

**Außerunterrichtliche Lernorte:  
Die (Weiter-)Entwicklung von Lernpfaden  
zu einem Netz von Geopunkten  
mit Hilfe der Geocache-Methode**

**Empirische Untersuchung zur Exkursionsdidaktik**

Thomas Kisser

Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades  
der Naturwissenschaften (Dr. rer. nat.)  
an der Fakultät für Geowissenschaften  
der Ludwig-Maximilians-Universität München

Vorgelegt von

Thomas Kisser

aus Ludwigsburg

Heidelberg, 2014

Eidesstattliche Erklärung:

„Ich versichere, dass ich diese Arbeit selbständig verfasst und keine anderen Hilfsmittel als die angegebenen benutzt habe. Die Stellen der Arbeit, die anderen Werken dem Wortlaut oder dem Sinn nach entnommen sind, habe ich in jedem einzelnen Fall unter Angabe der Quelle als Entlehnung kenntlich gemacht. Diese Versicherung bezieht sich auch auf die bildlichen Darstellungen.“

Heidelberg, 16.06.2014

Ort, Datum

Unterschrift

Betreuer: Prof. Dr. Volker Kaminske

Zweitgutachter: Prof. Dr. Otfried Baume

**Mündlichen Prüfung (Disputation): 04.06.2014**

## Vorwort

Die vorliegende Arbeit richtet sich sowohl an Fachdidaktiker, als auch an Lehrkräfte und interessierte Laien. Dem Umstand, dass die anvisierte Leserschaft über unterschiedliche Vorkenntnisse verfügt, wird durch den Aufbau der Arbeit Rechnung getragen. Beginnend mit Kapitel 1.2 werden die notwendigen Grundlagen gelegt und es wird auch für Nichtdidaktiker verständlich gezeigt, welcher Grundgedanke im Hintergrund steht. Die Literaturliste im Anhang beschränkt sich aus diesem Grund nicht nur auf die Literatur, auf die in der Arbeit verwiesen wird, sondern verweist auf eben diesen allgemeindidaktischen Hintergrund.

Das behandelte Thema hat einen direkten Praxisbezug, da es aus der Schulpraxis heraus für die Schulpraxis entwickelt wurde. Vermutlich sind den Lesern wie dem Autor Exkursionen aus der eigenen Schülerzeit und dem Studium immer noch gut im eigenen Gedächtnis verankert, aber mit der eigenen Lehrtätigkeit fällt die Seltenheit dieser Lehrform in der Schule von heute überdeutlich auf. Gleichzeitig wird erkennbar, dass die Orientierung in der Landschaft mit Hilfe von GPS-Geräten und Landmarken eine deutlich bessere Verankerung ergibt. Dies heißt im Klartext: Die Nutzung von Landmarken als (auch inhaltlich belastbare) Geopunkte und die Navigation zwischen ihnen fördert Orientierung, inhaltliche Assoziationen und somit die Fach- und Methodenkompetenz.

In deren Verknüpfung entstand die Idee einer Untersuchung von GPS-gestützten Lernpfaden als Exkursionsform mit der Frage nach der Akzeptanz und dem Lerngewinn. Mit den Ergebnissen dieser Arbeit lässt sich beurteilen, ob und inwieweit GPS-gestützte Lernpfade als Lernverfahren im Unterricht eingesetzt werden können.

Diese Untersuchung wurde unmittelbar nach dem Abschluss des Referendariats begonnen, parallel zu meiner Tätigkeit in der Schule. Für das Austesten der Fragestellungen und Thesen war es von entscheidender Bedeutung, eine möglichst große Anzahl eigener Klassen zu haben, in der die Basis in Form einer Pilotstudie geschaffen werden konnte. Darüber hinaus konnte ich auf die Mithilfe vieler Kolleginnen und Kollegen an der eigenen und an anderen Schulen zählen, die mit ihren Klassen das Unterrichtskonzept „Lernpfade mit GPS-Gerät und Geocaching“ überprüften. Deshalb gebührt mein Dank diesen Personen, den Lehrkräften, die sich bereit erklärt haben, die Lernverfahren umzusetzen und den vielen Schülerinnen und Schülern, die an dieser Studie mitgewirkt haben. Erst durch ihre Beiträge konnte diese Untersuchung durchgeführt werden.

Ebenfalls danke ich allen, die den Prozess in den verschiedenen Phasen begleiteten: Sei es mein Vater auf den Vorexkursionen, Kollegen wie Jens Brake, die immer wieder die Zeit für ein kritisches Gespräch aufbrachten, oder Raimund Ditter, mit dem ein intensiver Austausch über Statistik stattfand. Dem Betreuer dieser Arbeit, Herrn Volker Kaminske möchte ich für seine Anregung, seinen ständigen Zuspruch, die vielen wertvollen Gespräche und sein wohlwollendes Entgegenkommen meinen herzlichen Dank aussprechen.

Thomas Kisser, Heidelberg, 16.06.2014

## Abstract

The study deals with the two main problems in geographical education: How to inform students about a spatial practicing learning and teaching and how to evaluate this form of learning in comparison to theoretical non spatial forms of learning. The classic form of spatial learning is the outdoor excursion. But there are some new and actual alternatives when realizing the former intended aims of a spatial learning, so for instance didactical pathways, field trips or field works, but also the new way of geocaching and learning by GPS when dealing with the themes of orientation or finding out points of geographic importance for explaining the genetic processes. The necessary skills can be combined to improve the success of learning and to maximize the motivation.

The base of this motivation behavior is the existence of a hide and seek-game as a modern version of a scavenger hunt. This motivates the students and is furthermore the attraction of Geocaching. Methodical skills can also be trained very automatically during this search.

The GPS devices are of common use in the daily life and its use may increase much more in the future and in geographical use, too. Nowadays the literature about this theme is merely descriptive and thematically reduced to the function of orientation. The first study describing the learning success of using GPS devices and Geocaches in geography class had been made by NEEB. She tested the variation of the competence of orientation in different old classes when examining the use of GPS devices and Geocaches.

Even though GPS devices and Geocaches are very efficient for instructing the students' competence of orientation there may be the question, in what forms and circumstances the learning can be done. The time and effort necessary to generate a didactical and educational trail has to be justified against the background of the achieved learning effect.

Educational trails need students, walking outside of the schools, looking for information along teaching paths and learning by the results. This active experienced learning leads to a better understanding of the environment, the outdoor circumstances and the people living in this area. You can structure such educational trails by Geopoints, this means points of a special geographic interest.

Geocaches can structure such paths didactically. These structuring points are GEOpoints. The tasks at such Geopoints are structured didactical as well.

GPS devices and Geocaches are complementing one another. They fulfill an important function in geographic orientation and the respective local information.

Two important ministries in Germany (Bavaria, Baden-Württemberg) demand the use of extracurricular educational objectives in geography education. This means: visiting locations outside of the school and using the advantages of a fully learning by excursions.

Neurobiology supports the idea that pupils completing the educational trail will learn much more and efficiently than students in "normal" classes: Indeed: A successful contextualization of modern geomeia stimulates the motivation. Geocaches are suitable for didactical structuration and motivation. A better and more comprehensive addressing to all senses will lead to a better sustainability.

When testing the advantage of excursions learning comparing the same themes with a classical learning at school you have to differ within the students capacity of learning and the cognitive and methodical competence.

For 17years aged students the theme of “Umgestaltung von Flusslandschaften“ (rearrangements of fluvial topography) was chosen because using this example of anthropogenic rearrangements of the Rheinaue wetlands near Karlsruhe shows the interdependency between human and environment was in the direct neighborhood of the students. Therefore the excursion could be realized very good without long transports.

The “Nördlinger Ries” between the Swabian and the Franconian Jura is an impact-crater of world-wide importance. This location had been chosen for Students of grade 5 (10 years old students). The themes to work out were: The typical elements of the Swabian Jura (karst formation, hydrogeology, typical vegetation) and the special forms of the impact tectonics.

The sustainability of educational trails using GPS had been evaluated by the answers of 441 questionnaires. In grade 5 a multiple-choice-test had to be answered while grade 11 had to answer open questions in complete sentences. The influence of the teachers on the overall result is being kept low through the random selection, the number of the comparison groups and the teaching manuals.

The overall results of these questionnaires show that the students of grade 5 which completed the educations trail achieved 11% higher scores in areas of the cognitive performance compared to the students who experienced classical learning at school.

In grade 11 the students who completed the educational trail received 5% higher scores.

Both differences in the results are significant and show a magnitude of effect, which is high in certain items. Consequently, the study has proven that educational trails evocate better cognitive performances than classical learning at school.

The current state of research suggests that the development of environmental trails from teachers for teachers is not sustainable because the teachers don't have the time to refine environmental trails didactically.

The experience while creating the educational trails and the feedback of the participant teachers showed that teachers should cooperate for creating educational trails. The strain for each single person is reduced and the regularly use of the educational trails can be assured.

# Inhalt

	Seite
Zweitgutachter: Prof. Dr. Otfried Baume.....	II
Mündlichen Prüfung (Disputation): 04.06.2014 .....	II
Vorwort .....	I
Abstract .....	II
Inhalt .....	IV
Abbildungsverzeichnis.....	VIII
Tabellenverzeichnis.....	X
1. Einleitung.....	1
1.1. Forschungsanlass und Vorhaben.....	1
1.1.1. Aktueller Forschungsstand und Vorhaben .....	3
1.1.2. Aufbau der Arbeit.....	4
1.2. Fachdisziplinäre Einordnung .....	7
1.2.1. Geographie und ihre Didaktik .....	7
1.2.2. Die didaktische Strukturierung.....	8
1.2.3. Bedeutung der Didaktik der Geographie für die Fachwissenschaft.....	11
2. Bedeutung des Unterrichts außerhalb des Klassenzimmers für den Geographieunterricht.....	13
2.1. Neurobiologische Gründe für den Einsatz außerunterrichtlicher Lernorte .....	13
2.2. Lernpsychologische Gründe für den Einsatz außerunterrichtlicher Lernorte.....	14
2.3. Raumerlebnisse und Lernpfade.....	15
2.4. Formen von Unterricht außerhalb des Klassenzimmers .....	17
2.4.1. Exkursionen .....	18
2.4.2. Museen.....	20
2.4.3. Lernpfade, Lehrpfade, Erlebnispfade .....	21
2.4.4. Geocaches .....	22
3. Methodische Vorüberlegungen zu den Grundlagen von GPS-Technik und Geocaches .....	23
3.1. Was ist GPS und wie funktioniert es?.....	23
3.2. Die Bedeutung von GPS im Alltag – als nutzbare Vorkenntnis .....	26
3.3. Nutzbarkeit von GPS durch Kinder und Jugendliche im Geographieunterricht.....	27
3.4. Der Geocache .....	28
3.5. Die Bedeutung von Geocaches im Alltag .....	29
3.6. Nutzbarkeit von Geocaching im Geographieunterricht .....	31
4. Lernpfadtypen in ihrer Eignung für den Einsatz von Geocaches.....	33

4.1.	Mögliche Methoden.....	35
4.1.1.	Temporäre Lernpfade.....	35
4.1.2.	Permanente Lehrpfade.....	37
5.	Voraussetzungen für die Lerneffizienz von Exkursionen und das Lernen an Lernpfaden .....	38
5.1.	Bildungsstandards der Deutschen Gesellschaft für Geographie (DGfG).....	38
5.2.	Grundlagen durch den Bildungsplan .....	39
5.3.	Grundsätzliche, rechtliche Voraussetzungen und Rahmenbedingungen .....	43
5.3.1.	Zeitliche Einpassung von Exkursionen.....	44
5.3.2.	Rechtliche Voraussetzungen .....	45
5.3.3.	Infrastrukturelle Rahmenbedingungen .....	49
6.	Vorüberlegungen zum Aufbau von Lernpfaden zur Ermittlung lerneffizienter Strukturen.....	51
6.1.	Zielauswahl.....	51
6.2.	Realisierte Ziele .....	54
6.3.	Transportierter fachwissenschaftlicher Hintergrund.....	56
6.3.1.	Das Nördlinger Ries .....	58
6.3.2.	Lernpfad „Nördlinger Ries“ .....	66
6.3.3.	Die Rheinauen bei Karlsruhe .....	68
6.3.4.	Lernpfad „Rheinauen“ .....	73
7.	Didaktische und praktische Umsetzung der Rahmenkriterien beim Aufbau neuer Lernpfade ....	76
7.1.	Konstruktion oder Instruktion bei GPS-gestützten Lernpfaden?.....	76
7.2.	Methodische Schritte im Schülereinsatz.....	77
7.3.	Methodische Aspekte.....	82
7.3.1.	Kriterien für die Anlage der Lernpfade.....	82
7.3.2.	Anordnung der Geopunkte .....	83
7.3.3.	Begleitende Steuerungsinstrumente .....	84
7.3.4.	Methoden und Kompetenzen .....	84
7.3.5.	Medien .....	84
7.4.	Darstellung der fertigen Lernpfade .....	85
7.4.1.	Das Nördlinger Ries (Impakt-Tektonik und Folgen) .....	86
7.4.2.	Rheinauen (Umgestaltung von Flusslandschaften).....	112
8.	Die Vergleichsbasis von Lernzirkeln als Lerneffizienzkontrolle.....	147
8.1.	Lernzirkel als Vergleichsinstrument .....	147
8.2.	Fachdidaktisch-methodische Überlegungen.....	148
8.3.	Die Lernzirkel.....	148
8.3.1.	Das Nördlinger Ries (Impakt-Tektonik und ihre Folgen) .....	148

8.3.2.	Rheinauen (Umgestaltung von Flusslandschaften) .....	163
9.	Untersuchungsaufbau .....	178
9.1.	Konzeptioneller Rahmen des Projekts .....	178
9.2.	Überprüfungen des Ansatz (Expertenbefragungen, Pilotstudie) .....	180
9.3.	Ablauf der quantitativ-empirischen Studie (Hauptstudie) .....	181
9.3.1.	Teilnehmeransprache .....	181
9.3.2.	Vortest .....	182
9.3.3.	Lernverfahren .....	183
9.3.4.	Nachtests und Auswertung .....	189
10.	Ergebnisse der empirischen Untersuchung: Wie nachhaltig sind GPS-gestützte Lernpfade? ...	205
10.1.	Vorstellung der Ergebnisse .....	205
10.1.1.	Ergebnisse bei der Thematik „Nördlinger Ries“ .....	205
10.1.2.	Ergebnisse bei der Thematik „Rheinauen“ .....	212
10.1.3.	Bedeutung der Methodik „GPS-gestützter Lernpfad“ .....	218
10.1.4.	Zusammenfassung der Ergebnisse .....	221
10.2.	Zur Nachhaltigkeit der Lerneffekte von Lernpfaden im Vergleich zu Lernzirkeln .....	222
10.2.1.	Die Lerneffizienz des Lernpfades „Nördlinger Ries“ .....	223
10.2.2.	Die Lerneffizienz des Lernpfades „Rheinauen“ .....	223
10.3.	Die Nachhaltigkeit des Lerneffekts an selbstgestalteten GPS-gestützten Lernpfaden ...	224
10.4.	Kritische Reflexion über die Konzeption von (selbstgestalteten) Lernpfaden .....	225
10.5.	Folgerungen für die Nutzung von vorhandenen Lernpfaden .....	226
11.	Zusammenfassung .....	229
	Quellenverzeichnis .....	233
1.1	Zeitungen .....	233
1.2	Internetquellen .....	233
1.3	Schulbücher .....	234
1.4	Lehr- und Bildungspläne, rechtliche Grundlagen .....	235
1.5	Fachliteratur .....	236
12.	Anhang .....	246
12.1.	Anschreiben an die Geographie-Fachschaften .....	246
12.2.	Informationen für die durchführenden Lehrkräfte – Nördlinger Ries .....	250
12.3.	Einweisungen der Lehrkräfte für den Nachtest .....	254
12.4.	Univariate Varianzanalysen UNIANOVA .....	256
12.5.	Univariate Varianzanalyse ONEWAY .....	343



### **Wiederkehrende Begriffe und Abkürzungen**

Jahrgangsstufe 11: Meint den ersten Jahrgang der gymnasialen Oberstufe am allgemein bildenden Gymnasium. An den Schulen werden verschiedenste Begriffe (J1 für Jahrgangsstufe 1, Oberstufe 11, 11-2, Kollegstufe 11 für die Kursstufe in Klasse 11 und deren zweites Halbjahr, Kursstufe 11, 11-2) verwendet

Lehrkräfte, Schüler/innen: Männliche und weibliche Lehrkräfte, männliche und weibliche Schüler/innen. Ist nur eines der beiden Geschlechter gemeint, so steht explizit männliche bzw. weibliche davor (z. B.: weibliche Schülerinnen, männliche Lehrkräfte)

Zahlen: Zur besseren Lesbarkeit wurden die verwendeten Zahlen gerundet. Prozentuale Angaben wurden auf ganze Zahlen gerundet. Sollten die Nachkommastellen entscheidend sind, wie beispielsweise bei der Signifikanz, wurde auf drei Nachkommastellen gerundet.

bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
d.h.	das heißt
etc.	et cetera
ggf.	gegebenenfalls
Kap.	Kapitel
s.	siehe
s.u.	siehe unten
o.ä.	oder ähnliches
o.g.	oben genannt
u.a.	unter anderem
vgl.	vergleiche
z.B.	zum Beispiel

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Aufbau der Arbeit .....	6
Abbildung 2: Forschungs- und Vermittlungsfelder der Geographiedidaktik .....	7
Abbildung 3: Unterrichtsprinzipien der Geographiedidaktik .....	8
Abbildung 4: Die didaktische Reduktion: Vom wissenschaftlicher Sachverhalt zum Unterrichtsthema	9
Abbildung 5: Wechselwirkung der Geographiedidaktik.....	10
Abbildung 6: Schwach (links) und stark (rechts) ausgebildete Synapsen .....	13
Abbildung 7: Raumerleben vom 9.-11. Lebensjahr.....	16
Abbildung 8: Raumerleben vom 12.-15. Lebensjahr.....	17
Abbildung 9: Klassifikation der Exkursionen .....	19
Abbildung 10: Tafel des Weinlehrpfades auf dem Derdinger Horn, Oberderdingen .....	21
Abbildung 11: Zweite Tafel des Weinlehrpfades auf dem Derdinger Horn, Oberderdingen.....	22
Abbildung 12: Kommunikation zwischen Bodenstation, Satelliten und GPS-Gerät .....	23
Abbildung 13: Umlaufbahnen der Satelliten um die Erde .....	24
Abbildung 14: Überschneidungsbereich bei Empfang dreier Satelliten .....	24
Abbildung 15: Erde als Kugel, Ellipsoid und Geoid.....	25
Abbildung 16: Gestörter Satellitenempfang in einer Häuserschlucht .....	25
Abbildung 17: Wirkung des Geocaching auf Benutzer.....	32
Abbildung 18: Geologische Besonderheiten - interaktive Kartendarstellung des Geopark Ries.....	33
Abbildung 19: Anforderungsbereiche und Kompetenzbereiche .....	39
Abbildung 20: Parallelität und Einflussfaktoren im Planungsprozess von Exkursionen .....	43
Abbildung 21: Schichtfolge im Ries vor dem Ries-Impakt.....	59
Abbildung 22: Asteroid in der Erdatmosphäre kurz vor dem Impact .....	60
Abbildung 23: Phase 1: Kontakt .....	61
Abbildung 24: Phase 2: Kompression.....	61
Abbildung 25: Phase 2: Kompression (Fortsetzung) .....	62
Abbildung 26: Phasen 3 und 4: Beginn und Ende der Exkavation.....	62
Abbildung 27: Phase 5: Suevitablagerung.....	63
Abbildung 28: Krateraufbau und Rieslandschaft heute .....	63
Abbildung 29: Satellitenseite eines GPS-Gerätes.....	78
Abbildung 30: Navigationsseite eines GPS-Gerätes.....	78
Abbildung 31: Kartenseite eines GPS-Gerätes .....	79
Abbildung 32: Tripcomputerseite eines GPS-Gerätes.....	79
Abbildung 33: Räumliche Orientierungskompetenz - Kompetenzen und Standards der DGfG .....	81
Abbildung 34: Suevit am Daniel-Turm .....	86
Abbildung 35: Brunnen aus Suevit in der Innenstadt Nördlingens .....	87
Abbildung 36: Ausblick vom Daniel-Turm .....	88
Abbildung 37: Hexenfelsen auf der Marienhöhe .....	88
Abbildung 38: Adlersberg.....	88
Abbildung 39: Ausblick vom Reimlinger Berg .....	88
Abbildung 40: Ofnethöhlen.....	89
Abbildung 41: Blick auf den Riegelberg.....	89
Abbildung 42: Suevitsteinbruch Altenbürg .....	90
Abbildung 43: Geopunkte und Route des Lernpfads Nördlinger Ries .....	91
Abbildung 44: Station 1 - Haltepunkt 2: 360°-Blick in der Federbachschlaufe .....	114

Abbildung 45: Station 1 - Haltepunkt 3: 360°-Blick in der Niederung vor der Niederterrasse .....	114
Abbildung 46: Station 1 - Haltepunkt 3: Blick von der Niederterrasse runter auf die Niederung .....	114
Abbildung 47: Station 2: 360°-Blick auf Acker, Wiese und Gehölz um den Baggersee herum .....	115
Abbildung 48: Station 3- Haltepunkt 1: 360°-Blick zu Beginn des Fritschlachwegs .....	115
Abbildung 49: Station 3 - Haltepunkt 2: Wegkreuz am Fritschlachweg.....	115
Abbildung 50: Station 4 - Endpunkt: Blick auf den Saumseeweg.....	118
Abbildung 51: Station 5 - Haltepunkt 1: Hochwasserdamm .....	118
Abbildung 52: Station 5 - Haltepunkt 2: Bushaltestelle Altrhein .....	119
Abbildung 53: Station 5 - Haltepunkt 3: Naturschutzzentrum Rappenwört.....	119
Abbildung 54: Geopunkte und Route des Lernpfads "Rheinauen bei Karlsruhe" .....	120
Abbildung 55: Chronologischer Ablauf der Studie .....	179
Abbildung 56: Führung im Rieskratermuseum.....	185
Abbildung 57: Arbeiten am Daniel-Turm .....	185
Abbildung 58: Beliebtes Motiv für das Klassenalbum: Gipfelbesteigung des Adlersbergs.....	185
Abbildung 59: Motiviertes bearbeiten der Arbeitsblätter .....	186
Abbildung 60: Ziege frisst Arbeitsblatt im Suevitsteinbruch Altenbürg.....	186
Abbildung 61: Singularität im Lernpfad „Rheinauen“: Wegprobleme durch umgestürzte Bäume ....	188
Abbildung 62: Orientierungsphase in den Rheinauen .....	188
Abbildung 63: Lerntaxonomie nach Bloom.....	192
Abbildung 64: Nachtest „Nördlinger Ries“: Itemschwierigkeit (Mittelwert) und Itemvarianz .....	194
Abbildung 65: Nachtest „Rheinauen“: Itemschwierigkeit (Mittelwert) und Itemvarianz.....	194
Abbildung 66: Leitfragen, Lernverfahren, Teilnehmerdaten „Nördlinger Ries“ .....	204
Abbildung 67: Leitfragen, Lernverfahren, Teilnehmerdaten „Rheinauen“ .....	204
Abbildung 68: „Nördlinger Ries“: Nachhaltigkeit der Lernprozesse bei Lernzirkel (N=76) und Lernpfad (N=210).....	208
Abbildung 69: Lernzirkel „Nördlinger Ries“: Geschlechtsspezifische Lerneffizienz (Mädchen N=33, Jungen N=43).....	208
Abbildung 70: Lernpfad „Nördlinger Ries“: Geschlechtsspezifische Lerneffizienz (Mädchen N=88, Jungen N=122).....	209
Abbildung 71: Lernpfad „Nördlinger Ries“: Verteilung der Antworten bei den Items (N=210) .....	209
Abbildung 72: Lernzirkel „Nördlinger Ries“: Verteilung der Antworten bei den Items (N=76) .....	210
Abbildung 73: „Nördlinger Ries“: Geschlechtsspezifische Lerneffizienz (N=121) und Jungen (N=165) in beiden Lernverfahren.....	210
Abbildung 74: „Rheinauen“: Nachhaltigkeit der Lernprozesse bei Lernzirkel(N=117) und Lernpfad (N=38).....	215
Abbildung 75: Lernpfad „Rheinauen“: Nachhaltigkeit der Lernprozesse im Überblick (N=38) .....	215
Abbildung 76: Lernzirkel „Rheinauen“: Nachhaltigkeit der Lernprozesse im Überblick (N=117).....	216
Abbildung 77: „Rheinauen“: Geschlechtsspezifische Lerneffizienz (Mädchen N=102, Jungen N=53) 216	

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Grundlagen für Exkursionen in den Bildungsplänen Bayerns und Baden-Württembergs ...	42
Tabelle 2: Stellenwert ("besonders wichtig") vorbereitender Maßnahmen bei Lehrkräften aller Schularten .....	44
Tabelle 3: Einpassungsmöglichkeiten von Exkursionen in den Schuljahresplan.....	53
Tabelle 4: Stromproduktion der Wasserkraftwerke am Oberrhein .....	72
Tabelle 5: Fachliche Anforderungen an den GPS-gestützten Lernpfad „Rheinauen“ .....	74
Tabelle 6: Teilnehmeransprache .....	182
Tabelle 7: Chronologischer Ablauf der Lernverfahren zum Thema „Nördlinger Ries“ .....	183
Tabelle 8: Chronologischer Ablauf der Lernverfahren zum Thema „Rheinauen“ .....	184
Tabelle 9: Rahmenzeitplan der Lernverfahren „Nördlinger Ries“ .....	187
Tabelle 10: Rahmenzeitplan der Lernverfahren „Rheinauen“ .....	189
Tabelle 11: Gemeldete Teilnehmer, Probanden und Rücklauf der Nachtests .....	190
Tabelle 12: Nachtest „Nördlinger Ries“: Komplexität der Aufgaben .....	193
Tabelle 13: Nachtest „Rheinauen“: Komplexität der Aufgaben.....	193
Tabelle 14: Thesen und Nullhypothesen.....	203
Tabelle 15: „Nördlinger Ries“: Komplexität der Aufgaben und Anteil der korrekten Antworten .....	207
Tabelle 16: Ergebnisse der univariaten Varianzanalyse für die Nachtests „Nördlinger Ries“ .....	211
Tabelle 17: „Rheinauen“: Komplexität der Aufgaben und Anteil der korrekte Antworten .....	214
Tabelle 18: Ergebnis der univariaten Varianzanalyse für die Nachtests „Rheinauen“ .....	217
Tabelle 19: Effektgröße und Signifikanz der Items beim Nachtest "Nördlinger Ries" .....	219
Tabelle 20: Effektgröße und Signifikanz der Items beim Nachtest "Rheinauen" .....	220
Tabelle 21: Thesen und Ergebnisse .....	228

# 1. Einleitung

## 1.1. Forschungsanlass und Vorhaben

Seit dem Jahr 2000 nehmen die Schüler/innen in Deutschland alle drei Jahre an der internationalen Vergleichsstudie PISA („Programme für International Student Assessment“) teil. Die 15-jährigen Schüler/innen werden in drei Bereichen geprüft: Mathematische und naturwissenschaftliche Grundbildung und Lesekompetenz (Bischof, L. M./Hochweber, J./Hartig, J./Klieme, E., 2013: S. 172 f.). Der Bezug der Geographie zu den Naturwissenschaften ist offensichtlich. Fragen der Klimageographie, Bodengeographie und Geomorphologie werden neben anderem immer wieder thematisiert. Der Grund liegt darin, dass der Geographie eine verbindende Funktion als räumlich fixierendes Zentrierungsfach zukommt. Erkenntnisse verschiedener Fachwissenschaften werden in räumlichen Zusammenhängen in Beziehung zueinander gesetzt. Hierfür ist immer eine Transferleistung notwendig. Beispielsweise müssen in der Bodengeographie die physikalischen Gesetzmäßigkeiten mit den Forschungsständen aus der Chemie und der Biologie kombiniert werden. Die Neukombination von Wissen und ihre Anwendung in einem neuen Kontext ist ein zentrales Element der PISA-Studien, da nicht Wissen abgefragt wird, sondern die Fähigkeit, realitätsnahe Aufgaben zu lösen (Schallhorn, E., 2004. S. 157 f.).

Zudem werden den Schüler/innen im Testfeld Lesekompetenz nicht nur Texte vorgelegt. Es gilt auch, Diagramme, Grafiken (also Schaubilder), Tabellen, Skizzen (schematische Zeichnungen) und Karten zu lesen (Naumann, J./Artelt, C./Schneider, W./Stanat, P., 2010: S. 24 f.). Im Geographieunterricht werden neben Texten und Karten vergleichsweise viele Schemabilder und Tabellen verwendet, weil der Gegenstand sich einer direkten Beobachtung oft entzieht. So kann ein Objekt zu weit entfernt sein, zu groß sein, bzw. ein Prozess zu langsam vor sich gehen, als dass es zu einer originalen Begegnung kommen könnte. Hier helfen sinnvoll eingesetzte Medien. Die Geographie ist damit eines der zentralen Medienfächer (Schallhorn, E., 2004: S. 160 f.). Die Schüler/innen lernen hier schwerpunktmäßig die äußere und innere Analyse solcher Medien sowie das gezielte Auswerten und das Erstellen weiterer Materialien.

Das Abschneiden der 15-jährigen Schüler/innen in PISA-Überprüfungen hängt also fachübergreifend maßgeblich vom Geographieunterricht ab. Da Geographie in der Schule den Status eines Nebenfaches besitzt und, abhängig von Bundesland und Schulart, in manchen Jahrgängen nicht oder nur in einem Fächerverbund unterrichtet wird, muss die vorhandene Unterrichtszeit der Geographie optimiert werden, um die knappen Ressourcen optimal zu nutzen. Die Lernverfahren sollten darauf abzielen, neben geographischem Fachwissen und Fähigkeiten möglichst auch allgemeine Kompetenzen effektiv und langfristig in den Köpfen der Schüler/innen zu verankern.

Das Abschneiden der Schüler/innen aus Deutschland im Zeitraum 2000-2013 kann nicht als erfolgreich bezeichnet werden. Im Jahr 2000 befand sich Deutschland im unteren Leistungsdrittel der teilnehmenden Länder. Die mittlerweile erzielten Ergebnisse gelten als passabel. Allerdings kann das verbesserte Abschneiden auch auf einem formal angepassten Lerneffekt beruhen. Demzufolge hätten die Lehrkräfte gelernt, was in PISA getestet wird und bereiten seitdem ihre Schüler/innen entsprechend passgenau vor („*teach to the test*“). Eine Längsschnittuntersuchung 2000-2009 an denselben Gymnasien ergab sogar, dass in der Lesekompetenz der Schüler/innen keine Verbesserungen erzielt werden konnten (Bischof, L. M./Hochweber, J./Hartig, J./Klieme, E., 2013: S. 187 f.)

Damit bei weiteren Überprüfungen bessere Ergebnisse auch auf lange Sicht erreicht werden, muss aufgrund seiner inhaltlichen und medialen Bedeutung auch der Geographieunterricht mit mehr Stunden gestärkt und methodisch verbessert werden.

Die PISA-Studie mag durchaus kritikwürdig sein (Jahnke, T./Meyerhöfer, W., 2007). Entscheidend ist aber, welchen Stellenwert die Gesellschaft und die Politik ihr beimessen. Die Reaktion im Jahr 2000 war heftig. Seitdem wurden im Bildungssystem zahlreiche Reformen durchgeführt und das immer bessere Abschneiden wird als Erfolg dieser Reformen proklamiert (Schallhorn, E., 2004: S. 159). Die Zielsetzung der PISA-Studien sind also Anlass genug, nach verbesserten Formen auch des Geographieunterrichts zu suchen.

Da in den PISA-Studien realitätsnahe, oft geographisch relevante Aufgaben gestellt werden, bei denen erst die Verknüpfung von Wissen zur Lösung führt, sollte der Geographieunterricht somit einen hohen Praxisbezug mit interdisziplinären Verankerungsmöglichkeiten aufweisen. Die Schüler/innen sollten dabei lernen, mit Materialien und Medien umzugehen. Ein derartiges „ganzheitliches“ Lernen entspricht dem Handeln im Alltag eher als ein zu „verkopfter Unterricht“.

Realitätsnähe und ein Lernen mit allen Sinnen lässt sich am Einfachsten durch Exkursionen umsetzen. Die Schüler/innen lernen hier außerhalb der Schule in der Lebenswirklichkeit (= sogenanntes außerschulisches Lernen) und wenden vor Ort am Objekt verschiedenste Lernmethoden an, an denen sie ihren Lernerfolg erarbeiten.

In einer deshalb zu Beginn der Studie als Meinungsbild durchgeführten Umfrage zur Akzeptanz schulischer Methoden und Lernverfahren wurde von Erziehungsberechtigten und Schüler/innen v. a. Exkursionen ein hoher Stellenwert zugewiesen. Befragt wurden Erziehungsberechtigte der Klassenstufe 5 sowie Schüler/innen der Klassenstufe 11. 95% der Erziehungsberechtigten (N = 56) weisen dabei Exkursionen einen sehr hohen bis hohen Stellenwert zu. Ähnlich hoch ist der Stellenwert von Exkursionen bei Schüler/innen der Klassenstufe 11 mit 84% (N = 22).

Als Ursache für dieses Ergebnis wird Exkursionen neben der Vermittlung geographischer Sachverhalte eine motivationsfördernde Wirkung zugeschrieben. In derselben Umfrage äußerten sich 100% der Erziehungsberechtigten (N = 56) in der Tat dahingehend, dass für sie Exkursionen eine (stark) motivationsfördernde Wirkung haben. Bei den Schüler/innen vertraten diese Meinung 75% (N = 22). Auch wenn diese Umfrage aufgrund der geringen Fallzahlen nicht repräsentativ ist, wird dennoch deutlich, dass Exkursionen nicht als purer Aktionismus gesehen werden.

Exkursionen dienen aber nicht nur der Vermittlung von Sachverhalten. Sachthemen stehen immer mit der Einübung von Fachmethoden in Verbindung. Durch Kartenlesen oder Lesen von Satellitenbildern erhält man einen Überblick über die Landschaft und ihre natürliche und infrastrukturelle Ausstattung. Mit Karte, Kompass, Satellitenbild, Höhenmesser und GPS-System kann man sich in der Landschaft orientieren. Karten und Satellitenbilder können, genauso wie Bilder als Medien zum Zeitvergleich dienen. Temperaturmessungen in verschiedenen Höhen, Breiten oder Ökotope zeigen unterschiedliche physikalische Eigenschaften an. Mit biologisch-chemischen Analysen lassen sich auf Exkursionen Böden und Gewässer auf ihre Qualität hin untersuchen. Fachmethoden und Medien sind also notwendig, um sich ein Sachthema erschließen zu können.

Doch welches dieser Medien kann zielorientiert bei Exkursionen verwendet werden? Als klassisches Medium wäre der Kompass zu nennen. Neuere technische Geräte mit Ortungstechnologie und Navi-

gationsfunktion, die auf dem *Global Positioning System* (GPS) basieren, haben den Vorteil, im Alltag weit verbreitet zu sein. Da sie uns bei der Orientierung im Raum helfen, ist die Verbindung zum Geographieunterricht direkt erkennbar.

In den letzten Jahren hat sich auf dieser Basis auch das sogenannte Geocaching entwickelt: Das Finden von Verstecken mit Hilfe von Navigationssystemen. Motivationsmäßig kann man Kinder und Jugendliche, auch die Stubenhocker unter ihnen, ganz einfach durch Geocaches sehr gut aktivieren: „It’s another goal though – if I am taking the children on another dog walk they will be complaining about the fact that they have to go on a dog walk. “...” so in order to entice them out is was just another thing – another aim of the trip – not just to go for a blind walk but to actually go and find a geocache – so.” SA (O`Hara, K., 2008: S, 1179 f.) Es bietet sich also an, ein in der Schülerschaft akzeptiertes, fachlich und technisch aktuelles, digitales Geomedium auch motivationsmäßig in eine Exkursion einzubinden. Das damit verbundene „Such- bzw. Ortsbestimmungsverfahren“ Geocaching ähnelt so einer Schatzsuche, bei der die Teilnehmer mit Hilfe eines GPS-Gerätes die verschiedenen Orte aufsuchen, um am Ende den Schatz zu finden. Die anzulaufenden Orte sind georeferenziert und nur mit Hilfe eines GPS-Gerätes zu finden. Eine Exkursion könnte also durch GPS-Geräte unterstützt werden und in ihrem Verlauf einem Geocache ähneln.

Als zweites, hochaktuelles und praxisrelevantes Geomedium könnten Satellitenbilder in räumliche Übersichten und Orientierungsverfahren integriert werden. Mit Hilfe von zeitlich aufeinanderfolgenden Satellitenbildern ist es möglich, Veränderungen auf der Erde und in der Atmosphäre (z. B. Wetter) zu beobachten. Die Beobachtung der Realität vor Ort und ihre Darstellung in der Karte oder im Satellitenbild bietet sich zur Schulung der Orientierung und richtigem Medieneinsatz an.

### 1.1.1. Aktueller Forschungsstand und Vorhaben

Bei der Durchsicht von Studien zur Exkursionsdidaktik ist mit Streifinger festzustellen, dass „... das oft automatisierte Produzieren und Archivieren von Exkursionspapier, gefüllt mit zweifellos wertvollem fachinhaltlichen und themenzentrierten Wissen, aber ohne die nötige Tiefenexploration und -reflexion im Sinne ganzheitlicher geographiedidaktischer Forschung,“ stattfindet. Viel zu selten werden Schriften veröffentlicht, „... um ... praktische Handlungsanleitungen zur optimierten Gestaltung von Exkursionen zu akquirieren“ (Streifinger, M., 2010: S. 4 f.). Das heißt: Über einige wenige Fallstudien hinaus wird die Thematik vorwiegend von deskriptiv angelegten Werken aufgenommen (Streifinger, M., 2010). Gleichzeitig gibt es aber Tendenzen, Exkursionen als didaktisch überholt (Arbeits-exkursionen contra Übersichtsexkursionen), finanziell nicht mehr realisierbar (*cost-benefit-Verhältnis*), technisch ersetzbar (virtuelle Exkursionen) anzusehen und sie aus den Fachmethoden zu eliminieren (Streifinger, M., 2010).

Es ist also die Aufgabe geographiedidaktischer Forschung, die Notwendigkeit von Exkursionen und den unterstellten Mehrwert von Real-Exkursionen durch Ergebnisse zu begründen. Zugleich muss die geographiedidaktische Forschung, auch wenn jede Exkursion ein singuläres Ereignis für sich ist, Muster herausarbeiten, nach denen Exkursionen aufgebaut sein sollten, um optimale Lernprozesse zu erzielen.

Auch die verfügbare Fachliteratur über den Einsatz von GPS-Geräten im Unterricht beschränkt sich derzeit auf die reine Beschreibung des Einsatzes von „Geocaches“ (Vgl. hierzu genauer Kapitel 4.4).

Eine erste Untersuchung zum Lernerfolg von GPS-Geräten und Geocaches im Geographieunterricht stammt von Neeb (Neeb, K., 2013). Sie testete, in welcher der Klassen 5, 6 und 8 die Orientierungskompetenz mit Hilfe von GPS-Geräten und Geocaches so geschult werden kann, dass die Lernumgebung beschreibbar wird. Bei drei Teilnehmergruppen kann man durchaus von einem Evaluationsansatz sprechen. Mit Schleicher wäre festzustellen, dass: „Die Integration von geographischen Fähigkeiten und Fertigkeiten beim Entwickeln von Aufgaben zum Auffinden von eigenen „Caches“ (Verstecken) (.) ein interessanter Ansatz zur Förderung der Kompetenz räumlicher Orientierung“ ist (Schleicher, Y., 2006: S. 212).

Zwar leisten derzeit GPS-Geräte schon als allgemeine Hilfsmittel zur Schulung der Orientierungskompetenz ihren Dienst, doch könnten sie den Geographieunterricht im methodischen Bereich ganz gezielt bereichern, da ihnen unterstellt wird, forschend-entdeckendes Lernen vor Ort in Verbindung mit Aktivität im Freien zu fördern (Lude, A./Schaal, S./Bullinger, M./Bleck, S., 2013: S. 29). Ob GPS-Geräte im Rahmen von Geocaches ein geeignetes Hilfsmittel sind, einen geographischen Sachverhalt zu unterrichten, und ob sich der nachhaltige Lernerfolg im Vergleich zu Unterricht im Klassenzimmer unterscheidet, blieb bisher aber offen. Das ist jedoch eine wichtige Frage, denn der Aufwand, der für Exkursionen und vor allem für didaktisch angelegte Lernpfade betrieben wird, muss vor dem Hintergrund des Lernprozesses und des Lerneffekts gerechtfertigt sein (zu den Definitionen vgl. Kap. 1.2.2). Diese Lücke in der geographiedidaktischen Forschung versucht die vorliegende Studie schließen.

### 1.1.2. *Aufbau der Arbeit*

In Abb. 1 wird tabellarisch ein Überblick über Ziele und Vorgehensweisen gegeben, an der sich auch der Aufbau der Arbeit orientiert. In den folgenden Kapiteln wird dann die Thematik innerhalb der Geographiedidaktik verortet (Kapitel 1.2). So werden in Kapitel 2 verschiedene Formen des Unterrichts außerhalb des Klassenzimmers vorgestellt. Darunter fallen auch Lernpfade und Museen als wesentliche Bestandteile der GPS-gestützten Lernpfade. Diese werden dann im Laufe der Arbeit entwickelt. Es gilt, GPS-gestützte Lernpfade von ähnlich gearteten Unterrichtsmethoden außerhalb des Klassenzimmers abzugrenzen. Zudem werden Expertisen aus der Lernpsychologie und Neurobiologie hinzugezogen (Kap. 2.1, 2.2 und 2.3), um zu klären, warum sich außerunterrichtliche Lernziele für die Vermittlung geographischer Sachverhalte besonders eignen, welche Unterschiede im Hinblick auf die heterogene Zielgruppe der Schüler/innen gemacht werden müssen und welche Ergebnisse auf Basis des aktuellen neurobiologischen und lernpsychologischen Forschungsstandes zu erwarten sind.

Kapitel 3 nimmt die Definition von „Lernpfaden als Beispiel für Exkursionen“ zum Anlass, die hier theoretisch integrierbaren Methoden und Funktionsweisen von GPS und Geocaches zu erklären. Darauf folgen Überlegungen, ob und wie GPS und Geocaches real in Exkursionen eingebunden werden können. Mögliche Vor- und Nachteile des Einsatzes von digitalen Medien in der Kinder- und Jugendbildung werden dabei angesprochen.

Lernpfade als eine Form der Exkursion sind durchaus kein Novum, jedoch werden sie in unterschiedlicher Weise und mit unterschiedlicher Zielsetzung durchgeführt. In Kapitel 4 werden deshalb verschiedene Formen von Lernpfaden, teilweise mit GPS-Unterstützung vorgestellt, um diese Situation zu dokumentieren. Es geht ja darum, Möglichkeiten und typische Charakteristika von (GPS-gestützten) Lernpfaden aufzuzeigen. Diese Erfahrungsberichte entsprechen zwar dem heutigen Er-



kenntnisstand der Geographiedidaktik, gehen aber nicht über deskriptive Darstellungen hinaus. Die dort gemachten Erfahrungen werden nachfolgend kritisch reflektiert und durch einen eigenen Ansatz weiterentwickelt. Die in dieser Arbeit entwickelten GPS-gestützten Lernpfade heben sich somit von den bereits vorhandenen (GPS-gestützten) Lernpfaden deutlich ab.

In Kapitel 5 werden anhand der Lehr-/Bildungspläne von Bayern und Baden-Württemberg Ausgangspunkte für den Einsatz von GPS-gestützten Lernpfaden herausgearbeitet. Als wesentlicher, sonst nie angesprochener Punkt werden hier auch die organisatorischen und rechtlichen Grundlagen angesprochen, die bei Exkursionen zu beachten sind.

Kapitel 6 setzt sich mit den Möglichkeiten auseinander, wie und wo das Lernen an einem Lernpfad thematisch sinnvoll umgesetzt werden kann. Schließlich wird dargelegt, warum die im Rahmen dieser Arbeit vom Autor (T. K.) neu entwickelten Lernpfade „Nördlinger Ries“ und „Rheinauen bei Karlsruhe“ in dieser Form gewählt wurden. In einer didaktischen Analyse werden beide Räume fachwissenschaftlich vorgestellt und in ihrer didaktischen Reduktion dargestellt.

In Kapitel 7 findet dann die fachdidaktische Strukturierung der Lernpfade „Nördlinger Ries“ und „Rheinauen“ statt. Die verwendeten Medien und die angewandten Methoden werden vorgestellt. Als Kontrolle wird dieselbe Thematik zeitgleich auch in anderer Methodik (Lernzirkel) unterrichtet, deshalb ist die Strukturierung für diese Lernzirkel Hauptgegenstand in Kapitel 8.

Kapitel 9 begründet den Untersuchungsaufbau von der Konzeption bis zur Auswertung. Hier werden sowohl der geplante Ablauf der verschiedenen Lernverfahren sowie die Auswertung der Nachtests und der tatsächliche Ablauf der Untersuchung dargestellt.

Die differenzierte Auswertung der quantitativen Studie wird in Kapitel 10.1 durchgeführt; die Ergebnisse werden hier analysiert und begründet. Anschließend findet eine kritische Auseinandersetzung mit dem Einsatzwert von Lernpfaden im Allgemeinen und konkret an den Beispielen Nördlinger Ries und Rheinauen bei Karlsruhe statt. In Kapitel 11 werden Schritte und Ergebnisse der Studie summierend zusammengefasst.



Abbildung 1: Aufbau der Arbeit  
Quelle: Kisser, T.

## 1.2. Fachdisziplinäre Einordnung

### 1.2.1. *Geographie und ihre Didaktik*

*„Die Geographie erfasst, beschreibt und erklärt die Geosphäre im Ganzen und in ihren Teilen nach Lage, Stoff, Form und Struktur, nach dem Wirkungsgefüge von Kräften (Funktion), das in ihr wirksam ist, und nach der Entwicklung (Genese), die zu den gegenwärtigen Erscheinungsformen und –strukturen geführt hat. Als Angewandte Geographie schreibt sie die Entwicklungen in die Zukunft fort (Prognose), bewertet diese (Evaluation) und versucht, Hilfen für die Gestaltung des Raumes in der Zukunft zu geben (Planung).“*

(Borsdorf, A., 1999: S. 18 f.)

Die Aufgabe der Geographiedidaktik ist die Erforschung und Vermittlung des zur Umsetzung und Vermittlung von fachwissenschaftlichen Inhalten nötigen Lehr- und Lernsettings. Primär muss der fachwissenschaftliche Sachverhalt erfasst sein. Ohne Kenntnis des wissenschaftlichen Sachverhaltes als Fundament kann kein qualifizierter Unterricht stattfinden. Eine Sachstruktur wird für die Schülerinnen und Schüler dann relevant, wenn die Zusammenhänge zwischen Umwelt, Gesellschaft und ihnen selbst deutlich sind (Reinfried, S., 2006: S. 8). Die entsprechende Aufgabe der Geographiedidaktik besteht dann zunächst in der Ermittlung der Schüler/innenperspektive. Untersucht werden hierbei Präkonzepte, Motivation, Umwelt und Sozialisation der Schüler/innen. In einem zweiten Schritt muss dann die Sachstruktur dieser Adressatenstruktur angepasst werden: Z. B. durch didaktische Reduktion. Die Geographiedidaktik sucht also aus lernpsychologischen Gründen nach geeigneten, altersgemäßen, motivierenden, typischen, transferablen Anknüpfungspunkten für den wissenschaftlichen Sachverhalt, um dessen Bedeutung für das Individuum deutlich zu machen. Auf dieser Basis kann der fachwissenschaftliche Sachverhalt schüler/innengerecht strukturiert werden (Vgl. Abbildung 2).

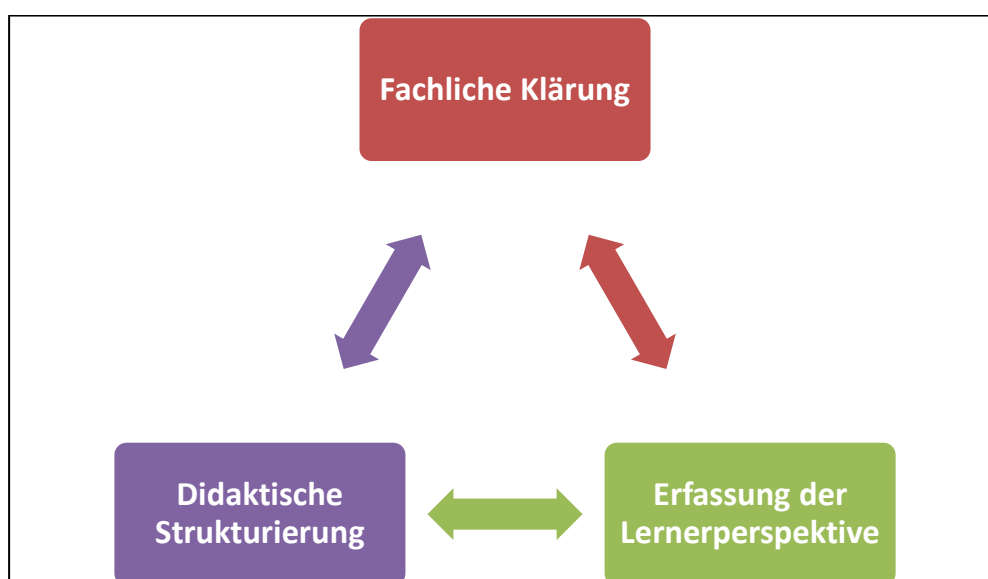


Abbildung 2: Forschungs- und Vermittlungsfelder der Geographiedidaktik  
Quelle: Kisser, T.

### 1.2.2. Die didaktische Strukturierung

Die didaktische Strukturierung fachwissenschaftlicher Sachverhalte erfolgt ansatzweise bereits durch die Lehr- und Bildungspläne der Bundesländer. Allgemeines Wissen, das nötig ist, um Alltagstauglichkeit zu erlangen, steht hierbei im Vordergrund. Nach Klafki soll dieses allgemeine Wissen an der Besonderheit eines Beispiels erfahren werden. In seiner Dissertation 1959 forderte er, dass das Allgemeine als Grundstruktur des Elementaren, an einem Beispiel in exemplarischer Form verdeutlicht werden solle. Das Elementare sollte am Exemplarischen fundamental, also auf prägnante Art und Weise, unterrichtet werden (Klafki 1959 nach Peterßen, W. H., 2001: S. 160 ff.; Meyer M./Meyer H., 2007: S. 39 ff.). Für Nichtpädagogen ist das Fundamentale das sprichwörtliche „Aha-Erlebnis“. Die Herausarbeitung dieses Fundamentalprinzips nach Klafki obliegt den Lehrkräften.

Die didaktische Strukturierung des konkreten Geographieunterrichts erfolgt gemäß der Vorauswahl durch Lehrkräfte. Sie ist im Vergleich zur Strukturierung der Lehr- und Bildungspläne konkreter und detaillierter. Die Lehrkräfte orientieren sich dabei an real möglichen Unterrichtsprinzipien, die sich aus den jeweils unterschiedlichen Funktionen von Schule, den Akteuren, dem Rahmen und Klafkis Forderungen in Form von drei Prinzipien ableiten lassen (Vgl. Abbildung 3).

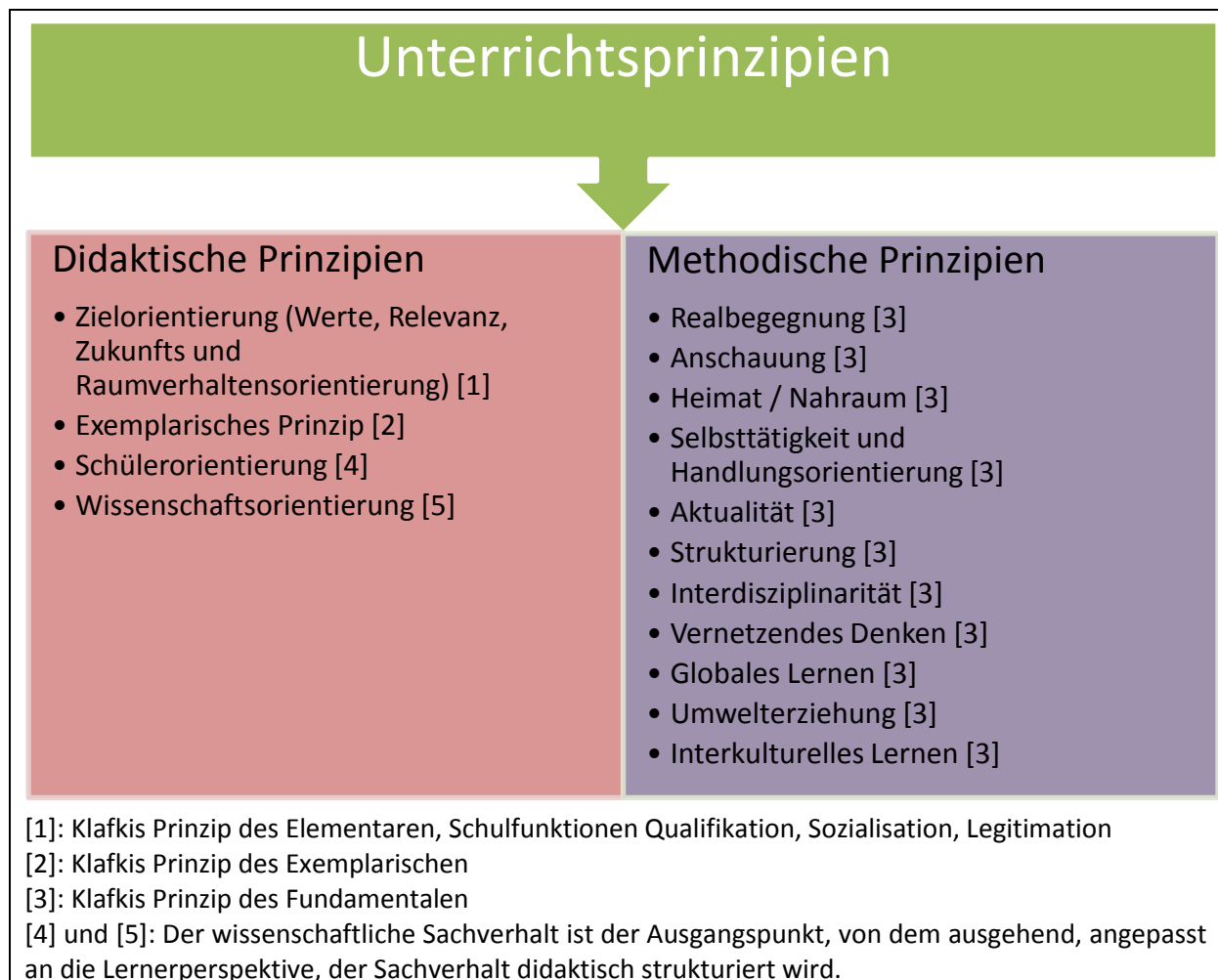


Abbildung 3: Unterrichtsprinzipien der Geographiedidaktik  
 Quelle: Rinschede, G., 2007: S. 52, verändert

Die grundlegenden Prinzipien der Geographiedidaktik sollen nachfolgend veranschaulicht werden, um die Brückenfunktion zwischen Fachwissenschaft und Unterricht aufzuzeigen. In den Kapiteln 2, 3,

6, 7 und 8 der Arbeit findet die ausführliche fachliche Klärung, Erfassung der Lernerperspektive und didaktische Strukturierung unter Hinzunahme der Unterrichtsprinzipien statt.

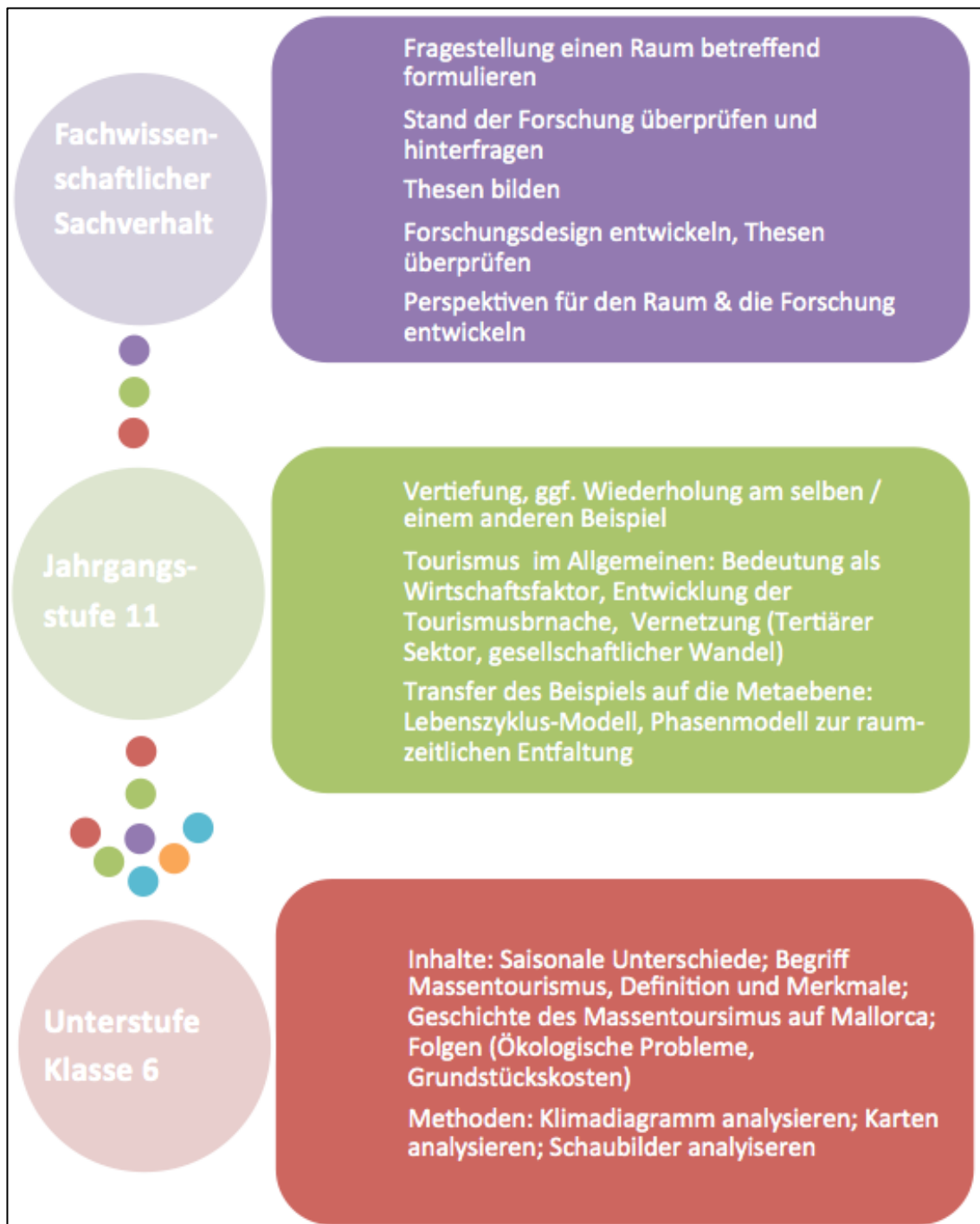


Abbildung 4: Die didaktische Reduktion: Vom wissenschaftlichen Sachverhalt zum Unterrichtsthema  
Quelle: Kisser, T.

Im Rahmen des Spiralcurriculums werden über die Klassenstufen hinweg Sachverhalte mehrmals aufgegriffen, um sie schrittweise an die kognitive Entwicklungsstufe des Kindes anzupassen. Im Laufe der Schulzeit wird der Sachverhalt immer tiefergehender und abstrakter behandelt (Vgl. Abbildung 4). Diese Strukturform findet sich in zahlreichen Bildungsplänen wieder. In der Unterstufe stehen dabei deskriptive Arbeitsweisen im Vordergrund, die Kollegstufe arbeitet hingegen analytisch-genetisch und – wie am oben gezeigten Beispiel – systemar-modellhaft. Zugleich nimmt die Fach-

sprache in Quantität und Qualität zu (Ministerium für Kultus, Jugend und Sport B.-W. 2004: S. 239). In der Kollegstufe steht wissenschaftspropädeutisches Arbeiten wegen der Studierfähigkeit im Vordergrund. Die Schüler/innen arbeiten verstärkt mit theoretischen Modellen, stellen Thesen auf, überprüfen diese und lesen kurze Auszüge aus wissenschaftlichen Texten. Sie werden durch solche Begegnungen mit der Fachwissenschaft in die Fachwissenschaft eingeführt (Rinschede, G., 2007: S. 57).

Drei Schwerpunkte arbeiten hier eng verschränkt miteinander. Als erster Schwerpunkt hierbei sind Bestandteile der Erziehungswissenschaften mit der allgemeinen Didaktik und der Pädagogischen Psychologie zu nennen. Die Fachwissenschaften und ihre Bereiche stehen als zweiter Schwerpunkt untereinander und mit der Fachdidaktik als drittem Schwerpunkt in einem Verhältnis gegenseitiger Rückkopplung (Vgl. Abbildung 5 sowie Kap. 2.2 und 2.3). Die Erkenntnisse aus einem Bereich wirken sich somit immer auch auf die anderen beiden aus (Rinschede, G., 2007: S. 17 f.). Aus der Entwicklungspsychologie stammen beispielsweise die Prinzipien vom Nahen zum Fernen und vom Einfachen zum Komplexen (Newig, Reinhardt, Fischer, 1983 S. 38f.; Piaget, J./Inhelder, B., 1999: S. 151 ff.). Sie sind wichtige Strukturierungshilfen im Geographieunterricht.

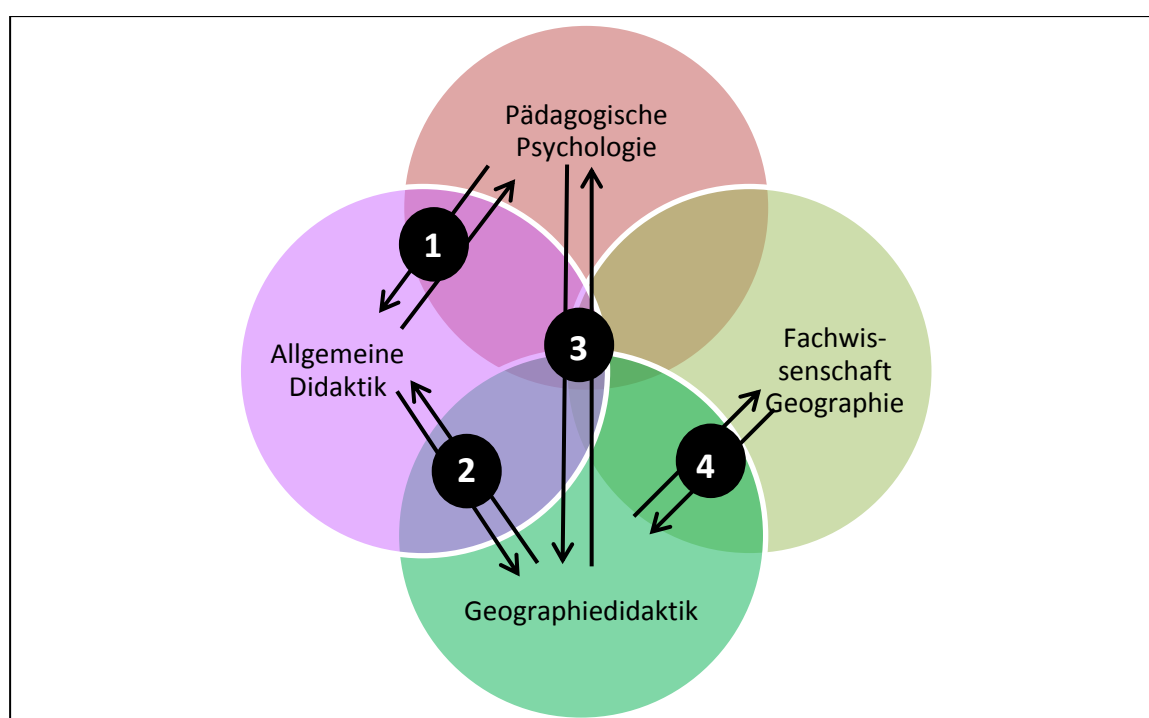


Abbildung 5: Wechselwirkung der Geographiedidaktik

Quelle: Rinschede, G., 2007: S. 18, verändert

Eine besonders hervorzuhebende Zielsetzung der Geographiedidaktik, die sich aus Erkenntnissen der Pädagogischen Psychologie ableitet, ist die Stimulierung der Lernmotivation. Hieran lässt sich beispielhaft die Rückkoppelung von Pädagogischer Psychologie und Geographiedidaktik veranschaulichen. Die Lernmotivation veranlasst den Beginn eines Lernprozesses (Auslösefunktion), hält den Lernprozess in Form von Konzentration, Anstrengung etc. aufrecht (Energieversorgungsfunktion) und lässt die Schülerin / den Schüler auf ein Ziel zusteuern (Steuerungsfunktion). Eine hohe Lernmotivation lässt demnach eine Person ceteris paribus zielstrebig und geordneter ein Lernziel verfolgen.

Zwei Arten von Motivation werden unterschieden: Die sogenannte extrinsische Motivation geht auf äußere Einflüsse wie Stimuli oder die Konsequenzen bei (Nicht)Erfolg zurück. Diese Motivation beruht auf der Aussicht auf Belohnung bzw. Anerkennung oder Angst bzw. Furcht. Im Falle einer so-

nannten intrinsischen Motivation interessieren sich die Schüler/innen von sich aus für einen Sachverhalt bzw. wird ihr Interesse dafür geweckt. Die Pädagogik ordnet intrinsischer Motivation einen deutlich höheren Stellenwert zu. Die Geographiedidaktik ist darum bemüht Auslöser für intrinsische Motivation zu identifizieren und themen- sowie phasenadäquat im Unterrichtsverlauf einzusetzen (Rinschede, G., 2007: S. 64). Die Geographiedidaktische Forschung testet Unterricht deshalb auf motivationale Faktoren und ihre Wirksamkeit. Je besser die Schüler/innen motiviert sind, desto nachhaltiger ist in der Regel der Lernprozess. Die Nachhaltigkeit eines Lernprozesses kann mit der Überprüfung des Lerngewinns in einem zeitlichen Abstand zum Lernverfahren gemessen werden. Nachhaltig ist ein **Lerneffekt** dann, wenn

**(1) das Erlernete in Form von Fachwissen, Fähigkeiten und Einstellungen langfristig verfügbar gemacht wird.**

Mit dieser Definition berücksichtigt man allerdings nur den Lernenden. Solange ein möglichst nachhaltiger Lernprozess erreicht wird, sind die eingesetzten Mittel gerechtfertigt. Deshalb sollen dem nachhaltigen Lerneffekt zwei weitere Dimensionen hinzugefügt werden: Ein Lerneffekt muss auch, um als nachhaltig bezeichnet werden zu dürfen,

**(2) unter einem für die zuständige Lehrkraft vertretbarem Aufwand erfolgen.** Zudem muss

**(3) der Erstellungsaufwand in einer angemessenen Relation zur Nutzung stehen.**

Man kann alternativ auch von einem hohen Einsatzwert sprechen. Ein aufwändig konstruierter Unterricht wird durch häufigen Einsatz und einen nachhaltigen Lernprozess gerechtfertigt. Ein nachhaltiger Lernprozess ist neben dem Erstellungsaufwand für die Unterrichtsmaterialien und der Nutzung somit einer von drei Bestandteilen eines nachhaltigen Lerneffekts.

Die einsetzbaren persönlichen Ressourcen der Lehrkräfte sind insbesondere zeitmäßig begrenzt. Neben der Durchführung der Unterrichtsstunden, in denen die Lernprozesse stattfinden, müssen ja diese Lernprozesse vorbereitet und nachbereitet werden. Tests und andere Formen der Leistungsstandüberprüfung müssen entworfen werden und nach der Durchführung korrigiert werden. Es gilt, Elterngespräche zu führen, Schulveranstaltungen zu organisieren und zu besuchen. Fortbildungen finden immer öfter außerhalb der Unterrichtszeiten statt und der neue Bildungsplan und die neuen Schulbücher müssen gesichtet und in ein schlüssiges Konzept gebracht werden. Es ist daher einsichtig, Lerneffekte nur dann als nachhaltig einzustufen, wenn sowohl ihr Erstellungsaufwand für die Lehrkraft nachhaltig (Aufwand, Nutzung) ist, als auch ein nachhaltiger Lernprozess (= Lerngewinn) beim Lernenden hervorgerufen wird.

### *1.2.3. Bedeutung der Didaktik der Geographie für die Fachwissenschaft*

Wissenschaft besitzt für sich selbst gesehen noch keine Existenzberechtigung. Sie dient in erster Linie der Gesellschaft. Forschungsergebnisse der Geographie haben somit erst dann einen Nutzen, wenn sie einen gesellschaftlichen Anwendungsbezug aufweisen (Kestler, F., 2005: S. 66). Um die Gesellschaft von solchen Forschungsergebnissen in Kenntnis zu setzen und gleichzeitig eine möglichst breite Legitimationsbasis für Forschung überhaupt zu schaffen, ist es unumgänglich, Ziele und Ergebnisse von Forschung für die Öffentlichkeit verständlich zu machen, sie zu publizieren und zu präsentieren.

Eine öffentlichkeitsrelevante Aufbereitung folgt didaktischen Prinzipien wie etwa der Aktualität, dem Lebensweltbezug, der Orientierung an den Adressaten und Problemlösungsstrategien sowie der Klarheit und Struktur des Themas. Im speziellen Fall einer Erstellung von Bildungsplänen begründet geographiedidaktische Forschung zudem, welche Inhalte und Ziele ihren Weg in die Geographielehrpläne finden sollten. **Schlüsselprobleme der Menschheit wie Umweltgefährdung, die Auswirkungen des gesellschaftlichen Wandels auf Raumeinheiten oder interkulturelle Konflikte** lassen sich nur dann sinnvoll lösen, wenn es von der **Fachwissenschaft** über die **didaktische Umsetzung** eine nachvollziehbare Argumentationskette hin zu den **Adressaten in der Gesellschaft** gibt. Ansonsten bleiben Ziele wie nachhaltige Nutzung und Völkerverständigung eine Utopie.

Geographisches Lernen findet deshalb auch außerhalb der Institution Schule statt. Museen, Ausstellungen, Volkshochschulen, Hochschulen, und viele weitere Bildungseinrichtungen nutzen zur Verdeutlichung ihrer spezifischen Zielsetzungen nicht nur wie Schulen didaktische Strukturierungshilfen, sondern schaffen auch eigene Einrichtungen wie die Museumspädagogik.



## 2. Bedeutung des Unterrichts außerhalb des Klassenzimmers für den Geographieunterricht

### 2.1. Neurobiologische Gründe für den Einsatz außerunterrichtlicher Lernorte

Die zu lernenden Inhalte gelangen ins Gehirn, wo sie in entsprechenden Zentren aufgenommen und verarbeitet werden. Nervenfasern leiten die Informationen in die Gehirnrinde (Kortex). Dort sind die Nervenfasern mit Nervenzellen (Neuronen) verbunden. Die Verbindung wird Synapse genannt. Abhängig von der benutzten Nervenfaser werden unterschiedliche Neuronen angesprochen. Die angesprochenen Neuronen verarbeiten die Informationen weiter. Es werden Reaktionen als Antworten auf die Informationen produziert. Die aufgenommenen Informationen werden im Gehirn kontextualisiert. Unser Gehirn sucht dabei nach Vorerfahrungen, zu denen die neue Information in Beziehung gesetzt werden kann. Für den Verarbeitungsprozess sind die Neuronen in unserem Gehirn miteinander vernetzt. Jedes Neuron steht mit bis zu 10.000 weiteren Neuronen in Kontakt. Das bedeutet, jedes Neuron verfügt über bis zu 10.000 Synapsen (Spitzer, M., 2006: S. 53 f.).

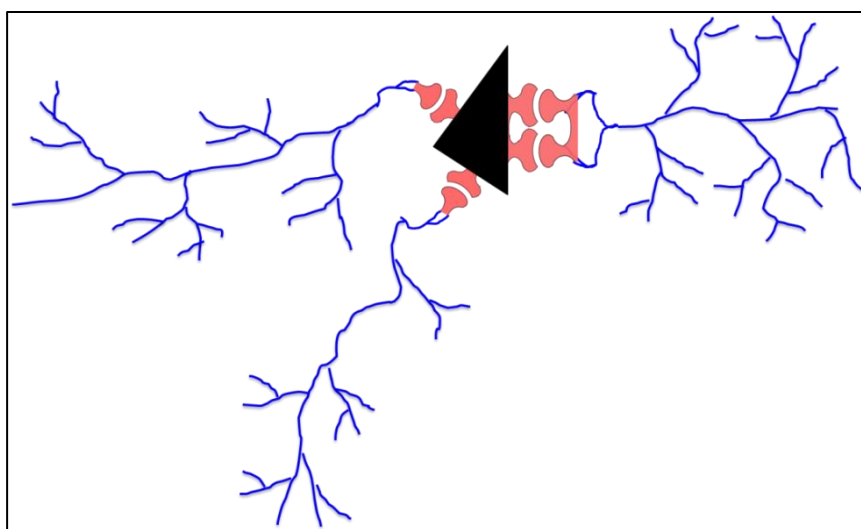


Abbildung 6: Schwach (links) und stark (rechts) ausgebildete Synapsen  
Quelle: Kisser, T.

Entscheidend ist, dass die Verbindung je nach Synapse unterschiedlich stark ist. Immer dann, wenn die Nervenzelle benutzt wird, werden auch die Synapsen benutzt. Mit jedem Gebrauch bzw. Nichtgebrauch ändern sich die Synapseneigenschaften. Diese Anpassungsfähigkeit heißt Neuroplastizität. Bei starkem Gebrauch werden die Synapsen stärker, bei nicht-Gebrauch schwächer ausgebildet (Vgl. Abbildung 6). Je vielfältiger die Synapsen miteinander verbunden sind, desto schneller und zuverlässiger arbeiten die Nervenzellen. Für die außen erkennbaren Prozesse heißt das: Informationen werden schneller und zuverlässiger aufgenommen, sowie schneller und zuverlässiger verarbeitet, wenn möglichst viele Sinne möglichst regelmäßig angesprochen werden. Die Nervenzellen werden dadurch untereinander besser vernetzt und die Synapsen werden stärker. Als Ergebnis erfolgt die Reaktion der Person schneller und zuverlässiger als bei eindimensionaler und seltener Informationsgabe, die zu schwach vernetzten Nervenzellen und schwach ausgebildeten Synapsen führt. (Spitzer, M., 2006: S. 54 ff.; Bauer, J., 2007: S. 38).

Für Lernarrangements folgt daraus, dass möglichst viele Sinne angesprochen werden sollen. Je mehr dies geschieht, desto mehr Nervenfasern leiten die Informationen an Neuronen weiter. Es bilden sich

dort mehr Synapsen aus bzw. die Synapsen werden stärker miteinander vernetzt. Zudem wird auf bereits vorhandene Erfahrungen aufgebaut, wodurch bestehende Synapsen verstärkt genutzt und leistungsfähiger werden.

**Durch Lernen vor Ort besteht die Möglichkeit, geographische Phänomene für die Schüler/innen mit möglichst vielen Sinnen ansprechbar zu machen.** „Möglichst viele Sinne ansprechen“ bedeutet jedoch nicht, mit Reizüberflutungen zu agieren und Kindern in Klassenstufe 5 etwa die Entstehung des Coesit im Nördlinger Ries mit chemischen Formeln und exakten physikalischen Vorgängen beizubringen, sondern die zur Entstehung benötigten Bedingungen (hohe Temperaturen, hoher Druck) plausibel zu machen und so eine sinnvolle Erklärung für das Coesit-Vorkommen im Nördlinger Ries zu finden. Ansonsten wäre das Thema in Klassenstufe 5 weder effizient noch motivierend, da aus entwicklungs- und lernpsychologischen Gründen in dieser Altersgruppe sowohl fachliche Voraussetzungen als auch Abstraktionsvermögen noch nicht vorhanden sind.

Nach den bekannten Entwicklungsstufen von J. Piaget und B. Inhelder (Piaget, J./Inhelder, B., 1971) und den Stufen des Raumerlebens von F. Stückrath (Stückrath, F., 1963) reift das Gehirn und lernt automatisch in der richtigen Reihenfolge. Zuerst werden einfache Strukturen gelernt. Darauf aufbauend befasst sich das Gehirn Stufe für Stufe mit immer komplexeren Strukturen (Spitzer, M., 2012: S. 163 f.). Diesen Umstand gilt es sich beim Aufbau von Lernarrangements zu Nutze zu machen. Effizienter und effektiver Unterricht berücksichtigt diese Tatsache und geht vom Einfachen zum Komplexen vor. Die didaktische Reduktion erfährt somit durch die Neurobiologie ihre Bestätigung.

## 2.2. Lernpsychologische Gründe für den Einsatz außerunterrichtlicher Lernorte

Außerunterrichtliche Lernziele in Form von Lernpfaden bieten sich aus fachwissenschaftlicher Sicht aufgrund der Raum- bzw. Standortorientierung der Geographie an. Auch aus lernpsychologischer Sichtweise sprechen viele Gründe für eine Berücksichtigung außerunterrichtlicher Lernziele im Allgemeinen und Lernpfade im Speziellen:

- a) Der aufgesuchte Raum soll – didaktisch reduziert – eine überschaubare aber motivierende Vielfalt bieten und zugleich authentisch, prägnant und strukturiert sein. Diesen Kriterien kann man mittels eines Lernpfades gerecht werden. **Lernpfade eignen sich, um den Raum zu strukturieren.** Die Schüler/innen arbeiten sich vom Einfachen zum Komplexen vor, sodass die gemachten Erfahrungen aufeinander aufbauen.
- b) Den Kriterien der überschaubaren aber motivierenden Vielfalt wird dadurch Rechnung getragen, dass an den Stationen möglichst viele Sinne angesprochen werden, was durch die authentische Begegnung leicht realisierbar ist.
- c) Eine erwünschte Handlungsorientierung bietet sich durch die Realbegegnung vor Ort geradezu an (Karte, D./Wildhage, J. J./Reeh, T., 2012: S. 73 ff.). Fachmethoden der Geographie als handlungsorientierte Elemente werden der Fachwissenschaft entsprechend vor Ort durchgeführt (Rinschede, G., 2007: S. 114, 118). Als Stationen werden prägnante Orte bzw. Orte mit prägnanten Lernobjekten ausgewählt.
- d) Durch die ganzheitliche Betrachtungsweise, im Fachjargon holistisch genannt, können die Schüler/innen sowohl die Mehrdimensionalität des Lerngegenstands besser herausarbeiten als auch die dahinter stehende Vernetzung besser begreifen.

- e) Die Wechselwirkungen innerhalb des Raumes werden am konkreten Objekt verdeutlicht. **Die Komplexität der Sachverhalte nötigt den Schüler/innen ein Denken in Zusammenhängen ab.** Es bilden sich neue und besser vernetzte Denkstrukturen heraus.

Da Lernorte außerhalb des Klassenzimmers nicht dem Schulalltag entsprechen, stellen sie eine Abwechslung dar, und verfügen alleine dadurch über eine **motivierende Wirkung auf Schüler/innen**. Verschiedene Studien haben zudem ergeben, dass Schüler/innen ein hohes Interesse an außerunterrichtlichen Lernorten in der Geographie haben, da es sich um lebensnahe Lernsituationen handelt. In Verbindung mit handlungsorientierten, holistischen Arbeitsweisen wie Experimenten und Arbeiten mit Bildern (Bilder ersetzen in der Schule die Realbegegnung), kann die Motivation weiter gesteigert werden (Hemmer, I., 2010: S. 93). Die Berücksichtigung der Schülerinteressen ist wichtig, da die Nachhaltigkeit des Lernprozesses damit korreliert. **Ist das Interesse hoch, ist der Lernprozess nachhaltiger** als bei Desinteresse (Krapp, A., 2010: S. 20 f.). **Die reale Begegnung vor Ort führt zudem zu einer emotionalen Verbindung der Schüler/innen mit dem Ort**, wovon man sich einen nachhaltigeren Lernprozess verspricht als bei unterbleibender Ansprache der Emotionen (Rinschede, G., 2007: S. 252).

Da man dem Interesse und der Motivation einen Einfluss auf den Lernerfolg unterstellt, muss die Frage gestellt werden, ob es zwischen Schülern und Schülerinnen geschlechtsbestimmte Einstellungsunterschiede gegenüber Themen der Geographie gibt. Mit Hemmer ist davon auszugehen, dass Jungen ein etwas höheres Interesse an der Geographie haben als Mädchen, speziell bei naturwissenschaftlichen Aspekten (Hemmer, I., 2010: S. 49).

### 2.3. Raumerlebnisse und Lernpfade

Die bis dahin durchlaufenen Sozialisationsphasen führen zu individuell unterschiedlichen Vorerfahrungen und zu einem unterschiedlichen Erleben des Raumes. Der Raum wirkt beim Beobachten auf jeden Betrachter anders und jede Person misst den Dingen im Raum unterschiedliche Bedeutungen zu, da jede Person über unterschiedliche Anknüpfungspunkte verfügt (Kaminske, V., 2011: S. 25 f.). Man kann so weit gehen, von der Konstruktion unterschiedlicher mentaler Räume zu sprechen (Dinkel, M./Scharvogel, M., 2013: S. 180 ff.). Über diese Wahrnehmungsunterschiede muss auf Exkursionen und besonders auf Lernpfaden gesprochen werden. Das gemeinsame Beschreiben und Charakterisieren des Raumes und die anschließende Diskussion über wahrgenommene Unterschiede sind wichtig, um aus der Vorerfahrung stammende Raumvorstellungen korrigieren zu können. Die Fachdidaktik nennt diesen Änderungsvorgang der Raumvorstellung *Conceptual Change* (Schuler, S., 2013: S. 87 ff.). Die unterschiedlichen Beschreibungen geben auch Anlass, sich auf einen gemeinsamen Nenner zur Definition von Raum und zurückgelegtem Pfad zu einigen. Doch wieso erleben wir den Raum und den zurückgelegten Weg unterschiedlich und woher wissen wir dies?

Neben der Sozialisation und dem Standort sind die drei Stufen des Raumerlebens (Stückrath, F., 1963) ein weiterer Grund für ein unterschiedliches Raumerlebnis. Zwischen dem 6. und 8. Lebensjahr erleben die Kinder einzelne Punkte, ohne ein Bewusstsein davon zu haben, wie diese Punkte miteinander räumlich verbunden sind. Dies nennt man dynamische Ordnung. Darauf folgt vom 9. bis zum 11. Lebensjahr die gegenständliche Ordnung (Vgl. Abbildung 7). Sie erkennen zwar eine Verbindung zwischen den Punkten, ihnen fehlt aber die Möglichkeit, sich auf die Metaebene zu begeben. Die Punkte bilden somit eine Gerade im Raum. Erst ab dem 12. Lebensjahr können sich Kinder auf eine

höhere Werte begeben und die Punkte einordnen. Ihre Lage und Entfernung zueinander sowie die Größenverhältnisse können immer besser eingeschätzt werden. Die Grenzen zwischen den Stufen dürfen nicht als sprunghafte Übergänge verstanden werden. Es sind fließende Übergänge, die in ihrem Prozess je nach Entwicklungsstand des Kindes variieren (Kirchberg, G., 1997a: S. 72).

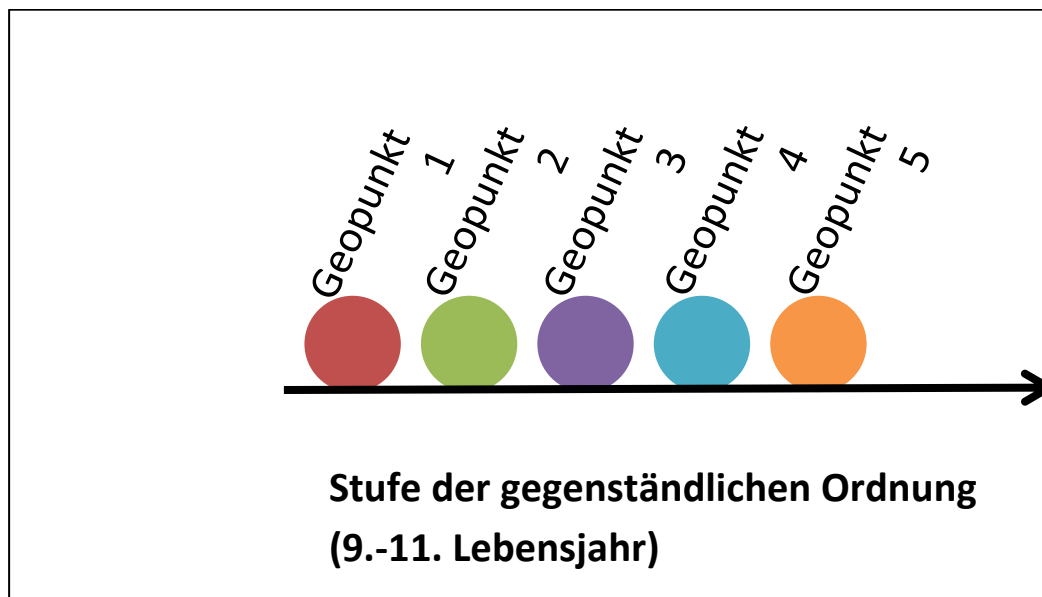


Abbildung 7: Raumerleben vom 9.-11. Lebensjahr  
Quelle: Kisser, T., nach: Rinschede, G., 2007: S. 79.

Die Gestaltung der Lernpfade orientiert sich an diesen entwicklungspsychologischen Stufen. Der Lernpfad für die Schüler/innen der fünften Klasse ähnelt dabei einer Bahn im Raum, die vom Start bis zum Ziel möglichst einer Linie entspricht. In regelmäßigen Abständen wird von verschiedenen Aussichtspunkten auf den bereits zurückgelegten Weg und die Landschaft insgesamt geblickt. Dabei wird der Weg bzw. die Landschaft von den Schüler/innen in eigenen Worten beschrieben, um ihre räumliche Vorstellungskraft zu fördern. Gerade in der Klassenstufe 5 befinden sich die Schüler/innen in einer Übergangsphase zwischen der gegenständlichen und der figuralen Ordnung. So verhält es sich auch mit den darauf aufbauenden Denkopoperationen. Bis ca. zum 11. Lebensjahr benötigen Kinder einen engen Bezug zu konkreten Gegenständen und erfassen Punkte in der Landschaft nur in Bezug zu sich selbst. Erst danach entwickelt sich daraus das abstrakte Denken. Die Punkte in der Landschaft können dann unabhängig vom Ich verarbeitet werden. Ebenso können dann abstrakte und hypothetische Fragestellungen angegangen werden (Piaget, J./Inhelder, B., 1971).

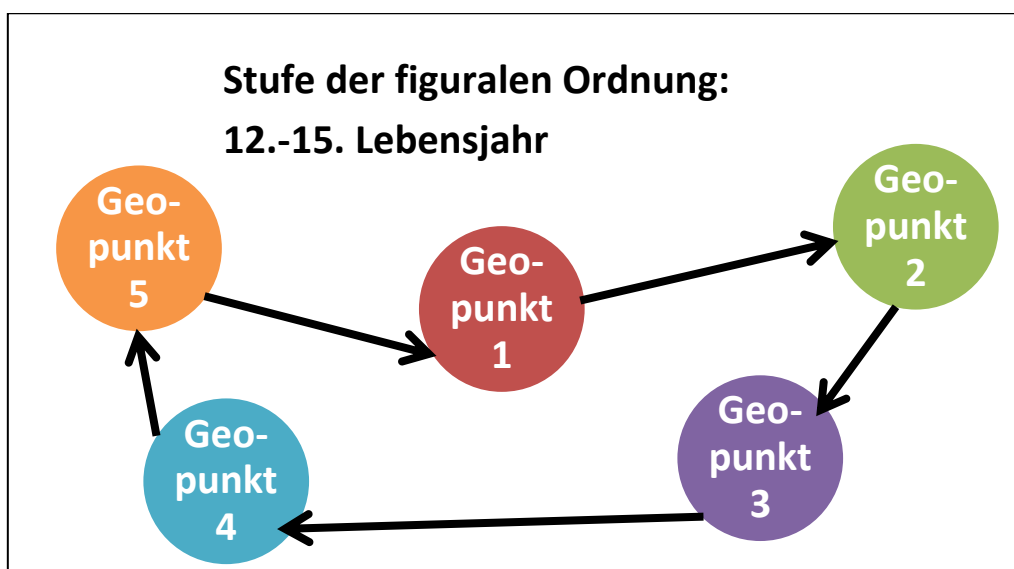


Abbildung 8: Raumerleben vom 12.-15. Lebensjahr  
Quelle: Kisser, T., nach: Rinschede, G., 2007: S. 79.

Den Kollegstufenschüler/innen wurde im Lernpfad eine figurale Ordnung (Vgl. Abbildung 8, Stückrath, F., 1963) zugemutet. Sie können sich mit Karten orientieren und die zurückgelegte Weglänge, die Wegstruktur und die Geopunkte darauf in einer Übersicht einschätzen. Es wird mit einer Überblickskarte begonnen, die von den Schüler/innen zu verbalisieren ist. Anschließend beginnt der eigentlich Lernpfad am ersten Geopunkt mit einem konkreten räumlichen Fallbeispiel (Rinschede, G., 2007: S. 78 f.).

**THESE I:** Neurobiologische und lernpsychologische Erkenntnisse sprechen dafür, dass Schüler/innen, die einen didaktisch aufbereiteten Lernpfad zu einem Thema absolvieren nachhaltiger Lernen als Schüler/innen, die „normalem“ Unterricht beiwohnen. Als ausschlaggebend werden die verbesserte und umfassendere Ansprache der Sinne, das höhere Interesse und die emotionale Bindung an den Ort angesehen.

**THESE II:** Geschlechtsdifferenzierend ist anzunehmen, dass Schüler aufgrund eines höheren Interesses an Geographie nachhaltiger lernen als Schülerinnen.

## 2.4. Formen von Unterricht außerhalb des Klassenzimmers

Die Geographie als Wissenschaft stellt Fragen an den Raum, formuliert hierzu Thesen und überprüft diese Situation (Rinschede, G., 2007: S. 113). In Form von Exkursionen, zum Beispiel einer Geländeuntersuchung, einer Kartierungsmaßnahme oder einer Betriebsbesichtigung werden Thesen an den Objekten selbst formuliert und überprüft. Für den **Geographieunterricht** ist im Sinne der Wissenschaftspropädeutik, einer **möglichst hohen Authentizität (Echtheit), einer originalen Begegnung und einer holistischen Betrachtungsweise, die das Ganze im Blick hat, ein Lernen vor Ort wünschenswert**. Nebenbei kann hierdurch auch die künstlich geschaffene Distanz von Schule und Unterricht zur Realität abgebaut werden (Rinschede, G., 2007: S. 179 f.; Karte, D./Wildhage, J. J./Reeh, T., 2012: S. 73 ff.).

Allerdings muss Unterricht außerhalb des Klassenzimmers definitorisch von „außerschulischem Lernen“ getrennt werden. Außerschulisch bedeutet nicht nur, dass der Lernprozess außerhalb des Gebäudes Schule stattfindet, sondern auch außerhalb von der Institution Schule steht. Familie, gleichaltrige Freunde und andere Kontaktpersonen der Jugendlichen (Peer-Groups), aber auch Massenmedien etc. bieten Bereiche des außerschulischen „Lernens“ an (Kestler, F., 2002: S. 178 f.; Rinschede, G., 2007: S. 250.). Deshalb können Lernorte je nach Kontext sowohl außerschulische Lernorte als auch Lernorte außerhalb des Klassenzimmers sein. Beispielsweise kann ein Museum unter der Woche im Rahmen des Unterrichts ein Lernort sein, am Wochenende als Ausflugsziel das außerschulische Lernen befördern. Diese Art von Unterricht wird dann in der Regel durch Exkursionen realisiert.

Die Lehrkraft kann bei einem Unterricht außerhalb des Klassenzimmers eine didaktische Strukturierung nur durch Fragestellungen, Arbeitsaufträge und Vorgabe von Wegpunkten durchführen. Die Möglichkeit, durch Vorauswahl einzelne Elemente zu eliminieren und gezielt Informationen in eine bestimmte Richtung zu vermitteln, wird reduziert. Die Schüler/innen erhalten durch die Primärerfahrung einen vergleichsweise **wertneutralen Unterricht** durch die Anschauung selbst. (Karte, D./Wildhage, J. J./Reeh, T., 2012: S. 73 ff.).

Die sozial-kommunikativen Fähigkeiten der Schüler/innen werden je nach Themenstellung und Ausgestaltung des Lernortes geschult.

Bei Exkursionen unterscheidet man verschiedenste Formen voneinander. In vorliegender Studie sind beispielsweise Arbeits- und Überblicksexkursionen (klassifiziert nach Lehrer-Schüler-Aktivität) und Museumsbesuche verknüpft. Abhängig vom Zeitbedarf, dem Ort, dem didaktischen Ort, der Unterrichtsmethode, dem Grad der thematischen Bindung oder fachlichen Aspekten lassen sich verschiedenste Klassifikationen erstellen (Rinschede, G., 2007: S. 250). Ein Überblick an dieser Stelle soll wesentliche Einordnungskriterien nennen und in ihrer Wirkung gegenüberstellen: Bei **Exkursionen (sowie Museumsbesuchen)** handelt es sich um geleitete Formen, die unter einer spezifischen Zielsetzung im Vorfeld organisiert werden und nicht ad-hoc durchführbar sind. Hiervon unterscheiden sich **Lehrpfade, Erlebnispfade und Lernpfade** dadurch, dass sie ohne vorherige Absprache durchführbar und aufgrund ihrer Beschilderung für jeden frei zugänglich sind. Diese didaktisch wichtigen Exkursionsformen von Lehrpfaden, Erlebnispfaden und Lernpfaden gelten sowohl als Arbeits- als auch als Überblicksexkursionen – abhängig von ihrer Zielsetzung. Als absolut neuer Ansatz wird auch die Arbeit mit „**Caches**“ dargestellt, da diese relevant für die vorliegende Studie sind.

#### 2.4.1. Exkursionen

Entscheidet man sich als Lehrkraft für eine Exkursion, so hat man das Ziel, den Schüler/innen ein (geographisches) Phänomen unmittelbar zuteilwerden zu lassen. Wie dabei vorgegangen wird, bleibt zunächst offen, denn: „Die Exkursion ist eine methodische Großform des Unterrichts mit dem Ziel der realen Begegnung mit der räumlichen Wirklichkeit außerhalb des Klassenzimmers. Aufgabe der Exkursion ist, dem Schüler eine direkte Erfassung geographischer Phänomene, Strukturen, Funktionen und Prozesse vor Ort zu ermöglichen“ (Rinschede, G., 1997: S. 7).

In der Fachdidaktik werden Exkursionen nach verschiedensten Klassifikationen unterschieden (Vgl. Abbildung 9). Anhand der Lehrer-Schüler-Aktivität lassen sich Überblicksexkursionen und Arbeitsexkursionen voneinander unterscheiden. Überblicksexkursionen geben – meist über Ausführungen

eines Referenten – deskriptiv einen Überblick über einen Sachverhalt. Exkursionsleiter oder Experten referieren, während die Gruppe passiv bleibt. Arbeitsexkursionen hingegen bringen die Exkursionsteilnehmer zum Handeln. Geographische Arbeitsmethoden und Werkzeuge werden gezielt und an geeigneten Objekten angewandt, um sich einen Sachverhalt selbst zu erschließen. Die Exkursionsteilnehmer führen damit qualitative oder quantitative Untersuchungen durch und werten die Ergebnisse anschließend zu Aussagen über Raum oder Thematik aus (Falk, G., 2006: S. 134; Rinschede, G., 2007: S. 250).

Wie auch in der Literatur werden die Bezeichnungen „Unterricht außerhalb des Klassenzimmers“, „Lernen vor Ort“, und „Exkursion“ synonym verwendet. Exkursionen können, wie eben dargestellt, sehr vielfältig sein. Ebenso verhält es sich beim Terminus „Lernen vor Ort“. Deshalb ist es möglich, diese Lernformen als „außerunterrichtliche Veranstaltungen“ zusammen zu fassen.

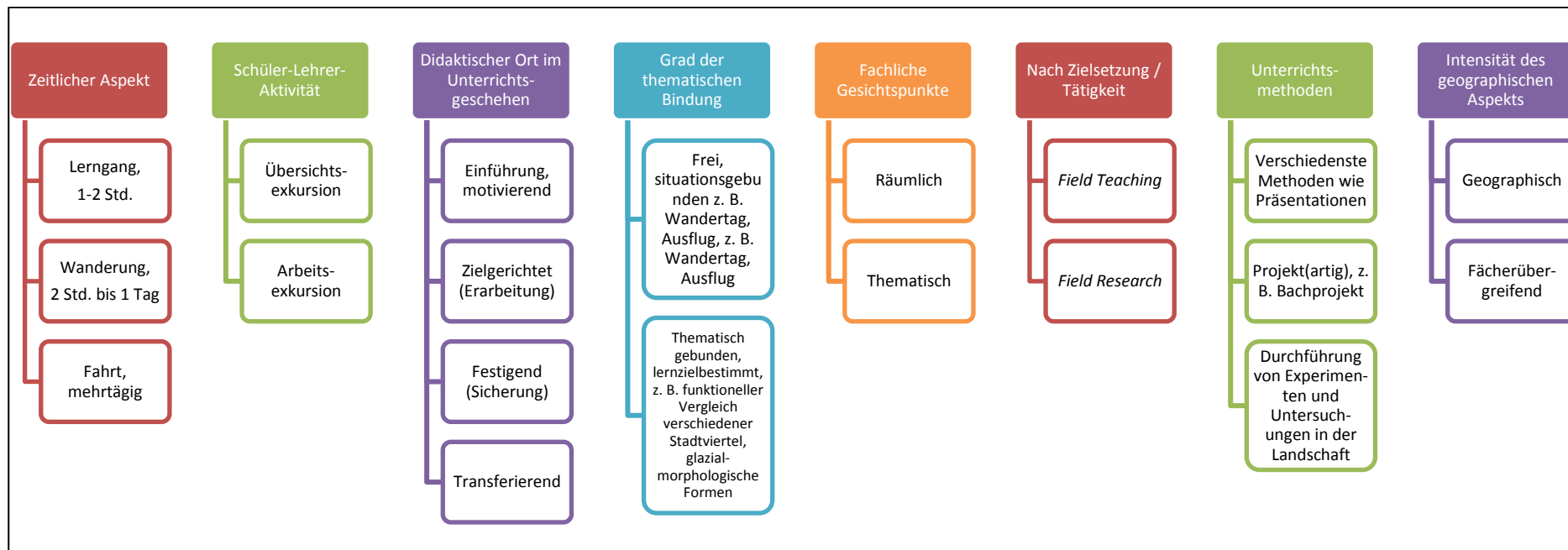


Abbildung 9: Klassifikation der Exkursionen

Quelle: T. Kisser, nach: Kestler, F., 2002: S. 179 f. und Rinschede, G., 2007: S. 251

## 2.4.2. Museen

Museen als Lernorte außerhalb des Klassenzimmers bieten die Möglichkeit, Objekte und Sachverhalte so darzustellen, dass ihr spezifischer Kontext eindrucksvoll vermittelt wird. Lehrkräfte suchen mit ihren Klassen ein Museum als „(...) eine von öffentlichen Einrichtungen oder von privater Seite getragene, aus erhaltenswerten kultur- und naturhistorischen Objekten bestehende Sammlung, die zumindest teilweise regelmäßig als Ausstellung der Öffentlichkeit zugänglich ist, gemeinnützigen Zwecken dient und keine kommerzielle Struktur oder Funktion hat“ auf. (Vieregg, H./Schmeer-Sturm, M.-L./Thinnessen-Demel, J./Ulbricht, K., 1994: S. 3.)

Die originale Begegnung mit kulturellen und naturhistorischen Objekten, die so in der Schule nicht auf Vorrat gehalten werden können, ist eine der Tatsachen, die das Museum als außerunterrichtlichen Lernort wertvoll werden lassen. Die mediale Vielfalt, mit der Museen arbeiten können und die weitgehend freie Gestaltung ihrer Räumlichkeiten lässt die Präsentation abstrakter Ereignisse und Objekte, z. B. geologische Vorgänge oder historische Gegenstände konkreter und lebendiger wirken.

Museen führen bei der Konzeption ihrer Ausstellungen ebenfalls eine didaktische Reduktion an dem Ausstellungsthema durch (Ulbricht, K., 1994: S. 114). Anhand der Anordnung und Abfolge der Exponate kann durch das Museum bereits eine Strukturierung stattfinden. Der Fokus des Museums in der Strukturierung liegt neben der thematisch sinnvollen Anordnung vor allem bei dem „Wie?“. Durch eine ansprechende Beleuchtung, Bezeichnung und Platzierung wird dem einzelnen Exponat Anmutungsqualität verliehen (Kaminske, V., 1994: S. 37 f.). Eine Vorbesichtigung ist deshalb notwendig, um die notwendige Struktur gegebenenfalls mittels eigener Arbeitsanweisungen herbeizuführen. Häufig besteht die Möglichkeit, bereits im Vorfeld Arbeitsblätter für den Besuch im Museum zu erhalten. Auch diese gilt es hinsichtlich der eigenen Zielsetzung zu sichten. Denn auch der Besuch im Museum entspricht nicht unbedingt dem Lernstoff und muss deshalb didaktisch für den eigenen Unterricht aufbereitet werden.

Untersuchungen haben ergeben, dass Schüler/innen nicht in der Lage sind, sich ohne Handlungsanweisungen im Museum frei zu informieren. Sie steuern Exponate an, verweilen kurz, drücken an interaktiven Objekten die Knöpfe und nehmen oft keinen verwertbaren Erkenntnisgewinn mit. Mit Hilfe von Arbeitsaufträgen können sie angeleitet werden, die von Museen aufgrund ihrer multisensorischen Ansprache angebotenen, vielfältigen Chancen zu nutzen (Ulbricht, K., 1994: S. 39., S. 41; Birkenhauer, J., 1997: S. 229). Moderne Museen berücksichtigen die vier Wahrnehmungskanäle, die auf den Sinnen „sehen“, „berühren“, „fühlen“ und „denken“ beruhen.

Frank versuchte in seiner Habilitationsschrift am Beispiel des Rieskrater-Museums Nördlingen Museen als außerschulische Lernorte theoretisch zu durchdringen und zu evaluieren (Frank, F., 2011). Die didaktische Aufbereitung und die theoretische Durchdringung des Lernorts gelangen ihm. Er konnte anhand seiner Arbeit Perspektiven für Museen aufzeigen, wie ihre Inhalte für den (Geographie)Unterricht aufbereitet werden sollten. Allein die Evaluation erscheint dünn. So wurden etwa nur zwei Schulklassen mit insgesamt 47 Probanden für den Nachtest einbezogen. Frank begründet dies damit, dass man, je mehr Probanden man habe, eine immer höhere werdende Wahrscheinlichkeit auf signifikante Unterschiede erreiche und eine Widerlegung der formulierten Hypothese durch die Effektgrößen erschwert werde (Frank, F., 2001: S. 126). Dies mag aus mathematisch-statistischer Sichtweise zutreffen (Bortz, J./Schuster, C., 2010: S. 112). Gemeinhin gilt jedoch eine repräsentative Größe als wünschenswert, damit die Ergebnisse auf andere Schülergruppen übertragen werden können. In der Folge hätte Frank durchaus die Schwellenwerte der Signifikanz anpassen können. Hinzu



kommt, dass seine Untersuchung offen lässt, ob der Unterricht im Museum einen Mehrwert im Vergleich zum Unterricht in der Schule erbringt. Der Nachtest lässt hierzu keine Rückschlüsse zu: Nach der Arbeit im Museum wurden bei ihm regionaltypische Erscheinungsformen an drei Steinbrüchen vertiefend erarbeitet. Dieses Zusatzangebot verfälscht mögliche Lernprozesse, will man die Ergebnisse auf das „Lernen im Museum“ an sich beziehen. Festzuhalten ist aber, dass von den sechs Aufgaben des Nachtests die Ergebnisse der Aufgaben 2 (Darstellung der Phasen des Ries-Impakts) und 3 (Jahr des Einschlags, typische Erscheinungsformen in der Landschaft durch den Impakt; Aufbau des Untergrunds des Rieskraters) darauf schließen lassen, dass Schüler/innen, die ein Arbeitsblatt ausfüllen, einen nachhaltigeren Lerngewinn haben als Schüler/innen die ohne ein solches Arbeitsblatt arbeiten. Die Ergebnisse der Aufgabe 6 lassen schlussfolgern, dass eine Erklärung durch die Lehrkraft einen nachhaltigeren Lernprozess erzeugt als reine Selbsterarbeitung eines komplexen Themas (Profilskizze der Landschaft nach dem Impakt) (Frank, F., 2001: S. 137 ff.).

### 2.4.3. Lernpfade, Lehrpfade, Erlebnispfade

Weitere Lernorte außerhalb des Klassenzimmers sind die oben schon angesprochenen Lehrpfade und Erlebnispfade. Ebenfalls häufig genutzt wird der Terminus „Lernpfad“. Worin unterscheiden sich diese Formen voneinander?

Lehrpfade sind Wege, „an denen naturwissenschaftliche, historische, geographische oder technische Objekte präsentiert und durch Tafeln erläutert werden. Das didaktische Ziel des Lehrpfades geht über die allgemeine Gebietsinformation hinaus und möchte Verständnis für den jeweiligen Sachverhalt im landschaftlichen und historischen Zusammenhang wecken“ (Diercke Wörterbuch Allgemeine Geographie, S. 509). Sehen wir eine Informationstafel am Wegesrand, so handelt es sich in der Regel um einen Bestandteil eines Lehrpfades (Vgl. Abbildung 10).



Abbildung 10: Tafel des Weinlehrpfades auf dem Deringer Horn, Oberderdingen  
Foto: Kisser, T. (20.12.2013)

Meyer grenzt von diesen Lehrpfaden die Erlebnispfade ab: „Weiterhin gibt es Erlebnispfade mit interaktiven Tafeln/Stationen oder Sinnespfade mit Sinnesstationen“ (Zitiert nach: Meyer, C., 2006: S. 132). Bei Erlebnispfaden steht, wie der Name schon deutlich macht, neben dem sensorischen auch das aktive Erleben des Themas im Vordergrund. Emotionale Elemente beispielsweise dienen der gesteigerten Wahrnehmung und einer multiplen Verankerung. Die Nutzer des Weinlehrpfades (s. Ab-

bildung 10 und Abbildung 11) könnten aufgefordert werden, die Gegenstände zu befühlen oder Trauben zu kosten.

Während Lehrpfade rein deskriptiv sind und uns belehren, und Erlebnispfade vor allem auf das sinnhafte Erleben abzielen, werden **Nutzer eines Lernpfades zusätzlich dazu veranlasst, selbst aktiv zu werden und ihre Ergebnisse zu sichern**. Aufforderungen wie „Vergleichen Sie doch einmal ....“ oder „Betrachten Sie ...“ verlangen den Nutzern mehr ab, als ein reines Durchlesen und Abnicken der gewonnenen Informationen (Vgl. Abbildung 11). Die Teilnehmer werden weniger belehrt: Sie lernen. Das handlungsorientiertere, aktivere Erleben, führt zu höheren Lernerfolgen (Spitzer, M., 2012: S. 166 ff.; Rinschede, G., 1997: S.252). **Lernpfade ähneln in ihrer Anlage also einem didaktisch aufbereiteten Unterricht im Freien**. Teilweise wird hierfür auch der Terminus „Bildungsrouten“ genutzt, der sich aber nicht durchgesetzt hat (Zecha, S., 2012: S. 128).



Abbildung 11: Zweite Tafel des Weinlehrpfades auf dem Deringer Horn, Oberderdingen  
Foto: Kisser, T. (20.12.2013)

#### 2.4.4. Geocaches

“Caches” (vom englischen to cache, dt. verstecken) sind “Verstecke”, die mittels GPS-Koordinaten auf der Erde (aus dem Griechisch, „geo“) gefunden werden können (ausführliche Einführung s. Kapitel 3). Sie können für fachliche Exkursionen als Geocaches bei Aufsuchen markanter Geopunkte, aber auch für rein pädagogische Zwecke zur Teambildung eingesetzt werden. Für den Geographieunterricht interessant sind Earthcaches und spezifisch angelegte Multicaches. Bei Earthcaches werden z. B. geologisch interessante Stellen aufgesucht. Multicaches als Netz vieler Einzelpunkte können den Orientierungssinn schulen.

### 3. Methodische Vorüberlegungen zu den Grundlagen von GPS-Technik und Geocaches

Die Anbindung des Unterrichts an die Lebenswelt der Kinder und Jugendlichen und eine möglichst große Realitätsnähe lässt sich im digitalen Zeitalter mit digitalen Medien erreichen. Für die Geographie leisten insbesondere Satelliten wertvolle Dienste. Sie vermitteln uns mit ihren Aufnahmen Bilder von fernen Räumen und helfen uns bei der Orientierung im Raum. Satellitenbilder und satellitengestützte Navigation entsprechen dem Lebensalltag, da sie via GPS-Navigation bei der Autofahrt und GoogleEarth häufig verwendet werden. Zudem sind Satellitenbilder und satellitengestützte Navigation aktuell, da sie erst seit einigen Jahren massenmarkttauglich sind. Sie fördern auch die in den PISA-Studien geforderten Fähigkeiten zur Problemlösung und die Lesekompetenz. Im Folgenden wird die satellitengestützte Navigation als Element dieser Studie näher erläutert.

#### 3.1. Was ist GPS und wie funktioniert es?

Die Abkürzung GPS steht für *Global Positioning System* – ein System zur weltweiten Standortbestimmung. Ursprünglich wurde es vom US-Militär entwickelt als *Navigation System for Timing and Ranging*, kurz NAVSTAR. GPS-Geräte nutzen also das NAVSTAR-System. Das System ist folgendermaßen aufgebaut: Bodenstationen entlang des Äquators und die Master-Station in Colorado überwachen die Laufbahnen und Uhrzeiten der 32 Satelliten und korrigieren diese wenn nötig (Vgl. Abbildung 12). Die Überwachung der Uhrzeit spielt eine nicht zu unterschätzende Rolle zur Standortbestimmung.

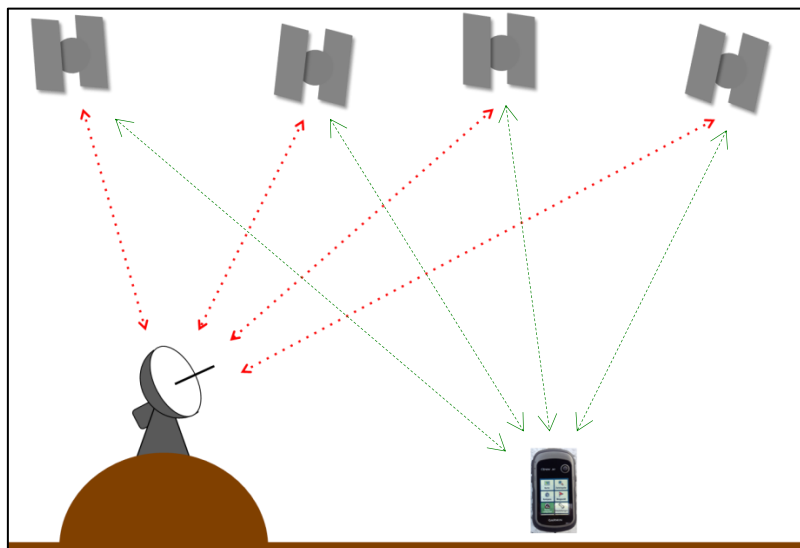


Abbildung 12: Kommunikation zwischen Bodenstation, Satelliten und GPS-Gerät  
Quelle: Kisser, T., nach: Benker, U., 2012: S. 12

Die Satelliten umlaufen die Erde auf sechs verschiedenen, gleichbleibenden Umlaufbahnen in rund 20 200km Höhe. Diese sechs Satellitenbahnen sind gegeneinander um  $60^\circ$  versetzt, wie in Abbildung 13 veranschaulicht wird. Alle Satellitenbahnen weisen zusätzlich einen Winkel von  $55^\circ$  zum Äquator auf – dies ist in einer 2-dimensionalen Abbildung unten dargestellt. So wird gewährleistet, dass man bei ungehindertem Empfang überall auf der Erde die Signale von mindestens vier Satelliten empfängt (Benker, U., 2012: S. 11 f.).

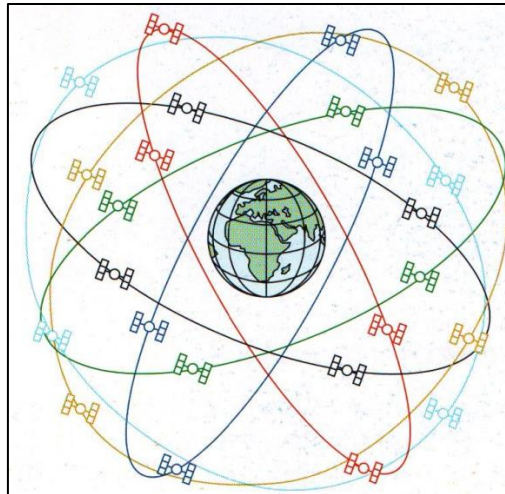


Abbildung 13: Umlaufbahnen der Satelliten um die Erde  
Quelle: Benker, U., 2012: S. 11.

Zur zweidimensionalen Standortbestimmung (Länge und Breite) reicht der Kontakt zu drei Satelliten aus (Kummer, R., 2011: S. 79). Mittels Triangulation wird der Standort auf der Erde bestimmt. Das bedeutet, dass die Entfernung des GPS-Empfängers zu den drei Satelliten, die ihre Signale im Mikrowellen-L-Band-Bereich senden, berechnet wird. Die Satelliten senden in der Navigationsnachricht Angaben über Uhrzeit, Position und Bahn aller Satelliten. Die Geschwindigkeit der Nachrichtenübermittlung wird über den binären Code für die vom Satelliten gesendete aktuelle Uhrzeit vom GPS-Gerät mit Hilfe des Uhrenvergleichs berechnet. Sobald die Geschwindigkeit bekannt ist, kann der Prozessor im GPS-Gerät mit Hilfe der bekannten Daten (Position der drei Satelliten, Geschwindigkeit der Nachrichtenübermittlung) die Distanz zu den drei Satelliten berechnen. Der GPS-Empfänger befindet sich demnach unterschiedlich weit von drei Satelliten entfernt. Es ergeben sich drei Signalkreise der drei Satelliten (Vgl. Abbildung 14). Durch Triangulation der Kreise bleibt ein einzelner Punkt, in dem sich die drei Kreise schneiden. Hier befindet sich der GPS-Empfänger (Benker, U., 2012: S. 13 f.).

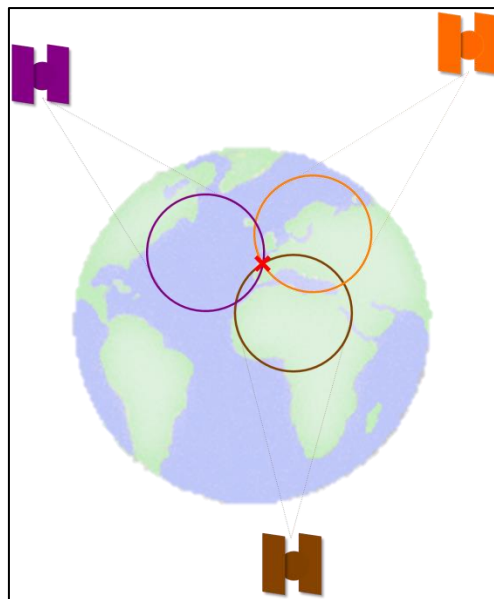


Abbildung 14: Überschneidungsbereich bei Empfang dreier Satelliten  
Quelle: Kissler, T.

Allerdings ist dieser Bereich lediglich bis auf 100 Meter genau, da die Quarzuhr in GPS-Empfängern auf dem Massenmarkt nicht so exakt geht wie die Atomuhren der Satelliten. Zudem erhält der Emp-

fänger keine Angaben zu seiner Positionshöhe. Erst die dreidimensionale Standortbestimmung (Länge, Breite und Höhe) (Kummer, R., 2011: S. 79) mit einem vierten Satelliten gleicht die Synchronisationsungenauigkeiten beim „Uhrenvergleich“ aus, sodass eine Genauigkeit von 10 bis 15 Metern erzielt wird. Die Höhenangabe weicht um 16 bis 25m von der Realität ab. Die Positionshöhe wird vom Erdmittelpunkt aus berechnet. Da die Erde jedoch ein Geoid ist, weicht diese Höhenangabe zwangsläufig fast immer von der Kartenhöhe ab (s. Abbildung 15, Linke, W. 2003: S. 57.).

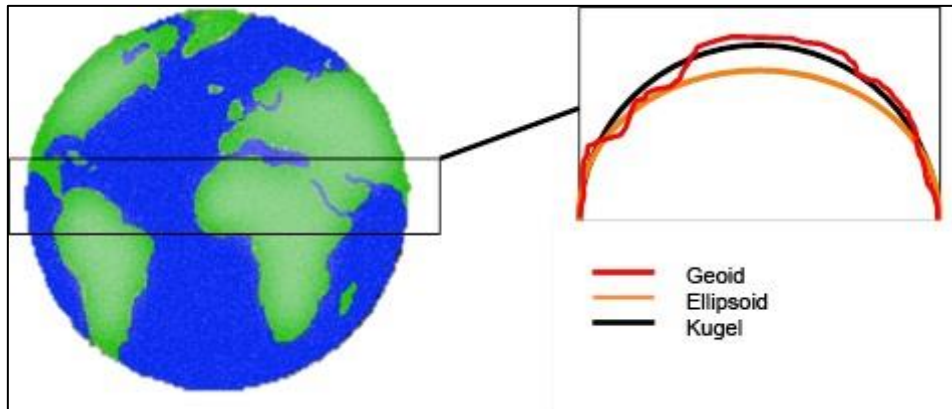


Abbildung 15: Erde als Kugel, Ellipsoid und Geoid  
Quelle: Kisser, T.

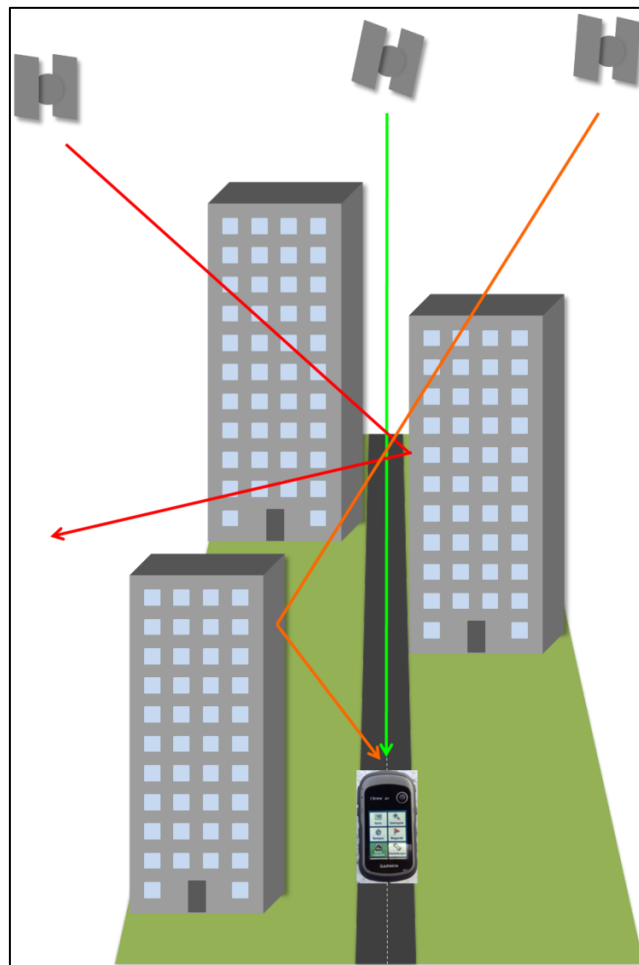


Abbildung 16: Gestörter Satellitenempfang in einer Häuserschlucht  
Quelle: Kisser, T.

Zusätzlich zu diesen Einschränkungen entstehen Behinderungen durch atmosphärische Effekte beim Eintritt der Signale in die Erdatmosphäre (z. B. Verzögerung der Signalausbreitung beim Eintritt in Ionosphäre und Troposphäre), bei Reflektionen an glatten Wänden (Häuserwände in der Stadt), bei Abschattung (schlechter Empfang in Schluchten, Wäldern oder in Tunnels und unter Brücken), bei kleinsten Ungenauigkeiten der Satellitenlaufbahnen oder der Satellitenuhren oder bei der Synchronisation der Uhrzeiten (Vgl. Abbildung 16). Idealerweise sind die Satelliten gleichmäßig am Himmel verteilt. Stehen die Satelliten in einer Reihe, wirkt sich dies aufgrund der mangelhaften Triangulationsmöglichkeiten negativ auf die Genauigkeit aus. Zudem besitzt das amerikanische Verteidigungsministerium immer noch die Möglichkeit, aus militärischen Gründen die Genauigkeit der zivilen NAVSTAR-Nutzung zu beeinträchtigen. Diese *Selective Availability*, die ausschließlich dem Militär ein Höchstmaß an Genauigkeit bietet, wird derzeit nur temporär und lokal begrenzt eingesetzt, nämlich in Krisenregionen (Benker, U., 2012: S. 15 ff.).

### 3.2. Die Bedeutung von GPS im Alltag – als nutzbare Vorkenntnis

Teilweise ohne uns dessen bewusst zu sein, nutzen wir tagtäglich das NAVSTAR-System mit unseren GPS-Geräten. Autofahrer setzen mittlerweile in großer Anzahl Navigationsgeräte ein, um an ihr Ziel zu gelangen. Smartphone- und Tablet-Computernutzer haben zahlreiche hilfreiche Applikationen (Zusatzprogramme, „Apps“ genannt) installiert, die eine aktive GPS-Funktion voraussetzen. Der eigene Standort, die *location*, muss geortet werden. Darauf basierend, *based*, wird eine Dienstleistung, *service*, verrichtet. Im Fachjargon spricht man von *location based services*. Die Notwendigkeit ist aufgrund von möglichem Datenmissbrauch umstritten, aber dem Nutzer verbleibt nur die Alternative, andernfalls auf die Applikation zu verzichten. Einige populäre Applikationen, die auf der GPS-Funktion aufbauen sind:

- „Facebook“ und der „Messenger“ für Facebook: Durch die Facebook-Applikation kann man seinem Kommentar zu etwas seine aktuelle Position anfügen („Geotagging“). Klickt nun ein Leser auf die Position (z. B.: „In der Nähe von Heilbronn“), erscheint eine Karte mit dem aktuell verlinkten Standort und den bisherigen Standorten, an die man getaggt wurde. Beim „Messenger“ kann man seinem Gesprächspartner seine aktuelle Position ebenfalls mitteilen. Die Funktionsweise ist dieselbe.
- „DB Navigator“: Der „DB Navigator“ nimmt die aktuelle Position des Nutzers als aktuellen Standort auf. Nun können Fahrpläne der Bus- und Bahnlinien, DB Carsharing-Stationen und Call a bike-Fahrräder in der Nähe sowie eine Umgebungskarte angezeigt werden. Die Möglichkeit, ein Ticket zu erwerben komplettiert das Angebot.
- „Mein Prospekt“: Die Applikation „Mein Prospekt“ lokalisiert die Person und zeigt sämtliche aktuellen Angebotsprospekte von Discountern, Supermärkten, Drogeriemärkten, Autohäusern, Sportläden, Möbelhäusern, usw.
- „Supermarktfinder“: Der „Supermarktfinder“ zeigt auf einer Karte den eigenen aktuellen Standort und Supermärkte und Discounter mit ihren Namen in der Umgebung an.
- Diverse Wetter-Applikationen: Sie gehen alle vom aktuellen Standort aus, teilweise wird die nächstgelegene Stadt genommen – und sie zeigen das lokal zu erwartende Wetter für die kommenden Tage an.
- Applikationen zur Anzeige von Lokalitäten: Hier erhält der Nutzer eine Fülle an Informationen über Restaurants, Cafés, Kneipen, Attraktionen, Einkaufsläden, ... in seiner Umgebung.

Die Liste könnte noch lange fortgesetzt werden. Diese Multifunktionalität der GPS-Technologie ist grundlegend für sämtliche genannten Anwendungsbeispiele. Sie sind nicht zweckgebunden, sondern können multioptional verwendet werden (Tully, C., 2004b: S. 36 f.). So kann ein GPS-Gerät u. a. zur Standortbestimmung, Navigation und Routenaufzeichnung benutzt werden. Ebenso ist es ein Geschwindigkeitsmesser, teilweise ein Telefon, ein Internetzugang, ein Terminplaner, etc. Sowohl für die Nutzung der GPS-Technologie als auch der GPS-Geräte gilt, dass Kinder und Jugendliche sie multioptional nutzen.

### 3.3. Nutzbarkeit von GPS durch Kinder und Jugendliche im Geographieunterricht

Die Nutzung elektronischer Medien durch Kinder und Jugendliche ist durchaus kontrovers zu sehen. Grundsätzlich gilt die Feststellung, dass die Schule als Erziehungs- und Bildungsanstalt Kindern und Jugendlichen keine Gegenstände zur Nutzung überlassen darf, von denen nachgewiesen ist, dass sie ihnen langfristig schaden. Und neben der im Betrieb auftretenden Strahlung steht auch die lernpsychologische Wirkung als möglicherweise schädigend in der Diskussion.

Der größte Kritiker des Einsatzes von Medien mit Bildschirm ist im deutschsprachigen Raum Manfred Spitzer. Seine Argumente zielen hauptsächlich auf Säuglinge, Kleinkinder und Kinder ab. Das Flackern der Bildschirme befördere Aufmerksamkeitsdefizitsyndrome, die Differenz zwischen Akustik und Bild des Fernseherers verwirre und männliche Kinder sowie männliche Jugendliche nützten die Medien vorzugsweise für Spiele. Dadurch allerdings lernten sie nicht, die Medien und ihre Software sinnstiftend zu nützen (Spitzer, M., 2006). Die vorgebrachten Argumente treffen auf reine GPS-Geräte nicht zu. Sie verfügen über keine Spiele und es handelt sich auch nicht um die passive Aufnahme von Bildern und Tönen, die nicht zueinander passen. Mobilfunkgeräte wie Smartphones lassen sich zwar durchaus als Spielekonsole benutzen und werden auch gerne dazu verwendet, aber die konstruktive Auseinandersetzung mit der Navigationsfunktion per GPS ist sehr wohl eine sinnstiftende Verwendung.

Spitzer kritisiert vor allem einen unreflektierten, passiven Einsatz von Navigationsgeräten (Spitzer, M., 2012: S. 11 ff.). Er bemängelt die falsche Kontextualisierung der Medien und eine geringe Verarbeitungstiefe (Spitzer, M., 2012: S. 69 f.). Das ist gerade bei Geocaching nicht der Fall. **Die Schüler/innen lernen dort aktiv, sich mit Hilfe des GPS-Gerätes zu orientieren.** Dabei müssen sie den Transfer zwischen Realität und Karte selbst leisten. Als Hilfestellung ist meist eine Luftlinie eingeblendet, von der sie aber wissen, dass sie diese nicht zurücklegen können. Sie müssen sich also mit Hilfe der Karte und der Kompassfunktion in Richtung Ziel durch die reale Welt orientieren. Heutzutage gilt es, flexibel und mobil zu sein. Die Schulung der Orientierungskompetenz und die Arbeit mit GPS-Geräten helfen, sich an neuen, unbekanntenen Orten schnell zurechtzufinden zu können.

Zudem legt Manfred Spitzer dar, dass der Kauf von Computern, Laptops, Smartboards, etc. sich nicht lohne, da sie nach wenigen Jahren defekt oder zu langsam seien (Spitzer, M., 2012: S. 70 ff.). Auch diese Kritik trifft auf GPS-Geräte nicht zu. Sie sind für den Einsatz im Freien konzipiert und entsprechend robust. Die Anforderungen der Software an die Hardware sind gering. Die Schulen und Bildungsinstitutionen, die sich als erste ein GPS-Gerät angeschafft haben arbeiten mit demselben Modell seit ca. 10 Jahren. Der Neupreis tauglicher Geräte liegt bei ca. 150€.

Laut einer Studie Tullys (Tully, C. 2004a) waren von 1526 Jugendlichen 15,1% (Gymnasium 17,9%) der Meinung, PC, Computer, IT und EDV sollten in der Schule eine größere Bedeutung bekommen. Zugleich forderten 11,3% (Gymnasium 9,2%) eine Kombination von Schule und Freizeit. Dies ist von Bedeutung, da sich Schülerinteresse und Motivation auf die Nachhaltigkeit der Lernprozesse auswirken. Es gilt also, PC, Computer, IT und EDV in den Unterricht zu integrieren und eine Kombination aus Schule und Freizeit herbeizuführen.

Für Schule und Unterricht ist ein adäquater Einsatz von neuen Medien nach wie vor eine Aufgabe, und stellt zugleich eine Herausforderung dar. Eine Hürde ist die technische Handhabung, die Kinder und Jugendliche jedoch spielerisch, quasi nebenbei ausprobieren. Sie übernehmen durch dieses informelle Lernen die technischen Möglichkeiten in ihren Alltag. Aufgabe der Schule ist es, den Schüler/innen die Sinnhaftigkeit einzelner Anwendungsoptionen zu vermitteln und sicherzustellen, dass jedes Kind den Umgang im Hinblick auf bestimmte Lernziele wie z. B. die Orientierungsfunktion beherrscht. (Spielerisches) Lernen und Freizeit müssen aber für Kinder und Jugendliche nicht zwanghaft voneinander getrennt sein. Erwachsene hingegen orientieren sich stark schematisch an Anleitungen. Zwar können sie mit deren Hilfe mit dem technischen Gerät umgehen, beherrschen es aber meist nicht völlig (Tully, C: 2004a, S: 153 ff., S. 196 f.; Tully, C., 2004b: S. 39 ff.).

Das GPS-Gerät als Geomedium bietet die Möglichkeit, das spielerische Lernen aus dem Freizeitbereich in den Schulbereich zu integrieren. Sowohl die technische Handhabung als auch die Orientierungskompetenz und fachliche Aspekte können vermittelt werden. Die zwei Forderungen der Schüler/innen nach einer stärkeren Nutzung von digitalen Medien und einer Kombination aus Freizeit und Schule werden umgesetzt. Die Aufgabe, außerhalb des Klassenzimmers mit Hilfe des GPS-Geräts verschiedene Standorte anzusteuern, schult die Orientierungskompetenz. Da die anzusteuernenden Koordinaten frei wählbar sind, bietet es sich an, verschiedene Lernziele zu kombinieren und geographisch relevante Standorte, sogenannte Geopunkte, auszuwählen. An diesen Geopunkten angekommen kann dann Wissensvermittlung betrieben werden. So sind Fach- und Methodenkompetenzen miteinander kombinierbar.

### 3.4. Der Geocache

„Geo“ stammt aus dem Griechischen und bedeutet soviel wie „Erde“, dabei wird „Geo“ immer als Vorsilbe genutzt. „Cache“ deutet, egal ob als Verb „to cache“ oder Substantiv „cache“ aus dem Englischen übersetzt, auf ein geheimes Versteck, bzw. das Verstecken an sich hin. Zusammengesetzt erhält man ein Versteck, das sich auf der Erde befindet. Die im Prinzip einfache Verstecksuche ist nichts anderes als eine moderne Schnitzeljagd, motiviert und macht genau dadurch den Reiz des Geocaching aus. Die zu erlernenden methodischen Fähigkeiten werden somit während der Suche unerschwerlich durch *learning by doing* vermittelt.

Seit dem Jahr 2000 breitet sich Geocaching als Massenphänomen in der Freizeitgestaltung aus. Traditional Caches verfügen nur über **eine** „Schatzkoordinate“. Die GPS-Koordinaten geben vor, wo ein Schatz versteckt wurde, den es „zu heben“ gilt. Dieser Schatz besteht aus Sachgegenständen von geringem materiellem Wert. Zusätzlich liegt ein Logbuch bei, in das man sich als Finder eintragen kann. Es steht also der Spaß beim Suchen und Finden im Vordergrund.



Sogenannte **Multicaches** sind hinsichtlich der einzusetzenden Zeit anspruchsvoller. **Der Startpunkt wird durch GPS-Koordinaten vorgegeben. Von diesen ausgehend müssen an jeder neu zu bestimmenden Station Rätsel gelöst werden, um die Koordinaten der jeweils nächsten Station zu ermitteln.** An der letzten Station ist ein „Schatz“ versteckt, den die Vorgänger hinterlassen haben. Diesen Schatz darf man bergen und nun seinerseits einen eigenen Schatz für die Nachfolger hinterlassen (Benker, U., 2012: S. 21 f., S. 35 f.). An jedem Geopunkt gibt es Aufgaben, die gelöst werden müssen (<http://wiki.opencaching.de/index.php/Multicache>). Legt man einen Multicache selbst an, gibt man die Exkursionsroute, die anzulaufenden Geopunkte und Aufgaben vor.

Bei einem sogenannten „Earthcache“ wird ein Geopunkt angesteuert, der dem Sucher eine geologisch interessante Stelle offenbart. Der Geopunkt gibt Auskunft über geologische Eigenheiten bzw. abgelaufene Prozesse. Um den erfolgreichen Abschluss eines Earthcaches in seinem eigenen Logbuch verbuchen zu können, muss der Sucher geologisch relevante Fragen zu dem Geopunkt korrekt beantworten. Für die fachliche Richtigkeit der Informationen im Rahmen des Earthcaches sorgt das Earthcache-Team, das sich aus dem *Education & Outreach Department of The Geological Society of America (GSA)* als Leitung und Freiwilligen zusammensetzt (<http://www.earthcache.org/>).

Geocaches kann man sich in einschlägigen Online-Communities besorgen und sich dort mit Gleichgesinnten austauschen. Entweder druckt man sich die notwendigen Informationen aus, oder man lädt sich den kompletten Geocache mit Koordinaten und Informationen auf sein GPS-Gerät. Mittlerweile werden Geocaches auch in Tageszeitungen als Ausflugstipps für das Wochenende publiziert.

Auch bildungsnahe Institutionen wie das Naturschutzzentrum Karlsruhe-Rappenwört und die GIS-Station in Heidelberg haben für sich das Geocaching entdeckt und sind bemüht, das didaktische Potential der Geocaches auszuschöpfen. Teilweise bezeichnen sie die Caches sogar als „Educaches“, da ein erhöhter Bildungsgehalt dahinter steckt.

### 3.5. Die Bedeutung von Geocaches im Alltag

Installierte Geocaches sind also offensichtlich auch ein fester Bestandteil in der Freizeitgestaltung – mit wachsender Bedeutung. Immer mehr Institutionen bringen eigene Geocaches heraus. Durch deren Vergleich wird auch deutlich, wie unterschiedlich Geocaches aufgebaut sein können. Beispielsweise müssen nicht immer die Koordinaten der anzulaufenden Stationen enträtselt werden:

- **Naturpark-Rallyes** für Kinder des Naturparks Schwäbisch-Fränkischer Wald: Hier sind die Startkoordinaten bekannt, ebenfalls gibt es eine kurze verbalisierte Beschreibung des Startortes. Von dort aus werden die folgenden Koordinaten vorgegeben, einzig die Zielkoordinate des Schatzes muss enträtselt werden. Das Rätsel, das die Zielkoordinaten ergibt, ist auf die Stationen verteilt (Broschüre „Naturpark-Rallye“ des Naturpark Schwäbisch-Fränkischer Wald e. V., Backnanger Wochenblatt Nr. 21 vom 25.05.2012).
- **Osterferienprogramm des Naturpark** Schwäbisch-Fränkischer Wald e. V.: An zwei Tagen wurden Geocaches mit Kindern durchgeführt, um den Osterhasen, bzw. seine versteckten Geschenke zu finden (Backnanger Kreiszeitung, 28.03.2012, S. 23 und Backnanger Kreiszeitung, 07.04.2012, S. 23).
- Immer mehr Städte bieten thematische **Erkundungstouren** in Form von Geocaches an. Beispielhaft wird hier die 20 000-Einwohner-Stadt Rhede im westlichen Münsterland angeführt, die bereits drei Fahrrad-Cache-Routen eingerichtet hat: Sehenswürdigkeiten der Stadt Rhede, Vogel-

welt in der Umgebung, und das Naturcache Rhede-Pröbstinger See und zurück (FAZ, 25.06.2012, S. 16).

- **Volkshochschulen:** Die Volkshochschule Unterland hat in jedem Programm ca. sechs verschiedene Geocaches speziell für Kinder, Senioren oder alle Altersklassen im Angebot. In diesem Rahmen wird den Teilnehmern auch die Nutzung von einschlägigen Internetauftritten beigebracht.
- **Geocaching Magazin:** Das Geocaching Magazin ist eine Spartenzeitschrift im deutschsprachigen Raum. Sie erscheint alle zwei Monate für 4,70€ und enthält neben Tests, Techniktipps und Eventhinweisen auch zahlreiche Geocache- bzw. Reisetipps. Diese Reisetipps verteilen sich fast auf den gesamten Globus. In der Regel werden Städte, Sehenswürdigkeiten, Landschaften unter besonderer Berücksichtigung von Insidertipps vorgestellt, die durch ein Geocache erwandert werden können (FAZ, 25.06.2012, S. 16, <http://www.geocaching-magazin.com>)-
- **Bekannte Autoren, v. a. Reiseschriftsteller** schreiben gerne Bücher, in denen sie uns an ihren gemachten Erfahrungen teilhaben lassen. Über diese Bücher erleben die behandelten Hobbys bzw. Erlebnisse per Nachahmereffekt weiteren Zuspruch. Für das Hobby Geocaching veröffentlichte Bernhard Hoëcker im Jahr 2007 das Buch „Aufzeichnungen eines Schnitzeljägers: Mit Geocaching zurück zur Natur“.
- Im **Internet** gibt es mehrere Seiten, die als Austauschorte für Geocaches, Radtouren, Wanderrouten, usw. dienen. Die bekanntesten sind:
  - o [www.Geoclub.de](http://www.Geoclub.de): 36009 Mitglieder (<http://www.geoclub.de/>, Stand: 19.12.2013)
  - o [www.Geocaching.com](http://www.Geocaching.com): 1854617 aktive Geocacher und weltweit über 6 Millionen Geocacher (<http://www.geocaching.com/>, Stand: 19.12.2013)
  - o [www.Geocaching.de](http://www.Geocaching.de) und [www.Opencaching.de](http://www.Opencaching.de): Keine Angaben
  - o [www.GPS-Tour.info](http://www.GPS-Tour.info): 266048 Mitglieder (Stand: 19.12.2013)

Hinzu kommen zahlreiche Auftritte, die sich auf eine einzelne Region spezialisiert haben und die Auftritte der Gerätehersteller, die in der Regel ein eigenes Forum unterhalten.

- **Wanderwalter 2.0:** Der Wanderwalter ist eine Applikation für Smartphones und Tablet-Computer. Es handelt sich um eine Kombination aus topographischer Karte, GPS-Stützung und Bibliothek mit Informationen zu bestimmten Punkten in der Natur. Die Software wird von H. Wieland & Stefan Klug GbR aus Murrhardt bereitgestellt und berücksichtigt vor allem Naturparks in Baden-Württemberg, Bayern und Hessen.
- **„Geotagging“:** Mit einer Digitalkamera geschossene Fotos werden mit GPS-Koordinaten versehen und in eine digitale Karte eingefügt, z. B. bei Google Earth. Digitalkameras mit GPS-Funktion können das Geotagging bereits beim Fotografieren berücksichtigen. Ansonsten muss der Nutzer das Foto nachträglich im Internet selbst geotaggen.
- Bei zahlreichen Sportarten wie z. B. beim **Mountainbiking**, beim **Trailrunning** oder **Crossläufen** versprechen GPS-Geräte zusätzliche Hilfe: Man findet Pfade, die man ansonsten übersieht. Zusätzlich erleichtert die GPS-Funktion in Kombination mit einer Karte die Orientierung und Distanzabschätzung – und Messung, was auch auf dem Rennrad, bei normalen Läufen und für Wanderungen von Vorteil ist. Golfer schätzen die Übersichtskarte und die genauen Angaben zum aktuellen Platz (Entfernungen und Lage der Fairways, Bunker, Wasserhindernisse und Grüns) sowie die genaue Angabe der eigenen Schlaglänge.
- Virtuelle **Live-Guides** für Touristen als Smartphone – und Tablet-Computerapplikationen ersetzen bisher typische Reiseratgeber, zum Beispiel der „Istanbul Wizard“. Es fehlt hier nur noch die Kombination mit der GPS-Funktion (FAS, 17.06.2012, S. V1).

### 3.6. Nutzbarkeit von Geocaching im Geographieunterricht

Die Nutzbarkeit von GPS-Geräten und Geocaching im Geographieunterricht ist letztendlich abhängig von dem Zusammenhang in dem die Geräte eingesetzt werden und den Lernverfahren, in das sie integriert werden. Die Schüler/innen sollten die GPS-Geräte (erfolgreich) anwenden, um ein Problem zu lösen. So erlernen sie einmal einen angemessenen Umgang mit technischen Geräten. Eine mögliche **Problemlösungsoption** ist die zielgerichtete Orientierung im Gelände. Durch diese Einbindung erfahren die Schüler/innen den eigentlichen, spezifischen Nutzen der GPS-Geräte. (Tully, C., 2004a: S. 153). Die Ablenkungsgefahr, die technische Geräte in sich bergen, wird durch das Muster, dem Geocaches folgen, enorm gemindert: Die GPS-Geräte werden zur Navigation zwischen den Geopunkten genutzt. Am Geopunkt selbst kommt ihnen keine Bedeutung zu.

GPS-Gerät und Geocache sind ergänzende Elemente, die im Hintergrund der didaktischen Zielsetzung stattfinden und nur dann von Bedeutung sind, wenn die nächste Station gesucht wird. Aber Geocaching motiviert nicht nur. Für den Geographieunterricht von Bedeutung ist das Argumente, attraktive Orte zu entdecken, die geographische Phänomene darbieten (O`Hara, K., 2008<sup>1</sup>, Vgl. Abbildung 17). Dem Geocache kommt dabei eine sinnstiftende Funktion zu. Es erfüllt, obwohl es nicht die originäre didaktische Zielsetzung ist, durch den Auftrag zur Orientierung eine wichtige Zusatzfunktion im geographischen Sinn.

GPS-Geräten wird zunächst eine motivierende Funktion unterstellt. Geocaching schafft die Möglichkeit Geopunkte und die Wege dorthin didaktisch zu strukturieren. Die Geopunkte eines Multicaches werden in ihrer Reihenfolge dann so angelegt, dass der Sachverhalt angepasst an das Alter der Schüler/innen logisch aufgebaut wird. Die Aufgaben, die an jedem Geopunkt zu bearbeiten sind, sind ebenfalls didaktisch strukturierbar und nutzen die Realbegegnung vor Ort aus. Die Schüler/innen werden durch die Realbegegnung vor Ort affektiv angesprochen und nehmen ihre Umwelt multidimensional und positiv wahr. Aus diesem Grund werden Multicaches von bildungsnahen Institutionen in knapp 40% aller Fälle angeboten (Lude, A./Schaal, S./Bullinger, M./Bleck, S., 2013: S. 35). Es gibt also Erfahrungswerte (Vgl. Kap. 4.1), auf die aufgebaut werden kann, die aber bisher nicht durch wissenschaftliche Untersuchungen belegt wurden.

Aus der Praxis heraus ist damit zu rechnen, dass sich – analog zur klassischen Exkursionen – einzelne Schüler/innen nicht aktiv beteiligen. Die begleitende Lehrkraft steht dann vor der Herausforderung, außerhalb der übersichtlichen Klassenzimmersituation angemessen reagieren zu müssen. Die Erarbeitungsphase im Freien ähnelt im Wesentlichen zwar der Situation im Klassenzimmer. Aber vor allem in der Sicherungsphase kommt die andersartige Struktur des Unterrichtsortes am ehesten negativ zum Tragen. Im Klassenzimmer besteht stets die Möglichkeit, via Tafel, Overheadprojektor oder Beamer, Lösungen für alle sichtbar zu machen. Im Gelände entfällt diese für manche Schüler/innen wichtige Strukturierungs- und Veranschaulichungshilfe.

---

<sup>1</sup> Kenton O`Hara stellte in einer Studie fest, wieso Menschen geocachen. (O`Hara, K., 2008: S. 1179 ff.). Ähnlich den *goal-based*-Szenarios motiviert es sie, wenn es ein Ziel gibt. Die Kinder gehen mit, um den Cache zu finden. Freunde nehmen teil, um dabei zu sein (O`Hara, K., 2008: S. 1179 f.).

Erwachsene Teilnehmer der Studie gaben an, sie freuten sich sehr, neue Orte zu entdecken, die durch eine schöne Aussicht gekennzeichnet sind oder an sich schöne Orte sind. (O`Hara, K., 2008: S. 1180) Die Beiläufigkeit, mit der Geocaching Kinder und Jugendliche motiviert und an sehenswerte Plätze führt, die sie selbst als sehenswert erachten, gilt es zu nutzen.

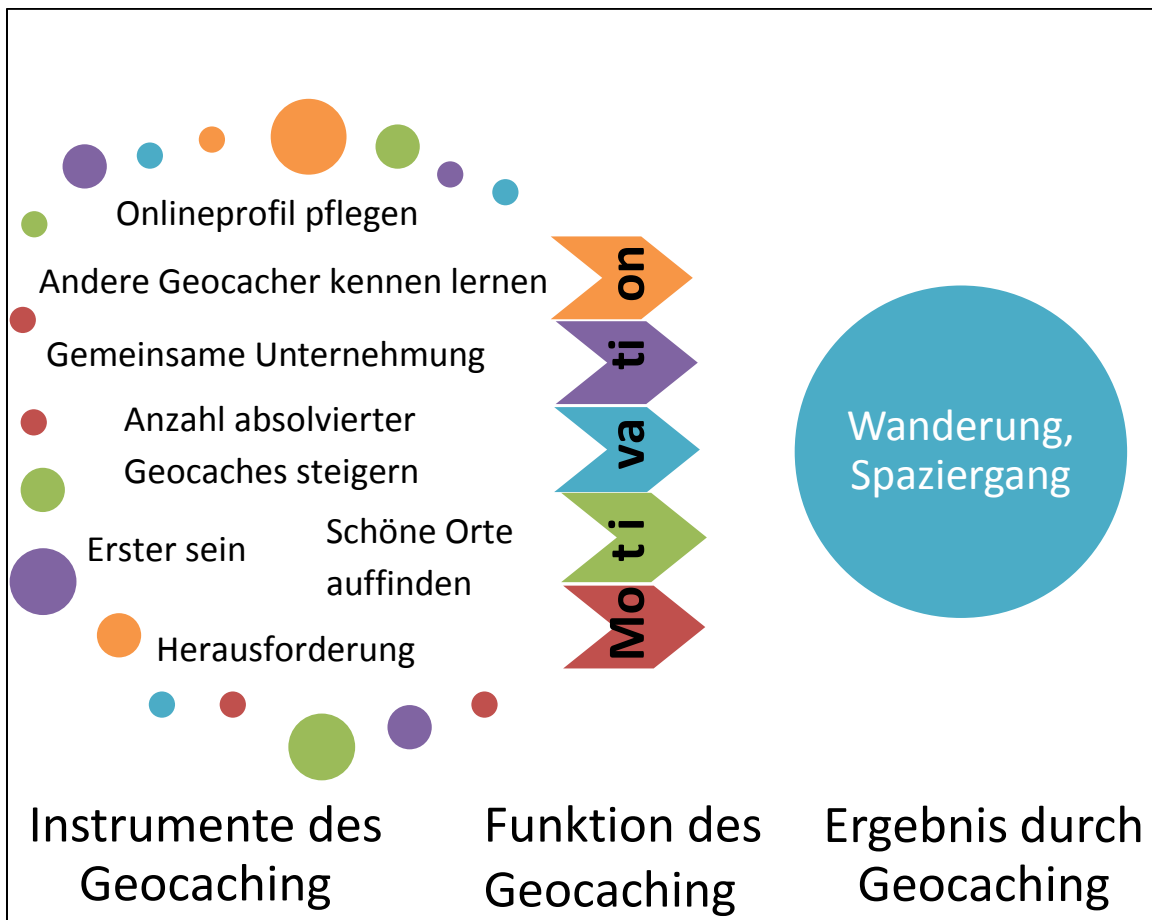


Abbildung 17: Wirkung des Geocaching auf Benutzer  
Quelle: Kisser, T.

**THESE III:** Eine gelungene Einbindung von modernen Geomedien, in diesem Falle GPS-Geräte, fördert die Motivation der Schüler/innen und führt zu nachhaltigeren Lernerfolgen als „normaler“ Unterricht.

**THESE IV:** Geocaches eignen sich als unterstützendes Element bei Lernpfaden zur Strukturierung und Motivation.

## 4. Lernpfadtypen in ihrer Eignung für den Einsatz von Geocaches

Mit der Wahl des Themas für einen Lernpfad entscheidet man sich zwangsläufig aufgrund des zeitlichen Rahmens für eine thematische Reduktion. Wie in Kapitel 1.2 bereits erwähnt, können Sachverhalte im Unterricht nicht in ihrer Gesamtheit übernommen werden. Sie müssen adressatenorientiert didaktisch reduziert werden. Welche Prinzipien im Falle eines Lernpfades anzuwenden sind und welche Erfahrungswerte es bisher gibt, wird nun dargestellt. Die konkrete Anwendung findet in Kapitel 7 statt.

Geopunkte sind hierbei so zu wählen, dass sich aus ihnen ein in sich schlüssiges Wirkungsgeflecht ergibt. Den Schüler/innen muss der Zusammenhang zwischen den geographischen Phänomenen und der Landschaftsgenese transparent gemacht werden bzw. so offensichtlich sein, dass sie sich den Zusammenhang selbst erschließen können (Volkman, H. J., 1986: S. 1 ff).

Im Falle des Nördlinger Ries bietet sich hierfür eine Vielzahl an geologischen Besonderheiten (Vgl. Abbildung 18, grün markiert), einige Bodendenkmäler als Sehenswürdigkeiten (blau gekennzeichnet), neun Aussichtspunkte (rot markiert) und fünf Infozentren/-stellen an. Das Rieskratermuseum Nördlingen lässt aufgrund seiner besucherfreundlichen Öffnungszeiten offen, ob man deduktiv (Besuch des Museum zu Beginn) oder induktiv (Besuch am Ende) vorgeht. Entlang der Aussichtspunkte, der geologischen Besonderheiten und Bodendenkmälern kann nun ein Lernpfad geplant werden. Unter Umständen entdeckt man Aussichtspunkte, die in der angebotenen interaktiven Karte so nicht gekennzeichnet sind. Die Bodendenkmäler sind zwar geographisch interessante Geopunkte, aber für die Genese des Nördlinger Ries müssen sie nicht zwingend als Anlaufstelle integriert werden. Die Länge des Lernpfads sollte altersentsprechend unterschiedlich ausfallen. Die Entscheidung, welche Geopunkte in den Lernpfad integriert werden erfolgt also nach Lage und nach Ausstattung der Adressatenstruktur.

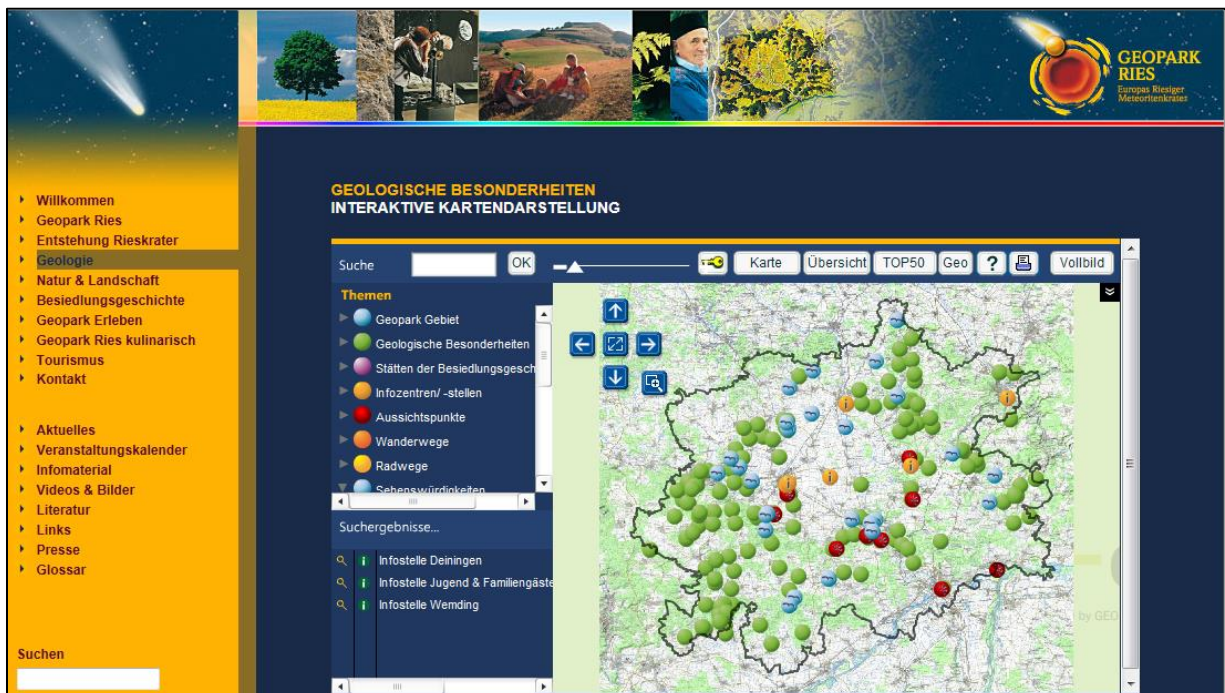


Abbildung 18: Geologische Besonderheiten - interaktive Kartendarstellung des Geopark Ries  
Quelle: [http://www.geopark-ries.de/index.php/de/geologie/geologische\\_besonderheiten](http://www.geopark-ries.de/index.php/de/geologie/geologische_besonderheiten)

Als Leitlinien für die Planung können folgende Fragen dienen:

- 1) Welche fachlichen Inhalte und didaktisch-methodischen Möglichkeiten bietet mir der Geopunkt?
- 2) Wann innerhalb des Lernpfades kann ich den Geopunkt anlaufen?
- 3) Mit welchen Geopunkten lässt sich der Geopunkt, abhängig von der Streckenplanung und der didaktisch-methodischen Planung kombinieren?

Man stößt bei der Planung der Lernpfade also schon früh auf einschränkende Bedingungen, die man aus dem normalen Unterricht – hier in anderen Formen – kennt. Dort beschränken unter anderem Zeittakte, feste räumliche Gebundenheit und die gegebene Ausstattung die Möglichkeiten eines optimalen Unterrichts.

Im Falle von Lernpfaden muss immer der Gedanke im Hintergrund verfolgt werden, dass ein gewählter Geopunkt exemplarisch für andere möglichen Beispiele steht. Der Lernpfad muss somit folgende Unterrichtsprinzipien<sup>2</sup> verwirklichen:

- **Strukturiertheit:** Die Stationen müssen in ihrer Reihenfolge sinnvoll aufeinander so abgestimmt sein, dass eine logische Rampenstruktur entsteht. Von Station zu Station steigt dann kontinuierlich das Niveau an. Nachdem der Standort lokalisiert und in seiner Umgebung eingeordnet wurde, muss seine Bedeutung für den Lernpfad hinterfragt werden. Ist dies bekannt kann eine Problemorientierung stattfinden. Gemäß den Forderungen im Bildungsplan wird ein Vorgehen angestrebt, wie es das folgende Zitat ausdrückt: „Zunächst stehen die physiognomische Betrachtungsweise – vom Beschreiben zum Erklären – und entdecken lassendes Lernen im Vordergrund“ (Ministerium für Kultus Jugend und Sport Baden-Württemberg, 2004: S. 239.).
- **Räumliche Orientierung:** Die Stationen müssen in der Landschaft so angeordnet sein, dass die Schüler/innen in der Lage sind, sich eine kognitive Karte<sup>3</sup> zu erstellen. Jede Station ist für sie zugleich der Ankerpunkt, an dem sie einen Teil ihrer Erkenntnisse verorten. Besonders repräsentativen Orten und Aussichtspunkten kommt eine hohe Bedeutung zu. Zudem muss der Lernpfad durch seinen Verlauf den Schüler/innen immer anschaulich einen Überblick über das Thema verschaffen.
- **Zeitliche Erfassbarkeit:** Da die Schüler/innen unterschiedlich lange brauchen, um die jeweiligen Aufgaben zu lösen, sollte darauf geachtet werden, dass keine Station zeitlich die anderen Stationen zu sehr dominiert. Die Lernabschnitte des Lernpfades, die sich an den Geopunkten befinden, sollten deshalb ähnlich groß sein; das heißt, die Stationen sind vom Arbeitsaufwand für die Schüler/innen möglichst gleich zu gestalten.
- **Ganzheitliches Lernen und Realbegegnung:** Für einen Lernerfolg ist es wichtig, möglichst viele Sinne direkt anzusprechen und als Wahrnehmungskanäle zu nutzen: Der Vorteil, vor Ort zu sein, fördert dies durch die reale Begegnung und schafft eine multiple Verankerung durch das gleichzeitige Einwirken verschiedener Informationen und Sinnesreize.
- **Schülerorientierung und Selbsttätigkeit:** Der Lernpfad lässt durch seine Anlage die Schüler/innen den Raum für sich entdecken. Die einzelnen Stationen leiten die Schüler/innen zu einer intensiven Auseinandersetzung mit dem Raum an. Nach konstruktivistischer Auffassung macht sich je-

<sup>2</sup> Es bestehen zahlreiche unterschiedliche Prinzipiensammlungen mit unterschiedlichen Nomenklaturen. Der Autor hat sich an Rinschede, G., 2007: S. 52 orientiert. Aus Gründen der besseren Struktur wurde nicht nach didaktischen Prinzipien und methodischen Prinzipien unterschieden.

<sup>3</sup> Kognitive Karten sind Karten im Kopf. Eine kognitive Karte bildet den Realraum so ab, wie sich die Person den Realraum merken kann und wiedergeben kann.

de/r Schüler/in ein individuelles Bild vom Raum und seiner Prägung durch Natur und Mensch. Ein Teil der Lernpfade ist moderat konstruktivistisch geprägt. Die Schüler/innen werden mit ihren „Konstruktionen“ allerdings nicht alleine gelassen. Das klassische Unterrichtsgespräch stellt eine feste Instanz am Ende jeder Station dar. Dadurch wird Fehlkonstruktionen vorgebeugt und alle Schüler/innen können aktiv eingebunden werden.

- **Zielorientierung:** Im Rahmen der Problemorientierung des jeweiligen Themas sind folgende Schritte transparent zu machen: „Was will ich zeigen?“ und „wie will ich das darstellen?“, um das Thema für Schüler/innen zu strukturieren. Die anfängliche Problematisierung sollte idealerweise später in ein Ergebnis einmünden etwa der Art: „Nun wissen wir, warum es zu diesem Problem kam (o. ä.)“.
- **Motivation:** Eine gesteigerte Motivation der Schüler/innen resultiert in der Regel alleine aus der Tatsache, dass eine Lerneinheit außerhalb der Schule durchgeführt wird. Zusätzlich wirkt in dieser Altersgruppe ein Geocache mit den Elementen „Suchen“, „Entdecken“ und „Rätseln“ motivierend. Legitimationen hierfür finden sich wieder im Bildungsplan: „Die notwendige Bandbreite der Arbeitsweisen und Arbeitstechniken verdeutlichen folgende Anforderungen: grundlegende Fertigkeiten in der Anwendung und Interpretation von Karten und anderen Hilfsmitteln, um sich räumlich orientieren zu können (auch GPS)“ (Ministerium für Kultus Jugend und Sport Baden-Württemberg, 2004: S. 239.).

Wie bereits in Kapitel 3.6 dargelegt wurde, fördert die Nutzung von GPS-Geräten mit ihren verschiedenen Seiten das Orientierungsvermögen der Schüler/innen vielfältig: Zum Einen setzen sie sich mit der Technik GPS auseinander, zum anderen müssen verschiedene Karten und Darstellungen mit der Realität abgeglichen werden um sich erfolgreich zu orientieren. Die Fähigkeit, sich zu orientieren (Orientierungskompetenz) wird geschult. Im Bildungsplan liest sich das wie folgt: „Der Geographieunterricht fördert topographisches Orientierungswissen und Kenntnis räumlicher Ordnungsraster zur Standortbestimmung, zur Orientierung auf der Erde und zur Einordnung geographischer Objekte“ (Ministerium für Kultus Jugend und Sport Baden-Württemberg, 2004: S. 239.).

Die Anwendung der Kriterien auf die beiden Raumbeispiele zur Erstellung der Lernpfade erfolgt in den Kapiteln 7.3 und 7.4. An dieser Stelle werden nur allgemein gültige Unterrichtsprinzipien auf Lernpfade im Allgemeinen übertragen. Alle Lernpfade werden durch die Methode des Geocache fast zwangsläufig mit dem Erwerb von Orientierungskompetenz verknüpft.

#### 4.1. Mögliche Methoden

Nachdem die Prinzipien einer Geopunktauswahl angeführt wurden, soll anhand real genutzter Lernpfade die Formenvielfalt und ihr Aufbau exemplarisch und vergleichend näher betrachtet werden.

##### 4.1.1. *Temporäre Lernpfade*

- a) In einer Examensarbeit wurde ein GPS-gestützter, sogenannter temporärer Lernpfad zum Thema „Fließgewässer“ für die Würm entworfen und in einer Mittelstufenklasse der Realschule umgesetzt (Lange, V., 2011: S. 12-14.). Ein temporärer Geocache gibt an, dass – im Gegensatz zu einem an Ort und Stelle verbleibenden permanenten Geocache – nach der Durchführung die Boxen für einen neuen Durchlauf eingesammelt werden, um sie erneut irgendwo in der Landschaft zu ver-

stecken. Im vorliegenden Fall wurden zunächst verschiedene Stationen von Schüler/innen in Dreiergruppen angelaufen. Der Zeitraum dafür umfasste fünf Stunden. Jede Gruppe hatte eine Aufsichtsperson bei sich, um der Aufsichtspflicht Folge zu leisten. Die GPS-Koordinaten für die nächsten Stationen wurden den Schüler/innen von der Aufsichtsperson mitgeteilt. Das Ziel war an jeder Station die zu findende Box, in der sich weitere Arbeitsunterlagen befanden. Die Boxen waren mit Hinweisen an Fußgänger versehen, sie bitte vollständig und an Ort und Stelle zu belassen. Hierin besteht ein nicht zu unterschätzendes Risiko der Geocaches. Aus den einschlägigen Internetcommunities tauchen dazu immer wieder Hinweise auf, dass Geocaches wegen fehlender oder unvollständiger Stationen nicht mehr durchführbar seien.

Im Verlauf dieses Geocaches ließ Lange die Schüler/innen die Koordinaten der Ziele zum Anzeigen der Route in das GPS-Gerät eingeben. Die Stationen waren handlungsorientiert ausgestattet: Aktives Erleben des Flusses durch Fühlen (Barfuß durch den Fluss waten), Hören, Riechen und Beobachten wurde an verschiedenen Stationen durch Gewässerstrukturanalysen sowie Wasseranalysen mit Hilfe von Untersuchungsbögen ergänzt. Weiterhin wurde die Fauna beobachtet und es fand eine Expertenbefragung zu den Funktionen des Merklinger Rieds als Naturschutzgebiet und Naherholungsgebiet statt (Lange, V., 2011: S. 12-14.).

- b) Kubat erstellte im Rahmen seiner Diplomarbeit zwei „Natura2000-GPS-Erlebnispfade im Biosphärenreservat Südharz“. Die beiden Pfade verbinden das sinnhafte Erleben von Erlebnispfaden mit Fragestellungen der Umweltbildung. Die Fragestellungen, wie z. B.: „Welche Baumart ist hier eigentlich heimisch? Kiefer / Tanne / Linde“ führen nicht nur zu einer Einbindung der geoökologischen Gegebenheiten. Sie können auch zur Vernetzung von Geopunkten genutzt werden. Die letzte Koordinate ist als Schatzkoordinate verrätelt. Ob die Besuchergruppen den Aufforderungen tatsächlich nachkommen, bleibt ihnen überlassen und wird nicht kontrolliert. Kubat weist selbst auf diesen Mangel hin und merkt die noch fehlende Evaluation hinsichtlich der Nachhaltigkeit der Lernprozesse, der Nutzungsintensität, und der Bewertung der Pfade insgesamt an (Kubat, C., 2012).
- c) Die GPS Bildungsrouten durch Eichstätt vermittelt den Teilnehmern die Funktionsweise eines GPS-Gerätes handlungsorientiert in Verbindung mit geographischen Fachmethoden (Zecha, S., 2012: S. 128 ff). Die GPS-Koordinaten der Stationen sind dabei bereits im GPS-Gerät eingespeichert. Jede einzelne Station enthält einen sogenannten „Schatzkartenteil“, aus dem die – zunächst unbekannt – Koordinaten des Zielpunktes nacheinander zusammengesetzt werden können. Die Teilnehmer lernen auf der Bildungsrouten Distanzen zu messen, geographische Koordinaten zu schreiben, ein Höhenprofil zu zeichnen, die Umgebung zu kartieren und die zurückgelegte Tour mit Hilfe des GPS-Gerätes auszuwerten (Zecha, S., 2012: S. 128 ff).
- d) Schon zu Beginn der 1990er Jahre wurden im Rahmen der Schulpraxis „Bergbaupfad“ mehrere Lernpfade für fächerübergreifenden Unterricht an der Pädagogischen Hochschule Schwäbisch Gmünd entwickelt. Ziel des Lernpfades war es, den Schüler/innen den frühen Erzbergbau anschaulich nahezubringen.

Der Bergbaupfad bei Aalen-Wasseralfingen beginnt mit einem Besuch des Bergwerks „Tiefer Stollen“. An dieser Station wird das Thema Bergbau an der Schwäbischen Alb historisch verortet und der Arbeitsablauf unter Tage besprochen. Der zweite Haltepunkt am Gasthaus „Erzgrube“ thematisiert die Geschichte des Bergbaus vor Ort und die Lebens- und Arbeitsumstände der Bergleute damals. Hier und an den nachfolgenden Stationen sind jeweils Informationstafeln angebracht, aus denen sich die Schüler/innen die notwendigen Informationen herausarbeiten müssen. So be-



findet sich am Grillplatz „Schillerlinde“ eine Tafel, die einen geologischen Querschnitt durch den Brauenberg und die Schichtformationen der Schwäbischen Alb zeigt. In den Modellskizzen werden die Erzvorkommen verortet. Die Lehrkraft wird dazu angehalten, Gesteinsproben zur Hand zu haben, um ein haptisches Element mit einzubringen. Die Winkelstation dient als Kontrastpunkt zum Gasthaus „Erzgrube“. An der Winkelstation, die die letzte Phase des Bergbaus in Wasseralfingen symbolisiert, wird deutlich, wie sich der moderne Bergbau durch Transportwege und -arten vom ursprünglichen Bergbau unterscheidet. Die letzte Station stellt den Verhüttungsvorgang mittels Holzkohle in einer Köhlerei dar. Die Schüler/innen werden über den enormen Holzverbrauch und die Folgen informiert. Der Zusammenhang zur momentanen Klimaerwärmung liegt auf der Hand. Aus heutiger Sicht wäre es relativ einfach, diesen handlungsorientierten Lernpfad mit GPS-Koordinaten zu ergänzen.

#### 4.1.2. *Permanente Lehrpfade*

- a) Am Beispiel des geologischen Lehrpfads Steinheim, der sich der Naturwelt des dortigen Meteoritenkraters widmet, wird die Charakteristik dauerhafter Lehrpfade aufgezeigt, um den Unterschied zu temporären Lernpfaden zu verdeutlichen. Dadurch wird der Unterschied zwischen einem Lehrpfad, der durch seine Schilder belehrt und einem Lernpfad, der zum aktiven Lernen auffordert, deutlich (Vgl. Kap. 2.4.3 Lernpfade, Lehrpfade, Erlebnispfade, S. 21).

Startort ist das Meteoritenkrater-Museum in Steinheim. Es handelt sich um einen Rundweg. Der Zugang zur Thematik wird durch Informationstafeln erbracht. Über den Innenaufbau des Kraters (Station 1) geht es zu einem Ausblick über einen Teil des Steinheimer Beckens (Station 2) weiter zu einem wieder frei gelegten alten Talboden aus der Zeit vor dem Einschlag (Station 3), der sich im Einschlagskrater befindet. Anschließend wandert man in Richtung Kraterwand zu einem Sumpfboden, der sich als Folge des Einschlags gebildet hat (Station 4). Auf dem später folgenden Zentralhügel erhält man einen Rundblick über das gesamte Becken (Station 5). Daran schließen sich zwei Haltepunkte an, bei denen der Besucher Algenkalkfelsen (Station 6) und fossile Schnecken Gehäuse (Station 7) beobachten kann. Den Abschluss bilden zwei Stationen, die nach Sandabbau (Station 8) bzw. durchgeführten Bohrungen (Station 9) als Fenster in die Erdgeschichte dienen. In der Auflistung wurden mehrere Stationen nicht berücksichtigt, die zwar Teil des Lehrpfades sind, aber inhaltlich nichts zu dem Thema Geologie beisteuern. Offen bleibt, was die Nutzer des Lehrpfades nach dem Absolvieren des Weges an Erkenntnisgewinn mitnehmen und ob sie sich mit Hilfe der Informationen aus dem Meteoritenkratermuseum und den einzelnen Informationstafeln ein schlüssiges Bild zur Entstehung des Meteoritenkraters machen können.

## 5. Voraussetzungen für die Lerneffizienz von Exkursionen und das Lernen an Lernpfaden

Die Zielsetzung der Arbeit besteht darin, herauszufinden, ob GPS-Geräte im Rahmen von Geocaches ein geeignetes Hilfsmittel sind, einen geographischen Sachverhalt zu unterrichten. Dazu muss erklärt werden, inwiefern sich aus den Vorgaben durch Bildungspläne Raumbeispiele herausfiltern lassen. In diesen Raumbeispielen müssen, wieder mit Hilfe der Vorgaben aus den Bildungsplänen, Geopunkte definiert werden. Diese Geopunkte sind zum einen mittels GPS-Koordinaten fest georeferenziert. Zum anderen werden die Geopunkte durch die Lagebeziehungen, die zwischen ihnen hergestellt werden, zu einem Netz weiterausgebildet. Die Schüler/innen überwinden die Strecke von einem Geopunkt zum nächsten Geopunkt. An den einzelnen Geopunkten wird jeder Geopunkt für sich verortet und in Beziehung zum Raum und damit zu den anderen Geopunkten gesetzt.

Durch Überprüfung der in den Lernprozessen erzielten Lerngewinne kann die Lerneffizienz von Lernpfaden mit Hilfe von Geocaches bzw. GPS im Geographieunterricht geprüft werden. Aufgrund der altersspezifischen Unterschiede der Schüler/innen werden zwei Untersuchungsräume mit entsprechend unterschiedlichen Themen aufbereitet. Die Umsetzbarkeit und die Lerneffizienz werden dann altersspezifisch beurteilt. Für ein aussagekräftiges Urteil ist eine Vergleichsbasis nötig. Als eine solche dienen Lernzirkel vergleichbarer Thematik, die im Unterricht im Klassenzimmer eingesetzt werden. Diese Lernzirkel sind ebenfalls an den Entwicklungsstand der Schüler/innen angepasst.

### 5.1. Bildungsstandards der Deutschen Gesellschaft für Geographie (DGfG)

Lernpfade werden üblicherweise im Freien absolviert. Da die wenigsten Schulen über einen angeschlossenen Lernpfad verfügen muss entweder auf einer Exkursion ein vorhandener Lernpfad aufgesucht werden oder in Schulpnähe ein „eigener“, permanenter Lernpfad errichtet werden. In beiden Fällen besteht für Geographielehrkräfte in der Regel das Problem, ihr Exkursionsvorhaben vor der Schulleitung und den Erziehungsberechtigten zu rechtfertigen.

Hilfen bei einer solchen Rechtfertigung können Lernziele in den Lehrplänen, aber auch übergeordnete Bildungsstandards nationaler Vereinigungen bieten. Um eine bundesländerübergreifende erhöhte Vergleichbarkeit der Schulabschlüsse zu ermöglichen, übernahm die Ständige Konferenz der Kultusminister der Länder der Bundesrepublik Deutschland (KMK) diese Aufgabe. Aus finanziellen Gründen wurden aber nicht alle Fächer berücksichtigt, so auch nicht die Geographie. In der Folge übernahm die DGfG die Angelegenheit und legte die Ergebnisse der KMK und den Kultusbehörden der Länder zur Übernahme vor (DGfG, 2006: S. 1 f.). Die hier formulierten Bildungsstandards sollten mit dem Mittleren Bildungsabschluss in ganz Deutschland erreichbar sein.

Ziel dieser Bildungsstandards der DGfG ist es aber nicht, Unterrichtsformen und –methoden vorzugeben, sondern transparent darzulegen, über welche Instrumente die Schüler/innen verfügen sollen. Die Unterrichtsformen und –methoden werden den Lehrkräften dann durch die jeweiligen Bildungspläne der Bundesländer unterschiedlich eng vorgegeben.

		Kompetenzbereiche des Faches Geographie					
		Fachwissen	Räumliche Ordnung	Erkenntnisgewinnung/Methoden	Kommunikation	Beurteilung/Bewertung	Handlung
Anforderungsbereiche (AFB)	AFBI	Merkmale und Sachverhalte beschreiben	Lage beschreiben, Karten lesen	Fachmethoden beschreiben	Sachverhalte unter Verwendung von Fachsprache wiedergeben	Kriterien des Beurteilens nennen	Handlungsfelder und Akteure nennen
	AFBII	Funktionen und Faktoren erklären und in Zusammenhängenden Systemen erläutern	Ordnungssysteme analysieren, Karteninhalte erklären	Fachmethoden vergleichen und nutzen	Logische, fachliche und argumentative Qualität von Aussagen analysieren und vergleichen	Kriterien und geographische Kenntnisse beim Beurteilen anwenden	Mögliche alternative Handlungen erläutern und vergleichen
	AFBIII	Systeme untersuchen: Mensch-Umwelt-Beziehungen problembezogen erörtern und reflektieren	Raumwahrnehmung und -konstruktion reflektieren: Kartograph. Darstellungen konzipieren	Fachmethoden problemangemessen anwenden, Erkenntniswege reflektieren	Fachliche Aussagen in einer Diskussion begründet und zielorientiert formulieren	Fachlich relevante Sachverhalte/Argumente kriteriengestützt beurteilen, Wertmaßstäbe reflektieren	Räumliche Auswirkungen möglicher Handlungen reflektieren; Handlungen begründen, bewerten und ggf. nachvollziehen

Abbildung 19: Anforderungsbereiche und Kompetenzbereiche  
Quelle: Kisser, T., nach: DGfG, 2006: S. 31

## 5.2. Grundlagen durch den Bildungsplan

Die verbindlichsten Argumente für das Aufsuchen von Lernorten außerhalb des Klassenzimmers liefern die Bildungspläne. Da der Geographieunterricht in den beiden Bundesländer Baden-Württemberg und Bayern sowohl von der Vollständigkeit der Thematik als auch von der Repräsentanz in der Stundenzahl Vorzeigecharakter besitzt, werden im Folgenden vor allem die Bildungspläne dieser beiden Bundesländer empirisch untersucht. Relevante Passagen, die als Argumente für einen Unterricht außerhalb des Klassenzimmers dienen können, werden hier vorgestellt.

Bei der Auswertung der beiden Bildungspläne ist zu beachten, dass in Bayern Geographie in den Klassenstufen 6 und 9 nicht unterrichtet wird. Der Geographieunterricht in Baden-Württemberg orientiert sich an Bildungsstandards, die als Doppeljahrgänge zu erfüllen sind und demnach viel freie Hand bei der Anordnung der einzelnen Themen zulassen.

In der Kollegstufe kann in beiden Bundesländern zusätzlich das Fach Geologie gewählt werden, soweit es an der Schule angeboten wird. Während Geologie in Baden-Württemberg in beiden Jahrgängen zweistündig stattfindet, handelt es sich in Bayern um einen zweistündigen Kurs in der Jahrgangsstufe 12. In beiden Bundesländern ergänzt und vertieft der Kurs die physisch-geographischen Komponenten der Geographie. Ebenso ist der Geologiekurs sehr stark durch „Lernen vor Ort“ geprägt.

Zunächst ist festzustellen, dass bei beiden Bundesländern die vorgesehenen Sachverhalte ein Lernen vor Ort oft als unrealistisch erscheinen lassen. Entsprechende Jahrgänge sind durch Themen wie „Europa“ (Baden-Württemberg, Bildungsstandard 6, Bayern, Klassenstufe 7), „Weltweite Mobilität“, „Unterschiedliche Klimazonen“ (Baden-Württemberg Bildungsstandard) 8, Bayern Klassenstufe 8), „Der pazifische Raum“, „USA“, „Russland“ (Bayern Klassenstufe 10) geprägt. Selbstverständlich wäre hier, aufgrund der Ferne und Fremde der Erdräume eine Exkursion ein unvergessliches Erlebnis. Aber Kosten, Zeit und Organisationsaufwand und fachliche Vorbereitung erreichen ein kaum zumutbares Ausmaß gegenüber dem möglichen Erkenntnisgewinn.

Entsprechend selten werden Exkursionen in diesen Jahrgangsstufen durchgeführt. Rinschede befragte Lehrkräfte in Bayern danach, wie häufig sie Exkursionen im Erdkundeunterricht des Schuljahres 1993/1994 durchgeführt haben sowie in welcher Klassenstufe (Rinschede, G., 1997). Die Ergebnisse geben, trotz ihres Alters von 20 Jahre aus Sicht des Autors (T. K.) ein durchaus realistisches Bild auch für die heutige Zeit wieder. Die Inhalte der Bildungspläne haben sich nur wenig verändert. Am häufigsten sind Exkursionen in den Klassenstufen 5, 6 und 11 (Rinschede, G., 1997: S. 32).

Aus beiden Bildungsplänen geht deutlich hervor, dass Exkursionen elementarer Bestandteil der Schulgeographie sind. In Bayern gelten Exkursionen als unverzichtbarer Bestandteil. In Baden-Württemberg müssen die Schüler/innen am Ende der zweijährigen Bildungsstandards Kompetenzen erlangt haben, die im Prinzip nur durch Exkursionen zu erlangen sind. Theoretisch könnten in beiden Bundesländern die Schulleitungen bzw. die Regierungspräsidien und letztendlich das Kultusministerium von den Geographielehrkräften, die keine Exkursionen durchführen, derartige Methoden einfordern.

Kapitel im Bildungsplan	<b>Bayern</b> (http://www.isb-gym8-lehrplan.de/contentserv/3.1.neu/g8.de/index.php?StoryID=26414)	<b>Baden-Württemberg</b> (Ministerium für Kultus Jugend und Sport Baden-Württemberg, 2004: S. 240-248.
Vorwort Bildungsplan	„Im Unterricht und in <b>außerunterrichtlichen Veranstaltungen</b> lernen und arbeiten die Schüler immer wieder auch interdisziplinär.“	
Vorwort Geographie	<p>„Durch Orientierung im Raum die Arbeit mit topographischen, physischen und thematischen Karten wird das räumliche Vorstellungsvermögen verbessert. Dies ermöglicht es den Schülern, viele im Alltag vermittelte Informationen geographisch zuzuordnen. Dabei werden neben dem <b>Orientierungswissen</b> auch <b>geographische Ordnungsraaster</b> aufgezeigt. So wird einerseits die <b>Raumwahrnehmung</b> geschult, andererseits die Fähigkeit entwickelt, räumliche Einzelphänomene in einen globalen Zusammenhang zu stellen.“</p> <p>„Da im Fach Geographie natur-, wirtschafts- und gesellschaftswissenschaftliche sowie historische Betrachtungsweisen integriert sind, bietet sich eine fächerübergreifende Zusammenarbeit Deutung geowissenschaftlicher Naturphänomene sowohl im täglichen Unterricht als auch bei Studien- und Projekttagen, <b>Exkursionen oder Studienfahrten</b> an.“</p> <p>„Viele Gegenstände des Geographieunterrichts <b>eignen sich jedoch auch, sie unmittelbar in der Wirklichkeit zu beobachten</b> und dabei geographische Arbeitsweisen einzuüben. <b>Exkursionen und Unterrichtsgänge</b> sind deshalb ein <b>unverzichtbarer Bestandteil</b> des Geographieunterrichts.“</p>	<p>„Die notwendige Bandbreite der Arbeitsweisen und Arbeitstechniken verdeutlichen folgende Anforderungen: grundlegende Fertigkeiten in der <b>Anwendung</b> und Interpretation <b>von Karten und anderen Hilfsmitteln, um sich räumlich orientieren zu können (auch GPS)</b>; (...)</p> <p>„<b>Erkundungen und Exkursionen</b> (...) gewährleisten eine Individualisierung und Autonomisierung des Lernprozesses und sind in besonderem Maße geeignet, Teamfähigkeit und soziale Kompetenz zu fördern. Sie können bedeutende Bestandteile eines Schulcurriculums sein.“</p>
Klassenstufe 5	„themenorientierte Erkundung: z. B. Besuch eines Planetariums, Stadterkundung, Erkundung eines landwirtschaftlichen oder gewerblichen Betriebs, Ökorallye“ Es folgt ein Verweis auf „Orientierung auf der Erde: Himmelsrichtungen, Gradnetz“	„Die Schülerinnen und Schüler können (...) (...) <b>Erkundungen vor Ort durchführen: einfache Kartierungen vornehmen</b> , Informationen sammeln, auswerten und Ergebnisse in angemessener Form präsentieren.
Klassenstufe 6	Kein Geographieunterricht	(...) mithilfe einfacher Ordnungssysteme <b>auf der Erde orientieren.</b> “
Klassenstufe	Keine Hinweise	Keine Hinweise

7		
Klassenstufe 8	„Ggf. <b>themenorientierte Erkundung</b> : z. B. Eine-Welt-Laden, Botanischer Garten, Völkerkundemuseum“	
Klassenstufe 9	Kein Geographieunterricht	Keine Hinweise
Klassenstufe 10	Keine Hinweise	
Jahrgangsstufe 11	Keine Hinweise	„Die Schülerinnen und Schüler können (...) <b>Untersuchungen vor Ort</b> (Geländeaufnahmen, Kartierungen, Messungen) und Betriebserkundungen durchführen und mit Institutionen kommunizieren;“
Jahrgangsstufe 12	„Durchführung und Auswertung von <b>Unterrichtsgängen</b> “	„Die Schülerinnen und Schüler können (...) <b>Untersuchungen vor Ort</b> (Geländeaufnahmen, Kartierungen, Messungen) und Betriebserkundungen durchführen und mit den Institutionen vor Ort kommunizieren; <b>geographische Übersichtsexkursionen</b> vorbereiten, sich an der Durchführung aktiv beteiligen und deren Ergebnisse auswerten.“

Tabelle 1: Grundlagen für Exkursionen in den Bildungsplänen Bayerns und Baden-Württembergs  
Darstellung: Kisser, T.

Das Bayerische Staatsministerium für Unterricht und Kultus stützt die Einbindung von Exkursionen in den Unterricht zusätzlich durch eine Verwaltungsvorschrift vom 22.01.2003. Sie gibt die Richtlinien für Umweltbildung an den bayerischen Schulen vor (siehe nachfolgenden Link). Exkursionen und Unterrichtsgänge finden sich bei den Ideen zur praktischen Umsetzung der Themen „3.1. Bedeutung und Schönheit der Natur, Artenvielfalt, Ökosysteme“ (KWMBI, 2003: S. 61) und „3.2 Natur- und Kulturlandschaften“. Abschnitt 4.3 zeigt „konkrete Wege der Umweltbildung in der Schule“ auf. Exkursionen, Unterrichtsgänge und mehrtägige Studienfahrten werden empfohlen. Die Schüler/innen sollen bereits in der Organisation miteinbezogen werden und über Umweltaspekte reflektieren (<http://www.gesetze-bayern.de/jportal/portal/page/bsbayprod.psm1?doc.id=VVBY-VVBY000001538&st=vv&showdoccase=1&paramfromHL=true#focuspoint>).

In Baden-Württemberg ermutigt die Verwaltungsvorschrift vom 06.10.2002 (Philologenverband Baden-Württemberg, 2011: S. 465 ff.) fachunabhängig zur Durchführung von Unterricht außerhalb des Klassenzimmers. Auch hier sollen die Schüler/innen möglichst bereits bei der Organisation mit einbezogen werden.

Sowohl in Bayern als auch in Baden-Württemberg wird also durch die jeweiligen Bildungspläne speziell von der Geographie die Durchführung von Exkursionen explizit eingefordert. Dies gilt besonders für die Klassenstufen 5 und die beiden Jahrgangsstufen 11 und 12. Zudem werden in beiden Bundesländern durch Verwaltungsvorschriften Exkursionen im Unterricht unterstützt.

### 5.3. Grundsätzliche, rechtliche Voraussetzungen und Rahmenbedingungen

Das Aufsuchen von Lernorten außerhalb des Klassenzimmers und speziell die Realisierung von Exkursionen benötigt eine Vorlaufzeit. Der Planungsprozess, der der unterrichtlichen Veranstaltung außerhalb der Schule vorausgeht, wird nun aus Sicht der Lehrkräfte dargestellt.

Zu berücksichtigen sind grundsätzliche Bedingungen, wie verfügbare Zeit und eine adäquate Lokalität. Diese werden im Planungsprozess unabhängig von den rechtlichen Voraussetzungen und den zu erfüllenden Rahmenbedingungen, die erfüllt werden müssen, angegangen. Der Prozess selbst ist von einer ständigen Wechselwirkung geprägt, in dem sich die beteiligten Akteure mit ihren Interessen gegenseitig beeinflussen (Vgl. Abbildung 20).

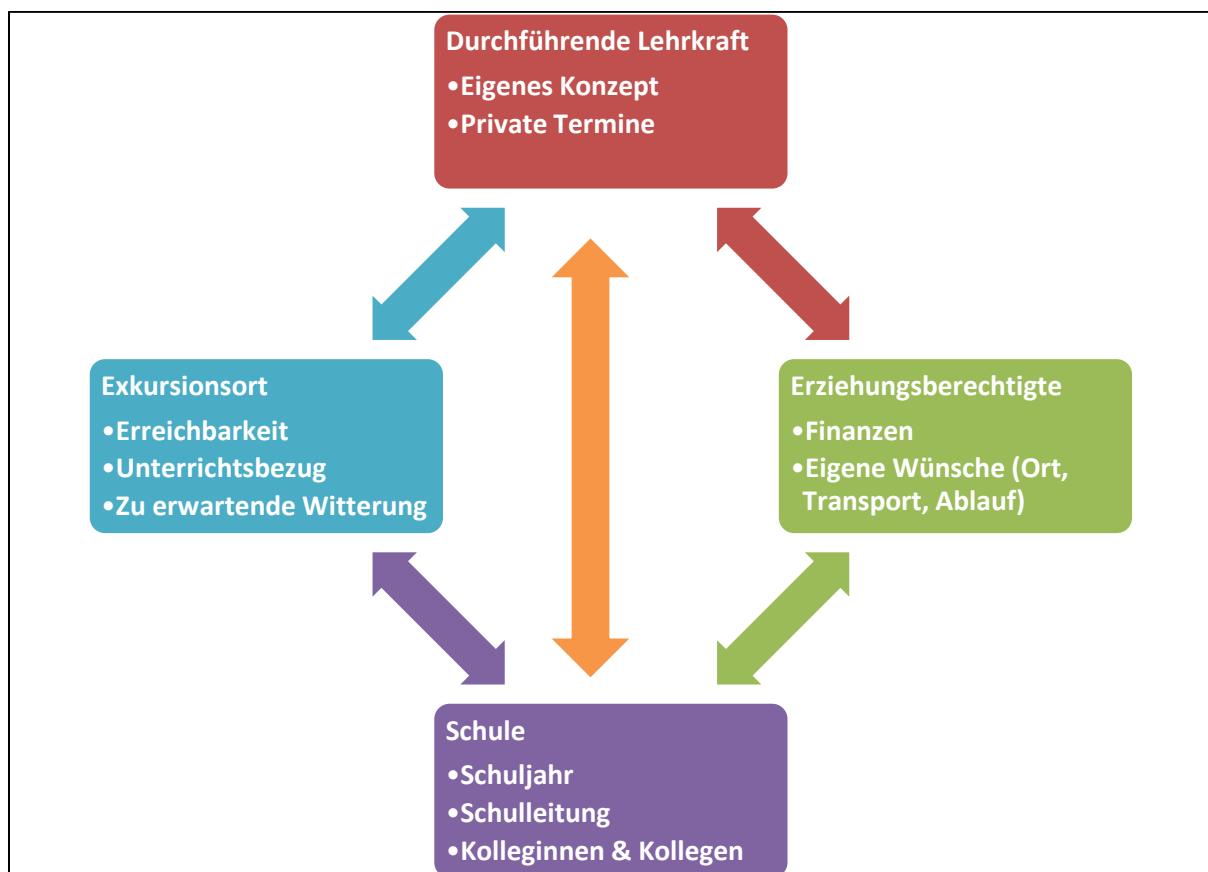


Abbildung 20: Paralleltät und Einflussfaktoren im Planungsprozess von Exkursionen  
Darstellung: Kisser, T.

Dieser Prozess selbst ist deshalb arbeitsintensiv und kann auf Lehrkräfte abschreckend wirken. Rinschede untersuchte den Stellenwert vorbereitender Maßnahmen bei Lehrkräften. Dabei unterscheidet er im Planungsprozess organisatorische Maßnahmen von inhaltlichen und methodischen Maßnahmen (Rinschede, G., 1997: S. 52 ff.). Die wesentlichen Ergebnisse sind in Tabelle 2 zusammengetragen. Zusätzlich, zu den Maßnahmen, die bei Unterricht im Klassenzimmer notwendig sind, kom-

men vor allem organisatorische Maßnahmen zusätzlich auf die Lehrkraft zu (linke Spalte). Die didaktische Analyse im Rahmen einer Vorexkursion (rechte Spalte) stellt einen beträchtlichen Mehraufwand dar, da die Exkursion als Vorexkursion im Rahmen der Vorbereitung schon einmal durchlaufen werden sollte.

Organisatorische Maßnahmen		Inhaltliche und methodische Maßnahmen	
Absprache mit Schulorganisation	81,5%	Vorexkursion: Schwerpunkt, Routenwahl (Didaktische Analyse)	71,9%
Einbeziehung der Schüler/innen in die Vorbereitung	77,2% (ohne Grundschule)	Exkursionsplan, Aufgaben (Verlaufsplanung)	69,8%
Planung des zeitlichen Rahmens	67,6% (ohne Grundschule)	Wahl des Untersuchungsraumes / -gegenstandes	63,4%
Organisation von Verkehrsmitteln	59,9%	Problemstellung der Lernziele	47,8%
Rechtliche Absicherung	53,6%	Materialbeschaffung (Sachanalyse)	46,4%
Absprache disziplinarischer Maßnahmen	49,7%	Übung von Arbeitstechniken, Arbeitsformen, Medien (Methodische Analyse)	30,1%
Aufsichtsperson suchen	27,2%	Hypothesenbildung	13,4% (ohne Grundschule)
Zusammenstellung von Ausrüstungsgegenständen	39,3%		
Ärztl. und med. Versorgung	24,6%		
Unterkunftsfrage	22,3%		

Tabelle 2: Stellenwert ("besonders wichtig") vorbereitender Maßnahmen bei Lehrkräften aller Schularten

Quelle: Rinschede, G. 1997: S. 52 ff.

Im Gegensatz zum Unterricht in der Schule sind neben den vorbereitenden auch nachbereitende organisatorische Maßnahmen durchzuführen. Das verwendete Material muss wieder hergerichtet und aufgeräumt werden, Kolleginnen, Kollegen und die Erziehungsberechtigten fordern einen Kurzbericht, die Kosten müssen abgerechnet werden und man sollte sich bei involvierten Personen und Betrieben bedanken (Rinschede, G. 1997: S. 56 ff.).

Lößner konnte in seiner schon oben angesprochenen Studie die wichtigsten Argumente von Lehrkräften gegen Exkursionen herausfiltern (Lößner, M., 2011). Er fand v. a. in der Gewichtung der Probleme einen Unterschied zwischen exkursionserfahrenen und exkursionsunerfahrenen Lehrkräften: „Des weiteren schätzen die Erdkundelehrer, die im Schuljahr 2007/08 keine Exkursion im Erdkundeunterricht gemacht haben, die Probleme mit dem Stundenplan und den Zeitmangel als bedeutender ein als ihre Kollegen, die eine Exkursion gemacht haben“ (Lößner, M., 2011: S. 109). Bemerkenswert an dieser Feststellung ist, dass gerade die Lehrkräfte, die in jüngster Vergangenheit keine Erfahrungen mit der Organisation und Durchführung von Exkursionen gesammelt haben, die Hürden besonders hoch einschätzen.

### 5.3.1. Zeitliche Einpassung von Exkursionen

Thematische Exkursionen sind nur zu bestimmten Zeiträumen möglich, denn der typische Jahresverlauf mit seinen Auswirkungen auf die Umwelt muss mitbedacht werden. Beispielsweise schränkt die



Vegetationsperiode z. B. Pflanzenkartierungsmaßnahmen zeitlich ein. In der kalten Jahreszeit und den Monaten mit hohen Niederschlagssummen sind Lernorte im Freien nicht empfehlenswert, selbiges gilt für die heiße Jahreszeit, wenn die Temperaturen im Schatten mehr als 30°C betragen. Bei diesen hochsommerliche Temperaturen leiden die Schüler/innen unter Konzentrationsmangel und nicht jeder Standort ist beschattet. In einzelnen Fällen kann es, trotz Ermahnung zum regelmäßigen Trinken, zur Dehydrierung und Kreislaufproblemen kommen.

Weiterhin schränken die Jahresplanung von Schule und Geographieunterricht (Vgl. Kap. 6.1) sowie der privaten Planung die Verfügbarkeit von Terminen ein. Es spielt auch die Entfernung zum Ziel eine Rolle. Entfernte Ziele können nur in Ausnahmefällen aufgesucht werden, da sie sich wegen Aufwand und den Kosten nur bei längerem Aufenthalt lohnen. Selbst wenn dies zu ermöglichen ist, gilt es, die schulische Repräsentanz zu berücksichtigen. Da die Schüler/innen durch die Exkursion in anderen Fächern den Unterricht versäumen bzw. der Unterricht des Exkursionsleiters ausfällt, muss zuvor die Zustimmung von Kollegen und Direktion (Stundenplanrelevanz, Stundenausfälle und Vertretungen durch eigenes „Fehlen“) eingeholt werden. Weiter gilt es, die Klausurenpläne und andere Schulveranstaltungen sowie die Ferienzeiten zu beachten: Für Exkursionen sind sowohl die verfügbaren Zeiträume als auch die davon abhängige räumliche Auswahl entsprechend eingeschränkt.

Studien belegen, dass sich die komplexen Bedingungen, die zeitlich aufwendige Vorbereitung, sowie die oft vorgegebenen organisatorischen Festsetzungen zur Durchführung von Exkursionen negativ auf die Bereitschaft von Lehrkräften ausüben, Exkursionen durchzuführen. Laut der Studie Lößners nehmen folgende Items, die den grundsätzlichen Voraussetzungen zugeordnet werden können, mit folgendem Stellenwert eine bedeutende Stellung ein:

- (1) Zeitmangel, z. B. durch Stofffülle des Lehrplans: 49%
- (2) Klassenstärke zu groß: 49%
- (3) Verbindliche Unterrichtsziele lassen keine Zeit für Exkursionen: 32,7%
- (4) Stundenplanprobleme: 30,6%
- (5) Stundenausfall als Folge: 30,6%
- (6) Zu große Arbeitsbelastung: 24,5% (Lößner, M., 2011: S. 108)

### 5.3.2. *Rechtliche Voraussetzungen*

Lehrkräfte betonen in Gesprächen in Bezug auf außerschulischen Unterricht häufig, sie „stunden dabei mit einem Bein im Gefängnis“. Der Satz ist so nicht haltbar. Dies meint vor allem Situationen, in denen Schüler/innen auf Exkursionen körperlich oder materiell zu Schaden kamen und der Aufsichtsperson fahrlässiges Verhalten nachgewiesen werden kann. Der Strafvollzug als Konsequenz von Fehlverhalten im Dienst ist nicht zwangsläufig mit den strafrechtlichen Maßnahmen verbunden. Es kann aber ein Disziplinarverfahren und eine zivilrechtliche Haftung (Regressforderung durch das Land) drohen. Durch diese Aussage wird dennoch deutlich, wie unwohl sich Lehrkräfte fühlen, wenn eindeutige Handlungsempfehlungen im Spannungsverhältnis zwischen Aufsichtspflicht und pädagogischem Ermessen fehlen (Rinschede, G., 1997: S. 53).

Da hierzu die rechtlichen Rahmenbedingungen oft nicht bekannt sind, werden sie für die Bundesländer Baden-Württemberg und Bayern im Rahmen der Thematik vorgestellt. Eine allgemeine Auf-

sichtspflicht der Schule (Schulleitung und Lehrkräfte) ergibt sich aus dem Grundgesetz, der Landesverfassung, dem Bürgerlichen Gesetzbuch (BGB) und dem Schulgesetz:

Nach §1631 BGB sind die Eltern die Sorgeberechtigten für ihre Kinder. Zu den Rechten kommen auch Pflichten, denen sie nachkommen müssen. Das Sorgerecht kann, werden die Pflichten nicht erfüllt, auch entzogen und an andere übertragen werden: „Inhalt und Grenzen der Personensorge (1). Die Personensorge umfasst insbesondere die Pflicht und das Recht, das Kind zu pflegen, zu erziehen, zu **beaufsichtigen** und seinen Aufenthalt zu bestimmen (...)“ (Schulze, R., 2012: Bürgerliches Gesetzbuch, S. 1893).

In diesen Paragraph greift die gesetzliche Schulpflicht etwa des Landes-Baden-Württemberg durch Artikel 14, Absatz 1 der Landesverfassung („Es besteht allgemeine Schulpflicht.“, Landtag von Baden-Württemberg, 2010: S. 20) einschränkend ein. Ebenso verhält es sich in Bayern. Artikel 129, Absatz 1 stellt die gesetzliche Schulpflicht fest: „Alle Kinder sind zum Besuch der Volksschule und der Berufsschule verpflichtet“ (<http://www.gesetze-bayern.de/jportal/portal/page/bsbayprod.psml?doc.id=jlr-VerfBY1998pArt129&st=lr&showdoccase=1&paramfromHL=true#focuspoint>). Das Bayerische Gesetz über das Erziehungs- und Unterrichtswesen (BayGEU) regelt die Schulpflicht detaillierter; für die Abhandlung hier reicht die allgemeine Regelung aus.

Da die Sorgeberechtigten durch die Schulpflicht zeitweise daran gehindert werden, ihren Pflichten nachzukommen, wird die Aufsicht über die Kinder übertragen. Die Aufsichtspflicht geht durch Artikel 7. Absatz 1 GG an den Staat über: „Das gesamte Schulwesen steht unter der Aufsicht des Staates“ (Landtag von Baden-Württemberg, 2010: S. 15). In Bayern besagt Artikel 130, Absatz 1 selbiges: „Das gesamte Schul- und Bildungswesen steht unter der Aufsicht des Staates, er kann daran die Gemeinden beteiligen“ (Quelle: <http://www.gesetze-bayern.de/jportal/portal/page/bsbayprod.psml?doc.id=jlr-VerfBY1998pArt130&st=lr&showdoccase=1&paramfromHL=true#focuspoint>).

Dem Schulgesetz für das Land Baden-Württemberg, §41 zu Folge fällt die Organisation der Aufsicht dem Schulleiter/der Schulleitung zu. „(...) Insbesondere obliegen ihm (dem Schulleiter, Anmerkung T. K.) (...) die Aufstellung der Stunden- und Aufsichtspläne, die Anordnung von Vertretungen, (...) die Aufsicht über die Schulanlage und das Schulgebäude, (...)“ (Philologenverband Baden-Württemberg, 2011: S. 301 f.). Er ist verantwortlich dafür, Aufsichtspläne und Vertretungen zu erstellen.

Bayern regelt dies per §4, Absatz 1 und §38 (BayGEU): „Die Schulleiterin oder der Schulleiter trägt die pädagogische, organisatorische und rechtliche Gesamtverantwortung (...)“ (<http://www.gesetze-bayern.de/jportal/portal/page/bsbayprod.psml?nid=a&showdoccase=1&doc.id=jlr-GymSchulOBY2007V7P4&st=lr>). Auch hier ist der Schulleiter/die Schulleiterin für die Organisation verantwortlich: „Für Schülerinnen und Schüler, die sich aus unterrichtlichen Gründen oder im Zusammenhang mit sonstigen Schulveranstaltungen in der Schulanlage aufhalten oder die an Schulveranstaltungen außerhalb der Schulanlage teilnehmen, hat die Schule für eine angemessene Beaufsichtigung zu sorgen. Der Umfang der Aufsichtspflicht richtet sich nach der geistigen und charakterlichen Reife der zu beaufsichtigenden Schülerinnen und Schüler“ (<http://www.gesetze-bayern.de/jportal/portal/page/bsbayprod.psml?doc.id=jlr-GymSchulOBY2007V2P38&st=lr&showdoccase=1&paramfromHL=true#focuspoint>). Zudem wird in Bayern in §4, Absatz 2 (BayGEU) geregelt, dass der Schulleiter/die Schulleiterin über die Durchführung von Veranstaltungen, also auch Veranstaltungen außerhalb des Klassenzimmers entscheidet: „(...) Die Entscheidung über Durchführung und Verbindlichkeit von Schulveranstaltungen trifft unbeschadet § 5 Nr. 3 und § 20 Abs. 5 die Schulleiterin oder der Schulleiter (...)“ (<http://www.gesetze->

bayern.de/jportal/portal/page/bsbayprod.psml?nid=a&showdoccase=1&doc.id=jlr-GymSchulOBY2007V7P4&st=lr).

Die Lehrkräfte als Ausführende der Aufsichtspläne verfügen, sollten ihnen Weisungen ihres Schulleiters/ihrer Schulleiterin über das Recht und die Pflicht fragwürdig erscheinen, ihren Schulleiter/ihre Schulleiterin auf Fehlplanungen hinzuweisen. Schließlich tragen die Lehrkräfte durch §38, Absatz 6 des Schulgesetzes Baden-Württemberg die pädagogische Verantwortung und haften für Schäden, sollten sie ihre Aufsichtspflicht ungenügend erfüllt haben (§832, Absatz 1 BGB). Dies betrifft auch Schäden an Dritten:

- „Die Lehrkräfte tragen im Rahmen der in Grundgesetz, Verfassung des Landes Baden-Württemberg und § 1 dieses Gesetzes niedergelegten Erziehungsziele und der Bildungspläne sowie der übrigen für sie geltenden Vorschriften und Anordnungen die unmittelbare pädagogische Verantwortung für die Erziehung und Bildung der Schüler“ (Philologenverband Baden-Württemberg, 2011: S. 299 f.).
- „Wer kraft Gesetzes zur Führung der Aufsicht über eine Person verpflichtet ist, die wegen Minderjährigkeit oder wegen ihres geistigen oder körperlichen Zustands der Beaufsichtigung bedarf, ist zum Ersatz des Schadens verpflichtet, den diese Person einem Dritten widerrechtlich zufügt. Die Ersatzpflicht tritt nicht ein, wenn er seiner Aufsichtspflicht genügt oder wenn der Schaden auch bei gehöriger Aufsichtsführung entstanden sein würde“ (Schulze, R., 2012: Bürgerliches Gesetzbuch, S. 1223).

Die Lehrkräfte als Aufsichtspersonen tragen also die Verantwortung für die Schüler/innen und ihr Handeln. Der Lernort sollte deshalb im Vorfeld aufgesucht werden um mögliche Gefahrenstellen zu identifizieren. Vor der Exkursion müssen die Verhaltensregeln den Schüler/innen bekannt gegeben werden. Es bietet sich aus pädagogischen Gründen an, gemeinsam Regeln festzulegen. Auf diese Regeln müssen die Schüler/innen in regelmäßigen Abständen während der Exkursion hingewiesen werden. Die Lehrkräfte müssen die Schüler/innen beaufsichtigen und die Einhaltung der Verhaltensregeln einfordern. Es ist gängige Praxis in der Rechtsprechung, dass bei versicherten Lehrkräften, die ihren Verpflichtungen sorgfältig nachgekommen sind, die Versicherungen den entstandenen Schaden übernehmen.

In Baden-Württemberg wird durch die Verwaltungsvorschrift vom 06.10.2002 (nach: Philologenverband Baden-Württemberg, 2011: S. 465 ff.) die Durchführung „außerunterrichtlicher Veranstaltungen“ geregelt. In dem vorgegebenen Rahmen ist die Gesamtlehrerkonferenz in Kombination mit der Schulkonferenz und der Klassenkonferenz für die Festlegung weiterer Grundsätze zur Durchführung von „außerunterrichtlichen Veranstaltungen“ zuständig. Da diese aufgrund unterschiedlicher Schulprofile bei jeder Schule anders sein können, werden nur die einheitlichen Regelungen aufgeführt.

Die Veranstaltung muss vom Schulleiter/der Schulleiterin genehmigt werden (nach: Philologenverband Baden-Württemberg, 2011: S. 467). Diese Vorgabe folgt aus den o. g. rechtlichen Rahmenbedingungen. Im Vorfeld muss der Ablauf mit den Erziehungsberechtigten in der Klassenpflegschaft erörtert werden. Sie müssen ihr Einverständnis erklären. Bei minderjährigen Schüler/innen müssen die Erziehungsberechtigten generell schriftlich ihr Einverständnis erklären. In der Regel erhalten die Schüler/innen bei mehrtägigen Exkursionen Zeit zur freien Verfügung. Für diesen Zeitraum müssen sie die Lehrkraft über ihren Aufenthaltsort und ihr Vorhaben informieren. Da in dieser Zeit die gesetz-

liche Schülerunfallversicherung nicht greift, muss dieser Punkt besprochen werden. Zudem kommt die Lehrkraft schon durch genaue Verhaltensregeln einem Teil ihrer Aufsichtspflicht nach. Stichprobenartige Kontrollen sind dazu in der Lage. Eine allumfassende Aufsicht über 24h/Tag ist nicht durchführbar und wird nicht erwartet (Reip, S./Gayer, B., 2009: S. 89, S. 91 f.). Entscheidend ist, dass sich die Schüler/innen beaufsichtigt fühlen (Reip, S./Gayer, B., 2009: S. 90). Die Lehrkräfte und ggf. teilnehmenden Begleitpersonen müssen sich ihrer Pflichten bewusst sein und fähig sein, die voraussehbaren Anforderungen zu erfüllen. Ab 20 Schüler/innen ist eine zusätzliche Begleitperson verpflichtend (nach: Philologenverband Baden-Württemberg, 2011: S. 467).

Die Kostenbeiträge und Ausgaben für die Lehrveranstaltung außerhalb des Klassenzimmers werden von der zuständigen Lehrkraft verwaltet. Die Schulleitung kann die Mittelverwendung auf Zweckmäßigkeit überprüfen. Die Unkosten der Lehrkraft und Begleitpersonen übernimmt anteilig die Schule, außer sie verzichten vollständig auf Kostenübernahme. Jede Schule verfügt über einen festgesetzten Betrag (nach: Philologenverband Baden-Württemberg, 2011: S. 467 ff.).

Einzelne Schüler/innen können bereits vorweg von der Veranstaltung ausgeschlossen werden. Diese Maßnahme muss mit ihrem bisherigen Verhalten und der konkreten Befürchtung auf weiteres Fehlverhalten begründet werden. Schulische Leistungen dürfen bei dieser Abwägung keine Rolle spielen (§23, Absatz 2, Schulgesetz Baden-Württemberg).

Der Schulweg, d. h. der Weg zum Treffpunkt fällt noch nicht unter die Aufsichtspflicht. Treffpunkt kann die Schule sein, muss sie aber nicht. Von der Lehrkraft wird erwartet, dass sie ca. 10min. vor Beginn, in diesem Fall vor dem Zeitpunkt des Treffens vor Ort ist und ihre Aufsichtspflicht wahrnimmt. Die Wege, die zwischen den Lernzielen zurückgelegt werden, gelten als Unterrichtswege. Sie fallen unter die Aufsichtspflicht (Reip, S./Gayer, B., 2009: S. 87 f.). Werden Verkehrsmittel genutzt, so soll der öffentliche Personennahverkehr bei zumutbarem Fahrangebot bevorzugt gewählt werden. Die Kosten müssen inklusive etwaiger Übernachtungen im Verhältnis zum Nutzen stehen (nach: Philologenverband Baden-Württemberg, 2011: S. 467 ff.). Bei Bedürftigkeit können Leistungen der Sozialhilfe in Anspruch genommen werden.

Die Veranstaltung muss eindeutig den pädagogischen Zielen dienen, dem Bildungsplan entsprechen und sich an den Schüler/innen orientieren. Die Verantwortung hierfür trägt die Schule, letztendlich also der Schulleiter/die Schulleiterin.

Während der Veranstaltung muss die Lehrkraft abhängig von der Altersstufe, den Eigenschaften der Schüler/innen, den Gefahrensituationen und dem pädagogischen Ermessen handeln. Je älter die Schüler/innen, desto besser können sie Gefahrensituationen selbst abschätzen. **Lokalitäten und Unterrichtsmethoden müssen vorher inspiziert und ihr Einsatz abgewogen werden.** In der Unterstufe sind die Schüler/innen unmittelbarer zu beaufsichtigen und häufiger an die Verhaltensregeln zu erinnern als in der Kollegstufe (Reip, S./Gayer, B., 2009: S. 90). Innerhalb der Klasse selbst kann die Lehrkraft differenziert handeln. Vertrauenswürdige, zuverlässige Schüler/innen können beauftragt werden, notwendige Aufgaben wie beispielsweise einen Botengang innerhalb des Schulgebäudes zu erledigen (Reip, S./Gayer, B., 2009: S. 88 f.).

Analog zum Treffpunkt kann das Ende der Veranstaltung an der Schule stattfinden, die Veranstaltung kann aber ebenso aus organisatorischen Gründen an einem anderen Ort beendet werden.

Die entsprechende Verwaltungsvorschrift in Bayern (<http://www.gesetze-bayern.de/jportal/portal/page/bsbayprod.psml?nid=0&showdoccase=1&doc.id=VVBY-VVBY000027881&st=vv>) ist im Vergleich deutlich detailreicher. Abgesehen von engen Vorgaben (s. u.) widmen sich mehrere Kapitel Skikursen. Da sich die Regelungen in beiden Bundesländern den Organisationsablauf kaum unterscheiden, werden nur die relevanten Unterschiede aufgeführt.

So stellt die Verwaltungsvorschrift in Bayern klar, dass ein Erste-Hilfe-Set mitgeführt werden muss und Jugend und Mädchen getrennte Schlafräume aufsuchen müssen. In Bayern müssen immer mindestens zwei Personen jede Gruppe begleiten. Ab der fünften Jahrgangsstufe muss eine Begleitperson weiblich, die andere Begleitperson männlich sein. Von beiden Begleitpersonen muss mindestens Eine Erste-Hilfe-Maßnahmen durchführen können. Im Gegensatz zu Veranstaltungen von Schulen in Baden-Württemberg muss die Anfahrt zum und die Abfahrt vom Veranstaltungsort gemeinsam erfolgen. In Baden-Württemberg besteht die Option, die Veranstaltung beispielsweise in einer Innenstadt zu beenden. Die Schüler/innen können ihren Bedürfnissen nachgehen oder gleich den Heimweg antreten. Es besteht auch die Möglichkeit, Schüler/innen der Kollegstufe mit den eigenen PKW anfahren und abfahren zu lassen. Diese Regelung ist in Bayern nur in begründeten Ausnahmefällen möglich (<http://www.gesetze-bayern.de/jportal/portal/page/bsbayprod.psml?nid=0&showdoccase=1&doc.id=VVBY-VVBY000027881&st=vv>).

### 5.3.3. *Infrastrukturelle Rahmenbedingungen*

Selbstverständlich kann keine Exkursion ohne Zustimmung der Schüler/innen und Erziehungsberechtigten erfolgen. Beide Gruppen können ganz eigene Vorstellungen von der Exkursion haben, was den Ort, die Kosten, Ablauf und den Zeitraum betreffen. Auch die Schulausstattung kann eine Unternehmung bereits in der Planungsphase scheitern lassen:

- 1) Verkehrsmittel: Um die Nutzung privater PKWs und Flugreisen entbrennen kontroverse Diskussionen. In der Kollegstufe ist es ggf. möglich, den Transport mit eigenen KFZs zu absolvieren, allerdings verfügen die Jugendlichen nur über eine geringe Erfahrung hinter dem Lenkrad. Am Beispiel, wie Erziehungsberechtigte versuchen, auf den Transport Einfluss auszuüben, wird auch die Kostenproblematik deutlich. Tagesexkursionen mit dem Bus sind verhältnismäßig teuer. Mehrtägige Exkursionen kosten, je nach Transportmittel und Domizil so viel wie ein Pauschalurlaub für eine Person. Die Schulen verfügen teilweise über Förderprogramme, die soziale Härtefälle ausgleichen, doch nicht jede Familie will ihre finanzielle Situation offenlegen. Bei Flugreisen fragen Erziehungsberechtigte und Schüler/innen gerne nach sogenannten Billigtickets, ungeachtet dessen, dass die Gruppe in der Folge über mehrere Flüge und Tage verteilt An- und Abreisen muss. Ökologische Gründe sprächen generell gegen Flugreisen.
- 2) Gerätschaften: Im Vorfeld sind weitere einschränkende Rahmenbedingungen wie die Ausstattung der Schule mit Geräten (GPS-Geräten, Pürckhauer, Hammer, Laborkoffer, Pflanzenbestimmungsbuch, u. a.) festzustellen. Die Klassenstärke ist bekannt und die Lehrkraft kann abschätzen, ob etwa die Anzahl der Geräte ausreicht.
- 3) Die mögliche Nutzung der Gerätschaften hängt auch entscheidend davon ab, inwieweit die Schüler/innen kooperationsfähig sind und ob ihr Verhalten angemessen sein wird (Rinschede, G., 2007: S. 252 f.). Ob man verantwortungslosen Schüler/innen einen Pürckhauer oder Hammer überlässt, und ob gerade die vergesslichen Schüler/innen in der Gruppe das GPS-Gerät in ihren Händen halten sollten, muss hinterfragt werden.

**THESE V:**

**A)** Bildungspläne und Verwaltungsordnungen fordern und fördern Exkursionen im Geographieunterricht. Die Aussagen von Studien belegen hingegen, dass Exkursionen vorzugsweise auf die Klassenstufe 5 beschränkt sind und **Lehrkräfte kaum Zeit haben, Lernpfade didaktisch aufzubereiten.**

**B)** Wenn Lehrkräfte dennoch einen Lernpfad anlegen, ist dies nicht nachhaltig.

## 6. Vorüberlegungen zum Aufbau von Lernpfaden zur Ermittlung lerneffizienter Strukturen

Die Geographie ist eine Raumwissenschaft. Sie lehrt die Genese des Raumes, die Konsequenzen aus dem Response-System Mensch-Umwelt und die Perspektiven für die Raumentwicklung. Um Räume zu definieren ist es notwendig, sie von ihrer Umgebung abzugrenzen. „Die Erkundung eines Raumes vor Ort ist das Element der Geographie, das häufig zu Beginn des wissenschaftlichen Erkenntnisprozesses steht, hier werden Fragen aufgeworfen, die anschließend beantwortet werden müssen“ (Meyer, C., 2006: S. 132). Aus fachlichen und aus lernpsychologischen Gründen (Vgl. Kapitel 2) ist die Exkursion als originale Begegnung vor Ort gegenüber dem Unterricht im Klassenzimmer zu präferieren. So wirkt die Schichtstufenlandschaft Süddeutschlands eindrucksvoller, wenn am Tag danach ein Muskelkater an die zurückgelegten Höhenmeter erinnert, als wenn nur der Heftaufschrieb daran erinnert. Die Geographie lebt deshalb auch von und durch Exkursionen. In den Bildungsstandards für die Klassen 5 und 6 heißt es wie folgt: „Die Schülerinnen und Schüler können (...)

- Erkundungen vor Ort durchführen: einfache Kartierungen vornehmen, Informationen sammeln, auswerten und Ergebnisse in angemessener Form präsentieren.
- sich mithilfe einfacher Ordnungssysteme auf der Erde orientieren“ (Ministerium für Kultus Jugend und Sport Baden-Württemberg, 2004: S. 240.).

Hier werden nachfolgend mögliche Lernziele diskutiert, dafür repräsentative Raumbispiele aufgesucht und für diese Raumbispiele die fachwissenschaftliche Analyse ihrer Aussagefähigkeit durchgeführt. Wenn der Raum und die Thematik bekannt sind, kann die eigentliche Organisation des Lernverfahrens erfolgen.

### 6.1. Zielauswahl

Die Einpassung von Exkursionen in den Stundenplan, der finanzielle und der zeitliche Rahmen schränken also die real umsetzbaren Möglichkeiten drastisch ein. Auch wenn die Zielsetzung didaktisch noch so wertvoll sein mag, drohen viele Exkursionen an zu weit entfernten Zielen, am drohenden Unterrichtsausfall oder den Kosten zu scheitern. Die Alternative wäre eine Beschränkung von Exkursionen auf den Nahraum. Aber nicht jeder Realraum im Umkreis eignet sich inhaltlich oder verkehrstechnisch als Ziel. Der Zeitaufwand einer Exkursion in den Nahraum hängt ab von der Erreichbarkeit durch den öffentlichen Personennahverkehr (ÖPNV). Je nachdem, wie zentral der eigene Schulort bzw. der Zielort liegen, bringt ein schlechter ÖPNV das Vorhaben zum Scheitern. Ein eigens angemieteter Bus treibt die Kosten in die Höhe und fahrwillige Eltern stehen selten zur Verfügung. Volljährige Schüler/innen mit Führerschein und Auto sind in Zeiten des achtjährigen Gymnasiums ebenfalls eine Rarität. Dementsprechend müssen solche Fragen frühzeitig organisatorisch geklärt werden. Es gilt, Wandertage, Schullandheimaufenthalte oder Abschlussfahrten im Schuljahresplaner festzustellen und diese für die Geographie zu besetzen. In der untenstehenden Tabelle wird am Beispiel des Bildungsplans für das Gymnasium in Baden-Württemberg und einem typischen Schuljahresplan gezeigt, wie man taktisch geschickt Termine und Themen miteinander koordinieren kann.

Klasse und Umsetzungsvorschlag	Bildungsstandards in Baden-Württemberg (Ministerium für Kultus Jugend und Sport Baden-Württemberg, 2004: S. 240-248.)	Region	Themen
5 Als Wandertag oder 2-tägige Exkursion, um die Klassengemeinschaft zu fördern	BS 6, 2. Themenfeld: Ausgewählte Natur-, Lebens- und Wirtschaftsräume in den Großlandschaften Deutschlands Die Schülerinnen und Schüler können Deutschland in Großlandschaften gliedern und diese charakterisieren; für jeweils eine Landschaft Baden-Württembergs und Deutschlands dominante Oberflächenformen, Naturereignisse und Auswirkungen menschlicher Aktivitäten auf diese Räume beschreiben und damit zusammenhängende zukunftsfähige Handlungsperspektiven entwickeln; Ausstattung und Funktionen eines ausgewählten Verdichtungsraumes verstehen.	Schwarzwald	Geologie, Steigungsregen, Tourismus (Naherholungsraum), Holzwirtschaft
		Schwäbische Alb	Karst, Steigungsregen, Tourismus (Naherholungsraum)
		Allgäu	Vieh- und Milchwirtschaft, Steigungsregen
		Rheinebene	Umgestaltung der Landschaft durch den Menschen, Auswirkungen der Rheinkorrektur, Hochwasserschutz
		Eine (Groß)Stadt (Stuttgart, Karlsruhe, Stadt im Nahraum)	Zentraler Ort im (Nah-)Verkehrssystem, Einpendlerregion, Sehenswürdigkeiten, Einkaufszentrum, Regierungszentrum, ...
6 Bietet sich für Schul-landheimaufenthalte an	BS 6, 4. Themenfeld: Natur-, Lebens- und Wirtschaftsräume in Europa Die Schülerinnen und Schüler können ein Hochgebirge Europas (Alpen) als Natur- und Lebensraum erfassen, die Gefährdung des Naturraumes durch menschliche Nutzungen aufzeigen und Handlungsperspektiven für eine zukunftsfähige Entwicklung in Hochgebirgsräumen nachvollziehen; exemplarisch die Grundzüge von Produktionsketten und einer damit verbundenen Arbeitsteilung zwischen Erzeugung, Verarbeitung, Vermarktung und Konsum (Nutzung) beschreiben; am Beispiel eines ausgewählten Wirtschaftsraumes die Grundvoraussetzungen und den Wandel wirtschaftlicher Produktion aufzeigen; die Bedeutung des Tourismus als bestimmenden Wirtschaftsfaktor und die daraus resultierenden Probleme in einer ausgewählten Region Europas darlegen.	Nord- oder Ostsee	Küstenformen, Tourismus
		Alpen	
		Ruhrgbiet	
7 Als Wandertag	1. Themenfeld: Natur-, Lebens- und Wirtschaftsräume in unterschiedlichen Klimazonen	Tropenhaus der Wilhelma in Stuttgart,	Klima, natürliche Vegetation



	Die Schülerinnen und Schüler können	Botanische Gärten	
9 Als Wandertag oder (Halb)Tagesexkursion	BS 10, 1. Themenfeld: Menschen prägen Räume Die Schülerinnen und Schüler können die Wirkung menschlicher Existenz und deren Funktion auf den Raum erfassen und raumprägende Strukturen und Prozesse analysieren; räumliche Muster interpretieren; Strukturen wie Monostruktur und Polystruktur unterscheiden; die Raumwirksamkeit sozialer Gruppen und Gesellschaften erfassen und erklären; die Möglichkeiten und Grenzen der Stadt- und Raumplanung exemplarisch aufzeigen.	Tübingen (Frz. Viertel, Waldhäuser Ost, Ortschaften in direkter Umgebung), Freiburg, Stadt eigener Wahl	Stadtplanung, Bebauung
11-2 Fachexkursion	BS 11-2, Geographie 2stündig Fachspezifische Methodenkompetenzen: Die Schülerinnen und Schüler können Untersuchungen vor Ort (Geländeaufnahmen, Kartierungen, Messungen) und Betriebserkundungen durchführen und mit Institutionen kommunizieren; 1. Themenfeld: Nutzung, Gestaltung und Veränderung der Landschaft in der Region Die Schülerinnen und Schüler können die Veränderungen des Landschaftshaushalts durch eine Form der Nutzung (agrarische Nutzung, Bebauung, Gewinnung von Rohstoffen oder Umgestaltung von Flusslandschaften) erfassen;	Rheinebene	Umgestaltung von Flusslandschaften
12-1 Fachexkursion	BS 12-1, Geographie 2stündig 4. Themenfeld: Globales Problemfeld und Handlungsansätze für nachhaltige Entwicklung Die Schülerinnen und Schüler können ein globales Problemfeld (Verstädterung, Bodendegradation, Süßwasserproblematik) hinsichtlich Ausmaß, Ursachen und Folgen analysieren und Handlungsansätze der Problemlösung im Hinblick auf Nachhaltigkeit bewerten.	Eine Stadt	Stadt und Verstädterung, Bebauung

Tabelle 3: Einpassungsmöglichkeiten von Exkursionen in den Schuljahresplan  
Darstellung: Kisser, T.

Wie auch bei der Planung eines „normalen“ Unterrichts innerhalb der Schule muss Wert auf die Repräsentativität und Aussagekraft eines gewählten (Raum)Beispiels gelegt werden, sodass sich aus ihm möglichst viele Aussagemöglichkeiten ableiten lassen. Ein hoher Einsatzwert von Exkursionszielen ist für einen nachhaltigen Lerneffekt wichtig. Durch diese Aufstellung wird deutlich, dass sich der Bildungsplan nach den Prinzipien der Exemplarität, Aktualität, Problemorientierung und Übertragbarkeit richtet und den entwicklungspsychologischen Grundsätzen gemäß vom Nahen zum Fernen ausgerichtet ist. Beginnend mit den Landschaften des Heimatbundeslandes Baden-Württemberg, von denen eine Landschaft exemplarisch charakterisiert wird, geht es über zu den Großlandschaften Deutschlands, von denen ebenfalls eine beispielhaft charakterisiert wird.

Dabei sollen die Wechselwirkungen im Raum zwischen Natur und Mensch bzw. zwischen Mensch und Natur im Sinne einer systemanalytischen Beziehungslogik erkennbar werden. Die Analyse der Landschaft nach verschiedenen Aspekten wie Genese, Geologie, Relief, Böden, Klima, und der Nutzung durch den Menschen (Primärer, Sekundärer und Tertiärer Sektor) soll so nachvollziehbar werden.

Anstelle des Neulernens findet sehr häufig ein Umlernen statt (Kestler, F., 2002: S. 122). Die wichtige Problemorientierung findet sich in vielen Perspektiven der Raumentwicklung wieder. Seien es die zukunftsfähigen Handlungsperspektiven, zukunftsfähige Entwicklungen, resultierende Probleme aus dem Wirtschaftsfaktor Tourismus, Stadt- und Raumplanung, Veränderungen des Landschaftshaushaltes oder Handlungsansätze der Problemlösung. Die Schüler/innen setzen sich mit der naturräumlichen Ausstattung von Räumen und deren Nutzung durch den Menschen auseinander, und müssen eine möglichst nachhaltige Nutzungsstrategie aufzeigen.

Es ist im Sinne eines nachhaltigen Lerneffekts, Lernorte aufzusuchen, die sowohl die Wechselwirkungen als auch die Problemorientierung als auch ein Umlernen ermöglichen. Diese Lernorte sollten mit den bereits vorhandenen Terminen im Schuljahr kombinierbar sind. Dadurch wird der Arbeitsaufwand zur Durchführung eines Lernpfades gesenkt, da man auf bereits vorhandene Strukturen aufbaut. Durch die regelmäßige Nutzung kann der Arbeitsaufwand für die Anlage von Lernpfaden gerechtfertigt werden.

**THESE VI:** Der Bildungsplan und die üblicherweise behandelten Themen lassen die Anlage von Lernpfaden nachhaltig erscheinen, da man sie regelmäßig verwenden kann und weitergeben kann.

## 6.2. Realisierte Ziele

Die vorgestellten Möglichkeiten, GPS-gestützte Lernpfade einzuführen, umzusetzen und zu evaluieren sind für eine Pilotstudie wie diese zu umfangreich. Um zwei möglichst unterschiedliche Gruppen an Merkmalsträgern daraufhin zu testen, wie bei ihnen eine Akzeptanz von Lernpfaden aussehen könnte, fiel die Wahl wegen der entwicklungspsychologisch unterschiedlichen Sichtweisen und verschiedenen kognitiven Voraussetzungen auf die Klassenstufen 5 und 11. Dadurch ist es möglich, die verschiedenen didaktischen Herangehensweisen bei elfjährigen Schülern/innen gegenüber 17jährigen Schülern/innen auszutesten (Vgl. Kap. 2.3 und Kap. 7):

- Der Lernpfad für die Schüler/innen der fünften Klasse sollte vom Start bis zum Ziel am ehesten einer Linie entsprechen. Für sie wird eine deduktive Verfahrensweise gewählt, die auf eine Instruktion folgt.
- Die Kollegestufenschüler/innen können eine figurale Ordnung kognitiv bewältigen. Sie gehen induktiv, konstruktivistisch vor.

Die Exkursionsgebiete „Nördlinger Ries“ und „Rheinauen bei Karlsruhe“ können jeweils einem Themenfeld aus dem Bildungsplan zugeordnet werden. Zudem sind beide Exkursionsgebiete räumlich klar abgrenzbar, da sie sich trennscharf von ihrer Umgebung differenzieren. Die didaktische Strukturierung wird durch das jeweilige regionaltypische Leitthema mit Bildungsplanbezug und den klar begrenzten Raum erleichtert. Hinsichtlich einer explorativen Vorgehensweise bietet der Bildungsplan für Geographie an den Gymnasien in Baden-Württemberg die Möglichkeit, Erkenntnisse zu Raumbeispielen anhand von Lernpfaden repräsentativ abzuleiten, sie weiter zu bearbeiten und für Raumtransfers zu nutzen.

Da an der Schule, an der der Autor unterrichtet, in Klassenstufe 5 traditionell die Schwäbische Alb als Landschaft Baden-Württembergs thematisiert wird, und diese im Rahmen des Wandertags auch exkursionsmäßig abgedeckt wird, bot es sich an, innerhalb des damit schon bestehenden Organisationsrahmens einen Lernpfad aufzubauen und zu nutzen, weil damit zusammenhängende Probleme in der schulinternen Organisation auf ein notwendiges Minimum reduziert werden konnten. Das Nördlinger Ries ist dank seiner Lageexposition und seinem Relief auch klimatisch als Exkursionsort geeignet. Da Niederschläge aufgrund der Leelage eher selten sind, spielt das Wetter keine entscheidende Rolle für die Terminierung von Exkursionen (Füldner E./Geipel, R.: 1969). Das ist wichtig, denn auch wenn jede Exkursion singulär ist, sollten bei einer Studie die zu bewertenden Veranstaltungen möglichst gleichwertig und vergleichbar sein.

Das Nördlinger Ries in der Nahtstelle von Schwäbischer und Fränkischer Alb bietet typische landschaftliche Elemente mit Verkarstung, Hydrogeologie und Steppenheidevegetation. Neben der darauf basierenden Siedlungslandschaft tritt die Sonderform der Impakttektonik in Erscheinung, die sich in dieser Klarheit europaweit selten so eindeutig erkennen lässt. Durch die extraterrestrische Komponente des Nördlinger Ries konnte ein weiterer Bestandteil des Bildungsplanes geschickt mit der sonst üblichen, altersklassentypischen Thematik verknüpft werden: „Sie erlangen Kenntnis und Verständnis von grundlegenden physisch-geographischen und geologischen Prozessen auf der Erde sowie von kosmologischen Erscheinungen“ (Ministerium für Kultus Jugend und Sport Baden-Württemberg, 2004: S. 239.).

In Studien, die das Schüler/inneninteresse untersuchen, konnte nachgewiesen werden, dass vor allem die Themen „Naturkatastrophen“ und „Weltraum“ auf sehr hohes Interesse bei Schüler/innen stoßen (Hemmer, I., 2010: S. 51, S. 82). Dieses Argument lenkt eine Exkursionstätigkeit „im schwäbischen Karstgebiet“ ziemlich stark in den Bereich des Nördlinger Ries. Für die **Klassenstufe 5** wurde das Thema **„Nördlinger Ries als Landschaft Baden-Württembergs gewählt“**, weil sich hier eine mögliche Exkursion sehr gut mit der Impakttheorie verknüpfen lässt.

Aufgrund der oben erwähnten Mensch-Natur-Wechselwirkungen wäre das Nördlinger Ries durchaus auch für die Kursstufe 11-2 als Kulturraum ein Themenfeld, an dem die Aspekte „Landschaftsgenese“ und „Nutzung durch den Menschen“ in ihrer Abhängigkeit von Lage und infrastruktureller Erreichbarkeit erkannt werden könnten. Um die Studie räumlich zu differenzieren, wurde jedoch davon abgesehen, die komplette Studie am Beispiel des Nördlinger Ries aufzuziehen.

Nach Hemmer zählen auch Umweltthemen und die Eingriffe des Menschen in den Naturhaushalt zu den Themen, die bei den Schüler/innen ein größeres Interesse wecken. Das gemessene Interesse lag 2005 bei 3,18 innerhalb einer fünfstufigen Skala. Damit befinden sich die Umweltprobleme auf Platz drei von sechs im Mittelfeld (Hemmer, I., 2010: S. 51, S.82 f.). Das Interesse von Schülerinnen ist dabei höher als das Interesse von Schülern (Hemmer, I., 2010: S. 98 f.). Die Fragen der vorliegenden Studie sollen deshalb auch in ihrer geschlechtsspezifischen Abhängigkeit betrachtet werden.

Zum Anderen entwickelte das Naturschutzzentrum Karlsruhe (NAZKA) im Jahr 2012 GPS-gestützte Lernpfade zu verschiedenen Themen (Auen, Tulla, Rappenwört, Bäume, Tiere), was die Fragestellung bis hin zu einer möglichen didaktischen Beratung durch diese Studie mitbeeinflusste.

Nicht zuletzt die sehr günstige Verkehrslage und die damit verbundene Nutzbarkeit der Ergebnisse durch andere Schulen legen nachdrücklich ein Thema „Rheinauen“ unter Einbindung des darin liegenden NAZKA nahe. Auch die Rheinauen eignen sich dank der geringen Anzahl von Regentagen für den Standort eines Lernpfads in dieser vergleichenden Untersuchung.

So bietet sich für die Kollegstufe deshalb das Thema „Umgestaltung von Flusslandschaften“ an. Es zeigt hier innerhalb der oben erwähnten Wechselbeziehungen den Einfluss des Menschen auf die Natur. Unterstützend kann auf einige Schulbücher zurückgegriffen werden, in denen „die Rheinauen“ von als Beispiel für die Umgestaltung von Flusslandschaften gewählt wurden und damit ein aussagekräftigeres Material zur Verfügung steht als bei einem lokalen Fließgewässer.

Als Lernpfadthema für die **Jahrgangsstufe 11-2** wurde somit die „**anthropogene Umgestaltung der Rheinauen**“ thematisiert.

#### **THESE VII:**

**A)** Schüler zeigen im Vergleich zu Schülerinnen ein höheres Interesse für die Geographie und naturwissenschaftliche Themen. Schüler erzielen deshalb im Lernpfad und im Lernzirkel Nördlinger Ries deutlich nachhaltigeren Lerngewinn als Schülerinnen.

**B)** Beim Thema Umgestaltung von Flusslandschaften erzielen Schülerinnen und Schülern ähnlich nachhaltigen Lerngewinn.

### **6.3. Transportierter fachwissenschaftlicher Hintergrund**

In der Befassung mit einem Thema muss die Didaktik darauf achten, dass mit der Vereinfachung des fachwissenschaftlichen Zusammenhanges (didaktische Reduktion) die fachliche Richtigkeit trotzdem erhalten bleibt. So können die wissenschaftlichen Sachverhalte und Fachmethoden für den Unterricht aus entwicklungs- und lernpsychologischen Gründen bzw. aus Gründen der Komplexität nicht unverändert übernommen werden. Schüler/innen arbeiten auch anders und langsamer als Fachwissenschaftler. Sachverhalte und Methoden stellen für sie in der Regel Neuland dar, das sie zum ersten Mal betreten. Ihre Ausdrucksfähigkeit bedarf zudem der Weiterentwicklung.

Auch aus schulischen Gründen müssen wissenschaftliche Sachverhalte didaktisch strukturiert werden. Die vier klassischen Funktionen von Schule: „Qualifikation“, „Sozialisation“, „Selektion“, und

„Legitimation“ erzwingen einen Umstrukturierungsprozess. Schule soll Schüler/innen auf ihr späteres Berufsleben, Privatleben und Leben in der Gesellschaft vorbereiten. Damit diese Funktion bestmöglich erfüllt wird, müssen die fachwissenschaftlichen Sachverhalte für die Schüler/innen einen deutlichen Lebensbezug aufweisen. Sachverhalte bieten darüber hinaus Anlass zu Diskussionen. Sei es die Notwendigkeit bzw. die beste Form der Entwicklungshilfe oder die Rolle des Menschen auf das Klimageschehen. Durch eine gemeinsame, beurteilende Behandlung der Sachverhalte werden Schüler/innen sozialisiert. Sie erfahren Relevantes über unsere Lebenswelt und welches Verhalten gesellschaftlichem Konsens entspricht. Gelingt eine solche Vermittlung von gesellschaftlichen Grundwerten sind die Schüler/innen in die Gesellschaft integriert.

Unterschiedliche Schulabschlüsse und Schulnoten berechtigen weiterhin zu unterschiedlichen Ausbildungen und Studiengängen. Dies wirkt sich auf die wissenschaftlichen Sachverhalte dahingehend aus, dass sie für verschiedene Schultypen und für ein unterschiedliches Leistungspotential der Schüler/innen unterschiedlich didaktisch strukturiert werden müssen (Fend, H., 2006: S. 49 ff.).

Wie können diese übergeordneten gesellschaftlichen Ansprüche im Fach Geographie verwirklicht werden? Die hier üblichen Unterrichtseinheiten nach dem regional-thematischen Ansatz folgen in der Regel einer immer gleichen Schematik. Beginnend mit den natürlichen Voraussetzungen, sprich der regionalen physischen Geographie, wechselt man anschließend in den humangeographischen Bereich über. Einerseits bietet diese Strukturierung den Schüler/innen eine immanente Logik und Orientierung an, andererseits besteht durch eine unreflektierende Vorgehensweise die Gefahr des Naturdeterminismus (Rinschede, G., 2007: S. 105 ff.).

Methodisch erfahren die geographischen Sachverhalte eine Strukturierung in drei Stufen: Auf die Erscheinungsebene, in der zunächst Informationen gewonnen werden folgt die Erklärungsebene. Die Informationen werden in einen sachlogischen Zusammenhang zueinander gebracht. Abschließend erfolgt die Entscheidungs- /Handlungsebene, die der angewandten Geographie ähnelt. In den unteren Klassen wird die dritte Ebene stark verkürzt. In der Jahrgangsstufe hingegen erfährt sie eine enorme Aufwertung.

Diese Dreistufung findet sich in den Lernpfaden „Nördlinger Ries“ und „Rheinauen“ wieder. Das Nördlinger Ries, das von der Klassenstufe 5 durchlaufen wird, beschränkt sich thematisch auf die physische Geographie. Erscheinungsebene und Erklärungsebene dominieren. Erscheinungsformen außerhalb des Rieskraters, die mit dem Ries-Impakt in Verbindung stehen, sind ohne Relevanz. Die fachwissenschaftliche Analyse konzentriert sich auf die Genese und Erscheinungsform innerhalb des Rieskraters.

Bei den Rheinauen wird auch in den damit befassten Schulbüchern auf Fragen der Genese, der Auswirkungen des Klimawandels sowie auf eine Befassung mit den Räumen rheinaufwärts und rheinabwärts des Oberrheins verzichtet. Diese Vorgehensweise wurde so aus der Vorgabe des Bildungsplanes übernommen. Der Bildungsplan äußert sich hierzu wie folgt: „Die Schülerinnen und Schüler können die Veränderungen des Landschaftshaushalts durch eine Form der Nutzung ((...) Umgestaltung von Flusslandschaften) erfassen“ (Ministerium für Kultus Jugend und Sport Baden-Württemberg, 2004: S. 243). Dieser Bildungsstandard wird damit vollständig erfüllt.

### 6.3.1. Das Nördlinger Ries

Das Nördlinger Ries ist eine auffällig kreisrunde Landschaft, die einen Durchmesser von 25km aufweist. Das Ries liegt in der bayerisch-baden-württembergischen Grenzregion zwischen Schwäbischer und Fränkischer Alb. Ursprünglich war der Raum des heutigen Ries Übergangslos in die Alblandschaft eingebunden. Das überdeckte kristalline Grundgestein entspricht dem Kristallin der Böhmisches Masse im Osten und dem des Schwarzwalds im Westen (Hüttner, R./Schmidt-Kaler, H., 2003: S. 7 ff., S. 11f.). Nachfolgend sollen zur Darstellung der fachwissenschaftlichen Ausgangslage Prozesse und Ereignisse, die das kristalline Gestein überprägten und letztendlich das Ries so formten, wie wir es heute vorfinden, in vereinfachter Form wiedergegeben werden.

Ausgehend von der geomorphologischen Physiognomie stellt das Ries mit seiner schüsselförmigen Ebene eine Sonderform zwischen den Alblandschaften im Westen und Osten dar. Der erkennbare Wall rund um das Ries ist unterschiedlich hoch. Die geringere Höhe im Norden und Nordwesten lässt auf mögliche Abtragungsprozesse schließen, die in nordwestlicher Richtung stärker waren (Hüttner, R./Schmidt-Kaler, H., 2003: S. 9). In der Sedimentabfolge sind über dem Kristallin folgende stratigraphische Schichten erkennbar (Schichtfolge vgl. Abbildung 21, Meterangaben in der Zeichnung und dem Text entsprechen sich nicht immer):

- Ein transgredierendes Muschelkalk-Meer lagert überwiegend im Nordwesten und im Zentrum während der mittleren Trias Sedimente ab. Die sandigen Ablagerungen betragen im Kraterzentrum bis zu 50m.
- In der Obertrias wird der Bereich des heutigen Ries weiter in Richtung Süden geflutet, sodass es zu Keuperablagerungen von insgesamt ca. 200m Mächtigkeit im Rieszentrum kommt (Hüttner, R./Schmidt-Kaler, H., 2003: S. 13).
- Darauf folgen im Jura Ablagerungen des Schwarzjura/Lias (1), des Braunjura/Dogger (2) und des Weißjura/Malm (3):
  - o (1) Tone und Mergel mit eingeschalteten Kalkbänken finden sich in einer Gesamtmächtigkeit von 10-30m;
  - o (2) der darauf liegende Opalinuston und Eisensandstein sind 140m mächtig
  - o (3) und die aus Kalken und Mergeln bestehende karbonatische Sedimentation weist teilweise mehr als 350m Mächtigkeit auf. Vor allem diese Massenkalk überwiegen später in den Trümmern des Ries-Impakts (Hüttner, R./Schmidt-Kaler, H., 2003: S. 13 ff.).

Kreidezeit und Tertiär sind im Ries-Raum überwiegend festländische Perioden. Im Rahmen der Schrägstellung der Süddeutschen Schichtstufenlandschaft kommt es zu Hebungsprozessen mit einem Einfallen nach Osten, was eine verstärkte Erosion durch Wasser und Wind an der Oberfläche nach sich zieht. Während der tropischen Phase des Tertiärs verkarsteten die Kalke: Das hydrologische Geschehen stellt sich um.

Im Untermiozän bildet das Meer während der Phase der „Oberen Meeresmolasse“ nahe dem späteren Riessüdrand ein Strandkliff aus, das sogenannte Burdigakliff. Die dort lagernden Quarzsande werden genauso wie die Massenkalk und die glimmerreichen Sande und mergeligen Tone, die danach von der Oberen Süßwassermolasse im Mittelmiozän abgelagert werden, zu wesentlichen Bestandteilen im Rahmen des Ries-Impakts, der dann im Mittelmiozän die Landschaft so einzigartig zentrosymmetrisch verformt (Hüttner, R./Schmidt-Kaler, H., 2003: S. 15 ff.).

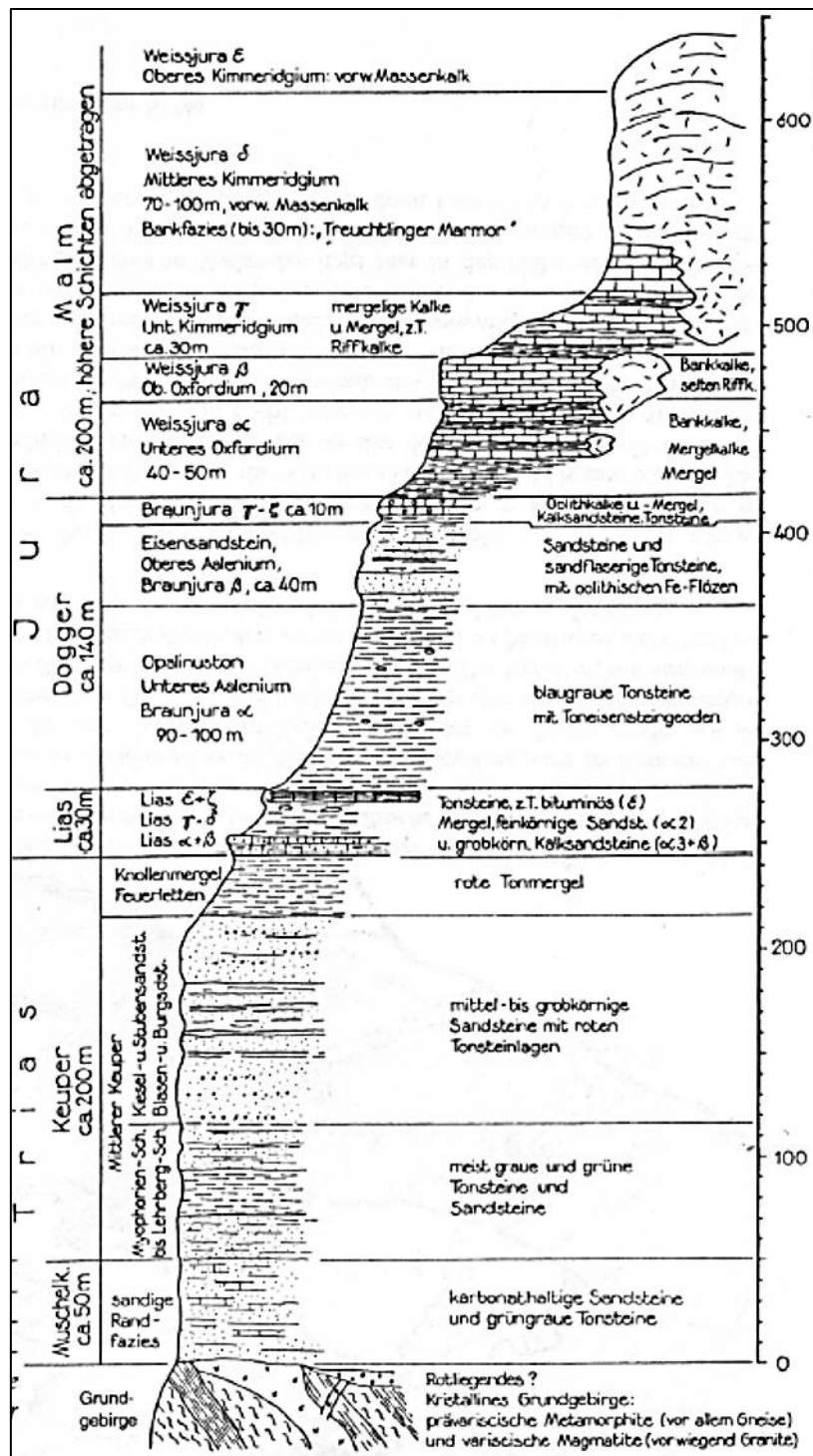


Abbildung 21: Schichtfolge im Ries vor dem Ries-Impakt

Quelle: Hüttner, R./Schmidt-Kaler, H., 2003: S. 10

Diese Stratigraphie wurde im Bereich des heutigen Ries vor ca. 15 Mio. Jahren durch einen Asteroid weitgehend aufgelöst. Das als Ries-Impakt bekannte Ereignis entspricht dem Einschlag eines extraterrestrischen Körpers. In den Broschüren und der Fachliteratur wird oft von einem Meteoriten gesprochen. Diese Begriffswahl ist nur mit Einschränkung korrekt, denn die Internationale Astronomische Union (IAU) unterscheidet Asteroiden und Meteoriten mittels ihrer Größe. Im vorliegenden Fall muss bei einem Kraterdurchmesser von 25km von einer massiven mechanischen Beeinflussung der Erdoberfläche durch einen Asteroiden ausgegangen werden. Asteroiden sind groß genug, um den Ein-

tritt in die Erdatmosphäre als Körper zu überstehen und auf der Erdoberfläche einzuschlagen. Meteoriten sind kleiner als Asteroiden und Kometen und bestehen meistens aus deren Bruchstücken.

Tritt ein Meteorit in die Erdatmosphäre ein, entsteht durch die zunehmend dichter werdende Atmosphäre eine massive Reibung mit der Folge einer starken Erhitzung. Durch die Aufnahme von Energie in Form der hohen Temperaturen werden die Luftmoleküle zunächst ionisiert. Anschließend werden sie rekombiniert, was zu einer Neutralisation führt. Hierbei setzen sie die aufgenommene Energie wieder frei. Hinter dem Meteoriten entsteht so eine Leuchtspur durch die Verbrennung der flüchtigen Bestandteile, die seine Flugbahn sichtbar macht. In der Regel verglüht der Meteorit vollständig, manchmal erreichen kleine Teile die Erdoberfläche. Asteroiden erreichen aufgrund ihres größeren Volumens immer die Erdoberfläche (<http://nineplanets.org/meteorites.html>, <http://nineplanets.org/asteroids.html>, <http://www.n-tv.de/mediathek/bilderserien/wissen/Asteroiden-Meteoriten-und-Kometen-article1281801.html>, <http://scienceblogs.de/astrodicticum-simplex/2010/07/05/kometen-asteroiden-meteoroiden-meteore-und-meteorite-was-ist-der-unterschied/>).

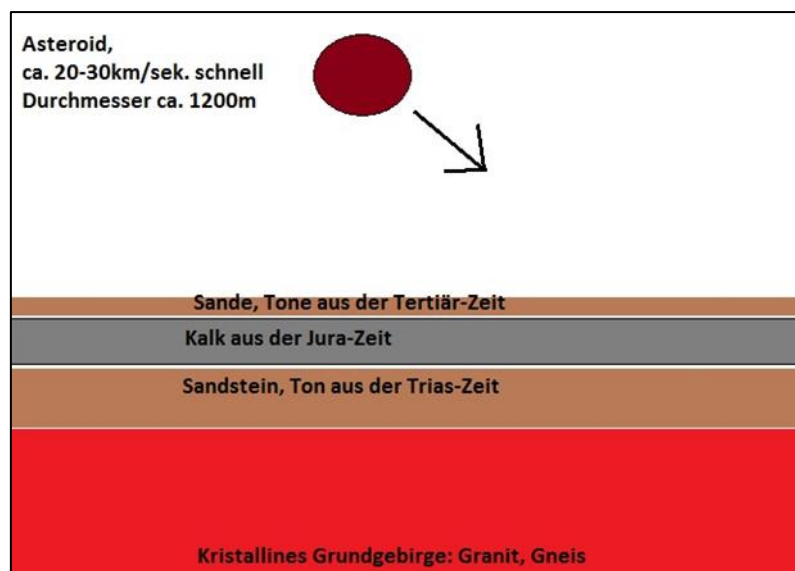


Abbildung 22: Asteroid in der Erdatmosphäre kurz vor dem Impact

Quelle: Kisser, T., nach: [http://www.geopark-ries.de/index.php/de/entstehung\\_rieskrater](http://www.geopark-ries.de/index.php/de/entstehung_rieskrater)

Wesentlich zum Verständnis ist die Sequenzierung des Aufpralls in einzelne Phasen. Man geht derzeit von einer Masse mit 1km Durchmesser und einer Aufprallgeschwindigkeit zwischen 20 und 30km/Sek. aus. Mit Hilfe von Modellrechnungen, (Fall)Experimenten, Sprengbeobachtungen, Gesteinslagerungen und Simulationsversuchen konnte der Vorgang weitgehend rekonstruiert werden und könnte sich innerhalb weniger Minuten folgendermaßen abgespielt haben. Durch den Aufprall (Phase 1: Kontakt, s. Abbildung 23) entsteht ein extrem hoher Druck (4-5 Millionen bar) und eine extrem hohe Temperatur (10.000-30.000°C), die den Asteroiden und das Gestein schmelzen und teilweise verdampfen lassen. Die ersten ausgeworfenen Körper sind geschmolzene Moldavite, die in einer Entfernung von bis zu 450km gefunden werden (Hüttner, R./Schmidt-Kaler, H., 2003: S. 17 f., S. 40, S. 44 f.).



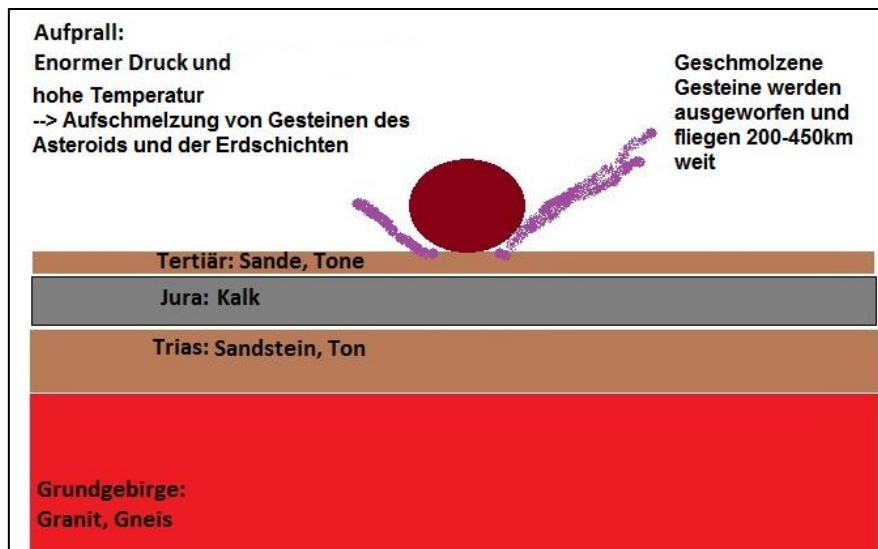


Abbildung 23: Phase 1: Kontakt

Quelle: Kisser, T., nach: [http://www.geopark-ries.de/index.php/de/entstehung\\_rieskrater](http://www.geopark-ries.de/index.php/de/entstehung_rieskrater)

Der Aufprall löst eine Stoßwelle aus, die sich im Untergrund fortsetzt (Phase 2: Kompression, s. Abbildung 24). Bei dieser progressiven Stoßwellenmetamorphose nehmen der Druck und die Temperatur rund um das Einschlagszentrum kontinuierlich ab. Über dem zerbrochenen Gestein bildet sich eine Glutwolke aus verdampftem, geschmolzenem Gestein. Im ca. 4500m tiefen Primärkrater liegen geschmolzene Gesteine und Gesteinsfragmente auf dem zerbrochenen Grundgebirge (Vgl. Abbildung 25, Hüttner, R., Schmidt-Kaler, H., 2003: S. 40).

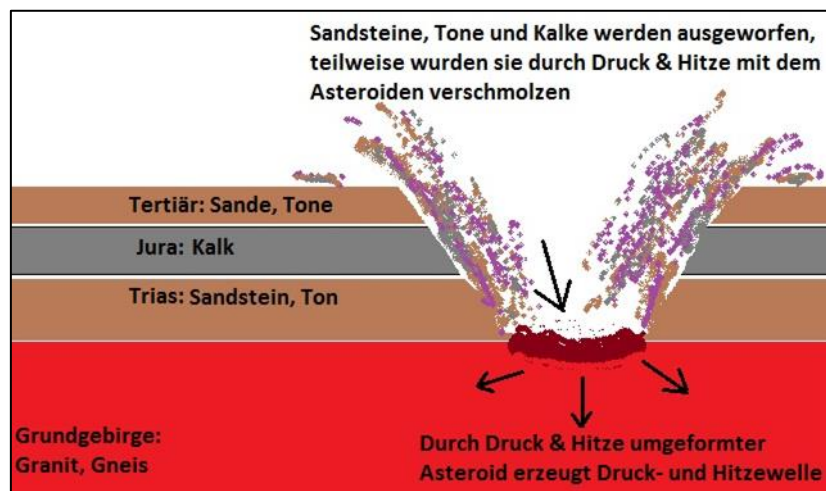


Abbildung 24: Phase 2: Kompression

Quelle: Kisser, T., nach: [http://www.geopark-ries.de/index.php/de/entstehung\\_rieskrater](http://www.geopark-ries.de/index.php/de/entstehung_rieskrater)

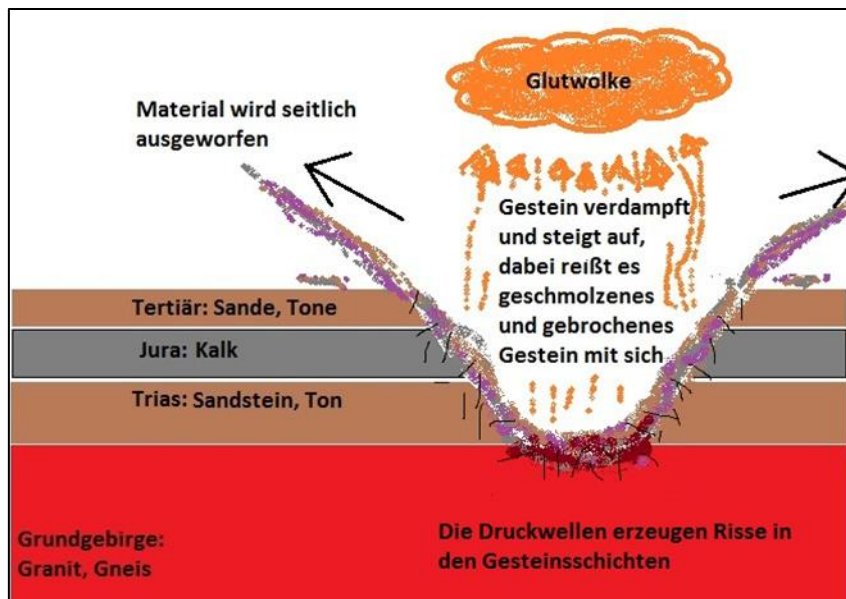


Abbildung 25: Phase 2: Kompression (Fortsetzung)

Quelle: Kisser, T., nach: [http://www.geopark-ries.de/index.php/de/entstehung\\_rieskrater](http://www.geopark-ries.de/index.php/de/entstehung_rieskrater)

Das Rückfedern des Untergrunds (Phasen 3 und 4: Beginn und Ende der Exkavation, s. Abbildung 26) bewirkt eine Druckentlastung. Der Primärkrater wird quasi zu einem Zentralberg im Einschlagsgebiet, um den herum sich eine kreisförmige Freisprennungsfläche und die Randabsenkung des Kraters bilden. Der ursprüngliche Krateradius von 26-28km verringert sich so auf die heutigen 25km. Rundherum wird verschiedenartiges weiteres Material zunächst in hohem Bogen, kurze Zeit später gleitend ausgeworfen, sodass sich Schleifspuren bilden (Hüttner, R./Schmidt-Kaler, H., 2003: S. 40 ff.).

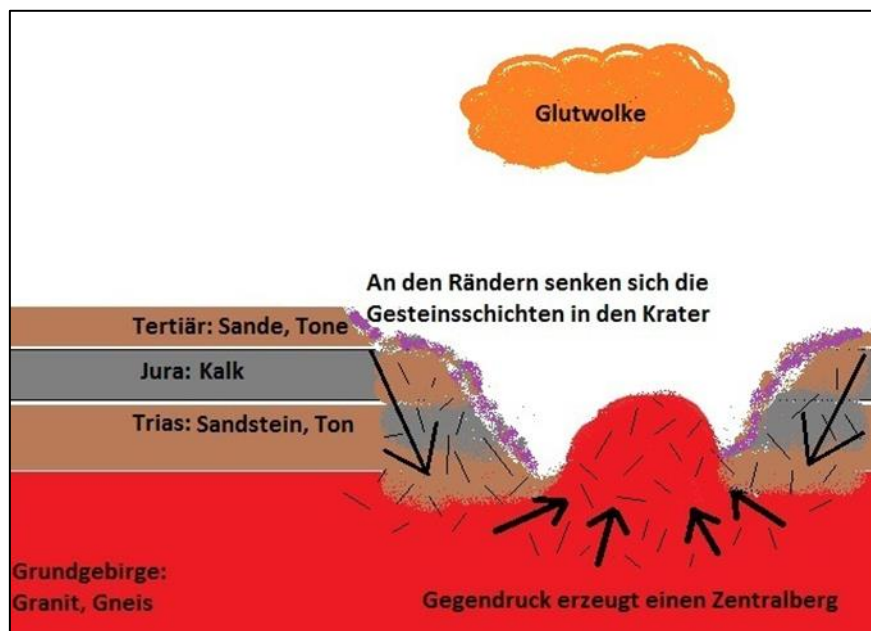


Abbildung 26: Phasen 3 und 4: Beginn und Ende der Exkavation

Quelle: Kisser, T., nach: [http://www.geopark-ries.de/index.php/de/entstehung\\_rieskrater](http://www.geopark-ries.de/index.php/de/entstehung_rieskrater)

In der letzten Phase des Ries-Impakts kollabieren sowohl der Zentralberg als auch die Glutwolke (Phase 5: Suevitablagerung, s. Abbildung 27). Über dem ehemaligen Zentralberg „regnet“ es Rückfall-Suevit, über dem seitlich lagernden Auswurfsmaterial sogenannten Auswurfs-Suevit (Hüttner, R./Schmidt-Kaler, H., 2003.: S. 42). Die Unterscheidung ist notwendig, da sich die Materialien deutlich unterscheiden. So weist der Rückfall-Suevit einen deutlich geringeren Glasgehalt auf. Die Glaspartikel

sind kleiner und liegen nicht in Fladenform vor. Die Mächtigkeit des Rückfall-Suevit im zentralen Kraterbereich beträgt bis zu 400m (Hüttner, R./Schmidt-Kaler, H./2003: S. 32 ff.).

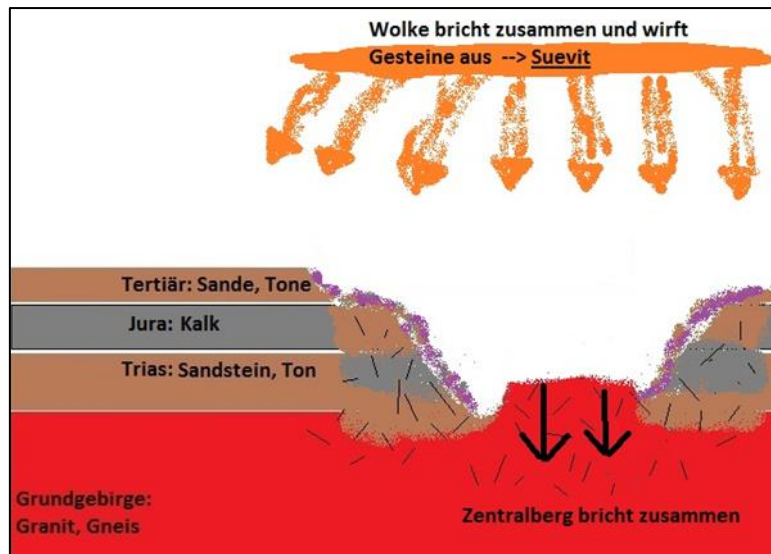


Abbildung 27: Phase 5: Suevitablagerung

Quelle: Kisser, T., nach: [http://www.geopark-ries.de/index.php/de/entstehung\\_rieskrater](http://www.geopark-ries.de/index.php/de/entstehung_rieskrater)

Insgesamt dauert der gesamte Impakt-Vorgang nur wenige Minuten, innerhalb derer ca.  $150\text{km}^3$  Gestein bewegt werden. Bei den Phasen 1-3 geht man von Millisekunden bzw. wenigen Sekunden aus. Der zunächst klar gegliederte Ablauf muss mehr als Kontinuum verstanden werden, in dem sich die Phasen gegenseitig überschneiden. In einem Radius von 50km wurden die Flora und Fauna vernichtet.  $6500\text{km}^2$  der Erdoberfläche wurden verändert (Hüttner, R./Schmidt-Kaler, H., 2003: S. 45, S. 50).

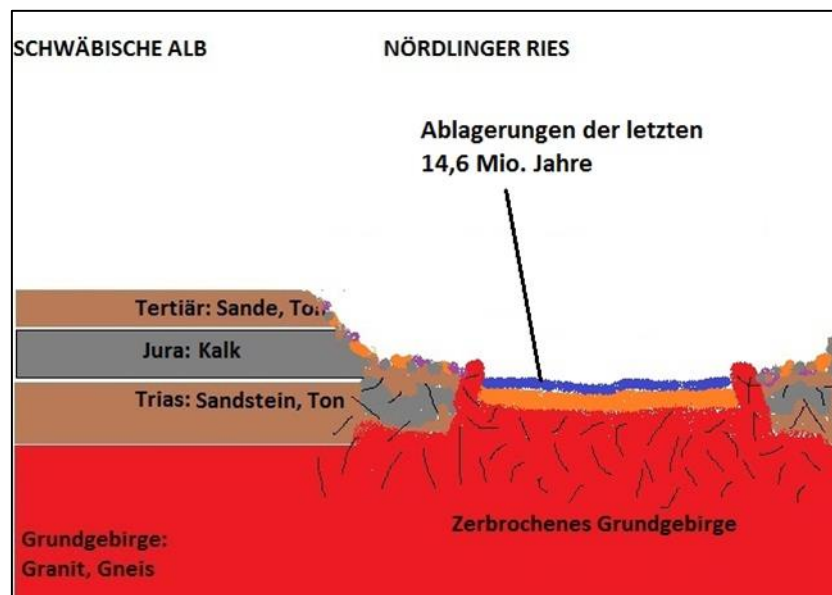


Abbildung 28: Krateraufbau und Rieslandschaft heute

Quelle: Kisser, T., nach: [http://www.geopark-ries.de/index.php/de/entstehung\\_rieskrater](http://www.geopark-ries.de/index.php/de/entstehung_rieskrater)

Die Riesstruktur der Gegenwart zeigt folgende Einzelheiten: Der zentrale Krater liegt ca. 60m unter der Riesebene und ist 12km breit. Nach außen folgt der innere Ring, es handelt sich um einen kristallinen Wall. Daran schließt sich die 7-8km breite Kraterrandzone an. Ihre Höhen bestehen aus Riesseekalken, die nach dem Ries-Impakt entstanden sind und auf Grundgestein lagern. Der strukturelle

Kraterrand grenzt das Nördlinger Ries nach außen hin ab (Vgl. Abbildung 28). Da im Norden und Nordwesten der Kraterrand nicht so deutlich wie im Süden und Südwesten wiederzufinden ist, ist es relevant, vom strukturellen Kraterrand zu sprechen. Innerhalb des strukturellen Kraterrandes kam es zu nach außen gerichteten Auswurfbewegungen, während die Kraterrandschollen nach innen abgeglitten und so den Kraterradius verringerten. Das Vorries, außerhalb des Nördlinger Ries, ist lediglich von Auswurfmassen (Bunte Trümmermassen und Suevit) geprägt (Hüttner, R./Schmidt-Kaler, H., 2003: S. 37 ff.).

Während des Ries-Impakts entstanden nicht nur Gesteinsneubildungen wie Suevit, sondern auch Mineralneu- und Umbildungen wie z. B. Coesit, Stishovit, Diamanten sowie strukturelle Veränderungen im Gestein wie in den sogenannten Shatter Cones. Coesit und Stishovit entstehen als Hochdruckvarianten aus demselben Ausgangselement, dem Quarz  $\text{SiO}_2$ . Diamanten entstehen aus Graphitteilchen; diese sind allerdings nur als kleine Plättchen im Gestein enthalten. Diamanten erreichen damit eine maximale Größe von 1mm. Ein Abbau oder eine Verwertung lohnt daher nicht. Shatter Cones zeigen Rupturen auf, die von der Stoßwelle ausgelöst wurden. Sie bilden fächerförmige Strukturen im Festgestein, wobei der Scheitelpunkt die Einschlagrichtung anzeigt (Hüttner, R./Schmidt-Kaler, H., 2003: S. 18).

Zu den Bunten Trümmermassen zählen sowohl die Bunte Breccie als auch die allochthonen Schollen.

Allochthone Schollen (griechisch für „fremde Erde“) wurden aus dem ursprünglichen Gesteinsverbund gelöst und verlagert. Die Bunten Trümmermassen erreichen südlich der Klifflinie innerhalb des Ries eine Mächtigkeit von bis zu 80m, nördlich davon sind sie 30-50m mächtig. Markant ist ihre intensive Zerklüftung, zudem sind sie verruscht (vergriest), verbogen und gestaucht. Innerhalb des Kraters befinden sich deutlich mehr dislozierte, also allochthone Schollen als außerhalb des Kraters. Es ist davon auszugehen, dass die Schollen, die über den Krater hinaus transportiert wurden, schon während des Transports zerbrachen und dort als Bunte Breccien liegen. Die dislozierten Schollen können weiter in Malmkalkschollen und Bankkalkschollen unterschieden werden. Die Bankkalke sind weniger zerrüttet, weisen keine Mörteltextur auf und sind plattig, leicht verschoben und geklüftet. Malmkalke oder Massenkalke dagegen sind zerklüftet und verruscht. Tone und Mergelgesteine sind bei beiden Schollen plastisch verbogen. Verwitterungsprozesse haben die ursprünglichen Zerscherungen und Zerklüftungen unkenntlich gemacht (Hüttner, R./Schmidt-Kaler, H., 2003: S. 20 ff., S. 28 ff.).

Die Bunte Breccie besteht aus Bruchstücken verschiedener Gesteinsformen, die als buntes Gemenge abgelagert wurden, daher der Name. Die Bunte Breccie ist, wie die Steine der allochthonen Schollen, ein Gemenge unterschiedlicher Gesteine, nur kleinerstückig. In einer lehmigen Grundmasse sind verschiedene Gesteine chaotisch durcheinander gemengt. Bunte Breccien sind sehr unterschiedlich, da der Anteil des lokalen Materials in der Breccie mit steigender Entfernung vom Krater zunimmt. Die Breccie muss während des Auswurfs und der Landung so heiß gewesen sein, dass ein Mischungsprozess vor Ort möglich war. Große und weiche Partikel sind ballenförmig oder fetzenartig geformt. Große und harte Partikel dagegen haben eine polyedrische Formung, ebenso wie kleine Partikel im Allgemeinen. Die Mörteltextur ist auch hier, wie bei den allochthonen Schollen, gegeben. Dominieren Malmkalke, ist die Breccie eher bräunlich gefärbt, eine grüne Färbung deutet auf Tertiärablagerungen hin (Hüttner, R./Schmidt-Kaler, H., 2003: S. 24 ff. S. 28 ff.).

Im Übergangsbereich zwischen der Bunten Breccie und dem Suevit befindet sich die Polymikte Breccie. Der Übergang ist durch wenige Fladen blasenreicher Gläser definiert (Hüttner, R./Schmidt-Kaler, H., 2003: S. 32).

Fladenstruktur, ein hoher Glasgehalt und eine dauerhafte Magnetisierung, die sich bei einer Ablagerungstemperatur von mindestens 600°C gebildet hat, kennzeichnen den Suevit. Die Fladen sind vollkommen aufgeschmolzenes kristallines Grundgebirge. Da der Suevit aus der Verdampfungswolke heraus auf die Landschaft niederregnete, die bereits von den Bunten Trümmern bedeckt wurde, überlagerte er diese. In seiner Verbreitung ist der Suevit zerzipfelt. Wie bei der Bunten Breccie auch wurden die Sedimentgesteine während des Auskühlens erst sekundär aufgenommen. Der Auswurf-Suevit ist maximal 80m mächtig, nimmt insgesamt eine Fläche von 1km<sup>2</sup> ein und lagert isoliert in einer Entfernung von bis zu 22km vom Kraterzentrum. Die Kristallingesteine können auch als Fragmente in der grauen, tuffbreccienartigen Masse liegen. Der Glasgehalt beträgt zwischen 10 und 20 Volumen-%. Die Suevitgläser sind durch Schlieren, Blasen, Gesteins- und Mineralfragmente geprägt und entsprechend inhomogen. Die Zentimeter bis Dezimeter großen, ovalen Glasbomben verfügen meist über einen gedrehten Schwanz, der abgetrennt wurde. Hinzu kommen 30-40 Volumen-% Montmorillonit. Der Rest ist eine feinkörnige Masse. Die chemische Zusammensetzung ähnelt der von Biotit-Plagioklas-Paragneis oder Mischgneis oder einer Mischung aus Grundgebirgssteinen. Den Rückfall-Suevit findet man im zentralen Krater, den Auswurf-Suevit hingegen in der Kraterzone und im Vorries (Hüttner, R./Schmidt-Kaler, H.2003: S. 32 ff.).

Neben den bereits aufgeführten allochthonen Schollen befinden sich im Ries auch autochthone und paraautochthone Schollen. Sie liegen meist in scharfer Abgrenzung unter den allochthonen Schollen, falls sie nicht durch Abtragungsprozesse freigelegt wurden. Wurden Schollen innerhalb des Kraters bewegt, und liegen isoliert von ihrem normal Liegenden, spricht man von paraautochthonen Schollen. Autochthone Schollen dagegen weisen noch eine Verbindung zu ihrem normal Liegenden auf. In der Regel rissen Bunte Trümmern während ihrer Verlagerung die (para)autochthonen Schollen ein Stück weit oder mehr mit. Dabei kam es zu Schleifspuren, die vom Kraterzentrum weg führen. Zertrümmerungen und Breccierungen sind ebenfalls möglich (Hüttner, R./Schmidt-Kaler, H., 2003: S. 30 f.).

Eine weitere Auswirkung des Ries-Ereignisses war eine völlig neue Hydrographie, die durch die Umgestaltung der Landschaft und die Plombierung zahlreicher Flüsse zustande kam. Direkt nach dem Ries-Impakt muss es zu extremen Wolkenbrüchen über dem Ries gekommen sein. Die Schuttströme flossen hangabwärts in das Kraterzentrum. In der näheren Umgebung des Ries, wie auch im Ries selbst, bildeten sich Stauseen. Der Riessee war ein zunächst salzhaltiger, flachgründiger, und durch den Kraterabfluss abflussloser See. In diesem See konnten sich nur Rot-, Braun- und Kieselalgen ansiedeln. Zwar fiel der See im Tertiär vermutlich mehrmals trocken, grundsätzlich müssten sich aber Zufluss und Verdunstung die Waage gehalten haben, denn erst in einer feuchtbestimmten Umgebung werden Wasservögel, Schnecken und Muschelkrebse heimisch. Die Algenarten differenzierten sich aus und im Uferbereich existierten Wasserkiefern und Schilf. Der See süßte zusehends aus. Aus dieser Zeit sind bis zu 300m Seesedimente erhalten, die hauptsächlich aus Tonen und Algenkalken bestehen (Hüttner, R./Schmidt-Kaler, H., 2003: S. 47, S. 49 f.).

Im Pleistozän wurde endgültig die heutige Flächenform durch Abtragung herausgeformt. Indem sich mit der Wörnitz ein Abfluss nach Süden ausbildete, wurden die Tonsedimente des Sees durch fluviale Prozesse abgetragen. Zurück blieben Kiese und Sande. Löß und Flugsande wurden während die-

ser Zeit durch äolische Prozesse ins Ries eingetragen. Die heutige vielfältige Landschaft des Ries gründet auf diesem abwechslungsreichen Untergrund. Löß- und Lößlehmböden werden landwirtschaftlich genutzt. Auf den Schollen befinden sich Trocken- und Magerwiesen (Hüttner, R./Schmidt-Kaler, H., 2003: S. 9).

### 6.3.2. Lernpfad „Nördlinger Ries“

Der Lernpfad „Nördlinger Ries“ richtet sich an Schüler/innen der Klassenstufe 5. Wie auf Seite 56 beschrieben, werden die geographischen Sachverhalte für diese Klassenstufe in aller Regel auf die Erscheinungsebene und die Erklärungsebene reduziert. Was vom fachwissenschaftlichen Hintergrund ist für Schüler dieser Altersgruppe wichtig und auch verständlich?

Im Falle des Nördlinger Ries ist der Ries-Impakt das zentrale Ereignis, das zur Einzigartigkeit der Rieslandschaft führte. Der Ries-Impakt gestaltete die vorherige Stratigraphie um. Die Landschaftsveränderungen durch den Ries-Impakts sollen nachvollzogen werden können. Hierfür gilt es die wesentlichen geologischen Formationen aus der Zeit vor dem Ries-Impakt, die heute zu finden sind, zu kennen, um sie richtig zuordnen zu können.

Die Morphologie des Nördlinger Ries kann als charakteristisch für Impaktkrater angesehen werden. Sie zeichnet sich strukturell aus durch:

- den zentraler Krater (60m tief, 12km breit)
- den Inneren Ring (kristalliner Wall)
- die 7-8km breite Kraterrandzone
- den daran anschließenden strukturellen Kraterrand als Außengrenze

Diese Erscheinungsformen sollen wiedererkannt und den Phasen ihrer Genese zugeordnet werden. Folglich bietet es sich für einen zu schaffenden Lernpfad an, die verschiedenen Zonen zu durchlaufen, um jeweils vor Ort das jeweilige Charakteristikum zu erfassen. Dies kann auch das räumliche Nebeneinander der verschiedenen Zonen in ihrer Entstehungsgeschichte erklären.

Von der früheren Schichtung sind an der Oberfläche der Landschaft nur noch einige wenige Elemente auffindbar. Dazu zählen:

- Karbonatische Sedimente (Massenkalke) des Weißjura/Malm mit Verkarstungsphänomenen aus der tropischen Phase des Tertiärs.
- Quarzsande des Burdigakliffs aus dem Untermiozän

Zudem wurden Gesteine und Minerale neu- und umgebildet:

- Gesteinsneubildung: Suevit
- Neue Minerale, umgebildete Minerale: Unter anderem Coesit, Stishovit, Diamanten
- Strukturelle Veränderungen im Gestein: Shatter Cones

Umgelagerte Gesteine und Gesteinsteile:

- Bunte Trümmermassen: Bunte Breccie, allochthone Schollen, letztere vor allem innerhalb des Kraters
- Autochthone und paraautochthone Schollen

Nach der Kraterbildung abgelagerte Formationen:

- Seesedimente

Folgen der landwirtschaftlichen Nutzung durch den Menschen:

- Nutzung: Agrarisch genutzte fruchtbare Löß- und Lößlehmböden in der Ebene, Trocken- und Magerwiesen auf den Schollen

Der Lernpfad „Nördlinger Ries“ wird diese Vielfalt nicht vollständig abhandeln können. Aufgrund der begrenzten Dauer (1 Exkursionstag) und die didaktische Reduktion für die Klassenstufe 5 müssen besonders typische und aussagekräftige Phänomene ausgewählt werden. So bietet es sich an, die Landschaftsumformungsprozesse und den geologischen Formenschatz als die beiden Elemente aufzugreifen, an denen sich der Lernpfad durchgehend orientiert. Die diverse Nutzung durch den Menschen in Form von Trocken- und Magerwiesen auf den Schollen und landwirtschaftlicher Nutzung auf den Löß- und Lößlehmböden der Ebene würde als neue Ebene die Handlungsebene betreffen und zusätzlich den Themenbereich der Bodengeographie öffnen. Für eine derartige Überblicksexkursion eignen sich Schüler/innen der Klassenstufe 5 nicht unbedingt. Bei eintägigen Exkursionen, die zwischen 3 und 4h intensiver Arbeitszeit beinhalten, muss eine Auswahl erfolgen. Für die Methodik bedeutet das: Es sollten nach Möglichkeit mehrere solcher Geopunkte eingebaut werden, an denen Beobachtung und Ansprache der Landschaftsformen erfolgen. Bei den Erklärungen kann auf die vorhergehende Führung im Rieskratermuseum und damit auf vorhandenes Wissen zurückgegriffen werden. Der Schwerpunkt liegt beim Beobachten, Beschreiben und Ausformulieren. So sollen die Einzigartigkeit der Phänomene im Nördlinger Ries (Aufbau des Rieskraters) erfasst und erklärt werden.

Als Indikatoren für das ja trotzdem sehr abstrakte Gesamtgeschehen sollten Steine dienen: Der **Suevit** als das prägnante Gestein von den anderen vorzufindenden Gesteinen herausgestellt werden. Durch die Landschaftsumformungsprozesse wurden **Kalke** an die Oberfläche transportiert. **Seekalke** bildeten sich zur Zeit des Riessees. Unter Umständen kann der **Gneis** als Grundgestein an einem Geopunkt vorgefunden werden. Diese vier unterschiedlichen Gesteine, Suevit, Kalke, Seekalke und Gneise, können mit Hilfe gezielter Aufgaben an entsprechenden Standorten und durch jeweils verfügbare Proben mit Mikroobjekten durch die Schüler/innen unterschieden werden. Es handelt sich also um entdeckendes Lernen. Diese Phasen fördern durch ihre Stellung im Lernpfad, und ihre wiederholende Einübung in Kleingruppen die Erfüllung kognitiver, instrumentaler, affektiver und sozialer Lernziele. In Kleingruppen werden die Gesteine beobachtet und beschrieben, betastet, und mit einem Eisennagel kann ein vereinfachter Härtetest erfolgen. Die multisensuale Ansprache führt in der Regel zu einer optimalen Verankerung im Gedächtnis. Den letzten Schritt der qualitativen Lernreihe bildet ein Säuretest, der aus Sicherheitsgründen von der Lehrkraft als Demonstrationsexperiment durchgeführt wird (Hemmer, M., 1999: S. 176 f., Rinschede, G., 2007: S. 292 ff.). Die methodische Konzeption lehnt sich damit an Versuchsanordnungen an, die so auch im Unterricht im Klassenzimmer realisierbar sind und damit Vergleiche zur Lerneffizienz zulassen (Fraedrich, W., 2004: S. 6 f., Fraedrich, W., 2005: s. 24 ff., Haringer, C., 2004: S. 8 f.).

Die Komplexität der Begriffe „karbonatische Sedimente“, „Weißjura/Malm“, „tropische Phase“, „Tertiär“, „Quarzsande“, „Burdigakliff“, „Suevit“, „Coesit“, „Stishovit“, „Shatter Cones“, „autochthone Scholle“, „paraautochthone Scholle“, „allochthone Scholle“ und „Bunte Breccie“ ist nicht für Schüler/innen der Klassenstufe 5 geeignet. Aus den Begriffen muss durch Priorisierung eine Auswahl getroffen werden. Zudem müssen die Begrifflichkeiten, die verwendet werden, an die kognitiven Fähig-

keiten der Schüler/innen angepasst werden (Kaminske, V. 1993). Die Differenzierung zwischen autochthonen, paraautochthonen und allochthonen Schollen mag noch verständlich sein, aber die verwendeten Worte verhindern ein Verständnis seitens der Fünftklässler/innen. Man muss also von verlagerten/ortsfremden, teilverlagerten und heimischen Schollen reden. Die teilverlagerten Schollen können nur dann eingeführt werden, wenn den Schüler/innen bereits die beiden anderen Schollenarten bekannt sind. Ansonsten ist der Begriff zu abstrakt. Im GPS-gestützten Lernpfad sollten also zuerst allochthone und autochthone Schollen angesteuert werden, bevor paraautochthone Schollen einbezogen werden.

Stellvertretend für Impaktfolgen ist der als sogenannter „Schwabenstein“ bekannte Suevit. Dieser enthält Diamanten und wird als Baustoff abgebaut und benutzt. Der Coesit, der Stishovit und die Shatter Cones wurden in den Lernverfahren aufgrund ihrer doch sehr speziellen Aussagekraft nicht berücksichtigt.

Die verschiedenen Arten der Kalkablagerungen in Form von Verkarstungsprozessen in der tropischen Phase des Tertiärs sowie die Seekalke aus dem Untermiozän müssen im GPS-gestützten Lernpfad vorhanden sein, da sie landschaftsprägend, aber in ihrer Erscheinungsform doch sehr unterschiedlich sind und verschiedene Zeiträume der Riesgenese repräsentieren. Eine didaktische Reduktion ist nur durch eine angepasste Begriffswahl möglich. So wird beide Male vereinfacht von Kalkstein gesprochen. Die beiden Kalksteine werden durch ihr Aussehen und ihre Genese voneinander unterschieden. Es gilt somit, Geopunkte zu finden, durch die die beiden geographischen Phänomene verkarstete Kalkablagerungen und Seekalke dargestellt werden.

Gesteinsvergleich und Landschaftsvergleich sind wiederkehrende Elemente an den Geopunkten. Durch das wiederholende, mehrstufige Vorgehen wird ein Vergleich der Geopunkte erleichtert. Diese Vorgehensweise ermöglicht es den Schüler/innen die Geopunkte innerhalb der Genese des Nördlinger Ries einzuordnen.

### 6.3.3. *Die Rheinauen bei Karlsruhe*

Das Thema für Klasse 11 muss eine deutlich höhere Komplexität aufweisen, um der altersentsprechenden Anforderung gerecht werden zu können. Zeitliche und räumliche Wechselbeziehungen in ihrer Genese, Beeinflussungsmöglichkeiten und Auswirkungen zu erkennen, bedeutet, auf ein vierdimensionales Erklärungsmodell zurückgreifen zu müssen. Eine entsprechende Thematik bietet sich durch die Rheinkorrektur Tullas an.

Der Rhein wurde in den letzten 200 Jahren durch den Menschen massiv umgestaltet. Früher war diese wichtige Wasserstraße Europas ein unbeherrschbarer Wildstrom, der zu fast drei Viertel des Laufs von Flussauen mit Auenwäldern und alluvialen Ebenen geprägt war. Der für diese Untersuchung relevante Raum liegt im Bereich des Oberrheins im Schnittbereich der ehemaligen Furkationszone, die von Basel bis etwa Rastatt reichte und der Mäanderzone, die sich bis Worms anschloss. In den Karlsruher Rheinauen sind die drei Zustände vor der Rheinkorrektur, nach der Rheinkorrektur und nach der Korrektur der Rheinkorrektur im Lernpfad präsent. Die Bereiche dieser drei Landschaftsformen unterscheiden sich deutlich.

Zahlreiche Stillwässer und Altarme säumten seinerzeit die ausdifferenzierten Flussschlingen. Einen Hauptlauf suchte man zwischen den Kies- und Sandbänken oft vergebens. Zwischen Mainz und Basel



befanden sich in einem 2-3km breiten Korridor mehr als 2000 Inseln. Die Rheinauen waren als versumpftes Gebiet anzusehen, in dem sich Krankheiten wie Malaria, Typhus und Ruhr verbreiteten. Die Bevölkerung litt nicht nur unter diesen Krankheiten und einer regelmäßigen Stechmückenplage, sondern auch unter der ständigen Gefahr durch Überflutungen. Kontinuierlich wurden hierdurch Teile von Siedlungen zerstört. Zwar versuchten sich die Anwohner durch Leitwerke aus Dämmen und das Durchstechen von Mäandern zu schützen, jedoch waren die Maßnahmen nicht koordiniert auf einzelne Gefahrensituationen beschränkt und damit nur kurzzeitig erfolgreich. Die periodischen Überflutungen und der permanente Wechsel von Akkumulation und Erosion feiner und grober Materialien schufen eine dynamische Landschaft, die ihr Aussehen ständig veränderte. Damit einhergehend veränderten sich auch die Lebensbedingungen für Flora und Fauna. Diese Entwicklung schuf eine Vielzahl hoch spezialisierter Arten, die sich jeweils an feuchten bzw. trockenen oder wechselfeuchten Standorten heimisch fühlten und in dieser „Urwaldsituation“ noch heute in einer einmaligen Vielfalt beheimatet sind.

Aufgrund der saisonal unterschiedlichen Wasserverfügbarkeit ist ein Querschnitt der Rheinauen in verschiedene Standorte aufzuteilen: Die Weichholzaue wird zwischen 100 und 200 Tage/Jahr lang andauernd und schnell vom Rheinwasser durchströmt. Hier siedeln beispielsweise die Silberpappel und die Schwarzpappel. Der Grundwasserstand schwankt mit dem Stand des Oberflächenwassers. Eiche, Ulme, und Erlen bevorzugen die niedere Hartholzaue, die langsamer und kürzer (<100 Tage/Jahr) durchströmt wird. Weißdorn und Weiden befinden sich in der oberen Hartholzaue, die selten überschwemmt wird (Smit, J./Weber, U., 2011: S. 29 f.; Stieghorst, M., 2011b: S. 80 f.).

Bereits genannte, unkoordinierte menschliche Einzelmaßnahmen wie Dammbau und Mäanderdurchstich wurden von Johann Gottfried Tulla durch koordinierte Maßnahmen ersetzt. In der sogenannten Rektifikation entwarf er ein Konzept, wie der Rhein an einer ständigen Verlagerung seines Bettes gehindert werden sollte und wie dadurch ein besserer Hochwasserschutz zu erreichen wäre. 1840 beschlossen Baden und Frankreich diese Rheinkorrekturen in einem Grenzvertrag. Dazu plante Tulla eine gestreckte, begradigte und damit auch verkürzte Trasse für den neu zu schaffenden Rheinlauf. Von 1817 bis 1874 wurde die Planung verwirklicht. Durch die Kürzung von 369km auf 284km zwischen Basel und Mannheim entstand ein um knapp 19% größeres Gefälle; es stieg von 0,043% auf 0,056% an. Der Rhein floss dadurch schneller und erodierte seine Sohle in deutlich höherem Umfang. Als Folge davon senkte sich auch das Grundwasser ab, wodurch sich die Flora und Fauna in den Rheinauen dahingehend veränderte, dass das ehemals versumpfte Gebiet abtrocknete und landwirtschaftlich genutzt werden konnte. Mussten vor der Rektifikation des Rheins Besitzverhältnisse und der sich am Rhein orientierende Grenzverlauf zwischen Frankreich und Deutschland immer wieder aufs Neue mühsam bestimmt werden, so konnte er nun langfristig festgelegt werden. Die Wissenschaft profitierte durch die von Tulla entwickelten Messinstrumente und den Erkenntnissen, die aus der Rektifikation gewonnen werden konnten, ebenfalls von den Maßnahmen, wie z. B. Geschiebebezugabe (Weber, U., 2011b: S. 76; Stieghorst, M., 2011b: S. 81 ff., <http://www.logistik-bw.de/Wasser.59.0.html>).

Auch mit diesen Maßnahmen konnte der Rhein noch nicht verkehrswirtschaftlich genutzt werden. Dieser Zustand änderte sich erst dank Max Honsell. Er stellte zwischen 1907 und 1913 auf einer Fahrwasserbreite von 88-92m sicher, dass eine durchgehende Fahrwassertiefe von 2m bei mittlerem Niedrigwasser herrschte und der Rhein somit schiffbar wurde. Dies erreichte er, in dem er den Abflussquerschnitt mittels Buhnen und Befestigungen an der Stromsohle verengen ließ. Das Wasser

glich dadurch Reliefunterschiede zwischen Kolken und Kiesbänken aus (Stieghorst, M., 2011b: S. 83 f.).

In der Folge des Ersten Weltkriegs änderte sich das. Mit dem Versailler Vertrag von 1919 wurde die Wasserkraft des Rheins und seine Ableitung als Kriegsentschädigung Frankreich zugesprochen. Der Ausbau des Rheins durch Frankreich mit den Zielen der Wasserkraftgewinnung und der Schiffbarmachung des Rheins für Großschiffe bis Basel, wurde in den folgenden Jahrzehnten angegangen. 1925 genehmigte die Zentralkommission für die Rheinschifffahrt die Rheinkanalisation. Der erste Abschnitt des betonierten Grand Canal d'Alsace auf französischer Seite wurde 1932 mit dem Kraftwerk Kembs eingeweiht. Das Rheinwasser wird bei Märkt in einen Kanal umgeleitet. Bei Kembs befinden sich dann ein Kraftwerk und eine Doppelschleuse. Erst nach dem 2. Weltkrieg wurde der Ausbau des Grand Canal d'Alsace weitervollzogen. 1952 folgte die Staustufe Ottmarsheim, 1956 Fessenheim und schließlich 1959 Vogelgrün (Weber, U., 2011b: S. 76; Stieghorst, M., 2011b: S. 85 ff.).

Die Betonierung des Kanalbetts führte zur weiteren Absenkung des Grundwasserspiegels im Bereich des Kanals, was zu erneuter, tiefergehender Austrocknung der Auenflächen führte. Die Pflanzen der Weichholzaue verloren ihr natürliches Lebensumfeld und starben ab. Das hochdiversifizierte Ökosystem wurde zerstört. Mit der Absenkung des Grundwasserspiegels war auch die Nutzung der Auen durch die Landwirtschaft in der Form der Regenfeldbewirtschaftung unmöglich geworden. Es mussten Brunnen gegraben werden um die Felder zu bewässern. Da sich damit neben den negativen Auswirkungen auf die Ökologie weitere Probleme und Kosten für deren Beseitigung herausstellten, wurde der weitere Ausbau des Grand Canal d'Alsace gestoppt. Als Gegenmaßnahme wird der „Restrhein“ bei Breisach seit 1965 um maximal 8m gestaut, um den Grundwasserspiegel wieder anzuheben.

Statt eines weiteren Ausbaus des Grand Canal d'Alsace wurde zwischen Breisach und Straßburg die sogenannte Schlingenlösung umgesetzt, die im Luxemburger Abkommen von 1956 festgeschrieben wurde. Die Franzosen gingen also einen Kompromiss ein, mit dem sie zu ihren Ungunsten vom Versailler Vertrag abrückten. Dies sollte sich 1982 mit der Aufgabe der geplanten Staustufen wiederholen. Zunächst wurde 1961 die Schlinge Marckolsheim gebaut, 1964 Rhinau, 1967 Gerstheim und 1970 Straßburg. Damit befindet sich ca. alle 15km eine Schlinge. Ein Wehr leitet dabei das Rheinwasser aus dem Rhein in einen Kanal. Dort befinden sich Schleusen und ein Kraftwerk. Nachdem das Wasser durch die Schleusen geleitet wurde und das Kraftwerk mit Energie versorgt hat, wird es wieder in den Rhein zurückgeführt. Um ein seitliches Ausfließen des 10-12m hoch angestauten Kanalwassers zu verhindern, müssen hohe Dämme vorhanden sein. Gleichzeitig sollte der Wasserspiegel im Bereich der Schlingen auch nicht absinken. Niedrige Stauschwellen im Flusslauf verhindern dies. Unterhalb der letzten Stauhaltung, in der Schlinge Straßburg, bildete sich im Laufe der Zeit und unerwartet ein Kolk (Weber, U., 2011b: S. 76; Stieghorst, M., 2011b: S. 85 ff.). Das bedeutet, dass unterhalb der Staustufe die Sohlenerosion derart zugenommen hatte, dass sich in der Schlinge eine stetig vergrößernde Mulde bildete, bis die Stauhaltung ihre Funktion nicht mehr erfüllen konnte. Schließlich soll der Wasserspiegel im Bereich der Schlinge ja möglichst nicht absinken. Gräbt sich das Wasser durch seine erodierende Kraft aber immer tiefer ein, so sinkt der Grundwasserspiegel auch in den Abschnitten flussaufwärts.

Als Lösung wurden im Pariser Abkommen von 1969 die Fortführung des Staustufenbaus mit den Staustufen Gamsheim (1974) und Iffezheim (1977) im Rheinbett festgeschrieben und verwirklicht. Jede neue Staustufe stellte jeweils sicher, dass bei der stromaufwärts liegenden ab sofort keine Kolk-

bildung mehr stattfand. Allerdings verlagerte sich damit die Kolkbildung nur zur neuen Staustufe stromabwärts. 1982 beschlossen Deutschland und Frankreich mittels einer Zusatzvereinbarung keine weiteren Staustufen zu bauen, wie in der Zusatzvereinbarung von 1975 beschlossen, sondern Ausgleichsmaterial zuzugeben (Weber, U., 2011b: S. 76; Stieghorst, M., 2011b: S. 85 ff.). Gleichzeitig nahm an anderen Stellen im Rhein die Materialakkumulation zu, vor allem direkt oberhalb der Staustufen. Durch Geschiebezugabe (170.000m<sup>3</sup>/Jahr, das entspricht mehr als 2500 40-Fuß-Containern) und Geschiebeentnahme müssen die Prozesse Kolkbildung und Akkumulation ausgeglichen werden (Stieghorst, M., 2011e: S. 136 ff.).

Alle bis hierhin erläuterten, vom Menschen durchgeführten Maßnahmen veränderten die Alluvialebene des Rheins nachhaltig. Die Auenbreite beträgt heute rund 100m, früher waren es 15km. Die Grundwasserabsenkung bei Breisach betrug durch die Tullasche Rektifikation mit der daraus resultierenden Sohleneintiefung 7m. Der betonierte, wasserundurchlässige Grand Canal d'Alsace ließ den Grundwasserspiegel um weitere 2m absinken, da der Rhein seine Stützfunktion für die Grundwasserstände verlor. Der Untergrund trocknete aus und folglich vertrockneten die an den alten Grundwasserstand gewöhnten Pflanzen (Stieghorst, M., 2011d: S. 128 f.). Die Uferbepflanzung selbst entfiel, da der Rheinlauf für die Schifffahrt an den Seiten durch Steinbewehrung gesichert wurde.

Für Wanderfische stellen die Veränderungen im Stromlauf kaum überwindbare Barrieren dar. Maifische, Meerforellen, Finte, Aale und Lachse sind die Leidtragenden. Um ihnen den Weg stromaufwärts zu ermöglichen, wurden bei den Staustufen Iffezheim und Gamsheim Fischtreppen gebaut, die von den Fischen angenommen werden. Die Fischtreppen basieren auf einer deutsch-französischen Vereinbarung aus dem Jahr 1997. Die flussaufwärts nachfolgenden Staustufen und Schlingen sollen in den kommenden Jahrzehnten um Fischpässe ergänzt werden. Ein weniger bekanntes und noch nicht gelöstes Problem ist der Rückweg stromabwärts. In den zehn Kraftwerken die sie passieren, werden abhängig von der Turbinenart und Fischart pro Kraftwerk bis zu 50% der Wanderpopulationen (Stieghorst, M., 2011a: S. 39 ff.).

Die zehn Laufkraftwerke im Oberrhein liefern aber auch wertvolle Energie. Insgesamt haben sie eine Leistung von 1406MW und erzielen eine Jahresleistung von 8668GWh (Vgl. Tabelle 4, Matter, M., 2011: S. 58). Zum Vergleich: Das Kernkraftwerk Philippsburg speiste 2012 insgesamt rund 10800 GWh in das Stromnetz ein, die von dem noch aktiven Druckwasserreaktor mit einer Leistung von 1468MW erzeugt wurden. (<http://www.enbw.com/philippsburg/index.html>)

Name	Inbetriebnahme	Installierte Leistung in MW	Jahresproduktion in GWh
<b>Canal d'Alsace</b>			
Kembs	1932	157	938
Ottmarsheim	1956	144	980
Fessenheim	1956	166	1030
Vogelgrün	1959	140	800
<b>„Schlingenlösung“</b>			
Marckolsheim	1961	152	928
Rhinau	1963	152	936
Gerstheim	1967	143	818
Straßburg	1970	148	868
<b>Staustufen</b>			
Gamsheim	1974	96	650
Iffezheim	1977	108	720
<b>Total</b>		<b>1406</b>	<b>8668</b>

Tabelle 4: Stromproduktion der Wasserkraftwerke am Oberrhein  
 Quelle: Matter, M. 2011: S. 64

Als nächster Themenpunkt ist die Bedeutung der Sande und Kiese als Rohstoff anzusprechen. Wie oben schon erwähnt wurde, führen die Zuflüsse des Rheins, hier vor allem Aare und Alpenrhein sowie die Flüsse aus dem Schwarzwald und den Vogesen dem Rhein Geschiebematerial zu, das über Jahrhunderte in der Talaue abgelagert wurde. Die daraus entstandenen Kies- und Sandbänke wurden bis Mitte des 20. Jh. als Rohstoff nur in geringer Menge und nur zur lokalen Verwendung genutzt. Der Bauboom in den Städten nach dem 2. Weltkrieg führte jedoch zu einer intensiveren Nutzung solcher Sandvorkommen. Aufgrund dieser Rohstoffvorkommen siedelte sich die Betonproduktion als neuer Industriezweig in Rheinnähe an. Der Abbau in der früheren Rheinaue erfolgt dabei meist im Nassbauverfahren, also durch Ausbaggern. Diese Förderungsart ist auch die Erklärung für die zahlreichen Baggerseen im Oberrheingebiet. Heute versucht man den Kiesabbau einzuschränken, da mit dem Abtragen der oberen Bodenschichten hochwertige Böden zerstört werden und über die Baggerseen Schadstoffe in Grundwasserträger und Grundwasser gelangen können (Stieghorst, M., 2011c: S. 98 ff.).

Nicht zuletzt gilt das Wasser als zweite wichtige Rohstoffquelle der Region. Die Wasserwerke in Rheinnähe bringen heute ihr Rohmaterial, das Rheinwasser, in rheinnahen Wäldern aus. Dort versickert es und wird vom Boden, der wie ein natürlicher Filter wirkt, gereinigt. In diesem Fall spricht man vom sogenannten Baseler Verfahren. Das versickerte Wasser vermischt sich mit dem natürlichen Grundwasser. Das Ergebnis ist Rohwasser, das aus „Brunnen“ gewonnen wird und meistens bereits Trinkwasserqualität aufweist. Nahegelegene landwirtschaftliche Flächen, auf denen mit Düngemitteln und Agrochemikalien gearbeitet wird, stellen hierbei eine Gefahr dar, weil mit dem zum Rhein hin orientierten Gefälle der Grundwasserträger diese Schadstoffe in die Wasserschutzzone beiderseits des Flusses eingetragen werden. Das Grundwasser von dort ist belastet und vermischt sich mit dem zur Versickerung gebrachten Wasser. Normalerweise würde das Rheinwasser, solange der Wasserpegel über dem Grundwasserspiegel liegt, landeinwärts drängen und so die Funktion der rheinnahen Wälder schützen. Da der Wasserpegel mit der Sohlenvertiefung sank, ist damit auch der Grundwasserstrom von den landwirtschaftlichen Nutzflächen zu den rheinnahen Wäldern entsprechend zum Rhein gerichtet. Also müssen zwischen den landwirtschaftlichen Flächen und den Wäldern chemikalienfreie Pufferzonen eingerichtet und eingehalten werden (Weber, U., 2011c: S. 92 ff.).

Heute ist der Mensch bestrebt, einen Teil der durch ihn verursachten Landschaftsüberprägungen wieder zurückzunehmen und die ursprüngliche Landschaft in einer extensiv nutzbaren Form wieder herzustellen. Der Hauptgrund ist die deutlich schnellere Stromabwärtsbewegung der Hochwasserwelle: Der Zeitbedarf für die Strecke Basel-Karlsruhe wurde auf 22 Stunden gedrittelt. Die ehemals vorhandenen 130km<sup>2</sup> natürlicher Auen waren ursprünglich Retentionsflächen. Durch die Rektifikation und den Kanalbau verfügt eine Hochwasserwelle nicht über ausreichende Ausweichräume bei gleichzeitig hoher Abflussgeschwindigkeit. Bei ihrem Weg flussabwärts trifft die Welle ungebremst und in ihrem vollen Umfang auf die zeitlich und räumlich gleichzeitig auftretenden Hochwasserwellen der Rhein Nebenflüsse (Stieghorst, M./Wendel, G., 2011: S. 169 ff.). Durch inzwischen nicht mehr bestrittene Maßnahmen wie Einpolderungen werden die Auengebiete nunmehr geschützt und wieder ausgeweitet. Deiche werden rückverlegt, damit ein erweiterter Rückhalteraum entsteht. Das Hochwasser wird vor allem zeitlich verzögert, die Hochwasserspitze wird nur etwas gekappt. Der Rückhalteraum bildet mit dem Rhein eine biologisch-funktionale Einheit. Zudem werden künstliche Polder als Rückhalteräume neu angelegt. Sie dienen der Kappung von Hochwasserspitzen und weniger der zeit-

lichen Verzögerung. Beide Arten von Rückhalteräumen verlangen eine gezielte, episodische Nutzung, da sich sonst Flora und Fauna nicht an die wechselfeuchten Bedingungen anpassen können. Auch bei Überflutung muss ein ständiger Durchfluss gewährleistet werden, sodass das sich entwickelnde Sauerstoffdefizit Flora und Fauna nicht zu stark belastet (Wendel, G., 2011: S. 151 ff.; Stieghorst, M., 2011f: S. 181 ff.).

Diese Sanierung dieser Landschaft muss der Wirtschaft nicht unbedingt abträglich sein. Naturnaher, nachhaltiger Tourismus kann sich entwickeln. Die Rheinauen als Naherholungsraum eignen sich hervorragend für kurzfristige Freizeittätigkeiten. Eine allgemeine Abstimmung über alle denkbaren Nutzungsmöglichkeiten ist sinnvollerweise Angelegenheit einer Kommission der betroffenen Anlieger.

In der Internationalen Kommission zum Schutz des Rheins (IKSR) kooperieren seit dem Berner Abkommen 1963 die Staaten Schweiz, Frankreich, Deutschland und Niederlande. Seit 1976 ist die EWG/EU Mitglied. Experten, NGOs und Bürger finden in dieser Institution Ansprechpartner für ihre Fragen und Nöte. Das Sekretariat der IKSR betreibt Öffentlichkeitsarbeit und bereitet die Plenarsitzungen der zuständigen Minister der Länder vor. Zahlreiche Abkommen und Richtlinien zum Schutz des Rheins, dem Hochwasserschutz und der Grundwassersicherung wurden von der IKSR beschlossen (Stieghorst, M./Weber, U., 2011: S. 36 ff.). Aktuell wird seit dem Jahr 2000 die Wasserrahmenrichtlinie der EU umgesetzt. In diesem Kontext muss auch die Richtlinie aus dem Jahr 2006 zum Grundwasser und die Richtlinie für Hochwasserrisiken von 2007 genannt werden. Richtlinien sind zwar nicht direkt anwendbares Recht, jedoch stehen die Mitgliedsstaaten in der Pflicht, die Normen zu übernehmen und nachvollziehbar zu erfüllen (Weber, U., 2011: S. 123 ff.). Das Land Baden-Württemberg führt zudem seit 1998 das Integrierte Rheinprogramm durch, in dessen Rahmen Auenlandschaften als Retentionsräume reaktiviert werden. Auf der Homepage des zuständigen Regierungspräsidiums Freiburg findet sich eine große Materialsammlung an Broschüren und Informationsblättern, die dazu dienen, die zur Information der Bevölkerung bei der Umsetzung dienen sollen (Stieghorst, M./Weber, U., 2011: S. 37 f. und Stieghorst, M./Wendel, G., 2011: S. 170 f.; <http://www.rp.baden-wuerttemberg.de/servlet/PB/menu/1188090/index.html>).

#### 6.3.4. Lernpfad „Rheinauen“

Es sollte klar geworden sein, welche Ansprüche eine Thematik wie „Umgestaltung von Flusslandschaften“ am Beispiel der Rheinauen bei Karlsruhe an Schüler/innen der Jahrgangsstufe 11 stellt. Auch in diesem Fallbeispiel wird, wie schon im Nördlinger Ries, sowohl auf die Erscheinungsebene als auch die Erklärungsebene zurückgegriffen. Neu ist nun, dass darauf bei dem Thema „Rheinauen“ auch eine Handlungsebene folgt. Das bedeutet: Die Auswirkungen menschlichen Handelns werden mit einbezogen.

Folgende Schritte lassen sich so unterscheiden: Auf der Erscheinungsebene lässt sich der ursprüngliche Zustand mit dem heutigen Zustand vergleichen. Dazwischen und als Perspektive steht die Handlungsebene. Die Erklärungsebene wird zum einen von den physisch-geographischen Prozessen gefüllt, die in der Erscheinungsebene für alle offensichtlich zu Tage treten. Zum anderen fallen die Gründe, weshalb der Mensch verändernd in die Landschaft eingreift, in die Erklärungsebene:

Erscheinungsebene - ursprünglich	Handlungsebene	Erscheinungsebene - heute	Handlungsebene
Ursprünglicher Zustand - Flussauen mit Auenwäldern und alluvialen Ebenen - Hochdiversifiziertes Ökosystem - Kies- und Sandablagerungen	Veränderungen durch den Menschen: - Rheinkorrektur - Nutzung: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Sande und Kiese: Abbau</li> <li>○ Energiegewinnung</li> <li>○ Rohstoffes Wasser</li> </ul>	Folgen: - Grundwasserabsenkung → Austrocknung der Aue - Fische können nicht mehr wandern - Hochwassergefahr flussabwärts steigt	- Weitere Veränderung durch den Menschen: <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Sedimentmanagement</li> <li>○ Fischtreppe</li> <li>○ Renaturierungsmaßnahmen</li> </ul> - Konflikte
Erklärungsebene	Erklärungsebene	Erklärungsebene	Erklärungsebene
- Standortanforderungen der Flora und Fauna, Gegebenheiten - Hydrologie - Transportkraft des Wasser	Gründe für die Rheinkorrektur: - Bekämpfung der Mückenplage (Krankheiten) - Schutz vor Hochwasser - Schifffahrt (Honsell) - Energiegewinnung	- Standortanforderungen der Flora und Fauna, Gegebenheiten - Hydrologie - Abflussregime	- Transportkraft des Wasser - Ökologische Auswirkungen der Folgen der Rheinkorrektur - Verschiedene Interessensgruppen abhängig von der gesetzten Priorität

Tabelle 5: Fachliche Anforderungen an den GPS-gestützten Lernpfad „Rheinauen“  
Quelle: Kisser, T.

Der Lernpfad „Rheinauen“ sollte die genannten Punkte der verschiedenen Ebenen aus lernpsychologischen Gründen möglichst komplett veranschaulichen. Aber auch in diesem Fall gilt, dass aufgrund der beschränkten Dauer auf einen Tag und der didaktischen Reduktion Prioritäten gesetzt werden müssen. Einzelne Elemente werden deshalb stark vereinfacht oder entfallen völlig.

Auch bei den Lernarrangements für die Schüler/innen der Kollegstufe besitzt die Feststellung Gültigkeit, dass eine multisensuale Ansprache zu einer besseren Verankerung der Sachverhalte im Gedächtnis führt (Hemmer, M., 1999: S. 176 f.). Den Unterschied in der Luftfeuchtigkeit und die Anzahl der Mücken um einen herum kann man ebenso fühlen wie die Feuchtigkeit im Boden. So ist es möglich, die Unterschiede in Flora und Landschaftsnutzung sogar zu kartieren. Jedoch ist die frühere Landschaft mit den vielen Inseln, der hochdifferenzierten Flora und Fauna und mit dem wilden Rhein nicht wiederzufinden. Es gilt also, Geopunkte festzulegen, an denen die Schüler/innen einen Landschaftsausschnitt erleben, der, zumindest in Teilbereichen, der ursprünglichen Wildrheinlandschaft möglichst nahe kommt.

Die Geopunkte müssen so gewählt werden, dass den Schüler/innen zum einen die Besonderheit der Landschaftsform auffällt, und dass sie zum anderen in der Lage sind, durch begründete Vermutungen den tatsächlich abgelaufenen Vorgängen möglichst nahe zu kommen. Die Geopunkte müssen deshalb das gesamte Fragenspektrum der Thematik „Umgestaltung von Flusslandschaften“ abbilden.

Die Aufgabe der Materialien und der begleitenden Lehrkraft ist es dabei, die zu verwendenden Fachbegriffe bereitzustellen. Von den Schüler/innen werden Landschaftsbeschreibungen und Erklärungsansätze gefordert. Es muss davon ausgegangen werden, dass sich die Schüler/innen zunächst der Umgangssprache bedienen. Deshalb müssen die Fachbegriffe von Lehrerseite eingebracht werden. Genauso verhält es sich mit den Erklärungen für die Veränderungen. Die Vermutungen der Schüler/innen müssen durch Material und Hinweise gegebenenfalls ergänzt, berichtigt und unterlegt werden. Es gilt also, Geopunkte herauszusuchen und einen Lernpfad zu erstellen, der das Thema möglichst in seiner ganzen Breite repräsentiert.

## 7. Didaktische und praktische Umsetzung der Rahmenkriterien beim Aufbau neuer Lernpfade

Der Einsatz von GPS-Geräten und Geocaching im Unterricht ist noch relativ neu. Die Vorerfahrungen und wissenschaftlichen Untersuchungen diesbezüglich sind noch dünn. Die methodischen Schritte und die Einbindung in das Lernverfahren müssen deshalb wohlüberlegt sein. Im Folgenden werden die Überlegungen dargelegt.

### 7.1. Konstruktion oder Instruktion bei GPS-gestützten Lernpfaden?

Die Schüler/innen der Klassenstufe 5 und der Jahrgangsstufe 11 durchqueren im Rahmen des GPS-gestützten Lernpfades einen Raum, aus dessen naturräumlicher Ausstattung sie Informationen herauslesen sollen. Das Nördlinger Ries bzw. die Rheinauen bei Karlsruhe bergen mit ihrem Formenschatz und der vorhandenen Flora genügend Informationen, die festgestellt werden können. Anschließend müssen diese Informationen in einen Kontext gesetzt werden, um das vorhandene Phänomen korrekt einzuordnen. Die Schüler/innen sollen den Raum strukturieren, die Bezüge zwischen den geographischen Phänomenen herstellen und ihre Bedeutung beurteilen. Wie bereits in Kapitel 2.3 erläutert wurde, sind die Voraussetzungen der Schüler/innen jedoch unterschiedlich: Schüler der Klassenstufe 5 unterscheiden sich aus lernpsychologischen Gründen grundlegend von denen der Klassenstufe 11. Zudem haben die siebzehnjährigen Schüler/innen der Jahrgangsstufe 11 bereits sechs Jahre mehr Geographieunterricht am Gymnasium durchlaufen. Sie sollten dabei mittels Exkursionen, Satellitenbildern und Bildern gelernt haben, Landschaften zu lesen. Das aktivierbare Hintergrundwissen ist deutlich größer. Der Unterricht in der Kollegstufe sollte insofern anders als in der Klassenstufe 5 aufgebaut sein als wissenschaftspropädeutische Elemente vorkommen sollten. Dementsprechend kann ein Aufbau der GPS-gestützten Lernpfade nicht beliebig erfolgen. Es muss ein durchdachtes, in sich schlüssiges Konzept vorhanden sein, aus dem sich logisch der Start- bzw. Endpunkt des Lernpfades ergibt.

Als in sich logische Konzepte stehen der Konstruktivismus gepaart mit induktiven Verfahren und als Gegenpol die Instruktion zusammen mit deduktiven Verfahren zur Verfügung. Der Konstruktivismus geht davon aus, dass sich jede Person die Wirklichkeit individuell selbst erschließt. Die aktive, selbstgesteuerte Eigenleistung im Lernprozess wird betont. Die Lehrkraft nimmt eine unterstützende, gestaltende Rolle ein. Induktive Verfahrensweisen erfolgen dann, wenn von mehreren Einzelfällen ausgehend allgemein gültige Thesen aufgestellt werden. Im Geographieunterricht spricht man auch vom Phänomenansatz, an dessen Ende die aus Einzelfallbetrachtungen gewonnene Erkenntnis steht. Dem gegenüber stehen Instruktion und das deduktive Verfahren. In deduktiven Verfahrensweisen werden Gesetzmäßigkeiten und Begriffe, die bereits bekannt sind, auf einzelne Phänomene übertragen. Unter Hinzunahme von vorhandenem Wissen wird mittels einer Transferleistung erklärt, warum etwas so sein könnte (Meyer, C., 2006: S. 154; Neeb, K., 2012: S. 51 ff., S. 66 ff.; Rinschede, G., 2007: S. 235 ff.).

Die Theorie des reinen Konstruktivismus galt lange Zeit als die kommende Theorie, an der sich der Unterricht der Zukunft orientieren würde. Allerdings erfuhr der Konstruktivismus durch zahlreiche Studien eine gravierende Abschwächung. Die Leistungen aus Unterricht mit rein deduktiven Zugangsweisen mit Instruktionen sind gegenüber denen aus rein induktiven Verfahren mit Konstrukti-



vismus zumindest ebenbürtig (Hattie, J., 2013: S. 242 ff.). Im Falle von Exkursionen sind die langfristigen Lernerfolge im Vergleich von konstruktivistischem Zugang und Induktion ähnlich (Neeb, K., 2012: S. 190 ff.). Ein moderater Konstruktivismus mit gemischt deduktiv-induktiven Verfahrensweisen, die an die kognitiven Prozesse der Gruppe angepasst sind, gelten deshalb heute als Königsweg. So sollen auch bei der Klassenstufe 5 und der Jahrgangsstufe 11 gemischte Verfahren angewandt werden. Der Aufbau der Lernpfade gründet also auf einem angepassten induktiven Verfahren in Verbindung mit Konstruktion bzw. einem angepassten deduktivem Verfahren in Verbindung mit Instruktion.

Aus der Debatte Konstruktivismus contra deduktiver Zugang lässt sich schlussfolgern, dass man auch im Unterricht nur das sehen kann, was man bereits weiß. Das Verständnis für die Struktur der Umwelt wird nach und nach aufgebaut. Um seine Erkenntnisse anderen mitteilen zu können, wird eine entsprechende Ausdrucksfähigkeit benötigt. Die Schüler/innen der 5. Klassen müssen zuerst in die Lage versetzt werden, die Landschaftsformen im Nördlinger Ries zu erkennen und sich die Fachbegriffe aneignen, um das Gesehene beschreiben und erklären zu können. Sie benötigen im Hintergrund Fachwissen, um die einzelnen Geopunkte einordnen zu können. Ansonsten besteht die Gefahr, dass es beim Aufsuchen von Geopunkte bleibt, „die auf irgendeine Art und Weise zusammenhängen“. Dieser Zusammenhang ist aber sehr diffus und kann nicht einmal ansatzweise wiedergegeben werden (Kaminske, V., 1993: S. 198 f.). Deshalb wurde für die Schüler/innen der **Klassenstufe 5 der GPS-gestützte Lernpfad im Nördlinger Ries mit deduktiven Verfahrensweisen gewählt, die auf eine Instruktion folgen**. Der erste Geopunkt ist somit das Rieskratermuseum Nördlingen. Hier bekommen die Schüler/innen durch eine Führung das notwendige Hintergrundwissen, um im weiteren Verlauf die geographischen Phänomene erkennen, beschreiben und erklären zu können. Die Konstruktionen in den Köpfen der Schüler/innen, die bereits im Rieskratermuseum gebildet wurden, werden an authentischen Geopunkten weiter bearbeitet. Gleichzeitig werden die erlernten Begrifflichkeiten und ihre Vernetzung untereinander eingeübt und gefestigt.

Der GPS-gestützte Lernpfad in den Rheinauen bei Karlsruhe ist für die Schüler/innen der **Jahrgangsstufe 11** so aufgebaut, dass sie das im Blickfeld liegende Erkennbare in eigenen Worten auszudrücken vermögen. Diese Beschreibungen müssen mit vorhandenen Fachbegriffen und fachlichen Inhalten ergänzt werden. Die notwendigen Fachbegriffe und Inhalte werden also durch eigenes Beschreiben am passenden Objekt eingesetzt. Durch eigene Beschreibungen lassen sich Fachbegriffe, fachliche Inhalte und Erscheinung miteinander verknüpfen. Ausgehend von Phänomenen an den einzelnen Geopunkten werden die Landschaftsformen beschrieben und es wird nach Erklärungsansätzen gesucht, also werden Thesen gebildet. Dieser Prozess benötigt einen intensiven Diskurs zwischen den Schüler/innen, gegebenenfalls auch zwischen den Schüler/innen und der Lehrkraft. Sie konstruieren die Wirklichkeit zunächst für sich. Möglichen Fehlkonstruktionen wird durch ein klassisches Unterrichtsgespräch am Ende jeder Station vorgebeugt. Am Ende dieser **induktiven, konstruktivistischen Vorgehensweise** steht das Naturschutzzentrum Rappenwört mit einer Auflösung von Fragen zur Synthese der Geopunkte mit ihren Phänomenen.

## 7.2. Methodische Schritte im Schülereinsatz

GPS-gestützte Lernpfade beinhalten neben der thematischen Komponente des jeweiligen Lernpfades zusätzlich die räumliche Orientierungskompetenz, die mit dem Umgang des GPS-Geräts kombiniert

wird. Wie schon erwähnt, stärkt ein Geocache den spielerischen, handlungsorientierten Anteil und fördert die Orientierungsfunktion.

Die Bedienung eines GPS-Geräts erfolgt zwar – vor allem bei Kindern und Jugendlichen – meist intuitiv. Um jedoch alle Möglichkeiten eines Gerätes ausnutzen zu können empfiehlt es sich, die Anleitung für alle denkbaren Funktionen zuvor mit den Schüler/innen an den einzusetzenden Geräten auszuprobieren:

Schritt 1: Zunächst zeigt die Satellitenseite an, welche Satelliten mit welcher Signalstärke empfangen werden (s. Abbildung 29). Hier kann man auch die aktuelle Position und die Genauigkeit des GPS-Gerätes ablesen. Gleichzeitig befindet sich im Hintergrund ein Kompass. Diese Seite kann also dazu genutzt werden, sich in eine bestimmte Himmelsrichtung zu orientieren. Wenn man in Bewegung ist verändern sich die GPS-Koordinaten entsprechend.

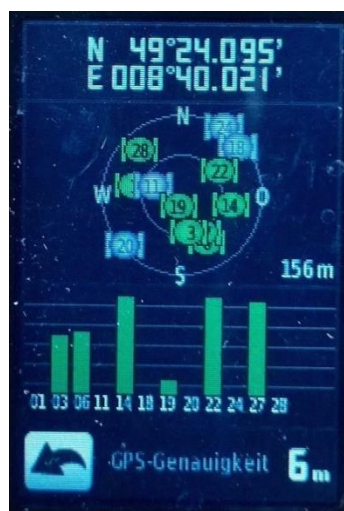


Abbildung 29: Satellitenseite eines GPS-Gerätes  
Foto: Kisser, T. (Gerät: Garmin Edge 600)

Auf der Navigationsseite ist ebenfalls ein Kompass zu sehen (s. Abbildung 30). Dieses Mal sogar mit Richtungszeiger. Der Richtungszeiger zeigt die direkte Bewegungsrichtung zu einem vorher einprogrammierten Ziel an. Je nach Modell handelt es sich auch um eine Kompassnadel.



Abbildung 30: Navigationsseite eines GPS-Gerätes  
Foto: Kisser, T. (Gerät: Garmin Etrex 30)

Schritt 2: Die wichtigste Seite zur Orientierung ist die Kartenseite (Vgl. Abbildung 31). Je nachdem, was im Vorfeld einprogrammiert wurde, erhält man unterschiedliche Darstellungen. Wurden keine Ziele und Routen eingegeben, so sieht man die Karte und den aktuellen Standort mit Bewegungsrichtung. Wegpunkte können so vorgegeben werden, dass sie als Punkte mit auf der Karte erscheinen.

Eine weitere Möglichkeit ist, die Route bereits vorzugeben, sodass man diese nur noch ablaufen muss.



Abbildung 31: Kartenseite eines GPS-Gerätes

Foto: Kisser, T. (Gerät: Garmin Edge 600, Karte: Openmtbmap - Germany)

Für die Orientierung von lediglich statistischem Wert ist die Tripcomputerseite (Vgl. Abbildung 32), auf der man Daten über den zurückgelegten Weg wie Länge, Dauer und Geschwindigkeit ablesen kann. Über die Zieleingabe erhält man die Möglichkeit, Ziele und Routen bereits im Vorfeld festzulegen, um sich führen zu lassen. Alle Seiten sind über ein Hauptmenü erreichbar.



Abbildung 32: Tripcomputerseite eines GPS-Gerätes

Foto: Kisser, T. (Gerät: Garmin Etrex 30)

Es besteht also für die Lehrkraft die Variante eins, bereits im Vorfeld die Ziele (und Routen) in das GPS-Gerät einzugeben bzw. von den Schüler/innen eingeben zu lassen. Die Herausforderung besteht anschließend während des Geocaches darin, die auf der Karte angezeigte Route oder Luftlinie in der Realität zu finden, ihr zu folgen und zu beobachten, wie sich die Daten (GPS-Koordinaten, Richtungszeiger/Kompassnadel) verändern.

**Variante zwei** bedeutet, dass sich **die Schüler/innen mit Navigationsseite, Kartenseite und anhand der GPS-Koordinaten orientieren**. Dabei stellen sich Fragen (s. u.), die zu beantworten sind und schließlich zu einer Richtungsentscheidung führen können wie z. B.:

- In welche Himmelsrichtung müssen wir?
  - ➔ Vergleich der GPS-Koordinaten des aktuellen Standortes mit den GPS-Koordinaten des Zieles.
- Wie werden sich die GPS-Koordinaten während dem Laufen verändern?
  - ➔ Ansteigen oder Abfallen der Nord- und Ost-Koordinate?
- Welchen Weg wähle ich?

- ➔ Wo führen die Wege hin? Welche Biegungen nehmen sie? Gibt es Wegkreuzungen, um meine Laufrichtung zu kontrollieren und auf das Ziel neu abzustimmen?

Einerseits ist diese Variante sehr anspruchsvoll, da Orientierungswissen funktional angewandt werden muss. Das heißt: Es soll Problemlösungskompetenz geschult werden. Es müssen dabei Fragen zur Kartenlesekompetenz und Orientierungskompetenz beantwortet und in Kombination zu einer ersten Transferleistung umgesetzt werden. Eine weitere Transferleistung in den Realraum durch das Suchen der Strecke schult die selbständige Orientierung umfassender, als dies das bloße Ablaufen einer vorgegebenen Route täte. Der Gewinn für die Schüler/innen während des Marsches von Station zu Station ist dann deutlich höher einzuschätzen, da sie damit über umfangreiche „topographische Fähigkeiten und Fertigkeiten“ verfügen (nach Kirchberg 1980, S. 324; Kroos 1995, S. 9). Das heißt, die Schüler/innen erfüllen auch die Standards S5, S6, S11, S12 und S13 der Deutschen Gesellschaft für Geographie (DGfG), die laut einer kleinen Studie bisher in der Schullehre kaum Berücksichtigung finden (Lindau, A.-K., 2012: S. 45 ff.).

In diesem Zusammenhang ist es lohnenswert, die Erfahrungswerte von J. Frank aufzugreifen. Frank konnte Schüler/innen einer 5. Klasse an einer bayerischen Realschule innerhalb einer Doppelstunde die Funktionsweise des GPS-Gerätes beibringen und sie danach einen kurzen Geocache mit der leichten Variante durchführen lassen (Frank, J., 2010).

Aufgrund dieser Erfahrungen wurde nach kritischer Abwägung die schwerere Variante sowohl für die Schüler/innen der 5. Klasse, als auch für diejenigen der 11. Klasse verwendet. Da spielerischen Komponenten ein hoher Motivationsgrad unterstellt wird (O`Hara, K., 2008: S. 1179 f.), müsste die spielerische Komponente des Geocaches auf die Schüler/innen, vor allem die Jüngeren, entsprechend motivierend wirken, was sich dann bei den Ergebnissen in der Auswertungsphase auch feststellen ließ.

Zusammenfassend sei festgehalten:

Bei den gewählten Räumen handelt es sich um Raumbeispiele, die den Schüler/innen in der Regel nicht bekannt sind. Dies hat – aus gruppendynamischer Sicht - den Vorteil, dass sich niemand ohne GPS-Gerät zurechtfindet und die Führungsrolle für sich beansprucht bzw. zugeteilt bekommt. Zudem wird das entdeckende Element gestärkt (Kaminske, V./Streifinger, 2012: S. 124f.). Fremde Räume, also Neues und Unbekanntes zu entdecken, ist für die jüngeren Schüler/innen enorm wichtig und trägt etwas Abenteuerliches in sich. Gerade Exkursionen eignen sich für ein derartiges exploratives Lernen, besonders wenn es mit einem Problem verknüpft ist, das eine Lösung erfordert, wie z. B.: Wo bin ich? Bzw.: Wie komme ich an mein Ziel? (Rinschede, G., 2007: S. 66 f.; Falk, G., 2006: S. 134) Das Element des Erkundens ist typisch für das Fach Geographie und steht am Anfang vieler Erkenntnisprozesse, denn wo könnte man sonst Problemen besser begegnen und Fragen beantworten als im Originalkontext vor Ort? (Falk, G., 2006: S. 134).

		Räumliche Orientierungskompetenz				
Kompetenz	Kenntnis grundlegender topographischer Wissensbestände	Fähigkeit zur Einordnung geographischer Objekte und Sachverhalte in räumliche Ordnungssysteme	Fähigkeit zu einem angemessenen Umgang mit Karten	Fähigkeit zur Orientierung im Realraum	Fähigkeit zur Reflexion von Raumwahrnehmung und -konstruktion	
Standards	Schülerinnen und Schüler (können)					
	<p>501: verfügen auf den unterschiedlichen Maßstabsebenen über ein basales Orientierungswissen (z. B. Name und Lage der Kontinente und Ozeane, der großen Gebirgszüge der Erde, der einzelnen Bundesländer),</p> <p>502: kennen grundlegende räumliche Orientierungsraster und -Orientierungssysteme (z. B. da Gradnetz, die Klima- und Landschaftszonen der Erde).</p>	<p>503: die Lage eines Ortes (und anderer geographischer Objekte und Sachverhalte) in Beziehung zu weiteren geographischen Bezugseinheiten (z. B. Flüsse, Gebirge) beschreiben,</p> <p>504: die Lage geographischer Objekte im Bezug auf ausgewählte räumliche Orientierungsraster und -Ordnungssysteme (z. B. Lage im Gradnetz) genauer bestimmen.</p>	<p>505: die Grundelemente einer Karte (z. B. Grundrissdarstellung, Generalisierung, doppelte Verebnung von Erdkugel und Relief) nennen und den Entstehungsprozess einer Karte beschreiben,</p> <p>506: topographische, physische, thematische und andere alltagsübliche Karten lesen und unter einer zielführenden Fragestellung auswerten,</p> <p>507: Manipulationsmöglichkeiten kartographischer Darstellungen (z. B. durch Farbwahl, Akzentuierung) darstellen,</p> <p>508: topographische Übersichtsskizzen und einfache Karten anfertigen,</p> <p>509: aufgabengeleitet einfache Kartierungen durchführen,</p> <p>510: einfache thematische Karten mit WebGIS erstellen.</p>	<p>511: mit Hilfe einer Karte und anderer Orientierungshilfen (z. B. Landmarken, Straßennamen, Himmelsrichtungen, GPS) ihren Standort im Realraum bestimme,</p> <p>512: anhand einer Karte eine Wegstrecke im Realraum beschreiben,</p> <p>513: sich mit Hilfe von Karten und anderen Orientierungshilfen (z. B. Landmarken, Piktogrammen, Kompass) im Realraum bewegen</p> <p>514: schematische Darstellungen von Verkehrsnetzen anwenden.</p>	<p>515: anhand von kognitiven Karten/mental maps erläutern, dass Räume stets selektiv und subjektiv wahrgenommen werde (z. B. Vergleich der mental maps deutscher und japanischer Schüler von der Welt)</p> <p>516: anhand von Karten verschiedener Art erläutern, dass Raumdarstellungen stets konstruiert sind (z. B. zwei verschiedene Kartenentwürfe, zwei verschiedene Karten über Entwicklungs- und Industrieländer).</p>	

Abbildung 33: Räumliche Orientierungskompetenz - Kompetenzen und Standards der DGfG  
 Quelle: Kisser, T., nach: Hemmer, M., 2012: Räumliche Orientierung, S. 13.

### 7.3. Methodische Aspekte

#### 7.3.1. *Kriterien für die Anlage der Lernpfade*

In Kapitel 4 wurden bereits die allgemein gültigen Unterrichtsprinzipien aufgeführt, an denen sich jeder Lernpfad orientieren muss. Zur Erinnerung seien sie hier nochmals aufgelistet:

- 1) Strukturiertheit
- 2) Räumliche Orientierung
- 3) Zeitliche Erfassbarkeit
- 4) Ganzheitliches Lernen und Realbegegnung
- 5) Schülerorientierung und Selbsttätigkeit
- 6) Zielorientierung
- 7) Motivation
- 8) Transparente und übersichtliche Struktur (intrinsische Güte)
- 9) Eingliederung in den Zusammenhang (holistische Güte)
- 10) Ästhetische und emotionale Ansprache (Anmutungscharakter) (Streifinger, M., 2010: S. 15 f., S. 272 ff., Birkenhauer, J., 1996: S. 75 ff.).

Die Selbsttätigkeit der Schüler/innen unter Punkt 5 muss nicht nur theoretisch möglich sein, sondern der Geopunkt muss durch ein hohes Aktivierungspotential dazu auffordern, mit möglichst vielen Sinnen (Punkt 4) erkundet zu werden.

Im Folgenden sollen Kriterien für Lernpfade und Geopunkte aufgestellt werden, die für Unterricht im Klassenzimmer nicht relevant sind. Hieran schließen sich die Folgerungen für den Aufbau der beiden Lernpfade an. Die genannten sieben Unterrichtsprinzipien und die aufgestellten Kriterien 8), 9) und 10) müssen von beiden Lernpfaden und ihren Geopunkten erfüllt werden. Das Definieren von Kriterien ist kein Selbstzweck. Lernarrangements sollen motivierend gestaltet sein, damit die Inhalte möglichst lange im Gedächtnis bleiben. Streifinger hat in seiner Studie die Kriterien für eine Musterexkursion und für Geopunkte herausgearbeitet (Streifinger, M., 2010). Zwar gab es bereits durch Birkenhauer (Birkenhauer, J., 1996) und Wiczorek (Wiczorek, U., 1993) festgelegte Kriterien, diese wurden allerdings nicht empirisch überprüft.

Die Geopunkte sollen einen sogenannten Begegnungswert erfüllen. Dieser Begegnungswert spiegelt das Prinzip des Fundamentalen nach Klafki wieder, wodurch ein „Aha-Effekt“ erzeugt wird. Im Einzelnen bedeutet das, dass der Geopunkt die entsprechenden Kriterien nach Punkt 8), 9) und 10) aufweist.

Um diesen Effekt hervorzurufen sollte also der Geopunkt an sich selbst klar strukturiert sein, und gleichzeitig muss sich dieser Aufbau den Schüler/innen erschließen (intrinsische Güte). Dies ist von Bedeutung, da der Blick auf das Wesentliche gelenkt werden soll. Die Bedeutung des Geopunktes für die Thematik insgesamt muss aus Sicht der Schüler/innen eindeutig erfassbar sein (holistische Güte). Ihnen muss klar sein, warum der Geopunkt angelaufen wird, und wie und wo sein Formenschatz und seine Genese in der Thematik verortet werden. Für eine nachhaltige Verankerung im Gedächtnis ist des weiteren eine affektive Ansprache durch den Geopunkt wichtig (Anmutungscharakter). Wenn Kinder und Jugendliche von etwas beeindruckt sind und etwas empfinden, dann werden sie auch auf

emotionaler Ebene angesprochen, was zur Folge hat, dass der Geopunkt und das Gelernte besser behalten werden.

Die Punkte 8 und 9 bzw. 1 gewährleisten zusammen die notwendige Authentizität und die geforderte lokalräumliche Prägnanz des Geopunktes (Streifinger, M., 2010: S. 81 f., S. 272 ff., Birkenhauer, J., 1996: S. 75 ff.). Der unter 10 genannte Anmutungscharakter kann durch seine affektive Ansprache die Betrachter für die Vulnerabilität der Erde und den Nachhaltigkeitsgedanken sensibilisieren (Kaminske, V., 2001: S. 57).

In Kap. 5 wurden die rechtlichen Voraussetzungen für Exkursionen geklärt. Für die Geopunkte resultiert aus den Vorgaben, dass sie uneingeschränkt zugänglich sein müssen. Uneingeschränkt bezieht sich unter anderem auf den zeitlichen Zugang. Institute wie Museen und Naturschutzzentren können aufgrund ihrer Öffnungszeiten keinen uneingeschränkten Zugang bieten. Aber auch die rechtlichen Voraussetzungen und die Ungefährlichkeit des Geopunktes müssen sichergestellt sein. Ist bereits im Vorfeld absehbar, dass an einem Geopunkt regelmäßig eine Ansammlung leerer Alkoholflaschen vorgefunden wird oder der Zugang nur bei Volljährigkeit gewährt wird, sollte dieser Geopunkt nicht in den Lernpfad aufgenommen werden.

### 7.3.2. Anordnung der Geopunkte

Das bereits erwähnte unterschiedlich entwickelte räumliche Denken muss bei der Auswahl der Geopunkte für einen Lernpfad mit bedacht werden.

Den Schüler/innen der Klassenstufe 5 erscheinen Wege als Bahnen im Raum. Daraus folgt, dass der Lernpfad im Nördlinger Ries für die Schüler/innen der Klassenstufe 5 einer Linie möglichst nahe kommen sollte. Die Geopunkte sollten sich in dieser figuralen Anordnung einpassen. An den einzelnen Geopunkten sollen Vergleiche angestellt werden, um Unterschiede und Gemeinsamkeiten zu benennen. Damit sich die Schüler/innen der Klassenstufe 5 auf die wesentlichen geographischen Phänomene der darzustellenden Thematik konzentrieren können, müssen andere geographische Themen, die es ebenfalls wert wären, angesprochen zu werden, ausgelassen werden. So wird zum Beispiel die Nutzung der Gunstlandschaft Nördlinger Ries durch die Landwirtschaft ausgefiltert. Das Ziel ist es, eine logische Struktur zu erschaffen.

Die logische Struktur der Geopunkte soll selbstverständlich auch für die Schüler/innen der Jahrgangsstufe 11 in den Rheinauen ersichtlich werden. Diese soll sich ebenfalls über die Interferenz der ausgewählten Geopunkte und deren Bedeutung zeigen. Das zur Verfügung stehende, räumliche Vorstellungsvermögen ist schon deutlich ausgeprägter und entspricht dem eines Erwachsenen. Die Geopunkte sind in ihrer Anordnung frei kombinierbar. Eine Filterung wie sie in Klasse 5 angebracht ist, muss hier nicht stattfinden. Ganz im Gegenteil, die Schüler/innen in Klasse 11 sollen die Umwelt möglichst ganzheitlich wahrnehmen.

Aus den oben genannten Kriterien an die Geopunkte und der eben geforderten Anordnung an die Lagebeziehung der Geopunkte zueinander kann man eine dreistufige Anleitung zur Erstellung des Lernpfades ableiten. Nach der Auswahl geeigneter Geopunkte werden diese anhand der Kriterien und ihrer Lagebeziehungen hierarchisiert. In der Folge dürften sich durch Strukturierung eine oder mehrere Lernpfadvarianten ergeben, aus denen gewählt werden muss.

### 7.3.3. *Begleitende Steuerungsinstrumente*

Zur Sicherung längerer Lerneinheiten werden in der Regel Protokolle angefertigt, so auch bei Exkursionen. Bei arbeitsteiligen Protokollen können sie zur gegenseitigen Ergänzung den Teilnehmern zur Verfügung gestellt werden. In den Schulen findet man diese Form allenfalls bei Mehrtagesexkursionen in der Kollegstufe. Für Protokolle spricht die Möglichkeit einer Nachbereitung der Exkursion, die einen erhöhten Lerngewinn verspricht. Eine Wiederholung führt zu einer besseren Verankerung im Gedächtnis. Zwar könnten sowohl die Schüler/innen der Klassenstufe 5 als auch der Jahrgangsstufe 11 die Erkenntnisse der einzelnen Geopunkte sichern, aber die Vorgehensweise lässt sich nicht mit einem thematisch ähnlichen Unterricht im Klassenzimmer vergleichen. Sowohl der GPS-gestützte Lernpfad als auch der Unterricht im Klassenzimmer sollen modernen Unterrichtsprinzipien entsprechen, um einen möglichst nachhaltigen Lernerfolg hervorzurufen. Zudem würde die Abfolge Exkursion – Protokolle – Puffer – Nachtest den Untersuchungszeitraum für die einzelnen Klassen enorm verlängern, was zu organisatorischen Problemen führen würde. Aus diesen Gründen wurde trotz der erwähnten Vorteile von der Möglichkeit, Protokolle anfertigen zu lassen, abgesehen.

### 7.3.4. *Methoden und Kompetenzen*

Moderner Geographieunterricht baut auf dem kompetenzorientierten Ansatz auf, in dem drei Arten von Lernzielen unterschieden werden. Fakten, Prozesse und Konzepte zählen zu den **kognitiven Zielen**. Die Schüler/innen sollen Wissen wiedergeben und anwenden können. Davon sind **instrumentelle Lernziele**, die den Umgang mit (geographischen) Methoden beinhalten, abzugrenzen. Hierzu zählen unter anderem die Orientierung mit Hilfe von Karten, Kompass und GPS, die Durchführung von Versuchen oder die Analyse eines Satellitenbildes. **Affektive und soziale Lernziele** wiederum werden erfüllt, wenn die Schüler/innen soziale und emotionale Fähigkeiten aufbauen. Es gilt, sich bei Unterricht auch über solche Erziehungsziele zu Ordnungen und Werthaltungen im Klaren zu sein. Sachgerechte und ethische Urteile müssen nach einer Phase des Abwägens getroffen und begründet werden. Die Kommunikation in der Gruppe, Präsentationstechniken und auch die Ansprache Fremder zählen dazu. Gerade die Kommunikation und die gruppendynamischen Prozesse innerhalb der Klasse und der Arbeitsgruppen sind auf den geplanten Geocaches besonders intensiv. Zur Steigerung der Motivation kann der Wettbewerbscharakter, also welche Gruppe als Erste und welche mit dem besten Ergebnis ankommt, helfen.

### 7.3.5. *Medien*

Bei beiden GPS-gestützten Lernpfaden laufen als weitere Methoden die Orientierungsfunktion und die Kartierung parallel mit. Der nächste Geopunkt muss immer mit Hilfe des GPS-Geräts aufgesucht werden. Hierzu müssen sich die Schüler/innen mit dem Kompass und der Karte in der Landschaft orientieren. Jeder Geopunkt wird vor Ort in der Karte eingetragen, um den Lernpfad und den Lernprozess nachverfolgen zu können.

Die Verwendung von Satellitenbildern bietet sich zur Verbesserung des Kartenverständnisses und der Orientierungskompetenz an. Die Schüler/innen erhalten aus der Vogelperspektive einen Überblick über die Landschaft. Prägnante Strukturen werden so ersichtlich. Der eigene Standort, die Geopunkte des GPS-gestützten Lernpfades und weitere Objekte (z. B. gut erkennbare Landmarken) müssen zu



Orientierungszwecken erkannt und in Beziehung zueinander gesetzt werden. Darüber hinaus sind diese Bilder dazu geeignet, um Strukturen wie beispielsweise den Äußeren Wall des Nördlinger Ries oder Altrheinschlingen zu erkennen. Es bietet sich also an, in den beiden GPS-gestützten Lernpfaden „Nördlinger Ries“ und „Rheinauen“ Satellitenbilder zu verwenden. Dabei wird der Einsatz auf Echtfarbdarstellung beschränkt.

Die Beschaffenheit der Geopunkte macht sie zu meist sehr wertvollen Arbeitsgegenständen. In Kombination mit methodisch-didaktisch angepassten Arbeitsblättern, die zugleich anleiten und ergänzende Informationen bereitstellen, kommt der Lehrkraft eine eher moderierende Rolle zu. Die zur Verfügung stehenden Materialien und Aufgaben sind Impulsgeber und Steuerungsinstrument.

Allerdings sind lange Texte, wie sie in der Kollegstufe zeitweise gelesen werden für Exkursionen eher ungeeignet (Streifinger, M., 2010: S. 275 f.).

#### 7.4. Darstellung der fertigen Lernpfade

Neben methodisch-didaktischen Überlegungen muss bei der Planung der GPS-gestützten Lernpfade auch die Streckenlänge, das Streckenprofil und der Faktor Orientierung im Gelände berücksichtigt werden. Am Ende eines Lernpfades muss die Abfolge nachvollziehbar sein und eine innere Logik zum Lerngegenstand besitzen. Die Geopunkte dürfen deshalb nicht zu weit auseinanderliegen, da sonst der Lernpfad unübersichtlich wird. Des Weiteren darf die Strecke zwischen den Geopunkten die Schüler/innen nicht überfordern. Das gilt sowohl für die physischen Fähigkeiten der Schüler/innen als auch für ihre Orientierungskompetenz. Ansonsten können sie sich an den einzelnen Geopunkten nicht auf die Aufgaben konzentrieren.

Streckenlänge und Streckenprofil wurden mit Hilfe der Faustformel, die von der Familienkommission im Verband Deutscher Gebirgs- und Wandervereine e.V. stammt geprüft. ([www.familienwandern.de/familinflyer.pdf](http://www.familienwandern.de/familinflyer.pdf)) Geht man nach dieser Pauschale, benötigt eine erwachsene Person 15 Minuten Gehzeit pro Kilometer. Pro 100 Höhenmeter Aufstieg müssen weitere 15 Minuten addiert werden. Diese Angaben wurden für die Schüler/innen der Jahrgangsstufe 11 übernommen. Für die Schüler/innen der Klassenstufe 5 müssen beide Richtwerte mit 1,5 multipliziert werden. Das heißt, pro Kilometer bzw. für 100 Höhenmeter benötigen die Kinder 22 Minuten und 30 Sekunden. Hinzu kommt als Restriktion, dass Kinder maximal den 1,5-fachen Wert ihres Lebensalters als Tagesstrecke zurücklegen können. Hierbei zählen 100 Höhenmeter wie 1 Kilometer.

Insgesamt dürfen beide GPS-gestützten Lernpfade nicht länger als 7 Stunden dauern. Mit An- und Abfahrt werden für die Durchführung insgesamt, je nach Schulstandort, bis zu 8 und mehr Stunden benötigt. Mehr als diese 8 Stunden ist weder sinnvoll noch vermittelbar. Damit bei beiden Gruppen die Exkursion als Arbeitsexkursion und keinesfalls als Wandertag verstanden wird, sollten die Gehzeiten insgesamt höchstens genauso viel Zeit in Anspruch nehmen wie die kumulierten Arbeitszeiten.

Auch die Anzahl der Geopunkte ist limitiert. Mehr als 8-9 Geopunkte sind Schülern nicht zumutbar, da ihre Aufnahmefähigkeit begrenzt ist (Streifinger, M., 2010: S. 277).

### 7.4.1. Das Nördlinger Ries (Impakt-Tektonik und Folgen)

Der Lernpfad „Nördlinger Ries“ beginnt mit einer einstündigen Führung im Rieskratermuseum Nördlingen. Wie in Kapitel 7.1 diskutiert wurde, ist es adäquat, den Schüler/innen der Klassenstufe 5 anhand mehrerer Karten, Satellitenbildern, Gesteinen und anderen Materialien in einem Vortrag die Genese des Nördlinger Ries zu vermitteln. Nach dem Vortrag gehen die Schüler/innen in ihre Gruppen und bearbeiten die Arbeitsblätter. Zunächst tragen sie ihren Standort in die beiliegende Karte ein. Darauf folgt zur Wiederholung der Genese des Nördlinger Ries eine willkürlich gemixte Bilderserie zur Riesgenese, eine Mehrfachwahlaufgabe und ein Lückentext. Darauf aufbauend gilt es, Geopunkte festzulegen, die die unter 7.3.1 und 7.3.2 genannten Kriterien erfüllen und sich in einer angemessenen Entfernung befinden. Startpunkt hierfür ist das Rieskratermuseum

Die Orientierung per GPS in einer Stadt mit vielen verwinkelten Straßen und Gassen, wie man sie in Nördlingen findet, stellt eine Herausforderungen für die Schüler/innen der Klassenstufe 5 dar, da zwischen Start- und Zielpunkt keine direkte Verbindung ersichtlich ist. Die Geopunkte sollten deshalb nicht zu weit voneinander entfernt liegen und markant sein. Innerhalb von Nördlingen erfüllt der Daniel-Turm beide Kriterien. Er liegt 350m entfernt vom Rieskratermuseum und ist ein markantes Gebäude. Aus Sicht des Lernpfades ist er von fachlicher Bedeutung, da er zum einen aus Suevitsteinen gebaut wurde und zum anderen eine Aussicht über das gesamte Nördlinger Ries bietet (Vgl. Abbildung 34 und Abbildung 36). Die Aussicht wird durch den bis zu 150m hohen äußeren Kraterrand begrenzt. Zuerst tragen die Schüler/innen wieder ihren Standort in der Karte ein. So können sie den Standort verorten und den zurückgelegten Weg rekonstruieren. An einer Stelle des Daniel-Turms untersuchen die Schüler/innen den Suevit auf seine Eigenschaften und vergleichen ihn mit anderen mitgebrachten Steinen wie Gneis, Kalk und Sandstein. Mit Hilfe einer Lupe beschreiben sie Aussehen und Zusammensetzung des Suevits. Danach gilt es, die Oberflächenstruktur zu fühlen. Mit Hilfe eines Eisennagels, mit dem am Gestein gekratzt wird, lässt sich bestimmen, ob der Suevit eher hart oder eher weich ist.

Das eben noch im Rieskratermuseum Gelernte lässt sich nach einem Aufstieg auf den Daniel-Turm selbst erfahren: Man sieht die flache Landschaft des Nördlinger Ries, die durch einzelne dislozierte Schollen durchbrochen, und durch den bewaldeten Äußeren Wall begrenzt wird. Diese Perspektive, die einem Schrägluftbild entspricht, vergleichen die Schüler/innen mit einem ausgedruckten Satellitenbild (Senkrechttbild). Darin markieren sie das Ende ihres Blickfeldes. Im Satellitenbild zeichnen sie die erkennbare Grenze ein und erkennen als Oberflächenform eine ringförmige Anhöhe, als dortige Nutzform Wald. Für die Arbeiten am und auf dem Daniel-Turm stehen 30min. zur Verfügung.

Innerhalb der Stadt Nördlingen befinden sich noch weitere Gebäude, die ebenfalls aus Suevit bestehen, aber keine vergleichbare Perspektive über den Raum bieten (Vgl. Abbildung 35).



Verbackene Fladen

Abbildung 34: Suevit am Daniel-Turm  
Foto: Kisser, T. (10.12.2013)



Abbildung 35: Brunnen aus Suevit in der Innenstadt Nördlingens  
Foto: Kisser, T. (10.12.2013)

Die Lage der geologischen Besonderheiten und aussagekräftigen Landmarken bietet eine Wegführung Richtung Süden geradezu an. Mit dem Reimlinger Berg ist eine zweite fußläufig erreichbare Gelegenheit gegeben, von der aus ein Blick über das Land und eine Rekonstruktion des gegangenen Weges möglich ist. Auf diesem Weg liegen zwei weitere Geopunkte.

Zunächst ist das der Hexenfelsen auf der Marienhöhe (Vgl. Abbildung 37). Die 1,2km sind in ca. 30min. zu bewältigen. Obwohl es sich um eine Anhöhe handelt, gibt es wegen der Bewaldung keine Aussicht. Der Hexenfelsen hat durch seinen Namen eine motivierende Wirkung auf die Schüler/innen. Laut Schautafel vor Ort sollen Seekalke und am Fuß des Hexenfelsens sogar Gneis sichtbar sein. Der Gneis ist aber nicht auffindbar. Innerhalb der verfügbaren Arbeitszeit von 15min. kann der Hexenfelsen auf der Karte verortet sowie die Art der Gesteine bestimmt werden.

In der Nähe des Hexenfelsen befindet sich die Gaststätte Meyers Keller. Dort ist der Gneissockel tatsächlich sichtbar. Ursprünglich sollte dieser lohnenswerte Geopunkt angelaufen werden. Allerdings hat sich während der Vorexkursion zur Erkundung des Nördlinger Ries herausgestellt, dass sich daraus der zeitliche Umfang des GPS-gestützten Lernpfades um 45 Minuten erweitert. Zudem ist der Gneissockel als Beweis für die Dislozierung nicht zwingend notwendig.

Auf den Hexenfelsen folgt der Adlersberg nach 45min (2km). Dieser hat durch sein Gipfelkreuz eine motivierende Wirkung auf die Schüler/innen (Vgl. Abbildung 38). Er fordert regelrecht zur Besteigung auf. Auch der Adlersberg wird, analog zum Hexenfelsen, in der Karte und im Ablauf des Ries-Impakts verortet und das Gestein wird untersucht. Als besonderes Charakteristikum dieses Geopunktes werden die Seekalke herausgearbeitet um zu der Frage hinzuführen, welche Ursache hier einen See erklären könnte. Hierfür stehen 15min. zur Verfügung. Die mit Muschelkrebsschalen und Schnecken besetzten Steine können von den Schüler/innen mitgenommen werden. So soll über eine Sammeltätigkeit auch eine nachhaltige Wirkung bei der aufarbeitenden Beschäftigung danach erzielt werden.



Abbildung 36: Ausblick vom Daniel-Turm  
Fotos: Kisser, T. (10.12.2013)



Abbildung 37: Hexenfelsen auf der Marienhöhe  
Foto: Kisser, T. (10.12.2013)



Abbildung 38: Adlersberg  
Foto: Kisser, T. (10.12.2013)



Abbildung 39: Ausblick vom Reimlinger Berg  
Fotos: Kisser, T. (10.12.2013)

Der schon erwähnte Reimlinger Berg eignet sich nach ca. 30min. in 1,5km als nächster Geopunkt mit guter Aussicht, um ein Zwischenfazit zu ziehen. Die Stadt Nördlingen und der zurückgelegte Weg zeigen sich dem Betrachter ebenso auf, wie ein guter Rundblick auf die flache Landschaft mit ihren punktuellen Erhebungen (Vgl. Abbildung 39). Hier können für die leistungsschwächeren Schüler/innen die Landschaftscharakteristika und die Landschaftsgenese innerhalb von 15min. Arbeitszeit noch einmal wiederholt werden. Auch dieser Standort wird in die Karte eingetragen.

Da die Strecke bis zu den Ofnethöhlen im Riegelberg mit 4,3km sehr lang ist, wurde allen Teilnehmergruppen geraten, sich von einem Bus von Reimlingen zum Riegelberg fahren zu lassen. Diesem Vorschlag entsprachen alle Gruppen.

Die Ofnethöhlen am Riegelberg sprechen die Motivation der Schüler/innen diesmal auf eine ganz andere Art an (s. Abbildung 40 und Abbildung 41). Als Karsthöhlen dienten sie Neandertalern und Cro-Magnon-Menschen schon als stabile Unterkünfte der Vorzeit. Schüler/innen erkunden deshalb die Höhlen aus Abenteuerlust in „entdeckendem Lernen“. Da die Höhlen in ihrer Genese den Karsthöhlen der Schwäbischen Alb entsprechen, stellen sie die Schüler/innen vor ein Rätsel, das sie lösen müssen. Wie kommen die Karsthöhlen an die Oberfläche? Dieses Rätsel können sie mit Hilfe der Informationstafel vor Ort in 30min. auflösen. Der Standort ist ebenfalls in der Karte einzutragen.



Abbildung 40: Ofnethöhlen  
Foto: Kisser, T. (10.12.2013)



Abbildung 41: Blick auf den Riegelberg  
Foto: Kisser, T. (10.12.2013)

Den Abschluss bildet der stillgelegte Suevitsteinbruch Altenbürg in 1,5km Entfernung (s. Abbildung 42). Aussehen und Entstehung des Suevits, der durch den Ries-Impakt entstand und aus dem der zweite Geopunkt, der Daniel-Turm gebaut wurde, soll durch diese Wiederholung als besonders wichtig erkannt und vertieft werden. Auch hier wird der Geopunkt wieder in die Karte eingetragen. Als Gedächtnisstütze und zum nacharbeitenden Lernen kann jede(r) Schüler/in einen Suevit mitnehmen. Für diesen Geopunkt sind 30min. Arbeitszeit vorgesehen.

Die vorgesehene Arbeitszeit an allen Geopunkten beträgt damit insgesamt 3h 30min. Die anvisierte Laufzeit beträgt aufgrund der prognostizierten Laufleistungen etwa 3h 15min. Beide Zeitangaben sind realistisch und wurden von den unterschiedlichen Gruppen eingehalten.

Die Geopunkte bilden einen gut nachvollziehbaren Lernpfad (Vgl. Abbildung 43). Nachdem im Rieskratermuseum die notwendigen Grundlagen gelegt worden waren, um den geographischen Blick im Gelände erfolgreich anzuwenden, geht es vom suevithaltigen Daniel-Turm quer durch das Gelände, bis wieder Suevit das Ende des Lernpfades kennzeichnet. Dazwischen beschäftigten sich die Schüler/innen mit den unterschiedlichen dislozierten Schollen und den verschiedenen Kalkarten und ihrer Genese.

Die Schüler/innen arbeiten den gesamten Lernpfad über im Sinne des *expeditionary learning*<sup>4</sup> forschend-entdeckend. Die eingesetzten Arbeitsblätter enthalten Texte, Abbildungen und Karten und regen zur Selbsttätigkeit an. Zusätzlich wiederholt sich die Vorgangsweise an den Stationen: Verortung der Station in der Landschaft und Vergleich mit der Karte, vergleichende Gesteinsbestimmung. Die methodischen Schwerpunkte liegen somit im Vergleich und der systematischen Untersuchung der einzelnen Geopunkte. Abgesehen vom Daniel-Turm und dem Reimlinger Berg befindet sich an jedem Geopunkt eine Informationstafel, auf der die Genese des Geopunkts im Speziellen und des Nördlinger Ries im Allgemeinen nachgelesen werden kann. Die Schautafeln sind mit zahlreichen Bildern anschaulich gestaltet.

Der GPS-gestützte Lernpfad entspricht ungefähr dem Angebot „Schäferweg“ des Geopark Ries. Es handelt sich dabei um einen ausgeschilderten Wanderweg ohne Informationsvermittlung im Nördlinger Ries. Diese Exkursionsrouten, die sich im Internet (z. B.: <http://www.zum.de/Faecher/Ek/BAY/mek/mek/ek11/ries/frries.htm>) und in der Literatur (z. B.: Bräuninger, S., Fraedrich, W., 1985: S. 217 ff.) finden lassen, unterscheiden sich vom selbst erstellten Lernpfad durch die ständige Verfügbarkeit eines Autos oder Busses. Die Geopunkte liegen weit auseinander und folgen, wenn sie didaktisch strukturiert sind, einer anderen Logik. Teilweise wird zusätzlich die Stadtgeographie Nördlingens behandelt.



Abbildung 42: Suevitsteinbruch Altenbürg  
Foto: Kisser, T.

<sup>4</sup> Das Konzept des Expeditionary Learning stammt aus Dubuque, Iowa, in den USA. 1992 starteten drei elementary schools und eine high school damit, regelmäßig schülerzentrierte, fächerverbindende und schüleraktivierende Exkursionen durchzuführen. Sie stellen den Kern des expeditionary learning dar (House, E. R./McQuillan, P. J.: S. 205).



Abbildung 43: Geopunkte und Route des Lernpfads Nördlinger Ries  
Quelle: www.GoogleEarth.de, verändert

**Blätter für die Stationssuche** (Titelbild zur Verfügung gestellt von © Sean Gladwell - Fotolia.com):

## **Geocache im Nördlinger Ries – dem Asteroiden auf der Spur!**



Station 1: 48°51.231'N, 010°29.200'O

Aufgaben und Tipps, wie ihr den Standort der Station identifizieren könnt:

- Die Station befindet sich in einer ehemaligen Scheune
- Die Scheune steht gut versteckt am Ende einer Gasse
- Ihr erhaltet umfangreiche Informationen über das „Ries-Ereignis“



## Geocache im Nördlinger Ries – dem Asteroiden auf der Spur!



Station 2: 48°51.048'N, 10°29.304'O

Aufgaben und Tipps, wie ihr den Standort der Station identifizieren könnt:

- Von hier habt ihr einen hervorragenden Rundumblick auf die gesamte Stadt Nördlingen
- Dieses Bild wurde von dort aufgenommen: Was ist zu sehen? Von welchem Punkt kann man so ein Foto aufnehmen?

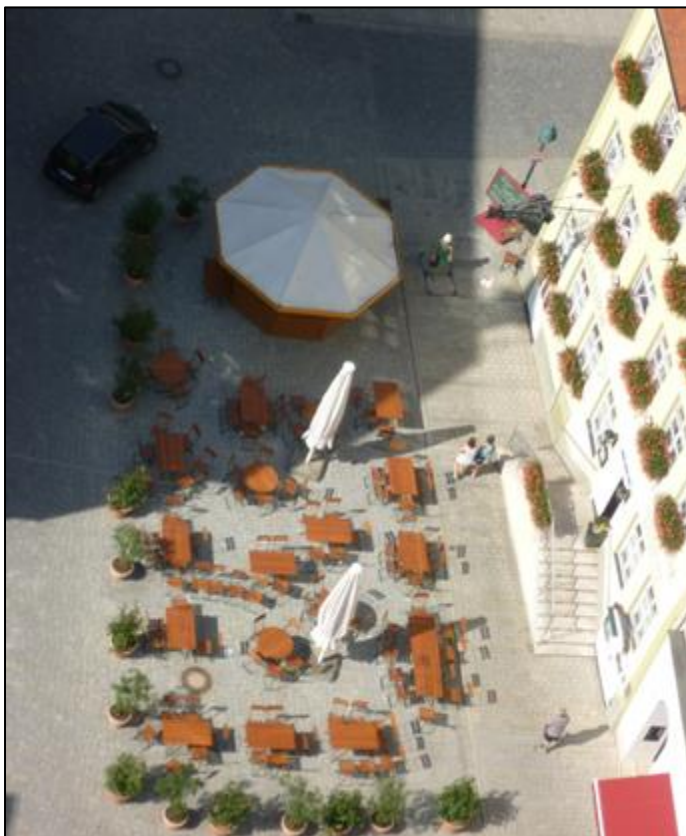


Foto: Kisser, T. (03.09.2011)

## Geocache im Nördlinger Ries – dem Asteroiden auf der Spur!



Station 3: 48°50.547'N, 010°29.396'O

Aufgaben und Tipps, wie ihr den Standort der Station identifizieren könnt:

- Ihr seid durch die Stadtmauer aus der mittelalterlichen Innenstadt hinausgegangen und marschiert auf einen Berg.
- Im Mittelalter wurde zur Zeit der Hexenverfolgung dieser Berg als Hinrichtungsstätte genutzt
- Das Bild wurde vor Ort aufgenommen: Die Inschrift ist leider nicht mehr lesbar: Erfinde eine mögliche Inschrift zu Ort und Geschehen.



Foto: Kisser, T. (03.09.2011)

## Geocache im Nördlinger Ries – dem Asteroiden auf der Spur!



Station 4: 48°49.723'N, 010°29.972'O

Aufgaben und Tipps, wie ihr den Standort der Station identifizieren könnt:

- Ihr findet dort mit Hilfe einer Lupe im Gestein Reste von Wasserschnecken und Krebsen. Was heißt das für die Vergangenheit dieses Standortes?
- Die Station hat ein Gipfelkreuz, liegt also auf einer Anhöhe. Was heißt das für das flachere Gelände darum herum?



Foto: Kisser, T. (03.09.2011)

## Geocache im Nördlinger Ries – dem Asteroiden auf der Spur!



Station 5: 48°49.353'N, 010°29.624'O

Aufgaben und Tipps, wie ihr die Station identifizieren könnt:

- Von dieser Anhöhe aus habt ihr einen guten Ausblick, insbesondere in Richtung Norden auf Nördlingen
- Bei trockenem und warmem Wetter kann man es sich in einer der vielen Dolinen bequem machen und das Gestein untersuchen: Wie ist dieses aufgebaut?

## Geocache im Nördlinger Ries – dem Asteroiden auf der Spur!



Station 6: 48°49.275'N, 0 10°28.723'O

Aufgaben und Tipps, wie ihr die Station identifizieren könnt:

- Auch von dieser Anhöhe aus überblickt ihr die Ries-Landschaft

## Geocache im Nördlinger Ries – dem Asteroiden auf der Spur!



Station 7: 48°49.108'N, 010°27.022'O

Aufgaben und Tipps, wie ihr zur Station findet:

- Es handelt sich um einen längeren Wegabschnitt bergauf.
- Der Trampelpfad ist nicht leicht zu finden, obwohl er schon von den Höhlenmenschen der Steinzeit begangen wurde.
- Braucht ihr einen Ausweis, wenn ihr hier die Landesgrenze von Bayern nach Baden-Württemberg überschreitet? (Begründung!). Könnt ihr den Grenzverlauf erkennen? Wenn ja, woran? Wenn nein, warum nicht?



Foto: Kisser, T. (03.09.2011)

## Geocache im Nördlinger Ries – dem Asteroiden auf der Spur!



Station 8: 48°48.825`N, 010°25.863`O

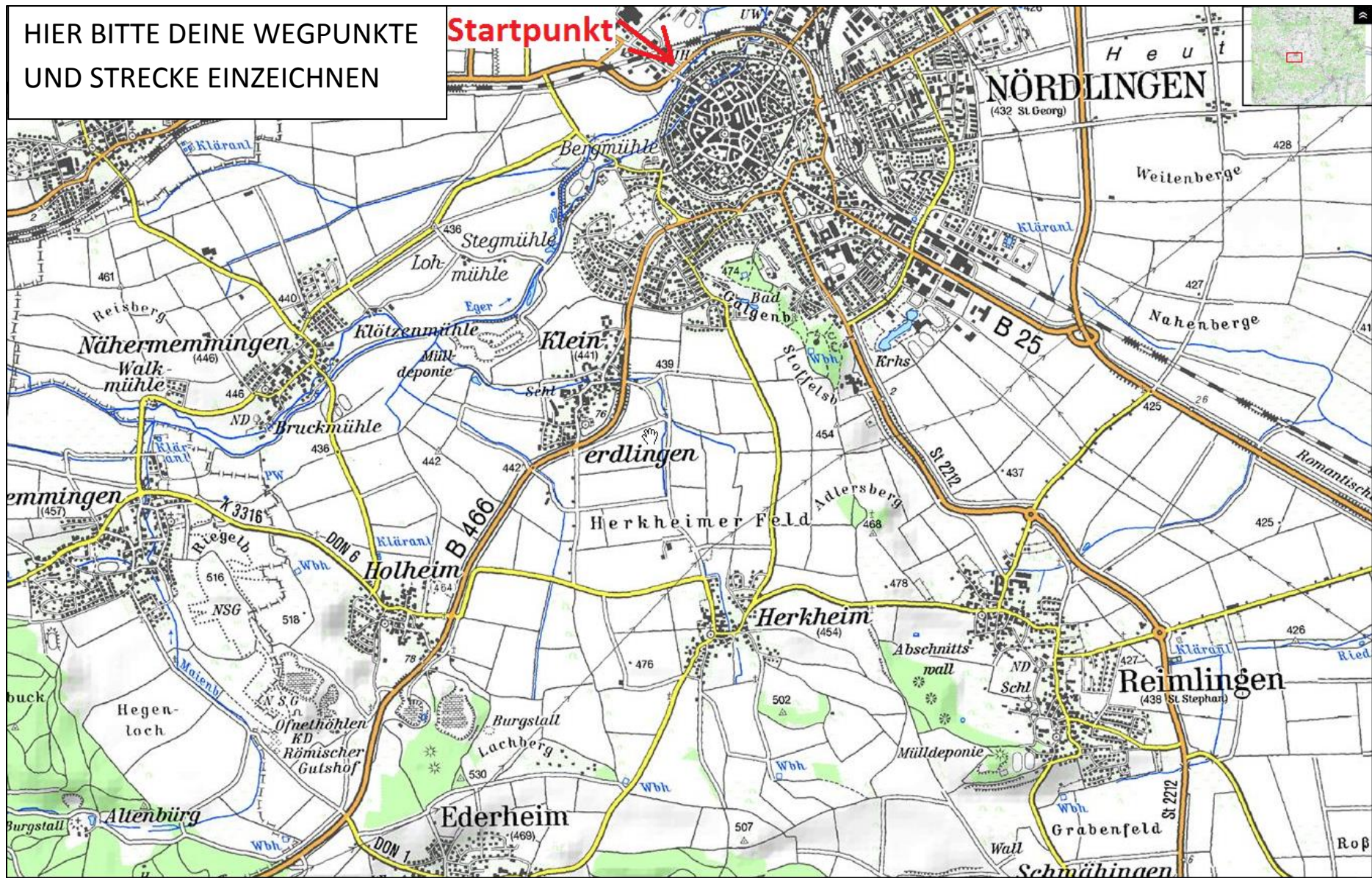
Aufgaben und Tipps, wie ihr die Station identifizieren könnt:

- In der Nähe befindet sich eine Gaststätte, die fast genauso heißt, wie die Station
- Ihr steht bei der Station vor einer „Wand“
- Mittendrin steht eine Hütte. Sie ist etwas größer als eine Hundehütte: Versuche, die Gesteine auf ihrem Dach zu bestimmen. Erkennst du den Suevit und Kalksteine?



Foto: Kisser, T. (03.09.2011)

**Topographische Hilfen und Arbeitsblätter für den Lernpfad:**



Quelle: <http://www.geopark-ries.regio-city.de/>, verändert

## Geocache im Nördlinger Ries – dem Asteroiden auf der Spur!



### Station 1: Rieskratermuseum

Im Rieskratermuseum erwartet uns eine spannende Führung, die wichtig für die weiteren Stationen ist.

Das Nördlinger Ries ist schon seit den Höhlenmenschen und den alten Römern ein bekanntes Siedlungsgebiet. Selbst von Astronauten aus den USA wurde es besucht, und es gab Besuche aus der ganzen Welt. Warum das so ist, erfahren wir hier.

Zunächst erfahren wir, warum inmitten der verkarsteten Schwäbisch-Fränkischen Alb ein fruchtbares Landwirtschaftsgebiet wie das Nördlinger Ries liegt.

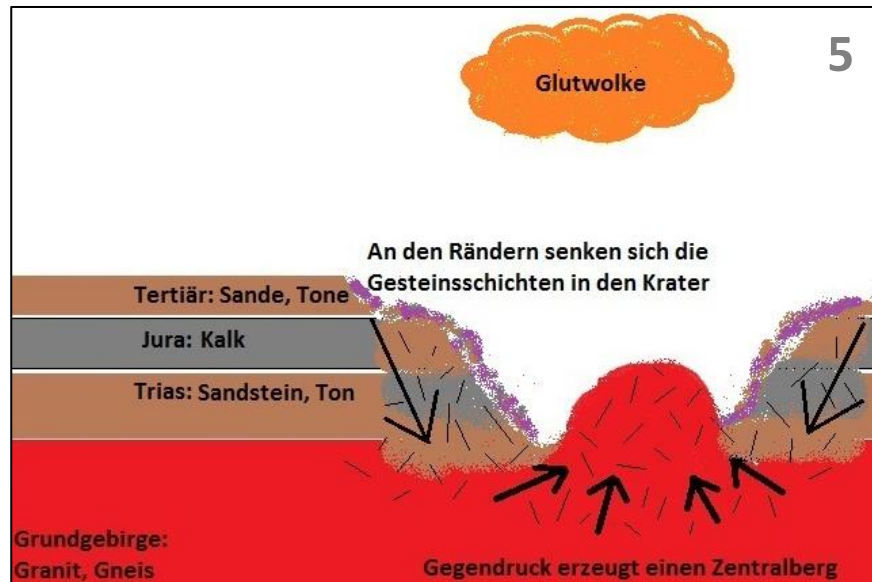
- 1) Trage deinen Standort in deine Karte ein.

Nach der Führung:

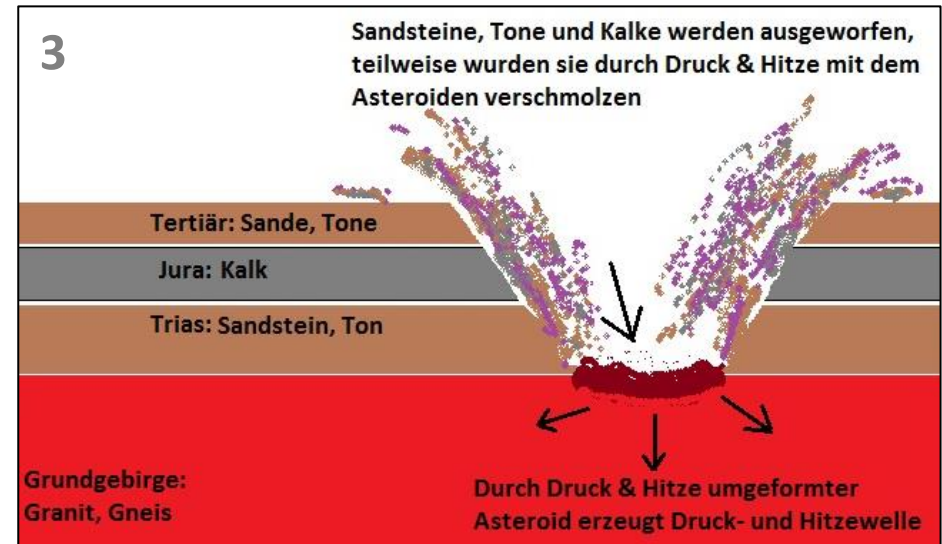
- 2) Die Bilder sind vom Ablauf her etwas durcheinander geraten. Ordne sie mit Hilfe der Nummern 1-7 in der richtigen Reihenfolge.
- 3) Was ist ein Asteroid? Kreuze die richtige Antwort an:
  - Ein Körper, der während dem Einschlag in der Erdatmosphäre nicht vollständig verglüht ist.
  - Der Leuchtschweif, der beim Eintritt in die Erdatmosphäre entsteht.
  - Ein Kleinplanet, der eine feste Umlaufbahn um die Sonne herum hat.
  - Ein Himmelskörper, der sich im All bewegt und aus dem Gas austritt. Dadurch entsteht der typische Schweif.
- 4) Ergänze mit Hilfe der Bilder folgenden Lückentext:

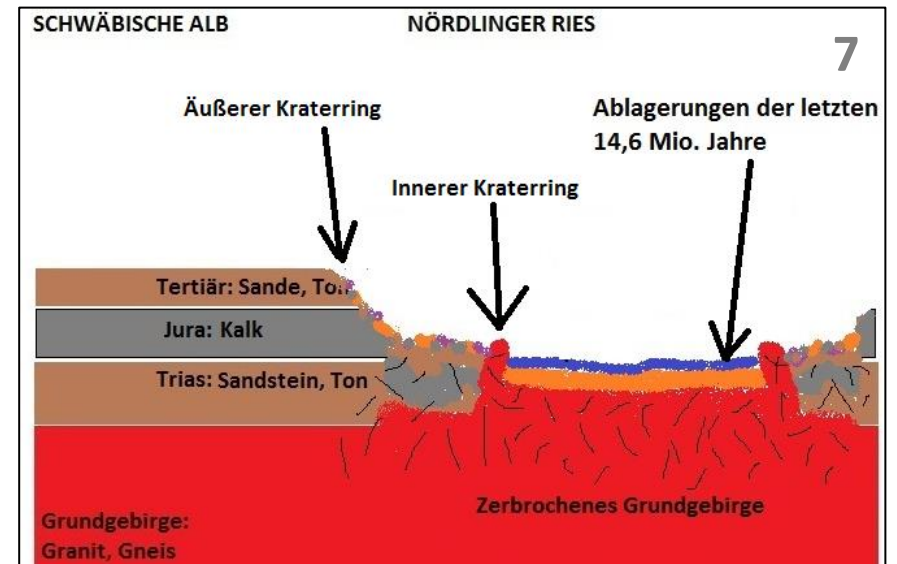
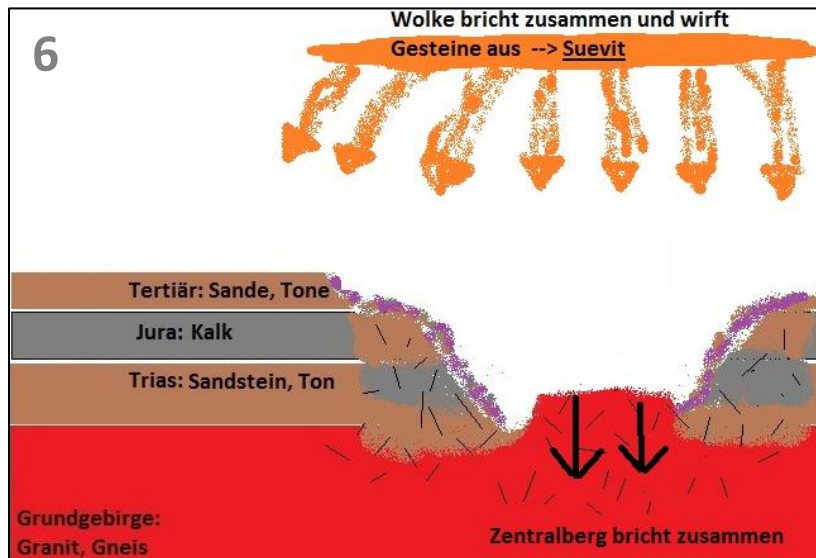
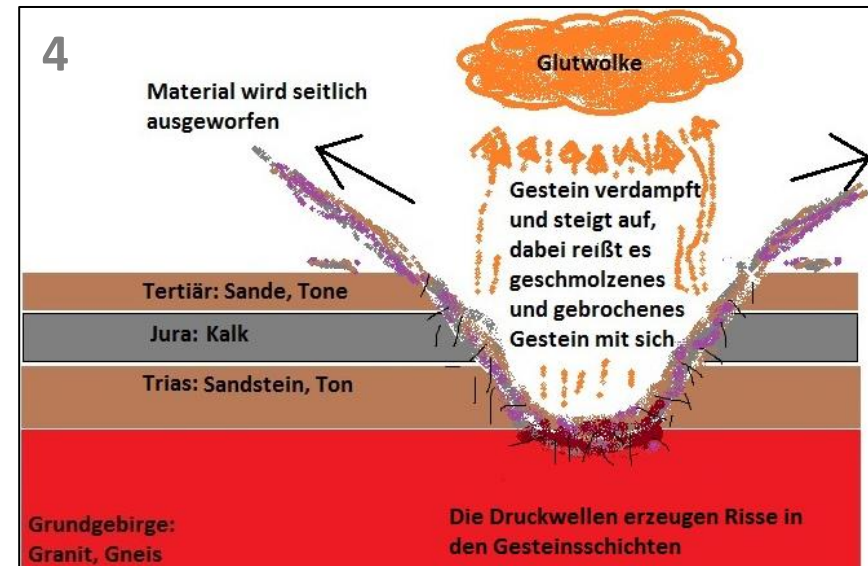
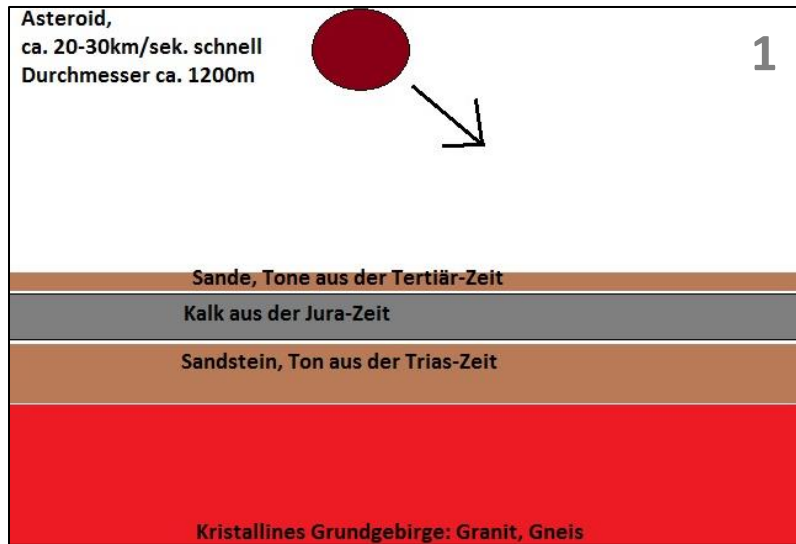
Der Asteroid, der im Nördlinger Ries einschlug, hatte einen Umfang von 1000 m. Durch den Einschlag bildete sich ein Krater, dessen Ränder 25 km auseinander liegen. Die Trümmernmassen liegen in einem Umkreis von bis zu 450 km um das Einschlagszentrum. Der Asteroid ist durch die hohen Temperaturen verdampft und bildete zusammen mit anderen Gesteinen (Sande, Tone, Kalk, Granit und Gneis) des Untergrunds eine Glutwolke, die Suevit als neue entstandenes Gestein auswarf   .





Alle: Quelle: Kisser, T., nach: [http://www.geopark-ries.de/index.php/de/entstehung\\_rieskrater](http://www.geopark-ries.de/index.php/de/entstehung_rieskrater) (Stand: 28.11.2013)





## Geocache im Nördlinger Ries – dem Asteroiden auf der Spur!



### Station 2: Daniel-Turm

Der Daniel-Turm besteht, wie viele Gebäude in Nördlingen, aus dem Baumaterial Suevit, auch Schwabenstein genannt.

a) Betrachte die Steine und beschreibe, wie sie aussehen:

**\_Farbe: Grau, gelblich, mit schwarzen Fladen und andersfarbigen Steinen durchsetzt; Die Fladen sind unterschiedlich groß und unterschiedlich geformt; Der Stein ist unregelmäßig geformt\_**

b) Nimm die vom Lehrer ausgeteilte Lupe zu Hilfe. Beschreibe den Aufbau der Steine hinsichtlich Farbe, Zusammensetzung, Poren und glänzenden Teilchen.

**\_Farbe und Zusammensetzung siehe a); Die grau-gelbe Masse verfügt über kleine Poren, die schwarzen Fladen nicht; mit Mühe findet man hier und da sehr kleine glänzende Teilchen\_**

c) Fasse die Steine an. Beschreibe, wie sie sich anfühlen:

**\_Rauh, sie kratzen\_**\_\_\_\_\_

d) Kratze mit einem Eisennagel an den Steinen. Beschreibe, was passiert: Was bedeutet das?

**\_Einzelne Bestandteile der Steine bröckeln ab. Das heißt, der Stein ist weich.\_**\_\_\_\_\_

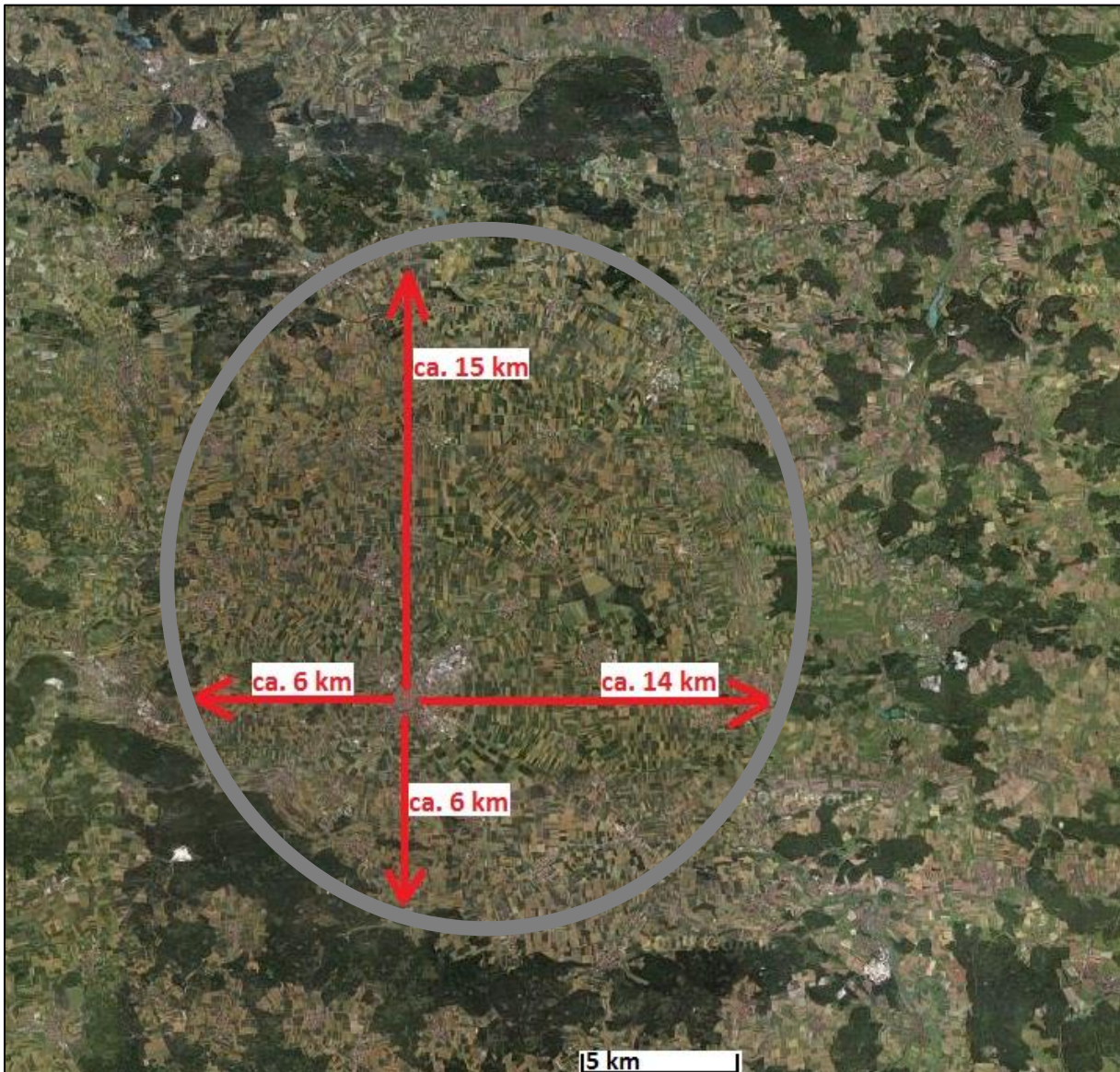
Wir vergleichen nun verschiedene Steine miteinander und führen einen Versuch durch. Warte ab, was passiert. Wie reagiert der Suevit auf unsere Säure?

**\_\_\_\_\_ An einzelnen Stellen bilden sich Bläschen, es sprudelt. Das heißt, der Stein enthält an einzelnen Stellen Kalk.**\_\_\_\_\_

Im Turm werden kleine Steine mit „Diamanten“ (im Suevit) verkauft. Du hast auf der Tour die Gelegenheit, solche Steine selbst zu finden. Achte daher auf die Ausführungen deines Lehrers.

Oben auf dem Daniel-Turm hat man bei günstigen Sichtverhältnissen eine hervorragende Aussicht auf das Ries, die schwäbische und die fränkische Alb. Gehe einmal die gesamte Aussichtsplattform ab. Betrachte den Verlauf der Horizontlinie (was siehst du am Ende deines Blickfeldes?).

- 1) Zeichne auch hier deinen Standort in die Karte ein.
- 2) Schätze, wie weit du sehen kannst! Zeichne in das Satellitenbild ein, was du am Ende deines Blickfelds rundherum siehst.



Quelle: [www.GoogleEarth.de](http://www.GoogleEarth.de), verändert

## Geocache im Nördlinger Ries – dem Asteroiden auf der Spur!



### Station 3: Hexenfelsen auf dem Galgenberg

Der Hexenfelsen auf dem Galgenberg diente im Mittelalter als Hinrichtungsstätte für angebliche Hexen. Erst vor rund 100 Jahren wurde er mit Bäumen bepflanzt.

- 1) Zeichne auch hier wieder deinen Standort in deine Karte ein.
- 2) Wir führen einen Test mit Säure an verschiedenen Felsen durch. Warte ab, was passiert und berichte.
- 3) Wieso liegt hier, in einer ansonsten völlig flachen Landschaft so ein großer Felsbrocken? Im Museum haben wir erfahren, dass der Untergrund aus Gneis ist. Vergleiche den Fels mit den Handstücken! Stammt der Fels aus dem Untergrund oder gibt es einen Hinweis, um was für ein Gestein es sich handelt?

- Sandstein
- Kalkstein
- Suevit
- Gneis

- 4) Erkläre, wieso dieser Felsen hier so liegen könnte!  
Wurde er von umliegendem Material befreit?

Nein

Ist er ein herausgewachsener Rest des Untergrundes?

Nein

Wurde er hierher verlagert? Durch welche möglichen Kräfte?

Durch den Einschlag des Asteroiden wurde der Hexenfelsen hierher verlagert (Phase 3-4)

- ➔ Ihr wart im Museum und habt verschiedene Einschlagsphasen kennen gelernt. In welcher Einschlagsphase vermutest du die Entwicklung des Hexenfelsens?  
Du kannst deine Vermutung an der nächsten Station überprüfen!

## Geocache im Nördlinger Ries – dem Asteroiden auf der Spur!



### Station 4: Adlersberg

Es ist schon seltsam hier im Nördlinger Ries. Wir befinden uns in einer gleichmäßig flachen Ebene, und immer wieder stoßen wir auf Felsen, die einfach so in der Landschaft liegen.

- 1) Zeichne auch hier wieder deinen Standort in deine Karte ein.
- 2) Wir wollen wieder überprüfen, aus welchem Gestein dieser Felsen ist.

- Sandstein
- Kalkstein
- Suevit
- Gneis

- 3) Wir wollen das Gestein noch weiter untersuchen. Wie sieht das Gestein aus?

**\_\_Farbe: Grau-weiß; unregelmäßige Ecken und Kanten sind deutlich erkennbar; keine Poren\_\_**

Nimm eine Lupe und das Informationsblatt mit den Abbildungen. Was kannst du erkennen? Was bedeutet es, wenn wir diese Beobachtungen im Gestein machen können?

**\_\_Muschelkrebsschen, (Schnecken)\_\_\_\_**

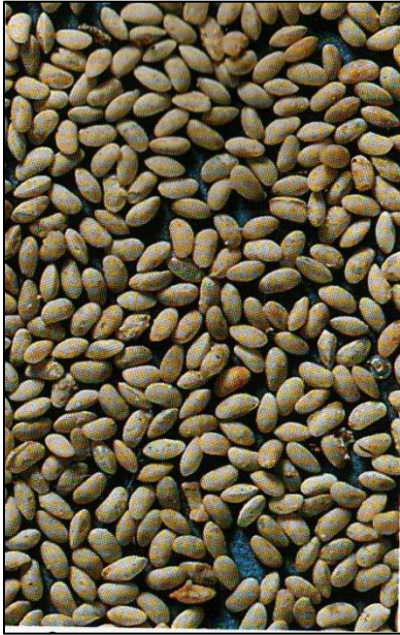
**\_\_Das Gestein muss früher unter Wasser (Süßwasser, langsam fließend bis stehend) oder am Strand gestanden haben. \_\_**

In welcher Einschlagsphase vermutest du die Entwicklung des Adlersbergs?

**\_ Durch den Einschlag des Asteroiden wurde der Adlersberg hierher verlagert (Phase 3-4)\_**

## Informationsblatt mit Abbildungen von Versteinerungen

Muschelkrebsschen, je ca. 2 mm lang:



Quelle: Mayr, Helmut / Höck, Franz (2006): Fossilien. Über 500 Versteinerungen. München, S. 140.

Posthornschncke (mit Wasserlunge), ca. 3 cm groß:



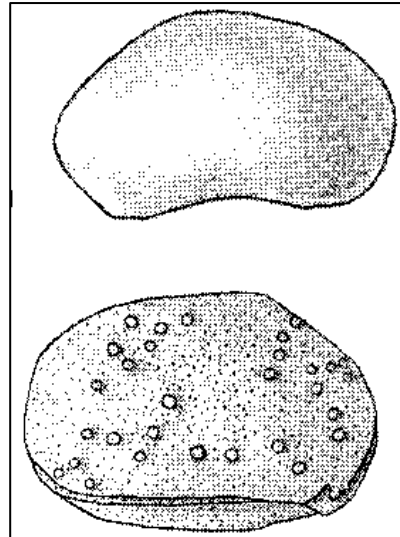
Quelle: Lichter, Gerhard (2003): Versteinerungen. Stuttgart, S. 56.

Landschnecke (mit Landlung), ca. 2,5 cm groß:



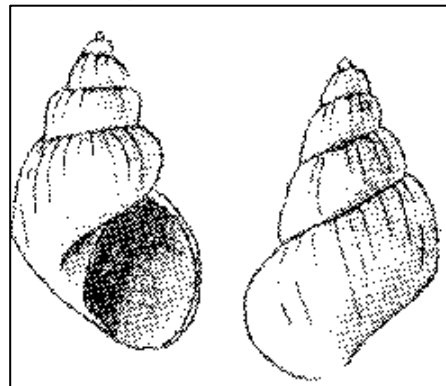
Quelle: Lichter, Gerhard (2003): Versteinerungen. Stuttgart, S. 56.

Stark vergrößerte Zeichnung der Muschelkrebsschen (in der Realität 1mm klein):



Quelle: Richter, Andreas (2011): Handbuch des Fossiliensammlers. Ein Wegweiser für die Praxis mit über 1300 Abbildungen. Stuttgart, S. 264.

Stark vergrößerte Zeichnung einer Wasser-schnecke (in der Realität 3 mm klein):



Quelle: Richter, Andreas (2011): Handbuch des Fossiliensammlers. Ein Wegweiser für die Praxis mit über 1300 Abbildungen. Stuttgart, S. 130

## Geocache im Nördlinger Ries – dem Asteroiden auf der Spur!



### Station 5: Reimlinger Berg

Den Reimlinger Berg erreichen wir nach mehr als der Hälfte des Weges. Das Meiste haben wir also bereits geschafft. An dieser Stelle wollen wir alle gemeinsam unsere Erkenntnisse über das Ries-Ereignis und die Folgen zusammenfassen.

Schaue zunächst zurück in Richtung Nördlingen und suche den bereits zurück gelegten Weg.

- 1) Zeichne dann wieder deinen Standort in deine Karte ein.
- 2) In welcher Einschlagsphase vermutest du die Entwicklung des Reimlinger Bergs und warum?

**In Phase 5: Der Reimlinger Berg ist deutlich größer als der Hexenfelsen oder der Adlersberg, zudem liegt er näher am Kraterrand. Der Reimlinger Berg ist im Gegensatz zu Hexenfelsen und Adlersberg eine verrutschte Scholle. Dafür spricht auch, dass die Kalke keine Seekalke sind.**

- 3) Charakterisiere die Landschaft!

**Flach, mit einzelnen Erhebungen durchsetzt (z. B.: Adlersberg, Hexenfelsen); das Sichtfeld wird durch eine Erhebung, die sich rund herum zieht, begrenzt.**



## Geocache im Nördlinger Ries – dem Asteroiden auf der Spur!



### Station 6: Aussicht bei Herkheim

- 1) Zeichne zunächst die Station wieder in deine Karte ein.
- 2) Schau nach oben in den Himmel und überlege aufgrund der bisherigen Ergebnisse und der vorhandenen Kartenaussagen:  
Aus welcher Richtung könnte der Asteroid gekommen sein?

Es handelt sich hierbei um eine weiterführende Frage von sehr hohem Schwierigkeitsgrad, die nur im Zusammenhang mit der Karte und der Lage des Steinheimer Beckens sowie der „Moldavite“ zu beantworten ist.

Die Station 6 ist optional. Alle Teilnehmergruppen fahren von Station 5 zu Station 7 mit dem Bus und lassen die Aussicht bei Herkheim aus.

## Geocache im Nördlinger Ries – dem Asteroiden auf der Spur!



### Station 7: Ofnethöhlen im Riegelberg

- 1) Zeichne auch hier wieder deinen Standort in deine Karte ein.
- 2) Aus welcher Phase des Einschlags ging der Riegelberg hervor (Vgl. Station 1)?  
 \_\_\_ In Phase 5: Der Riegelberg ist deutlich größer als der Hexenfelsen oder der Adlersberg, zudem liegt er näher am Kraterrand. Der Riegelberg ist im Gegensatz zu Hexenfelsen und Adlersberg eine verrutschte Scholle. Dafür spricht auch, dass die Kalke keine Seekalke sind. \_\_\_
- 3) Zu welchem Abschnitt des Nördlinger Ries gehört der Riegelberg (Vgl. Station 1)?  
 \_\_\_ Dem Kraterrand vorgelagerte Scholle (zwischen äußerem und innerem Kraterring) \_\_\_
- 4) Lies die Schautafel aufmerksam durch. Vergleiche die Entstehung des Riegelbergs mit der Entstehung des Adlersberg:

Gemeinsamkeiten	Unterschiede
<p><b>Entstehung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Beide entstanden durch den Einschlag des Asteroiden</li> <li>- Beides sind Kalksteine</li> </ul> <p><b>(Aussehen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Beide sind Erhebungen in der flachen Rieslandschaft)</li> </ul>	<p><b>Entstehung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Der Adlersberg wurde komplett verlagert</li> <li>- Die Kalke bildeten sich nach der Verlagerung. Sie sind Ablagerungen von Pflanzen des Riessees.</li> <li>- Der Riegelberg ist nur verrutscht</li> <li>- Die Kalke hatten sich bereits vor dem Asteroideneinschlag gebildet</li> </ul> <p><b>(Aussehen, Lage:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Der Riegelberg ist größer als der Adlersberg</li> <li>- Der Riegelberg liegt näher am äußeren Kraterrand, der Adlersberg zählt zum inneren Kraterring)</li> </ul>

## Geocache im Nördlinger Ries – dem Asteroiden auf der Spur!



### Station 8: Steinbruch Altenbürg

Du erinnerst dich sicher noch an den Daniel-Turm und die Steine, aus denen er gebaut wurde und die verkauft werden. Die dort verkauften Steine stammen aus diesem Steinbruch hier!

- 1) Zeichne auch hier wieder den Standort in deine Karte ein.
- 2) Wir hatten den Daniel-Turm bestiegen. Er wurde aus dem Suevitstein dieses Steinbruchs erbaut. Wieso gibt es diesen Suevit nicht in Nördlingen selbst?  
 \_\_\_Weil die Glutwolke den Suevit nicht über Nördlingen ausgeworfen hat.\_\_\_
- 3) Welcher Farbe entspricht der Suevit in den Abbildungen 1-7 in Station 1?  
 \_\_\_Orange\_\_\_
- 4) Erkläre nochmals mit eigenen Worten die Entstehung des Suevits.  
 \_\_\_Ein Asteroid schlug ein. Es entstanden sehr hohe Temperaturen und sehr hoher Druck. Der Asteroid verdampfte. Die Gesteine im Untergrund verdampften auch, wurden geschmolzen und wurden auch in Form von Stücken mit dem Dampf in die Luft gerissen. Es bildete sich eine Wolke. Aus dieser „Gesteinswolke“ „regnete“ es Suevit.\_\_\_
- 5) Diamanten entstehen nur bei sehr hohen Temperaturen und gleichzeitig sehr hohem Druck, ähnlich den vulkanischen Durchschlagsröhren in Südafrika. Mit welchen Bedingungen ist zu rechnen, wenn bei einem Asteroiden-Einschlag Diamanten entstehen?  
 \_\_\_Sehr hohe Temperaturen, sehr hoher Druck\_\_\_

### 7.4.2. Rheinauen (Umgestaltung von Flusslandschaften)

Der GPS-gestützte Lernpfad in den Rheinauen bei Karlsruhe verläuft umgekehrt wie der Lernpfad im Nördlinger Ries. Die bestätigenden Informationstafeln stehen am Ende des Lernpfades. Der Weg dorthin baut auf entdeckendem Lernen auf, was zur Thesenbildung und späteren Verifikation bzw. Falsifikation anhand der Informationen führt. Diese Lernform ist für Schüler/innen der Klasse 11 altersgemäß.

Vorab bieten Satellitenbilder, Karten des Gebietes und Informationen über das weitere Vorgehen im Verlauf des Tages einen sachgerechten Einstieg in das Thema. Mit den Satellitenbildern und Karten erhalten die Schüler/innen den Arbeitsauftrag, den Verlauf des Rheins, den Verlauf der anderen Bäche und Flüsse, sowie die Lage der Seen zu charakterisieren. Dies kann während der Anfahrt oder nach dem Ausstieg erfolgen. Für diese Aufgabe sind 15min. vorgesehen.

Da der Veränderungsprozess in dieser Landschaft sich über einen mehrere hundert Jahre andauernden Zeitraum erstreckt, die ursprünglichen Landschaftsformen teilweise aber noch heute erkennbar sind, wurde der Raum nach Punkten und möglichen Indikatoren durchsucht, die einen chronologischen Prozessverlauf erkennen lassen und in ihrer Kombination eine Funktion als Geopunkte wahrnehmen.

Der ursprüngliche Verlauf des Rheins lässt sich am besten an einer Altrheinschleife nachvollziehen. Diese Altrheinschleifen gibt es in Reichweite des Naturschutzzentrums Karlsruhe noch recht häufig, auch in Kombination mit dem Hochgestade, das der Niederterrasse entspricht. Anhand dieser Überlegungen konnte noch kein Startpunkt gewählt werden.

Zur Integration in einen Lernpfad wäre etwa die Federbachschleife südlich in Verbindung mit dem noch sehr naturnahen Naturschutzgebiet Bremengrund sehr gut geeignet. Allerdings ist das Naturschutzgebiet Bremengrund abhängig vom Rheinpegel nicht immer erreichbar. Zudem liegt das Naturschutzzentrum Rappenwört zu Fuß in ca. 60min. Entfernung und ist damit als Anlaufpunkt bei einer Tagesexkursion zu weit entfernt. Die Anlage eines GPS-gestützten Lernpfades kann deshalb hier nicht empfohlen werden.

Eine sinnvolle didaktische Strukturierung ähnlich wertiger Geopunkten ist jedoch in direkter Nähe des Naturschutzzentrums Rappenwört möglich. Hier können die Punkte chronologisch mit den Fragestellungen abgelaufen werden. Wo verlief der Rhein früher? Wieso „korrigierte“ man den Rhein? Was waren die Folgen der „Korrektur“? Und wieso legt man wieder Retentionsflächen an? Diese vier Leitfragen werden auch in dieser Reihenfolge in dem GPS-gestützten Lernpfad angegangen.

Startpunkt ist ein schmaler Weg auf der rechten Seite des Federbachs. In der Nähe befindet sich eine Straßenbahnhaltestelle für eine Anfahrt aus benachbarten Schulen. Ebenso besteht bei Anfahrt mit Bussen die Möglichkeit, hier Schülergruppen in Ruhe aussteigen zu lassen. Der erste Geopunkt befindet sich auf diesem Weg entlang der Federbachschleife und kann von Norden oder Süden angelaufen werden. Um einen Rundweg zu realisieren, ist der Zugang über die Nordvariante vorzuziehen. Man erspart sich das Hin- und Her auf der gleichen Wegstrecke.

Danach geht es die Federbachschlinge entlang zum zweiten Geopunkt. Nach 30min. Fußmarsch, das entspricht 1km, sollen die Schüler/innen weiter für die Umwelt sensibilisiert werden. Zunächst wird die zurückgelegte Strecke noch einmal im Geiste, gegebenenfalls mit Hilfe der Karte oder des Satelli-

tenbildes, gegangen. Die Schüler/innen sollen erkennen, dass der Bach, dessen Verlauf sie gefolgt sind, eine Schlinge oder Schlaufe bildet und die unmittelbare Umgebung stark vernässt ist. Die Entwässerungsgräben, der feuchte Boden und die Vegetation deuten darauf hin (Vgl. Abbildung 44). Wie dies in Karte und Satellitenbild dargestellt wird ist für die Ausbildung der Kompetenz von Bildinterpretationen wichtig.

Der dritte Geopunkt liegt in 10min. Entfernung. Dann wird der Federbach überquert und die Niederterrasse erstiegen (Vgl. Abbildung 45 und Abbildung 46). Für die hier zu lösenden Aufgaben stehen 15min. zur Verfügung. Die Landschaftsansprache wird durch die gegebenen Informationen erleichtert. Der folgende Arbeitsschritt ist umso herausfordernder. Die vorhandenen Informationen über die Umwelt müssen in einem kreativen Denkprozess miteinander in Verbindung gebracht werden. In der Niederung fließt der Rhein, der noch nicht gesehen wurde. Am Rand der Niederung fließt der Federbach in Schlingenform. Die Gruppe befindet sich oberhalb der Niederung auf der Niederterrasse. Die Niederterrasse verläuft parallel zum Federbach. Der gut zu erkennende Prall- und der Gleithang wurden allerdings nicht vom Federbach geschaffen. Der Gedankensprung, dass der Rhein einmal hier floss und damit den fossilen Prallhang im Scheitelpunkt und die Niederterrasse geschaffen hat, sollte von den Schüler/innen mit Hilfe der kleinschrittigen Fragen nach einer Murmelphase in der sie sich in den Gruppen austauschen, kommen.

Der nachfolgende Geopunkt (4) befindet sich am Ende eines schwer erkennbaren Trampelpfades (Vgl. Abbildung 47). Die 2km sind in 40min. zurückzulegen. Zuerst wird der Ackerboden in direkter Nähe auf seine Zusammensetzung hin analysiert. Mit dem Pürckhauer wird eine Bodenprobe genommen. Der hohe Sandgehalt fällt dabei auf. In und auf dem Boden finden sich zudem zahlreiche abgerundete Steine. Die Schüler/innen sollen wieder in einer Murmelphase eine These aufstellen, wieso sich hier abgerundete Steine befinden und der Boden einen hohen Sandgehalt hat. Viele Schüler/innen dürfte die Zurundung von Steinen als Wirkung von fließendem Wasser bekannt sein. Dieser Geopunkt befindet sich an einem sogenannten Baggersee. Mit den gegebenen Informationen auf dem Arbeitsblatt folgern die Schüler/innen, dass hier Kiese und Sande für die Bauindustrie abgebaut wurden. Die Sedimente wurden vom Rhein abgelagert, dessen Sohle früher sehr hoch gelegen sein muss, bzw. der im Verlauf der Flussverlagerungen im damaligen Gleithangbereich Sande und Kiese abgelagerte, die nun nach Laufveränderungen erbagert werden.



Abbildung 44: Station 1 - Haltepunkt 2: 360°-Blick in der Federbachschleufe  
Foto: Kisser, T. (18.10.2013)



Abbildung 45: Station 1 - Haltepunkt 3: 360°-Blick in der Niederung vor der Niederterrasse  
Foto: Kisser, T. (18.10.2013)

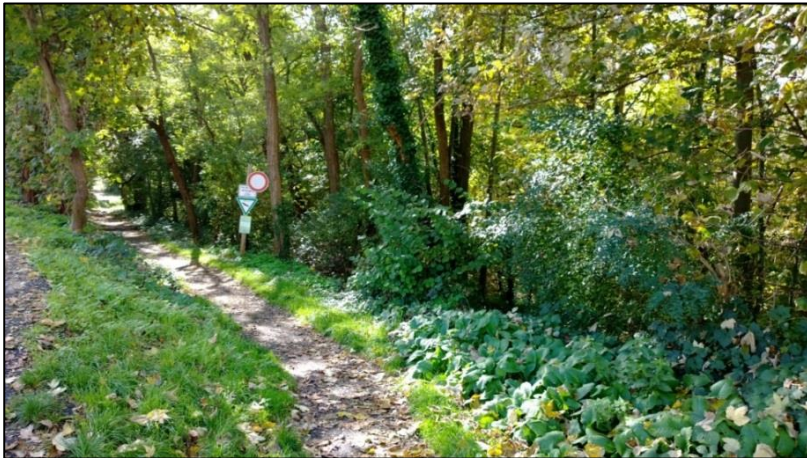


Abbildung 46: Station 1 - Haltepunkt 3: Blick von der Niederterrasse runter auf die Niederung  
Foto: Kisser, T. (18.10.2013)



Abbildung 47: Station 2: 360°-Blick auf Acker, Wiese und Gehölz um den Baggersee herum  
Foto: Kisser, T. (18.10.2013)



Abbildung 48: Station 3- Haltepunkt 1: 360°-Blick zu Beginn des Fritschlachwegs  
Foto: Kisser, T. (18.10.2013)



Abbildung 49: Station 3 - Haltepunkt 2: Wegkreuz am Fritschlachweg  
Foto: Kisser, T. (18.10.2013)

Als nächster Geopunkt bietet der Fritschlachweg in 1km Entfernung gleich zwei Geopunkte. Im ersten Geopunkt nach 20min. wird die Rolle der Vegetation als Indikator angesprochen, die sich in einem auffälligen Gehölzstreifen als Halbrund durch die Landschaft zieht. Gegenüber dieser naturnahen Vegetation wird eine solche unterschieden, die aufgrund menschlicher Nutzung in Äckern, Streuobstwiesen oder auch Schrebergärten erkennbar wird (Vgl. Abbildung 48). Anhand dieses Vergleichs werden die Behauptungen Tullas zu den positiven Folgen der Rheinkorrektur auf ihren Wahrheitsgehalt überprüft. Die positiven Folgen in Form intensiver Nutzbarkeit der Fläche gehören zum Fazit des ersten Geopunktes am Fritschlachweg.

Der zweite Geopunkt hier befindet sich nach weiteren 500m Weg an einem Wegkreuz, auf dem eindrucksvoll mit einem Totenkopf verzierte Hochwassermarken stehen (Vgl. Abbildung 49). Hier sind Argumente für mögliche negative Folgen der Rheinkorrektur zu erarbeiten. Mit Hilfe eines Vergleichs des Rheingefälles vor und nach der Korrektur mit einem Schaubild, das den Rheinverlauf 1817 dem von Tulla geplanten Rheinverlauf gegenüberstellt, werden die Schüler/innen an die daraus resultierenden Folgen, vor allem für die Regionen rheinabwärts, herangeführt. Am Beispiel der Stadt Köln wird den Schüler/innen bewusst, dass die Rheinkorrektur einerseits für den Bereich des Oberrheins Vorteile brachte (Hochwasserschutz, Gewinnung neuer Flächen zu Siedlungszwecken und für die Landwirtschaft, Schiffbarmachung des Rheins, Trockenlegung der Brutgebiete der seuchenübertragenden Stechmücken), andererseits ein Hochwasser schneller und mit größerer Menge weiter flussabwärts geleitet wird und dort aber die Städte schneller und stärker trifft als bisher. Mit Hilfe des Hjulström-Diagramms erschließen sich auch Fragen zu den daraus folgenden Erosions- und Sedimentationsprozessen und wie man diesen ungewollten Effekten beikommt. Dies führt zur Diskussion wann, wo und wie künftige Hochwasserwellen abgemildert werden könnten. Als Anschauungsmaterial für schon bestehende Maßnahmen werden Schaubilder mit Poldern und Retentionsflächen verwendet, die deren Funktionsweise verdeutlichen.

Die Schüler/innen erreichen nach 1km den Saumseeweg. Der gesamte Saumseeweg entlang der Saumseen stellt den nächsten Geopunkt dar. Die Schüler/innen gehen in Gruppen zusammen und arbeiten für 30min. sehr frei. Sie suchen Wildpflanzen und Nutzpflanzen entlang des Weges und ordnen diesen Pflanzen Ansprüche an den Standort zu. Für die Wildpflanzen und deren Ansprüche erhalten die Schüler/innen Informationsblätter, die Nutzpflanzen sollten bekannt sein. Durch die Rheinkorrektur senkte sich der Grundwasserspiegel, und die Standortbedingungen änderten sich für die Pflanzen. Die abschließende Aufgabe schafft Sensibilität für diese Veränderungen und ihre Auswirkungen. Die feuchtliebenden Pflanzen müssen mit einem veränderten Grundwasserregime zurechtkommen. Am Ende des Saumseewegs (Vgl. Abbildung 50) trifft sich die gesamte Gruppe wieder und vergleicht die Ergebnisse.

Auf dem Weg zum Naturschutzzentrum befinden sich zwei Geopunkte, die, ist man schon vor Ort, kurz angesprochen werden sollten. Nach 100m erreicht die Gruppe einen ca. 2m hohen Wall, der ein mögliches Hochwasser zurückhalten soll (Vgl. Abbildung 51). Wenige Meter darauf folgt die Bushaltestelle „Altrhein“, die auf einer Brücke liegt (Vgl. Abbildung 52). Die Brücke verläuft über eine weitere Altrheinschlinge. Die beiden kurzen Stopps dienen der weiteren Sensibilisierung der Schüler/innen für die Umwelt.

Den letzten Geopunkt bildet das Naturschutzzentrum Rappenwört in 1,5km bzw. 30min. Fußmarsch Entfernung (s. Abbildung 53). Hier gehen die Schüler/innen in Gruppen und bearbeiten die unterschiedlichen Aufgaben arbeitsteilig. Die verschiedenen Fakten werden in einem Wirkungsgefüge bzw.



einem Querprofil anschaulich zusammengetragen. Abschließend erfolgt die Beurteilung der Rheinkorrektur und der Korrektur der Rheinkorrektur. Hierfür sind 45min. einkalkuliert.

Der GPS-gestützte Lernpfad (Vgl. Abbildung 54) in den Rheinauen bei Karlsruhe benötigt eine Arbeitszeit von ca. 3h und 5min. bei 2h und 50min. Marschzeit. Eine Altrheinschlinge und ein Hochgestade werden zu Fuß begangen. An den verschiedenen Geopunkten werden Spuren des ehemaligen Rheinlaufs gesucht. Dabei erfolgt der Zugang zur Rheinkorrektur und der Korrektur der Rheinkorrektur vergleichend in der chronologischen Reihenfolge der Entwicklungen. Den Abschluss bilden Arbeitsaufträge zur Synthese auf der höchsten Niveaustufe. Damit folgen die Aufgaben in ihrer Anordnung dem normalen Unterricht im Klassenzimmer. Die Arbeitsblätter sind in ihrer Gestaltung ebenfalls so, wie sie im Unterricht im Klassenzimmer verwendet werden. Überschriften gliedern die Thematik, Texte, Schaubilder, Karten und Satellitenbilder ergeben einen abwechslungsreichen Materialmix. Entlang des Lernpfads befinden sich mehrere Schautafeln, die aber nicht eingebunden werden konnten. Die Informationen auf jeder Schautafel sind nicht an die gymnasiale Jahrgangsstufe angepasst, sondern sie richten sich an interessierte Wanderer und sind nicht didaktisch ausgerichtet.



Abbildung 50: Station 4 - Endpunkt: Blick auf den Saumseeweg  
Foto: Kisser, T. (18.10.2013)



Abbildung 51: Station 5 - Haltepunkt 1: Hochwasserdamm  
Foto: Kisser, T. (18.10.2013)



Abbildung 52: Station 5 - Haltepunkt 2: Bushaltestelle Altrhein  
Foto: Kisser, T. (18.10.2013)



Abbildung 53: Station 5 - Haltepunkt 3: Naturschutzzentrum Rappenwört  
Foto: Kisser, T. (18.10.2013)

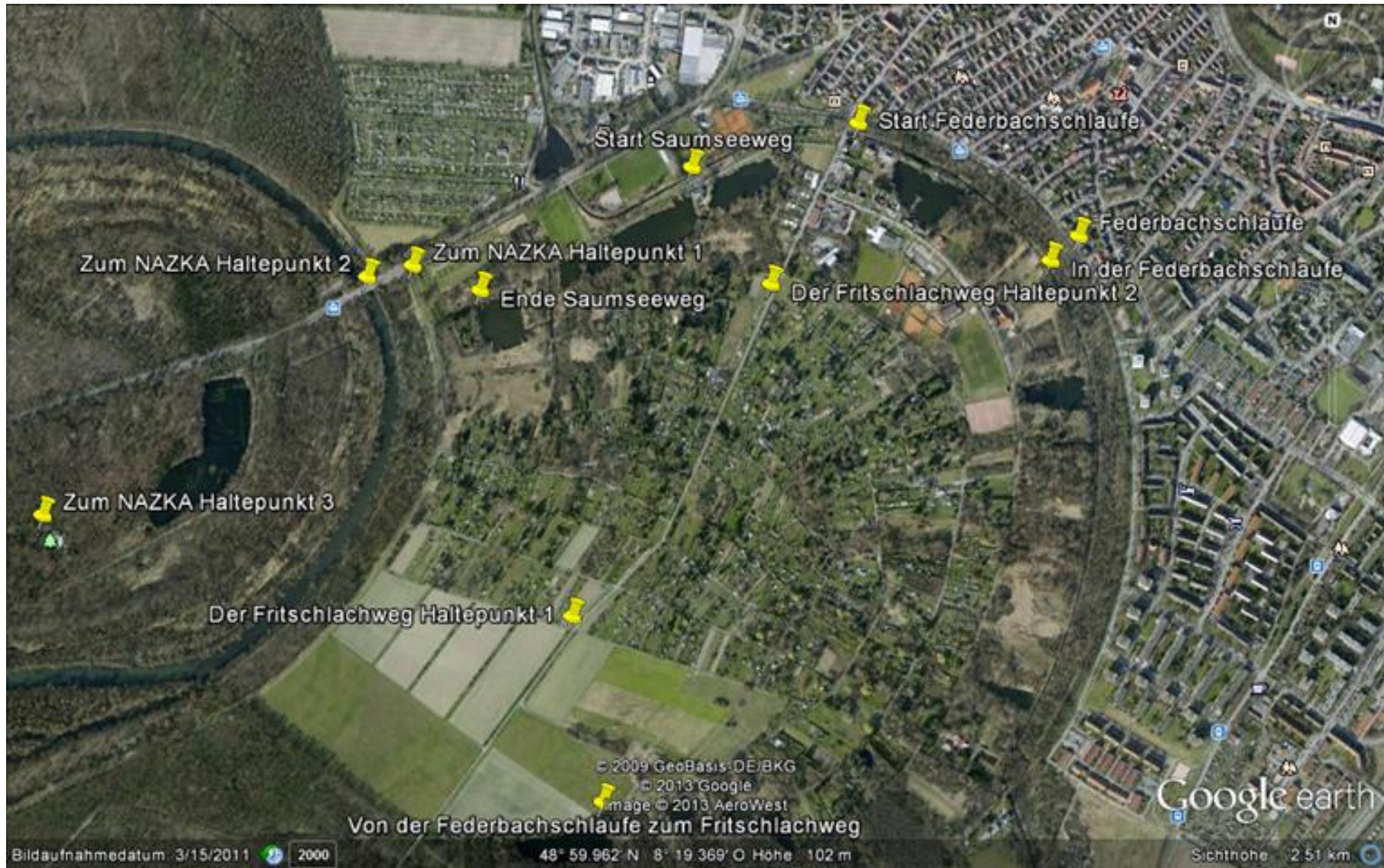
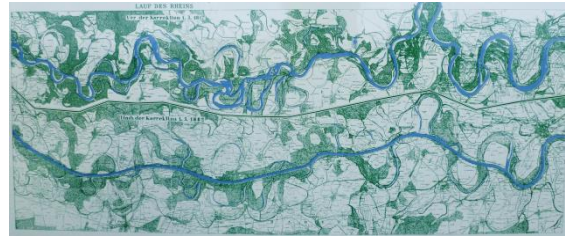


Abbildung 54: Geopunkte und Route des Lernpfads "Rheinauen bei Karlsruhe"

Quelle: www.GoogleEarth.de, verändert

## Blätter für die Stationssuche (Quelle des Titelbilds: Foto: Kisser, T.)

**Der Mensch nutzt, gestaltet und verändert die Landschaft – Umgestaltung von Flusslandschaften: Das Fallbeispiel Rhein**



Station 1 – Haltepunkt 1: Start Federbachschlaufe

49°00.220'N, 008°19.527' O

Station 1 – Haltepunkt 2: In der Federbachschlaufe

49°00.073'N, 008°19.845' O

Bildhinweise:



Foto: Kisser, T. (01.09.2011)



Foto: Kisser, T. (01.09.2011)

Station 1 – Haltepunkt 3: Federbachschlaufe

49°00.100'N, 008°19.891' O

Hinweis: Es geht aufwärts!

**Der Mensch nutzt, gestaltet und verändert die Landschaft – Umgestaltung von Flusslandschaften: Das Fallbeispiel Rhein**



Station 2: Von der Federbachschleife zum Fritschlachweg

48°59.505'N, 008°18.152'O

Hinweis: Wer zufällig Badeutensilien dabei hat...

**Der Mensch nutzt, gestaltet und verändert die Landschaft – Umgestaltung von Flusslandschaften: Das Fallbeispiel Rhein**



Station 3 – Haltepunkt 1: Der Fritschlachweg

48°59.684'N, 008°19.063''O

Station 3 – Haltepunkt 2: Der Fritschlachweg

Sucht selbst: Obwohl wir nicht im katholischen Bayern sind, begegnet uns hier ein (Weg)Kreuz.

**Der Mensch nutzt, gestaltet und verändert die Landschaft – Umgestaltung von Flusslandschaften: Das Fallbeispiel Rhein**



Station 4: Saumseeweg

Beginnt hier: 49°00.162'N, 008°19.254'O

Endet hier: 49°00.036'N, 008°18.907'O

Ihr dürft auch mal näher an die Seen und in die Auenlandschaft zu gehen.

**Der Mensch nutzt, gestaltet und verändert die Landschaft – Umgestaltung von Flusslandschaften: Das Fallbeispiel Rhein**



Station 5 – Haltepunkt 1: Zum Naturschutzzentrum Karlsruhe „NAZKA“

49°00.062'N, 008°18.796'O

Station 5 – Haltepunkt 2: Zum NAZKA

49°00.049'N, 008°18.722' O

Station 5 – Haltepunkt 3: Zum NAZKA

48°59.789'N, 008°18.194'O

Arbeitsblätter für den Lernpfad:

**Der Mensch nutzt, gestaltet und verändert die Landschaft – Umgestaltung von Flusslandschaften: Das Fallbeispiel Rhein**



Grundlegendes Informationsmaterial und Hauptfragestellung

- Betrachtet die Satellitenbilder und die Karten. Ihr könnt euch während der Exkursion hiermit orientieren.
- Ihr findet sowohl die Stadt „Neuburg“ als auch den Ort „Neuburgweier“ auf den Karten. „Neuburgweier“ war eine Art Vorort der Neuburger im Jahre 1100. Da sich der Rheinlauf seitdem immer wieder verändert hat, liegen die beiden Orte nun am westlichen bzw. östlichen Flussufer.
- Im weiteren Verlauf werdet ihr mehrere Stationen ansteuern. Tragt in die Karte die Standorte der Stationen ein.
- Vor Ort könnt ihr Thesen formulieren, warum der Mensch wie in die Landschaft eingegriffen hat, und welche Auswirkungen diese Veränderungen mit sich brachten. Die gewonnenen Erkenntnisse könnt ihr konkret am Fallbeispiel Neuburg und Neuburgweier anwenden (mündlich).

→ Am Ende der Exkursion könnt ihr die Nutzung, Gestaltung und Veränderung der Flusslandschaft durch den Menschen erklären und beurteilen.

Vorbereitung

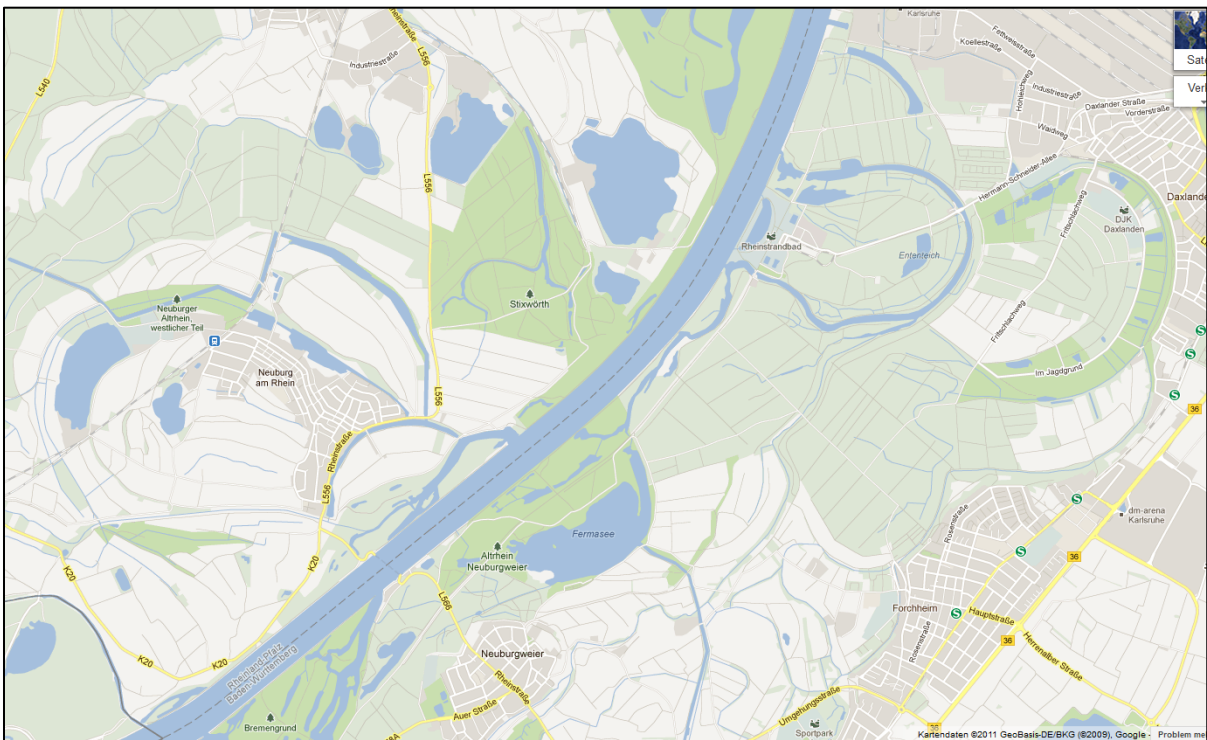
- Charakterisiert den Verlauf des Rheins, seiner Nebenarme und die Lage der Seen.

**Der Rhein verläuft recht geradlinig von Süden nach Norden. Seitlich befinden sich in Rheinnähe immer wieder Schlingen und Seen. Diese Seen und Schlingen sind teilweise direkt mit dem Rhein verbunden. Manche Schlingen reichen weiter vom Rhein weg und sind sehr kurvig, andere Schlingen folgen dem Rhein fast parallel.**





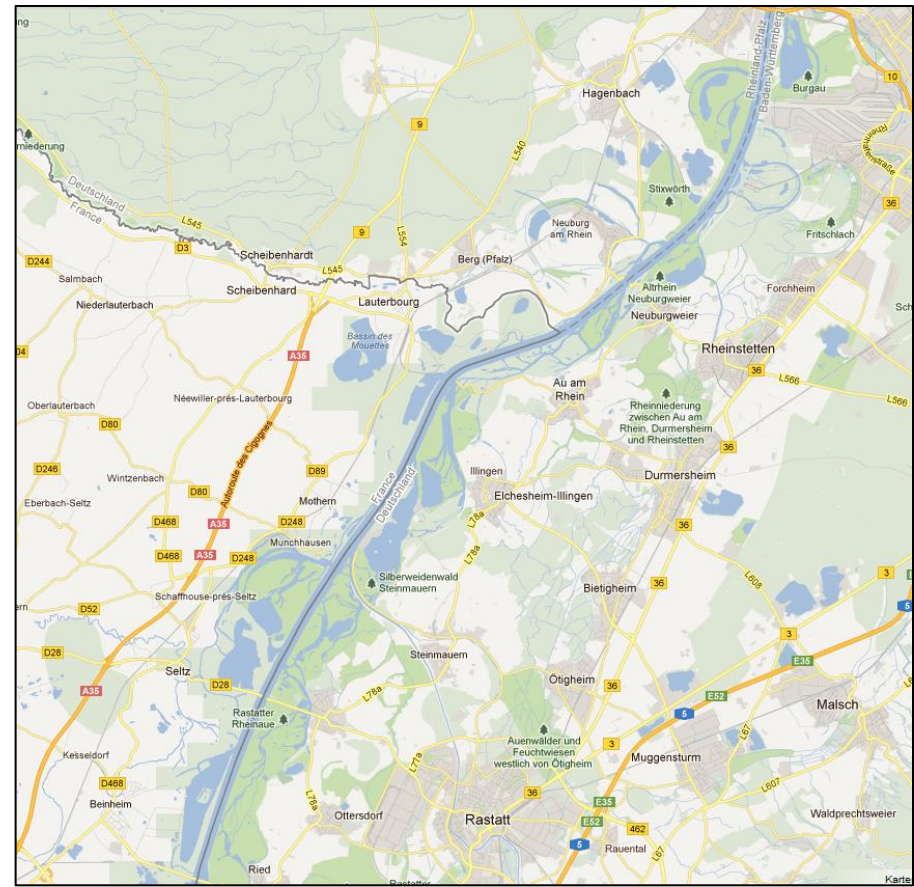
Quelle: [www.GoogleEarth.de](http://www.GoogleEarth.de)



Quelle: [www.GoogleEarth.de](http://www.GoogleEarth.de)

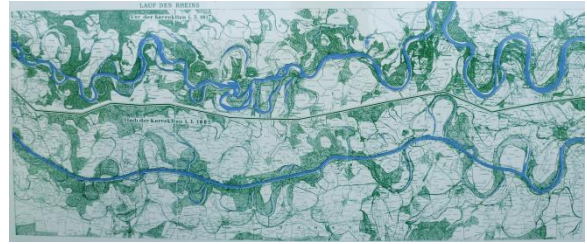


Quelle: [www.GoogleEarth.de](http://www.GoogleEarth.de)



Quelle: [www.GoogleEarth.de](http://www.GoogleEarth.de)

## Der Mensch nutzt, gestaltet und verändert die Landschaft – Umgestaltung von Flusslandschaften: Das Fallbeispiel Rhein



### Station 1 – Haltepunkt 1: Die Federbachschleufe

Wir beginnen unseren Weg, der teilweise durch ein Naturschutzgebiet (NSG) führt, das innerhalb eines Landschaftsschutzgebiets (LSG) liegt. LSGs haben häufig eine Pufferfunktion für NSGs.

NSG	LSG
<p>Gemäß § 23 Absatz 1 BNatSchG sind Naturschutzgebiete (NSG) "rechtsverbindlich festgesetzte Gebiete, in denen ein besonderer Schutz von Natur und Landschaft in ihrer Ganzheit oder in einzelnen Teilen</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>zur Erhaltung, Entwicklung oder Wiederherstellung von Biotopen oder Lebensgemeinschaften bestimmter wild lebender Tier- und Pflanzenarten,</li> <li>aus wissenschaftlichen, naturgeschichtlichen oder landeskundlichen Gründen oder</li> <li>wegen ihrer Seltenheit, besonderen Eigenart oder hervorragenden Schönheit erforderlich ist."</li> </ol> <p>Quelle: <a href="http://www.bfn.de/0308_nsg.html">http://www.bfn.de/0308_nsg.html</a> (Stand: 18.12.2013)</p>	<p>Landschaftsschutzgebiete (LSG) sind rechtsverbindlich festgesetzte Gebiete, in denen nach § 26 Abs. 1 BNatSchG "ein besonderer Schutz von Natur und Landschaft</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>zur Erhaltung, Entwicklung oder Wiederherstellung der Leistungs- und Funktionsfähigkeit des Naturhaushaltes oder der Regenerationsfähigkeit und nachhaltigen Nutzungsfähigkeit der Naturgüter,</li> <li>wegen der Vielfalt, Eigenart und Schönheit oder der besonderen kulturhistorischen Bedeutung der Landschaft oder</li> <li>wegen ihrer besonderen Bedeutung für die Erholung erforderlich ist".</li> </ol> <p>Quelle: <a href="http://www.bfn.de/0308_lsg.html">http://www.bfn.de/0308_lsg.html</a> (Stand: 18.12.2013)</p>

### Haltepunkt 2:

- 1) Charakterisiert den Verlauf des Wegs, den wir bisher abgelaufen sind.

**Der Weg zieht sich in einer Kurve durch die Landschaft.**

- 2) Am zweiten Haltepunkt sehen wir Gräben, die sich in regelmäßigen Abständen quer zum Bach durch das Gelände ziehen. Was könnte ihr Zweck sein?

**Entwässerungsgräben: Das Wasser fließt aus den seitlich gelegenen Flächen in sie. Die Entwässerungsgräben münden in den Bach.**

### Haltepunkt 3:

- 3) A) Um den dritten Haltepunkt zu erreichen mussten wir einige Meter nach oben gehen. Wir stehen nun auf der **Niederterrasse**. Unter uns befindet sich die **Niederung**. Stellt Thesen auf:
  - Wieso ist die Landschaft der Niederung gleichmäßig flach?
  - Wieso befindet sich hier solch ein Landschaftsabsatz?

B) Stellt Thesen auf und begründet sie:

- Wie verlief der Rhein früher, vor ca. 500 Jahren?
- Wieso wurde der Rheinlauf verändert?

Die Niederterrasse wurde aus Kies- und Sandablagerungen des Rheins geschaffen. In einem späteren Stadium verlief der Rhein bis an die Niederterrasse. Hier bildete er den Prallhang (Erosion) und den Gleithang aus (Sedimentation). Die Landschaft der Niederung räumte der Rhein aus bzw. er sedimentierte in ihr.

Der Rheinverlauf wurde verändert, um die Überschwemmungsgefahr für die Bewohner in Rheinnähe zu minimieren und um neue, landwirtschaftlich nutzbare Flächen zu gewinnen.

## Der Mensch nutzt, gestaltet und verändert die Landschaft – Umgestaltung von Flusslandschaften: Das Fallbeispiel Rhein



### Station 2: Von der Federbachschleife zum Fritschlachweg

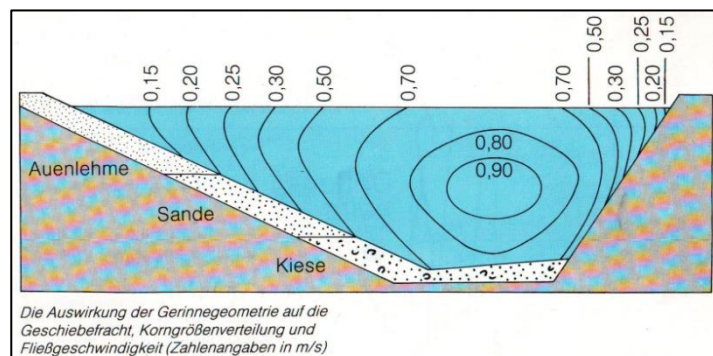
- 1) Schaut euch den Boden des Ackers genau an. Was findet ihr alles im Boden? Wo findet ihr solche „Materialien“ sonst noch?

**Sand und bunte Steine, die abgeschliffen sind. Ein hoher Sandgehalt und abgeschliffene Steine kommen normalerweise nur in bewegtem Wasser vor (z. B. Uferbereich und Strand).**

- 2) Aus abgeschnittenen Altarmen bilden sich nach einiger Zeit natürliche Seen. Ein ähnliches Erscheinungsbild haben künstlich geschaffene Seen.  
„Baggersee“ – der Name deutet bereits an, wie der See entstand. Entlang des Rheins und anderer Flüsse gibt es zahlreiche Baggerseen. Stellt eine These auf, wieso hier welches Material aus dem Untergrund entnommen wurde (siehe auch M1 und M2).

### M1 und M2: Fließgeschwindigkeiten in Gewässern und deren Auswirkungen auf die Fracht.

Eine Analyse der Geschwindigkeitsverteilung im gekrümmten Gerinne zeigt, daß es als Folge der Reibung des Wasserkörpers an der Sohle und der Fliehkraft des nach gerader Fortbewegung strebenden trägen Wasserkörpers zur Ausbildung einer, evtl. bei komplizierter Gerinne-Morphologie auch mehrerer sogenannter Walzen kommt. Der die Kurve durchströmende Wasserkörper führt dabei eine schraubig gewundene Strömung aus, die das Prallufer zu unterhöhlen trachtet und auf dem Gleithang unter Umständen Anlandung bewirkt. Dieser Mechanismus ist wesentlich an der Gestaltung der verschiedensten Gerinnetypen, z. B. der Mäanderschlingen beteiligt. Mäander bilden die energetisch günstigste, für den trägen Fluß der Ebene am geringsten arbeitsaufwendige Gerinnegestalt.



Quelle: Gerken, Bernd (1988): Auen, verborgene Lebensadern der Natur, S. 19.

„Kies und Sand, welche als Rohstoffe in der Bauwirtschaft Verwendung finden, werden ganz allgemein unter den Begriffen Baukies und Bausand zusammengefasst. Da die Einsatzgebiete von Sand im Baubereich vielfältig sind, existiert zusätzlich eine Reihe von Begriffen, in denen die spezielle Eignung eines Sandes direkt zum Ausdruck kommt (siehe verwandte Begriffe).

Baukies und Bausand werden u. a. verwendet:

- als Zuschläge für Beton (Beton besteht zu etwa 80 % aus Kies und Sand!), Transportbeton, aus dem die gewünschten Bauteile erst auf der Baustelle hergestellt werden, oder vorproduzierte Fertigteile (Pflastersteine, Gehwegplatten, Kanalrohre, Eisenbahnschwellen, Mauersteine, Dachsteine, Waschbetonplatten etc.)
- als Zuschläge für Mörtel (u. a. Mauer-, Putz-, Estrich-, Fugenmörtel)
- im Straßenbau (zur Herstellung von Asphalt sowie für Frostschutzschichten und Tragschichten)
- für die Herstellung von Kalksandsteinen“

Quelle: [http://www.kiestransport.de/produktgruppen\\_kies\\_sand.htm](http://www.kiestransport.de/produktgruppen_kies_sand.htm) (Stand: 22.02.2012)

Die Mulde, in der sich heute der Baggersee befindet, ist das Resultat des Kies- und Sandabbaus. Kies und Sand werden für den Bau von Straßen, Wegen und zur Zementherstellung verwendet. Der Kies und die Sand wurden durch den Rhein, der früher hier floss, abgelagert.

**Der Mensch nutzt, gestaltet und verändert die Landschaft – Umgestaltung von Flusslandschaften: Das Fallbeispiel Rhein**



Station 3 – Haltepunkt 1: Der Fritschlachweg

- 1) Wendet euren Blick (mit Hilfe der Kompassfunktion im GPS-Gerät) Richtung Süd-Ost. Lasst euren Blick nun Richtung Süden schweifen und weiter Richtung Westen und Nord-West. In ca. 800m Entfernung seht ihr hinter den landwirtschaftlich genutzten Feldern einen Gehölzstreifen.
  - Beschreibt die Position / den Verlauf des Gehölzstreifens in der Landschaft.
  - Sicherlich habt ihr nun eine Idee, „was“ den Verlauf des Gehölzstreifens begründen könnte.

**Gehölzstreifen verläuft halbkreisförmig → deutet auf Fluss- oder Bachverlauf hin**

- 2) Schaut euch in der Nähe und der Ferne um. Erklärt, wie der Mensch heute die Landschaft nahe dem Rhein nutzt.

**Landwirtschaft, Naherholung (Gartenlauben, Wassersport), Wohnen (mit Einschränkung), Industrie und Gewerbe,**

- 3) Lest euch M3 durch. Überprüft, ob Tullas Erwartungen an die Rheinkorrektur erfüllt wurden!

**Tullas Erwartungen wurden erfüllt:**

- **Der Wasserspiegel vertiefte sich**
- **Die regelmäßigen Überschwemmungen blieben (am Oberrhein) aus**
- **Die Gebiete wurden urbar**
- **Die Rheinufer sind wieder sicher**
- **Der Wasserabfluss wurde beschleunigt**
- **Der Rhein wurde für Flöße und Frachtschiffe schiffbar**

### M3: Tullas Erwartungen

Wird der Rhein rektifiziert, so wird das Flussbett sich so vertiefen und der Wasserspiegel sich so senken, dass die Rheindämme ganz entbehrlich werden. Durch die vollkommenste Rektifikation werden auf dem rechten Rheinufer über 100 000 Morgen den Überschwemmungen entzogen. [...] Vor allem aber verdient die persönliche Sicherheit der Rheinuferbewohner, ihre Befreiung von der schweren Last der Notwehren bei stürmischer, nasser und kalter Witterung und die Sicherung ihrer Wohnungen und ihres Viehbestandes beherzigt zu werden. Ohne die Rektifikation werden die Sturmglocken nicht verstummen, das Brechen der Dämme nicht immer gehindert und die Sümpfe bedeutender werden. Mit der Vergrößerung dieses Übels muss sich der Wohlstand vermindern. Wird aber der Rhein rektifiziert, so wird alles anders werden. Der Mut und die Tätigkeit der Bewohner wird steigen. Das Klima wird durch Verminderung der Wasserfläche auf beinahe ein Drittel, durch das Verschwinden der Sümpfe und die Verminderung der Nebel wärmer und angenehmer werden. Der Abzug der in den Rhein einmündenden Flüsse und Bäche wird befördert und dadurch die Bewässerung der Wiesen möglich werden. Es werden trockene Wiesen und Weiden erhalten und es wird die Viehzucht, vorzüglich die Pferdezucht, gewinnen. Die Gärten werden sehr gewinnen und die Obstkultur wird emporkommen. Die Schifffahrt wird lebhafter werden, Dampfboote werden als Postschiffe auf dem Rhein gehen und auch zum Bugsieren der Frachtschiffe und der Flöße benutzt werden.

Quelle: Seydlitz – Geographie (2010), S. 12.

### Haltepunkt 2:

Der Rhein floss nach der Korrektur nicht mehr in Schlingen (Bsp.: Heutige Federbachschlaufe) sondern linienförmiger (Vgl. M4).

Die Gesamtlaufstrecke Basel → Worms wurde von 354km auf 273km verkürzt.

Der Gefälleunterschied zwischen Basel (250m ü. NN) und Worms (86,5m ü. NN) beträgt 163,5m.

- 4) Berechne die durchschnittliche Senkung in Promille vor und nach den Korrekturmaßnahmen.

**0,46 Promille = 0,046% (ursprünglich) bzw. 0,59 Promille = 0,059% (heute)**

- 5) Welche Folgen hat das für Regionen weiter flussabwärts, z. B. Köln?

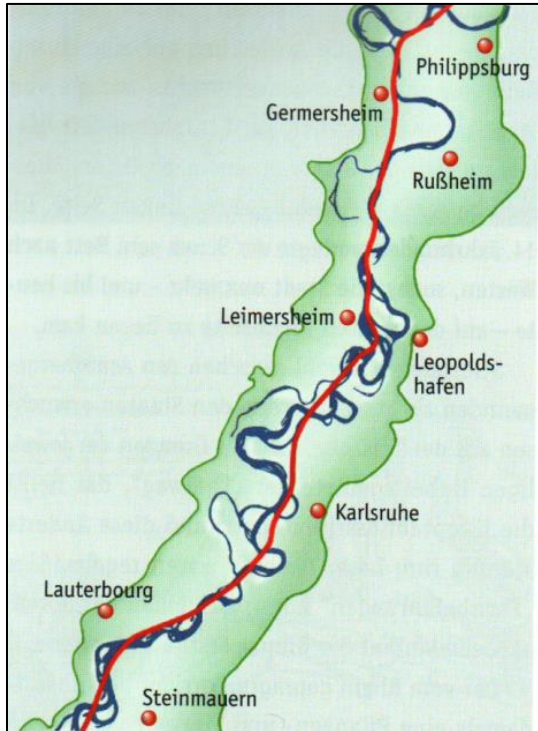
In der begradigten Variante legt das Wasser weniger Strecke zurück und wird nicht durch Krümmungen gebremst, dadurch fließt es deutlich schneller von A nach B.

Durch die Rheinkorrektur fließt der Rhein also deutlich schneller von Basel nach Köln. Zwar wurde am Oberrhein die Hochwassergefahr gedämmt, aber flussabwärts wurde sie durch die Umbau-



maßnahmen massiv verschärft. In den flussabwärts gelegenen Regionen kam mehr Wasser deutlich schneller an als bisher. Die Anrainer wurden häufig unerwartet schnell mit unerwartet viel Rheinwasser konfrontiert.

#### M4: Rheinverlauf von 1817 und die von Tulla geplante Korrektur



Quelle: Stieghorst, M. (2011): Der Ausbau des Oberrheins. In: Rahe, J./Stieghorst, M./Weber, U.: Handbuch Rhein, S. 82. Die übernommene Kartographie entspricht nicht exakt der Realität.

Von der Fließgeschwindigkeit hängt es ab, ob es zu Erosion oder Sedimentation kommt. Die berechnete Senkung aus Aufgabe 1 ist nur ein Durchschnittswert. Zwei Beispiele:

Unterhalb der Staustufe Iffezheim wird im Jahr per Schiff genau so viel Kies in den Rhein versenkt, wie er fortträgt.

Bei Mainz-Weisenau wurde ein Auffangraum für Sedimente geschaffen, der jährlich geleert wird.

6) Erkläre beide Maßnahmen mit Hilfe des Hjulström-Diagramms (M5).

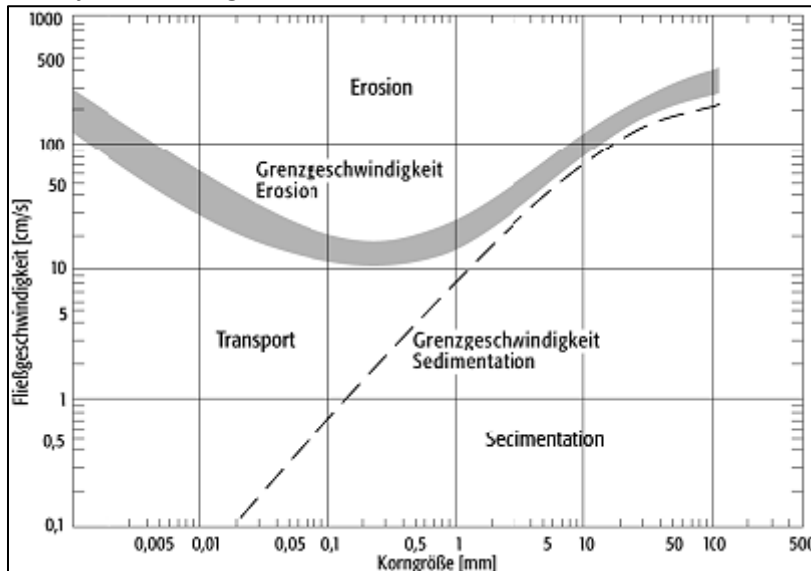
**Iffezheim:** Der Rhein weist an dieser Stelle ein relativ hohes Gefälle auf, d. h. seine Erosionskraft ist hoch. Kies wird nach der Staustufe zugegeben, damit sich der Rhein nicht tiefer eingräbt, und dadurch diese Baumaßnahme untauglich macht.

**Mainz-Weisenau:** Hier fließt der Rhein aufgrund eines geringeren Gefälles langsamer als bisher. Dementsprechend sedimentiert er mehr Material. Um eine zu starke Sedimentation zu verhindern, werden die Ablagerungen regelmäßig ausgebagert.

7) Was könnte eine zunehmende Sohlenerosion des Rheins für Folgen für die ehemaligen Überflutungsflächen mit sich bringen?

Die Flora und Fauna in den ehemaligen Überflutungsaue musste sich an die veränderten, trockeneren Bedingungen anpassen. Dies führte zu einem Verlust der Artenvielfalt. Die Flächen stehen teilweise sogar unter Trockenstress.

#### M5: Hjulström-Diagramm



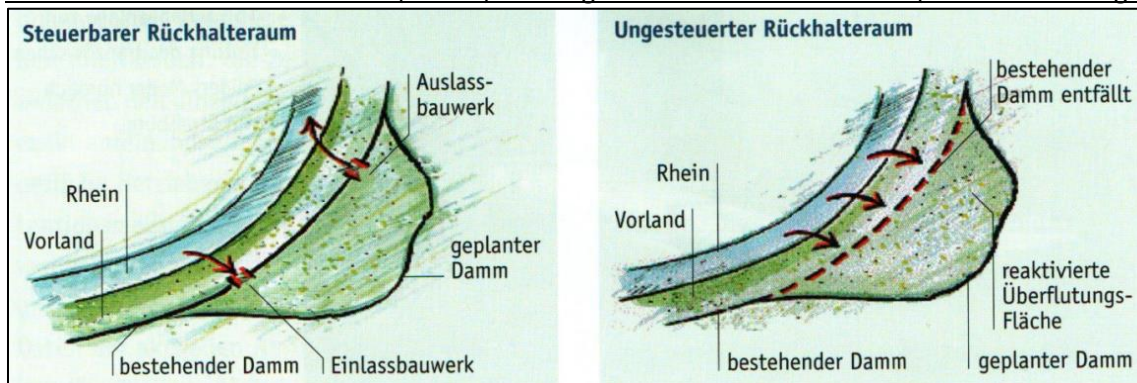
Quelle: [http://www.geodz.com/deu/d/images/1295\\_hjulstroem-diagramm.png](http://www.geodz.com/deu/d/images/1295_hjulstroem-diagramm.png) (26.02.2012)

- 8) Erklärt mit Hilfe von M6, warum der Lauf des Rheins durch Überflutungsaue (= Rückhalteräume / Retentionsflächen) weiter verändert wird.

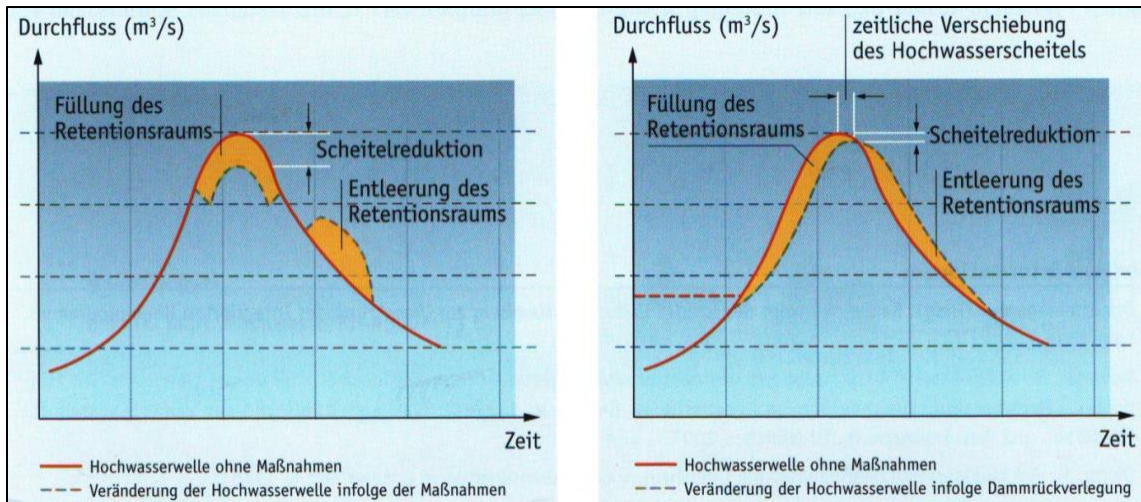
Häufige Überflutungen rheinabwärts lassen den Hochwasserschutz in der Form von Rückhalteräumen und Retentionsflächen wieder attraktiv erscheinen. Staustufen, Kanäle und ähnliche Baumaßnahmen haben die Hochwasserproblematik nur verlagert und teilweise verstärkt. Zudem wurden neue Probleme geschaffen (Erosion und Sedimentation an unpassenden Stellen).

Die neu geschaffenen Retentionsflächen in Form von Poldern und Dammrückverlegungen sollen den Scheitel des Hochwassers reduzieren, gleichzeitig führen sie zu einer zeitlichen Verzögerung des Hochwasserdurchflusses.

#### M6: Steuerbarer Rückhalteraum (Polder) und ungesteuerter Rückhalteraum (Dammrückverlegung)

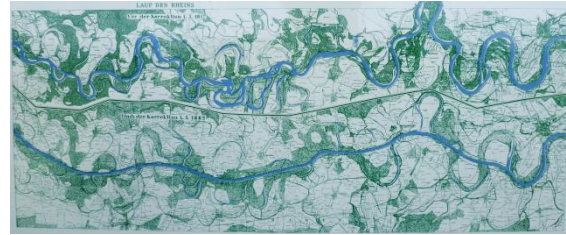


Quelle: Quelle: Stieghorst, M. (2011): Hochwasserrückhaltung auf zweierlei Weise. In: Rahe, J./Stieghorst, M./Weber, U.: Handbuch Rhein, S. 181.



Quelle: Quelle: Stieghorst, M. (2011): Hochwasserrückhaltung auf zweierlei Weise. In: Rahe, J./Stieghorst, M./Weber, U.: Handbuch Rhein, S. 185

## Der Mensch nutzt, gestaltet und verändert die Landschaft – Umgestaltung von Flusslandschaften: Das Fallbeispiel Rhein



### Station 4: Der Saumseeweg

- 1) Erstellt eine Tabelle mit 2 Spalten („landwirtschaftlich genutzte Felder“, „Saumseen“) und 3 Zeilen (Überschriften, „(Wild)Pflanzen“, „Spezifika des Standorts“).
  - Nennt mit Hilfe eurer Allgemeinbildung und der Informationsblätter mind. 3 typische Pflanzen beider Gebiete und charakterisiert den Standort.
 Euch steht der gesamte Saumseeweg zur Verfügung

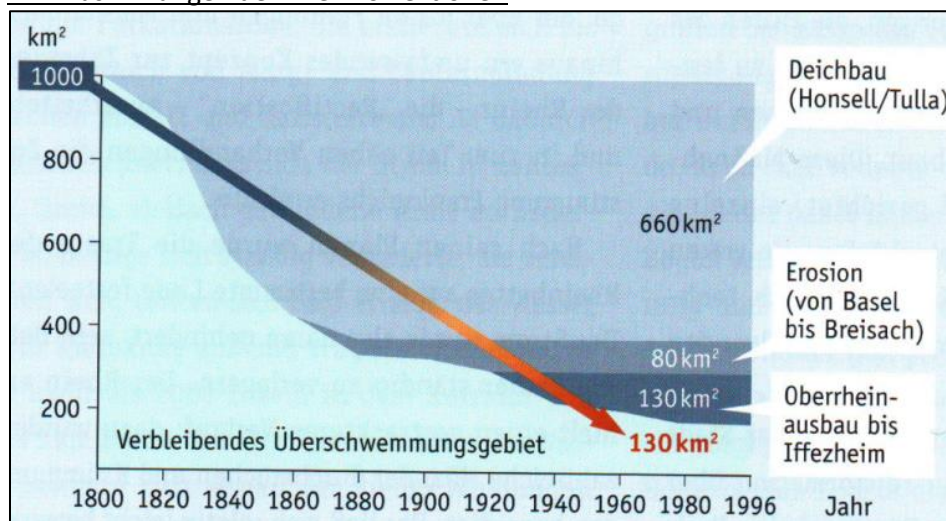
	Landwirtschaftlich genutzte Felder	Saumseen
(Wild)Pflanzen	Obstbaumwiesen, Ackerflächen	Weiden (Bruchweide, Korbweide, Silberweide, Mandelweide, Purpurweide), Schwarzerle, Schwarzpappel, Hängebirke
Spezifika des Standorts	Vergleichsweise trocken	Vergleichsweise hoher Grundwasserstand, feuchter Standort, durchzogen von Seen und Bächen

Der Rhein konnte nach der Korrektur bei Hochwasser nicht mehr über die Ufer treten, sondern floss immer weiter. Ihm wurden die Überlaufflächen genommen (Vgl. M7).

- 2) Welche Folgen hat das für die ehemaligen Überflutungsflächen (die Vegetation!)?  
Durch den Deichbau (660km<sup>2</sup>), Erosion (80km<sup>2</sup>) und den Oberrheinausbau (130km<sup>2</sup>) gingen von 1800 bis 1980 insgesamt 870km<sup>2</sup> an Retentionsflächen verloren. Das entspricht fast 90%.

Die Flora und Fauna in den ehemaligen Überflutungsaunen musste sich an die veränderten, trockeneren Bedingungen anpassen. Dies führte zu einem Verlust der Artenvielfalt. Die Flächen stehen teilweise sogar unter Trockenstress.

### M7: Auswirkungen der Rheinkorrekturen



Quelle: Quelle: Stieghorst, M. (2011): Der Ausbau des Oberrheins. In: Rahe, J./Stieghorst, M./Weber, U.: Handbuch Rhein, S. 82.

## Informationsblätter zu den Pflanzen

### Bruchweide

5–15 m März–Mai Baum/Strauch [56]

**Kennzeichen:** Oft stattliche Bäume; Blätter breit lanzettlich, bis 20 cm lang zugespitzt.

**Vorkommen:** Vor allem an Bächen und kleinen Flüssen weit verbreitet; gern an nassen und überschwemmten Standorten; auch angepflanzt und zur „Kopfweide“ geschnitten.

**Wissenswertes:** Leicht abbrechende Zweige (Name!) können am Boden gelegentlich Wurzeln schlagen. Diese Art bastardiert nicht selten mit der nachfolgend genannten.



### Silberweide

5–20 m April–Mai Baum/Strauch [56]

**Kennzeichen:** Ebenfalls breit lanzettliche Blätter, aber unterseits ebenso wie die jungen Zweige grauweiß behaart.

**Vorkommen:** An Fließgewässern und in Auwäldern oft in größeren Beständen.

**Wissenswertes:** Die Zweige sind nicht brüchig und deshalb gut zum Flechten von Körben und zum Anbinden von Reben geeignet.



### Mandelweide

bis 4 m Apr.–Mai Strauch/Baum [56]

**Kennzeichen:** Strauch oder kleiner Baum mit 5–10 cm langen und ca. 2 cm breiten Blättern; männliche Blüten in sehr schlanken, langen, zylindrischen Kätzchen.

**Vorkommen:** In Mitteleuropa vom Norden bis zum Süden regional vorkommend; vor allem in Talauen und an Altwassern.

**Wissenswertes:** Die Mandel-Weide entwickelt ein sehr üppiges Wurzelwerk, das in erheblichem Maße zur Festigung von Ufern beitragen kann. Sie bevorzugt sehr deutlich gut basenversorgte Standorte.



### Purpurweide

**Kennzeichen:** Junge Zweige und Kätzchen oft purpurrot (Name!); Zweige dünn, aber nicht durchhängend; schmale Blätter im oberen Drittel am breitesten, zum Stiel hin gleichmäßig verjüngt (5b).

**Vorkommen:** Auf kalkhaltigen, nassen Böden an Fluß- und Bachufern; nur zerstreut vorkommend, im Norddeutschen Tiefland weithin fehlend.

**Wissenswertes:** Die biegsamen Zweige eignen sich hervorragend für Flechtarbeiten unterschiedlichster Art. Deshalb wird die Art auch in Plantagen angebaut, die aus der Ferne durch ihre rötliche Färbung auffallen.



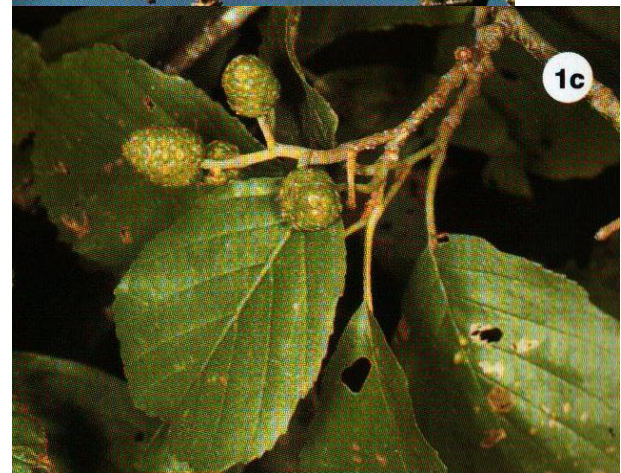
## Schwarzerle

10–25 m Febr.–März Baum 12

**Kennzeichen:** Im Sommer wie im Winter durch Stamm, dunkelgrünes Laub und vor allem alte Samenzapfen (**1b**) düster wirkender (Name!), meist mehrstämmiger Baum; Blätter eiförmig bis rund, meistens an der Spitze etwas eingekerbt (**1d**). Holz in frischem Zustand rötlich (deshalb auch „Rot-Erle“ genannt).

**Vorkommen:** Häufig an Gräben, Flüssen und Bächen sowie in Bruchwäldern; angepflanzt auch zur Gliederung der Landschaft in ausgeräumten Feldfluren und auf trockenen Böden, z.B. auf Halden und rekultivierten Flächen ehemaliger Industriebetriebe.

**Wissenswertes:** Aus einem Punkt heraus wachsende mehrstämmige Exemplare weisen meistens darauf hin, daß es sich um Stämme handelt, die nach der Nutzung aus einer gemeinsamen Wurzel wieder ausgeschlagen sind. Das starke Stockausschlag-Vermögen ist unter natürlichen Verhältnissen für oft durch reißendes Wasser, Treibholz, Geröll und Eisgang beschädigte Bäume besonders wichtig. Eine andere Fähigkeit, durch Symbiose mit Strahlenpilzen Luftstickstoff zu binden, versetzt die Schwarz-Erle in die Lage, sich selbst nährstoffarme Rohböden als besiedelbare Standorte herzurichten; diese Fähigkeit wird vom Menschen systematisch im Landschaftsbau genutzt. Wegen ihres dichten, tiefgreifenden Wurzelwerks ist sie bei den Gestaltern naturnaher Kulturlandschaft beliebt. Sie pflanzen sie an Gräben und Bächen, wo sie mit ihren Wurzeln die Böschungen bis unter die Wasserlinie befestigt. Ihr dichtes Laub unterdrückt gleichzeitig den allzu starken Krautwuchs in den Gewässern. – Die flachen, rotbraunen Nüßchen, die in den dunklen Samenzäpfchen heranreifen, werden sowohl mit ihrem schmalen Flugsaum durch den Wind als auch dadurch verbreitet, daß sie im Winter oft aus den Zapfen herab auf Schnee fallen. Bei Tauwetter werden sie in den Schmelzwasserinnen vom Wasser weitergetragen. Etliche Vogelarten – allen voran den Erlenzeisig – sieht man oft in Scharen an den Erlenzweigen turnen und die Nüßchen aus den Samen klauen, um sie zu verzehren.



## Schwarzpappel

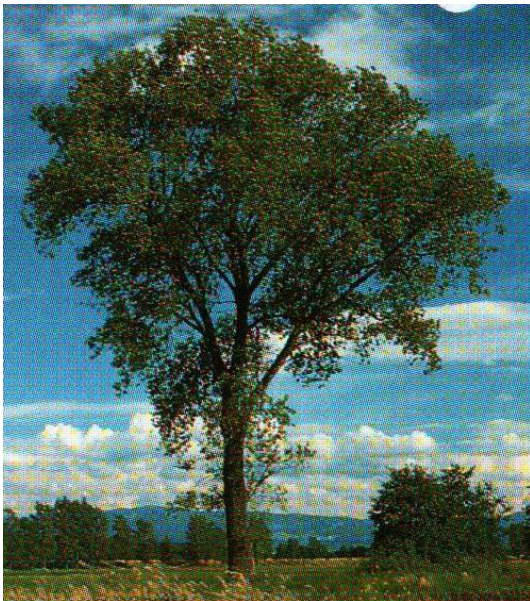
20–30 m März–Apr. Baum 56

**Kennzeichen:** Bäume mit weitausladender Krone (**2a**) und starken Stämmen mit tieffur-chiger Borke; Blätter 3eckig.

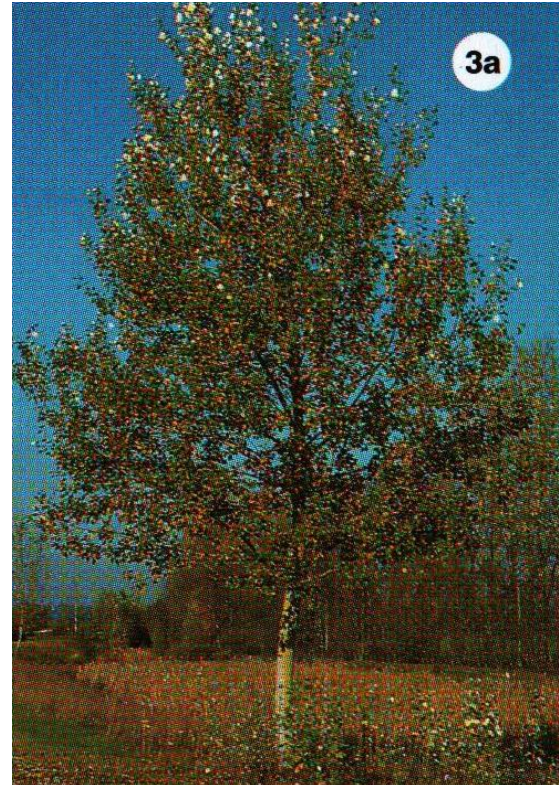
**Verbreitung:** Reine Schwarz-Pappeln nur noch selten in den Talauen großer Flüsse; umso zahlreicher und auf unterschiedlichen Standorten verbreitet Hybridformen aus Schwarz-Pappeln und amerikanischen Pappel-Arten.

**Wissenswertes:** Der verstärkte Pappel-Anbau in den 50er und 60er Jahren war eine Modewelle, die heute längst überwunden ist. Die Ablösung anderer heimischer Laubhölzer durch Hybrid-Pappeln und deren Anbau an Ufern, Wiesenrändern und Wirtschaftswegen erwiesen sich als Fehler. Das schnellwüchsige, aber nur zu Niedrigpreisen absetzbare Massenholz bleibt heute teilweise unverwertet. Benachbarte Kulturen leiden oft unter

der Konkurrenz der flach ausstreichenden Pappel-Wurzeln, die dem Boden viel Feuchtigkeit entziehen. Die „Pappelwolle“ aus der reichen Samenproduktion wird oft als störend empfunden, weshalb bevorzugt vegetativ vermehrte männliche Pappeln angepflanzt werden.



## Silberpappel



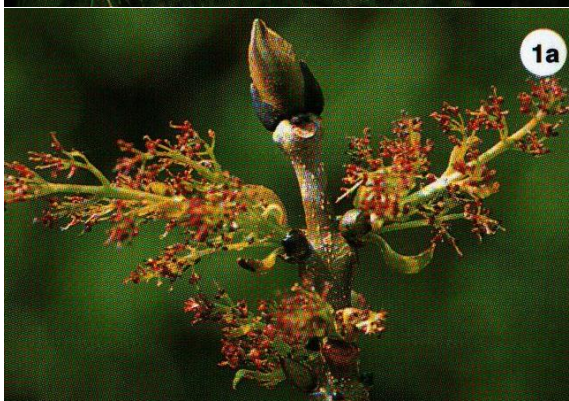
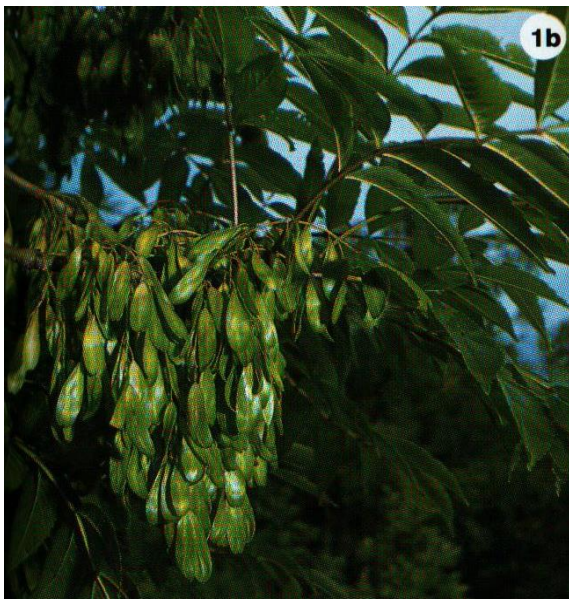
## Esche

25–35 m Apr.–Mai Baum 80

**Kennzeichen:** Blätter unpaarig gefiedert, mit 9–13 Fiederblättchen; Blüten in hängenden Rispen, unscheinbar, vor den Blättern erscheinend (**1a**); Winterknospen schwarz, samtig; Früchte als geflügelte Nüßchen (**1b**).

**Vorkommen:** In Laubmischwäldern weit verbreitet, häufig angebaut; sowohl auf feuchten, nährstoffreichen Standorten in Auen- und Schluchtwäldern als auch auf klüftigem Kalkgestein.

**Wissenswertes:** Die Esche liefert ein besonders wertvolles Holz, das sich durch Härte und Elastizität auszeichnet und vielfältige Verwendung bis hin zu Möbeln und Schmuckobjekten findet. Früher wurde neben einigen anderen Arten vor allem Eschenlaub besonders gern als Winterfutter für das Vieh getrocknet. Weil die Esche sich erst spät belaubt, manchmal aber doch die Eichen überrundet, meint der Volksmund daraus eine Wetterregel ableiten zu können. Der bekannte, aber durch nichts belegte Vers lautet: Grünt die Esche vor der Eiche, bringt der Sommer große Bleiche; grünt die Eiche vor der Esche, bringt der Sommer große Wäsche.



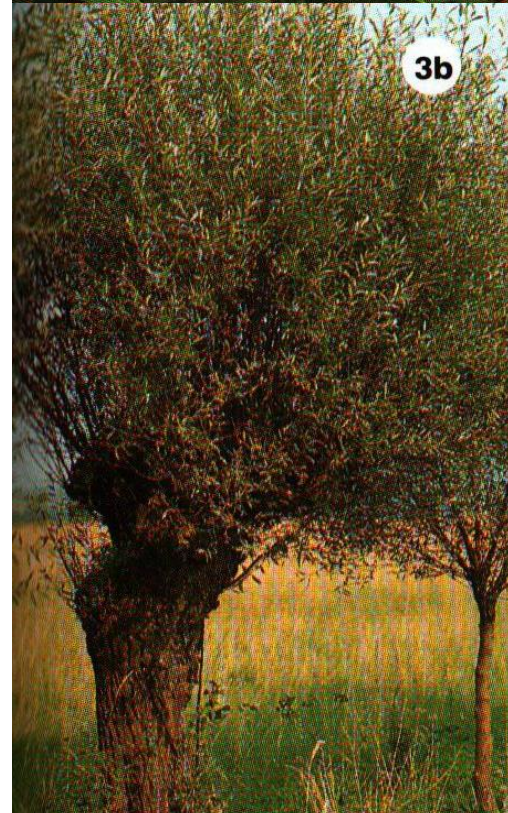
## Korbweide

2–4 (10) m März–Apr. Strauch/Baum 56

**Kennzeichen:** Blätter schmal (bis 2 cm) und bis zu 20 cm lang; welliger Blattrand nach unten gedreht; lange, rutenförmige Zweige.

**Vorkommen:** Vor allem auf nassen, kalkreichen Böden in Ufergebüschern und auf Kiesbänken; vom Menschen über die natürlichen Standorte hinaus kultiviert.

**Wissenswertes:** Die Art wird wegen der Flexibilität ihrer Zweige für die Herstellung von Körben und anderem Flechtwerk bevorzugt. Man findet sie in Weidenkulturen und häufig auch als Kopfbaum, der durch regelmäßigen Rückschnitt in 2–2,5 m Höhe zustandekommt. „Kopfweiden“ (**3b**) unterschiedlichster Art verleihen ganzen Tallandschaften ihr unverwechselbares Gepräge und sind bevorzugte Brutplätze des Steinkauzes.





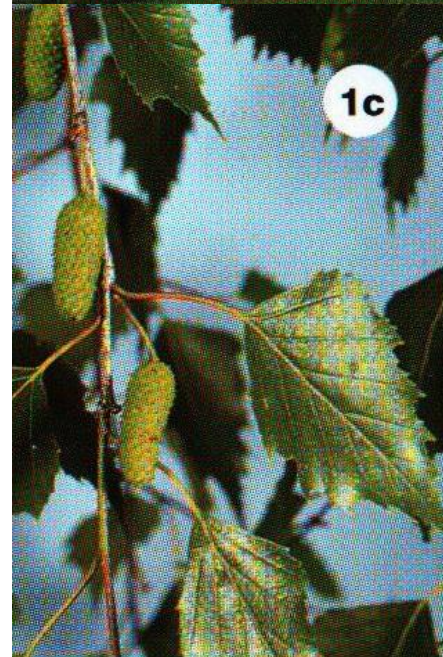
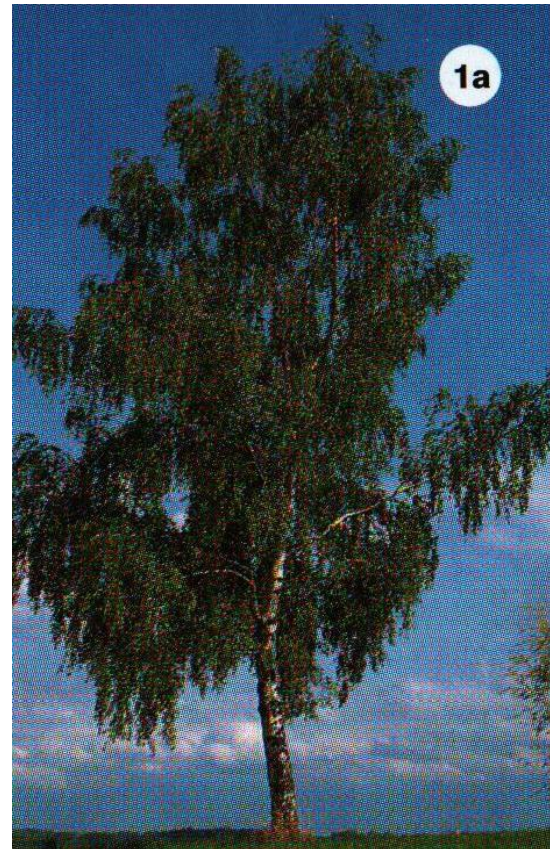
## Hängebirke

5–25 m Apr.–Mai Baum 12

**Kennzeichen:** Zweigspitzen mit warzigen Harzdrüsen grindig-rau; Blätter beiderseits kahl.

**Vorkommen:** Außer in bodensauren Eichenwäldern, Heiden und Magerrasen auch auf Schutt und Brachland.

**Wissenswertes:** Die Art wird auch als Sandbirke bezeichnet und gibt vor allem ganzen Sand-Landschaften – etwa in der Geest – mit ihren silbrig-weißen Stämmen (**1d**) deren unverwechselbares Gepräge. Ihre flugfähigen Samen trägt der Wind überall hin. Aus Pflesterritzen, Dachrinnen und Kaminen wachsend, erregen Birken oft Aufmerksamkeit; sie gelten mit Fug und Recht als anspruchslose Pioniere. Das zeigt sich vor allem auch dort, wo sie – oft zusammen mit der Sal-Weide – sowohl Industriebrachen als auch Kahlschläge innerhalb weniger Jahre mit einem dichten Gebüsch überziehen. Besondere Anforderungen stellen sie jedoch an die Belichtung; im Schatten anderer Bäume kümmern die Birken und gehen vorzeitig zugrunde. Das Holz starker Stämme wird außer zu Sperrholz auch in der Möbelindustrie verwandt. Die frischen Austriebe liefern das Schmuckgrün für Maifeste, Prozessionen und Schützenumzüge, ihre Blätter getrocknet einen bekannten, harn-treibenden Tee. Ihre Zweige Reisig für Busch und das zuckerhaltige Birkenwasser die Grundlage für Haarwässer und Birkenwein. –



Quelle: Stichmann, Wilfried (2009): Der große Kosmos-Naturführer Tiere und Pflanzen. Stuttgart, S. 486, 488, 490, 492, 494, 498, 540.

**Der Mensch nutzt, gestaltet und verändert die Landschaft – Umgestaltung von Flusslandschaften: Das Fallbeispiel Rhein**



Station 5 – Haltepunkt 1: Zum NAZKA

- 1) Erkläre den Zweck des Walls, auf dem wir uns befinden! Tipp: Wir waren vorhin auf einer ähnlichen Anhöhe.

**Hochwasserschutz**

Station 5 – Haltepunkt 2: Zum NAZKA

- 2) Erkläre den Namen der Haltestelle!

**Die Haltestelle heißt „Altrhein“, weil unter der Brücke ein ehemaliger Lauf des Rheins (Altrhein) fließt.**

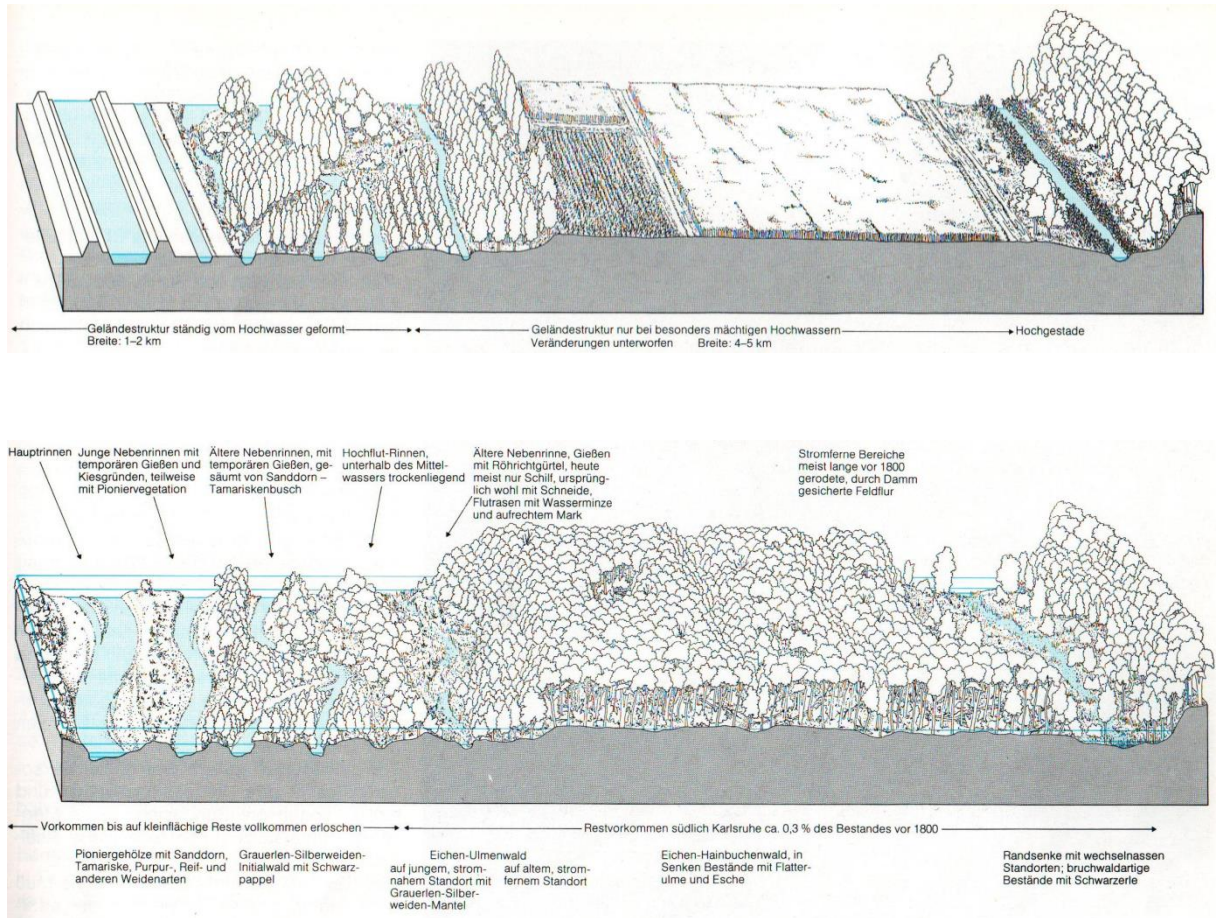
Station 5 – Haltepunkt 3: Im NAZKA

- 3) Überprüft eure Ergebnisse.

Am besten geht ihr nun arbeitsteilig vor:

- 4) Die Situation vor und nach der Rheinkorrektur an ein und demselben Ort vergleicht man am besten mit Hilfe zweier Landschaftsquerschnitte. Erstellt zwei beispielhafte Landschaftsquerschnitte (Skizzen reichen aus) vom Rhein seitlich weg gehend. Bitte beachtet dabei: Höhenprofil, Vegetation, Wasserläufe und Stillwässer.

Die beiden Abbildungen stellen eine Lösungsmöglichkeit dar.

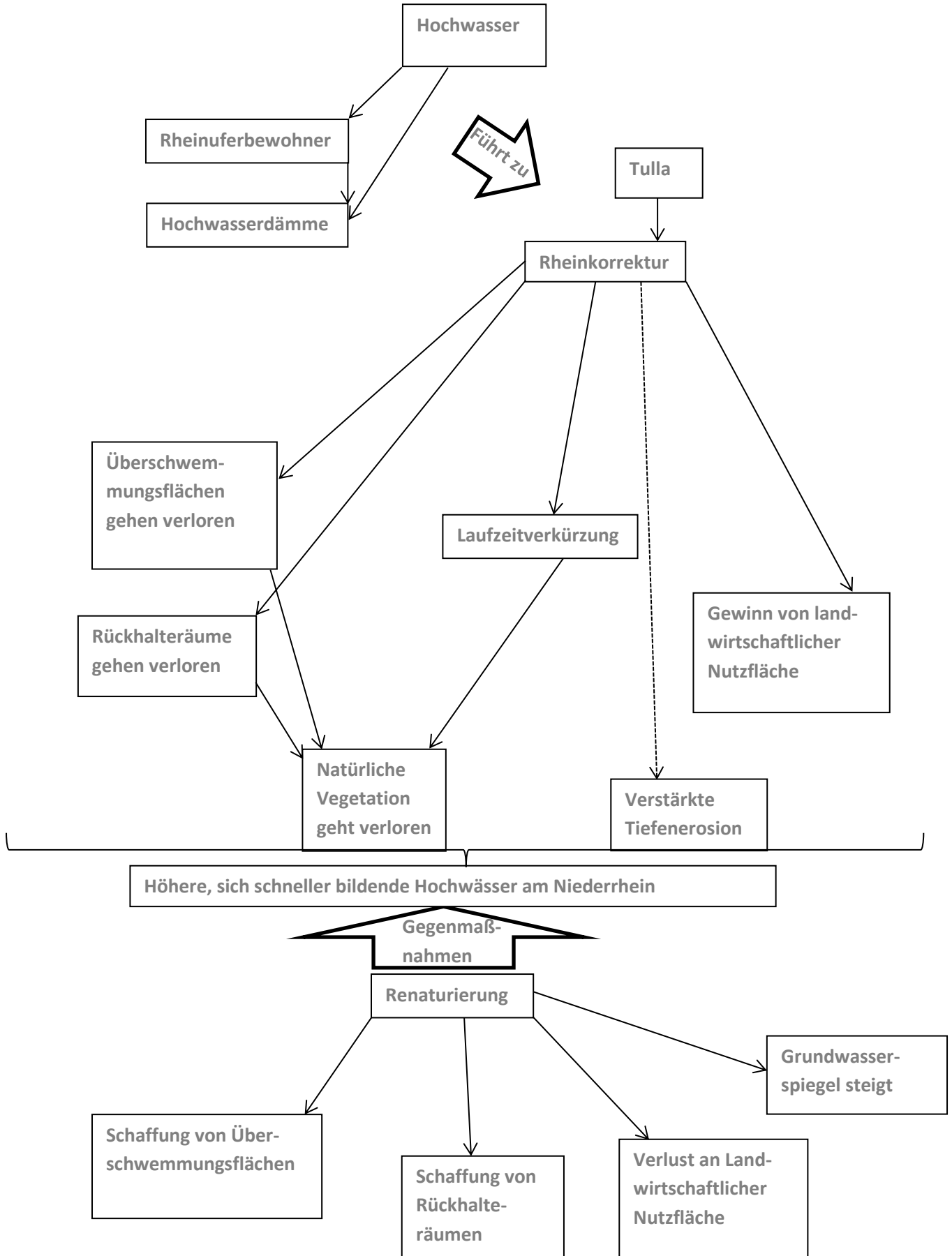


Quelle: Gerken, B. / Schwarz, U. (1988): Auen. Verborgene Lebensadern der Natur. Freiburg, S. 111.

5) Erstellt ein Wirkungsgefüge, dass unter anderem folgende Begriffe beinhaltet:

*Tulla – Rheinkorrektion – Hochwasser – landwirtschaftliche Nutzfläche - Tiefenerosion – Grundwasser – Laufzeitverkürzung – Überschwemmungsfläche – Rückhalteraum – Hochwasserdämme - natürliche Vegetation*

Eine mögliche Lösung:



Gemeinsam in der Gruppe:

- 1) Beurteilt abschließend aus der Sicht von Bauern, Gemeindeverwaltung, Anwohner, Ökologen, Touristen, Unterkünfte, Forstverwaltung die **(Tullasche) Rheinkorrektion zum Zeitpunkt 1920** aus ökologischer und ökonomischer Sicht durch tabellarische Bewertung mit (+) und (-).
- 2) Beurteilt abschließend die **Korrekturen der Rheinkorrektion zum Zeitpunkt 2013** (Bau von Rückhaltebecken, Geschiebezugabe bei Iffezheim) aus sicherheitstechnischer, ökologischer und ökonomischer Sicht (Anlage einer zweispaltigen Tabelle mit +/-).

### 1) Lösungsmöglichkeiten

	Ökologisch	Ökonomisch	Sicherheit
-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hydrologisches System der Rheinauen wird zerstört</li> <li>• Wertvolles Ökosystem in den Rheinauen wird zerstört</li> <li>• Aufgrund von Grundwasserabsenkung drohen die Pflanzen zu verdorren</li> <li>• Felder müssen bewässert werden</li> <li>• Flächenhafte Rodung an den Rheinzufüssen sorgt für einen noch schnelleren Wasserabfluss und führt zusätzlich zu Bodenerosion</li> </ul>	<p>Felder müssen bewässert werden</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Flussabwärts: Gestiegene Hochwassergefahr und größere Schäden durch:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Versiegelung der Landschaft an den Nebenflüssen des Rheins führt zu schnellerer Ausbreitung des Hochwassers</li> <li>- Zeitgleiches Eintreffen der Hochwasserscheitel der Rheinzufüsse und des Rheins lässt den Scheitel steigen</li> </ul> </li> <li>• Naturnaher Naherholungsraum wird zerstört</li> </ul>
+	<p>Neue Flächen zur landwirtschaftlichen Nutzung</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schutz der Gemeindeflächen</li> <li>• Flächen sind besser vor Hochwasser geschützt</li> <li>• Schifffahrt wird ermöglicht, verbesserte Infrastruktur (Handel)</li> <li>• Schifffahrtstourismus möglich</li> <li>• Campingplätze und Wochenendhäuschen können in den Rheinauen entstehen → sicherer Urlaubsort</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rheinauen sind kein Brutgebiet für krankheitsübertragende Stechmücken</li> <li>• Neue Flächen können besiedelt werden</li> <li>• Bestehende Siedlungsflächen sind besser vor Hochwasser geschützt</li> </ul>

## 2) Lösungsmöglichkeiten

	Ökologisch	Ökonomisch	Sicherheit
-	Landwirte müssen für rückverlagerte Deiche und Polder Flächen zur Verfügung stellen, es drohen Ernteaussfälle	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Flächen müssen für die Dammrückverlegungen und Polder umgestaltet werden, ggf. Entschädigungszahlungen</li> <li>• Durch Geschiebezugabe und Entnahme entstehen regelmäßige, nicht endende Kosten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• In Verbindung mit dem Klimawandel droht die (Wieder)Ansiedlung krankheitsübertragender Stechmücken</li> <li>• Notwendige regelmäßige Flutungen der Rückhalte-räume lassen Grundwasserspiegel ansteigen → ggf. Gefahr für Keller</li> </ul>
+	Teilweise Wiederherstellung der naturnahen Landschaft (Auenwälder, Gewässerökologie)	Naturnaher Tourismus kann (wieder) stattfinden	Flussabwärts: Sinkende Hochwassergefahr, geringere Schäden

## 8. Die Vergleichsbasis von Lernzirkeln als Lerneffizienzkontrolle

Lernprozesse, die durch die GPS-gestützten Lernpfade hervorgerufen wurden, werden mit Hilfe eines Nachtests drei Wochen nach der Durchführung des Lernverfahrens auf ihre Nachhaltigkeit hin gemessen. Dieser Vergleichswert ergibt sich aus einem Nachtest eines „normalen“ Unterrichts, der in Form eines Lernzirkels durchgeführt wurde. Mit diesem Vergleichswert auf klassischer Basis kann eine Bewertung zu Vorteilen und Effizienz des Lernverfahrens „GPS-gestützter Lernpfad“ gefällt werden.

### 8.1. Lernzirkel als Vergleichsinstrument

Die GPS-gestützten Lernpfade verlaufen, unabhängig vom konkreten Anwendungsort, immer nach demselben Muster ab: Die Schüler/innen gehen von Geopunkt zu Geopunkt. An jedem Geopunkt sind Aufgaben zu bearbeiten. Die Geopunkte sind in ihrer Reihenfolge so angelegt, dass das Thema und der Raum methodisch-didaktisch-strukturiert aufgebaut werden. Den Schüler/innen steht an jedem Geopunkt eine festgelegte Zeit zur Arbeit zur Verfügung. Sie bearbeiten die Aufgaben selbstständig in Gruppen. Der Lehrkraft kommt in dieser offenen Unterrichtsform meist eine nur moderierende Funktion zu.

Der Unterricht im Klassenzimmer, aus dessen Lernprozess sich die Referenzwerte für die GPS-gestützten Lernpfade ergeben, muss aus Gründen der Vergleichbarkeit dieser Struktur möglichst nahe kommen und dabei den Kriterien modernen Unterrichts entsprechen. Von der Anlage des Lernverfahrens ähneln offene Unterrichtsformen am ehesten den Lernpfaden, so vor allem Lernzirkel, die auch in ihren weiteren Merkmalen den GPS-gestützten Lernpfaden am deutlichsten ähneln. Auch hier werden die einzelnen Stationen, an denen mehrere Aufgaben zu lösen sind, nacheinander bearbeitet. Die Abfolge der Stationen und der Aufgaben ist methodisch-didaktisch strukturiert und die Schüler/innen können in Gruppen bei weitestgehend freier Zeiteinteilung gemeinsam selbstständig arbeiten. Der Lehrkraft kommt hier ebenfalls eine rein moderierende Rolle zu (van der Gieth, H.-J., 2004: S. S. 23 ff., S. 46 ff., S. 58 ff.). Somit eignen sich die Schüler/innen sowohl beim Lernverfahren „Lernzirkel“ als auch beim Lernverfahren „GPS-gestützter Lernpfad“ weitgehend selbst die erwünschten fachlichen Kompetenzen an (van der Gieth, H.-J., 2004: S. 44 f.).

Die Aufgaben und Stationen können im Prinzip das gesamte Spektrum modernen Geographieunterrichts repräsentieren, da Methoden und Materialien vielseitig gestaltbar sind und so viele verschiedene Sinne ansprechen und damit viele Anknüpfungspunkte setzen (van der Gieth, H.-J., 2004: S. 44 f.).

Die beiden **Lernzirkel** zu den Themen „Rheinauen“ und „Nördlinger Ries“ haben also einen vergleichbaren Aufbau und eine vergleichbare Zielrichtung wie die entsprechenden GPS-gestützten **Lernpfade**. Die zu vermittelnden Fachbegriffe, Inhalte und Sichtweisen auf die Umwelt sind vergleichbar. Aus diesen Gründen wurden, wenn es im Hinblick auf die didaktische Strukturierung sinnvoll war, Materialien und Methoden von den Lernpfaden übernommen. Die Gemeinsamkeiten und Unterschiede bei den einzelnen Stationen und Arbeitsaufträgen werden in den nun folgenden beiden Kapiteln 8.2 und 8.3 dargestellt.

## 8.2. Fachdidaktisch-methodische Überlegungen

Zu Beginn gibt es eine kurze Erklärung, wie der Lernzirkel strukturiert ist. Manche Schüler/innen haben noch nie einen Lernzirkel bearbeitet, andere können sich nicht mehr daran erinnern, oder das Verfahren wurde anders genannt, beispielsweise „Lernen an Stationen“. Zudem ist jeder Lernzirkel in seiner Anlage etwas anders. Die beiden Lernzirkel „Nördlinger Ries“ und „Rheinauen“ sind chronologisch zu durchlaufen und verfügen nur über Pflichtaufgaben. Wahlaufgaben und eine austauschbare Stationsabfolge würden die Vergleichbarkeit verringern und sind didaktisch nicht angebracht. Über die eingeplante Dauer für den gesamten Lernzirkel und pro Station wird informiert. Für beide Lernzirkel sind jeweils 6 Schulstunden vorgesehen. Anschließend wechseln die Schüler/innen in die normal vorgesehene Sozialform über.

## 8.3. Die Lernzirkel

### 8.3.1. *Das Nördlinger Ries (Impakt-Tektonik und ihre Folgen)*

Im Falle des „Nördlinger Ries“ erfolgt der Einstieg durch eine Folie, auf der die Erde und ein Asteroid abgebildet sind. Die Schüler/innen stellen für den Fall eine These auf, dass der Asteroid auf die Erde aufschlägt. Darauf folgt die Einführung in den Lernzirkel. Die vorgesehene Sozialform ist, analog zum Lernpfad, die Gruppenarbeit. Die Schüler/innen holen sich nach Bearbeitung einer Station die Lösungen von der Lehrkraft ab und vergleichen und korrigieren ihre Ergebnisse. Danach erhalten sie von der Lehrkraft die nächste Station.

In der ersten der vier Stationen geht es um Lage und Form des Ries sowie die Unterscheidung gegenüber seinem Umland. Zur Hinführung an den Formenschatz notieren die Schüler/innen geographische Phänomene, die ihrer Meinung nach typisch für das Nördlinger Ries sein könnten. Sie werden zum ersten Mal mit dem Suevit konfrontiert, der sich von anderen Gesteinen grundlegend unterscheidet. Zur Ausbildung ihrer Methodenkompetenz berechnen die Schüler/innen die Nord-Süd und Ost-West Ausdehnung und zeichnen und legen ein Höhenprofil durch das Nördlinger Ries an.

Die Arbeitsaufträge kombinieren kognitive und methodische Kompetenzen. Mit Hilfe von Atlas- und Kartenarbeit, dem Satellitenbild und dem Höhenprofil lernen sie den Raum kennen, Die Inhalte entsprechen dem GPS-gestützten Lernpfad. Auch da lernen die Schüler/innen das Nördlinger Ries als „pfannenförmige“ Landschaft mit einem Durchmesser von ca. 20-25km kennen, das durch einen mit Bäumen bewachsenen „Wall“ nach außen hin abgegrenzt wird.

Den Aspekt der kreisrunden Senke zwischen Schwäbischer und Fränkischer Alb nimmt Station 2 wieder auf. Hier werden die Schüler/innen mit 5 Theorien zur Entstehung des Nördlinger Ries konfrontiert. Sie schlüpfen im Rahmen eines Rollenspiels in die Stellung von Experten, die auf einem Fachkongress ihre jeweilige Theorie vorstellen. Anschließend machen sie gemeinsam anhand von Fakten den Faktencheck. Diese Station ähnelt explizit keinem bestimmten Geopunkt des GPS-gestützten Lernpfads. Aber innerhalb der Führung durch das Rieskratermuseum werden die verschiedenen Theorien zur Genese des Nördlinger Ries ebenfalls vorgestellt und besprochen.

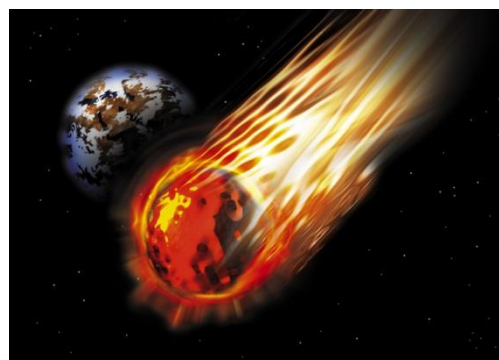
Station 3 geht nun auf den Suevit als rätselhaften Stein ein. Analog zu den Gesteinsuntersuchungen durch die Schüler/innen beim GPS-gestützten Lernpfad werden drei verschiedene Steine (Suevit,



Kalkstein, Sandstein) untersucht. Sie werden von den Schüler/innen altersadäquat auf Aussehen, Körnigkeit, Beschaffenheit der Oberfläche, und Härte untersucht. Den Säuretest auf Kalkgehalt führt die Lehrkraft vor. Abschließend bestimmen die Schüler/innen die drei Steine (Suevit, Kalkstein, Sandstein). Die Informationen aus Station 3 zum Suevit werden nun mit den Informationen zur Genese des Nördlinger Ries aus Station 2 verknüpft. In Gruppen formulieren die Schüler/innen eine in sich schlüssige Erklärung zur Genese des Nördlinger Ries und des Suevits.

Die letzte Station, Station 4, dient der Wiederholung und Synthesebildung des bereits Bekannten. Einmal verfassen sie einen „Zeitzeugenbericht“ über den Asteroideneinschlag. Dieser Arbeitsauftrag testet, ob die Schüler/innen das Gelernte in einen Zusammenhang bringen und selbst artikulieren können. Er ähnelt also den wiederholenden Aufgaben im GPS-gestützten Lernpfad und der Bildabfolge zur Verdeutlichung des Ries-Ereignisses. Aufgabe 2 erfüllt eine Pufferfunktion für die leistungstärkeren Schüler/innen. Sie schreiben einen Leserbrief zur Frage, ob ein Asteroideneinschlag noch einmal passieren könne.

## Lernzirkel: Nördlinger Ries – dem Asteroiden auf der Spur!



### Station 1: Eine Radtour durch die Ries-Landschaft

Das Nördlinger Ries liegt an der Grenze zwischen Baden-Württemberg und Bayern. Du kannst hier die Stadt Aalen suchen. Etwas östlich von Aalen liegt der Hohe Ipf (668m) und noch weiter östlich die Stadt Nördlingen im Zentrum des Ries. Idealerweise scheint hier sehr häufig die Sonne – wie geeignet für eine kleine Radtour. Doch zuerst müssen wir wissen, wo das Ries genau liegt und wie weit wir bis dorthin fahren müssen. Hierzu benötigst du den Atlas und das Satellitenbild auf Seite 4.

- 1) Erarbeite aus dem Atlas die ungefähren Koordinaten des Ries!

N: 48,75°                      E: 10,5°

- 2) Zeichne mit rot in das Satellitenbild auf Seite 4 den Umriss des Nördlinger Ries ein.  
Welche Strukturen helfen dir dabei?

Die kreisrunde Anordnung der Wälder rund um das Nördlinger Ries

- 3) a) Das Nördlinger Ries liegt östlich der Schwäbischen Alb. So wie manche Dinge ganz typisch für die Schwäbische Alb sind, sind auch manche Dinge typisch für das Nördlinger Ries. Nenne drei Dinge, von denen du denkst, sie sind typisch für das Ries. Begründe deine Vermutungen!

Karsthöhlen, Dolinen, Fossilien.

Weil das Nördlinger Ries zwischen Schwäbischer und Fränkischer Alb liegt.

- b) Du siehst unten das Bild des Suevits. Der Stein ist typisch für das Nördlinger Ries. Überprüfe aufgrund der angegebenen Merkmalskriterien: Handelt es sich um Granit / außerirdisches Gestein / Sandstein / Mischgestein aus allen 3 Gesteinsarten?

- Granit: Ohne Poren (winzige Löcher im Gestein), reich an hellen Mineralen (Quarz, Feldspat) und dunklen Mineralen (Glimmer), sehr hart.
- Außerirdische Gesteine: Meist schwarz mit glatter Oberfläche, an der häufig Blasen sind, magnetisch, höheres Gewicht als Steine vergleichbarer Größe, sehr hart.
- Sandstein: Besteht aus verfestigten Ablagerungen, überwiegend aus Quarz, mit Poren, rauher Oberfläche, häufig gelblich-gräulich oder rötlich gefärbt.

Mischgestein aus allen 3 Gesteinsarten

Granit:



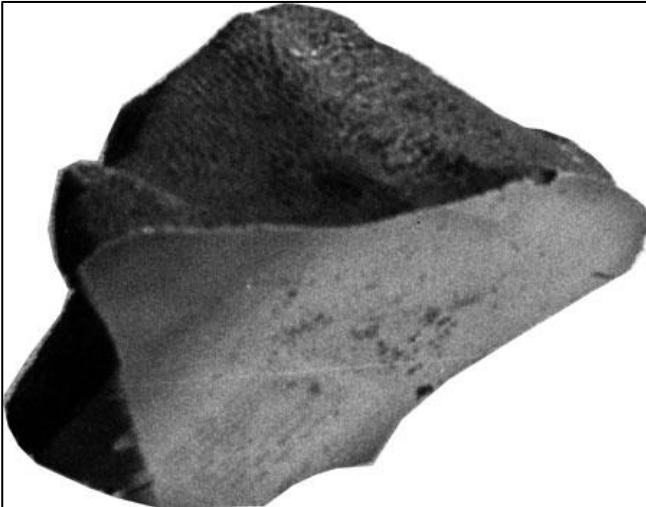
Foto: Kisser, T. (02.10.2011)

Sandstein, rötlich gefärbt:



Foto: Kisser, T. (02.10.2011)

Stück eines Eisenmeteorits, der auf der Erde einschlug:



Suevit:



Foto: Kisser, T. (02.10.2011)

- 4) a) Nimm ein Geodreieck zur Hilfe. Miss die maximale Nord-Süd- und die maximale Ost-West-Ausdehnung des Ries. Zeichne dazu mit roter Farbe in das Satellitenbild auf Seite 4 durch das Ries eine Linie von Nord nach Süd und eine Linie von Ost nach West durch das Ries.

Wie viele Zentimeter misst du?

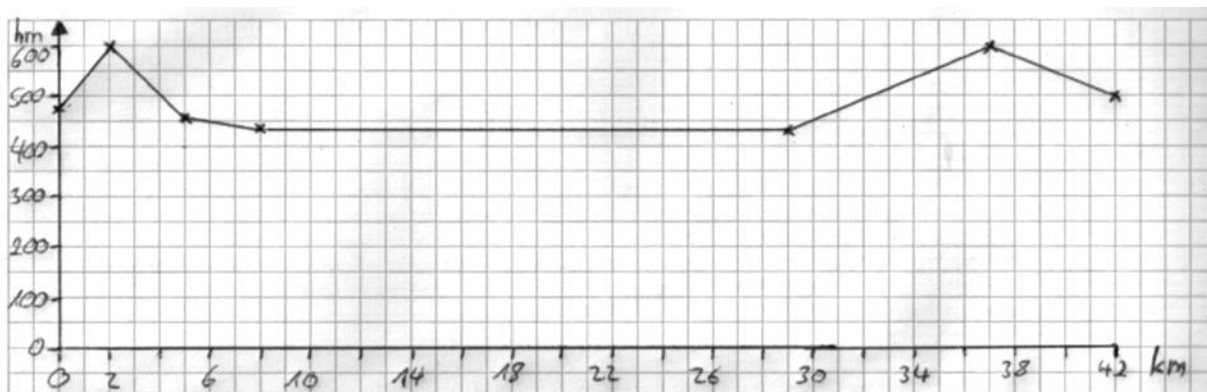
Nord-Süd: ca. 4cm Ost-West: ca. 4cm

- b) Berechne nun mit Hilfe des Maßstabes in der Legende die tatsächliche Ausdehnung!

Nord-Süd: ca. 20 km Ost-West: ca. 20 km

- 5) Mit etwas Proviant könnten wir an einem Tag das Nördlinger Ries per Fahrrad von Nord nach Süd durchqueren. Start- und Zielort sind beide außerhalb des Ries. Also, Wasserflaschen und belegte Brote einpacken und schon geht es los. Am Ende des Tages wird die Tour am PC ausgewertet. Dabei sehen wir folgende Daten (gerundet):

Fahrstrecke	Höhe über NN	Zurückgelegte Distanz
Gnotzheim, an der Bundesstraße B466	470m	0 km
Spielberg	600m	2 km
Ostheim	460m	5 km
Westheim	440m	8 km
Oettingen	420m	14 km
Nördlingen	440m	29 km
Kreuzung B466 und Kreisstraße K3314	600m	37km
Ohmenheim	500m	42 km



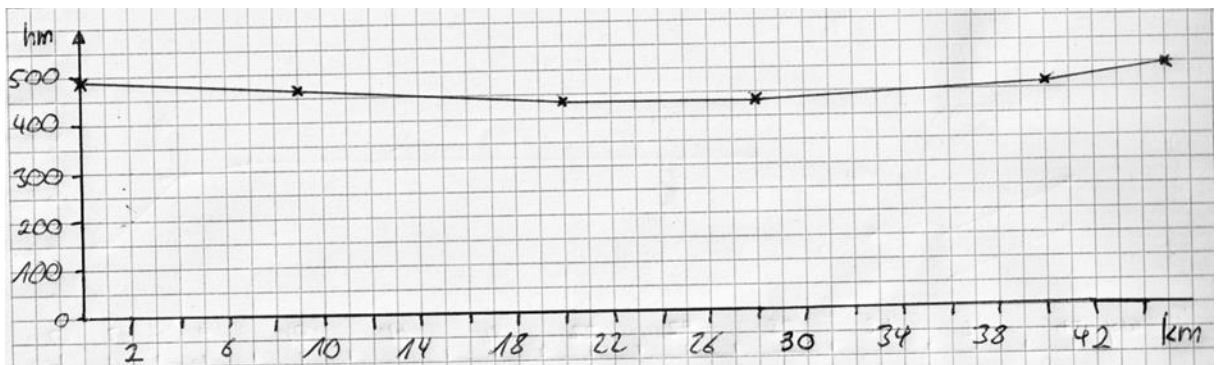
a) Zeichne das Höhenprofil der Radtour. Verwende folgenden Maßstab:

Höhe: 100m = 1 cm

Horizontaldistanz: 2km = 1 cm

b) Zeichne mit demselben Maßstab ein Höhenprofil von West nach Ost:

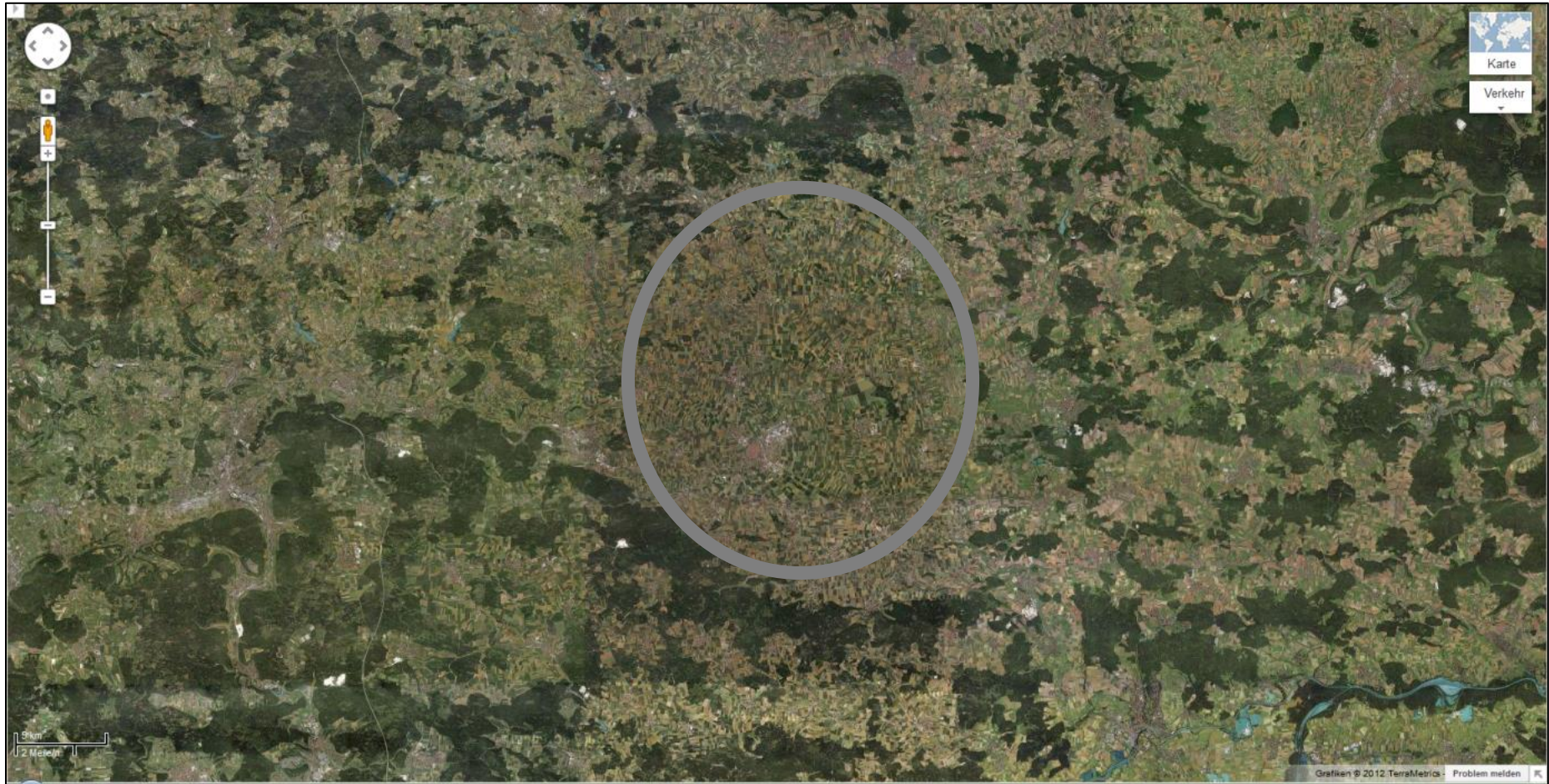
Fahrstrecke	Höhe über NN	Zurückgelegte Distanz
Lauchheim	490m	0 km
Bopfingen	470m	9 km
Nördlingen	440m	21 km
Grosselfingen	440m	28 km
Gosheim	460m	41 km
Fünfstetten	500m	45 km



c) Betrachte deine beiden Höhenprofile und beschreibe die erkennbare Landschaftsform!

Die Form erinnert an einen Krater / an eine Pfanne

Satellitenbild des Nördlinger Ries



Quelle: [www.GoogleEarth.de](http://www.GoogleEarth.de)

## Lernzirkel: Nördlinger Ries – dem Asteroiden auf der Spur!



### Station 2: Wie entstand das Nördlinger Ries?

#### Wer teilte die Alb in Schwäbische und Fränkische Alb?

In Station 2 lernt ihr fünf verschiedene Meinungen kennen, die alle die Entstehung des Nördlinger Ries zu erklären versuchen. Jede Meinung wird durch entsprechende Argumente unterstützt. Fakt ist:

- Das Nördlinger Ries war früher 3km tiefer als es heute ist.
- Das Nördlinger Ries ist kreisrund, der Durchmesser beträgt ca. 25km.
- Das Steinheimer Becken in ca. 45km Entfernung entstand gleichzeitig.
- Im Nördlinger Ries wurde ein Mischgestein gefunden, das sonst nirgendwo anders in der Welt vorkommt: Der sogenannte Suevit.
- Einige Gesteine weisen an der Oberfläche Schleifspuren auf.

#### Meinung 1:

Ein riesiger Vulkan brach aus dem Erdinneren durch die Erdkruste. Beim Ausbruch wurden vulkanisches Material und Gesteinsbrocken der Erdschicht zur Seite geschleudert. Dabei kann es zu Schleifprozessen gekommen sein. Vulkane sind rund und haben einen Krater rand. Die Hohlform „Nördlinger Ries“ entstand so.

#### Meinung 2:

Unter dem Nördlinger Ries befand sich ein riesiger Vulkan. Dieser Vulkan drückte aus dem Erdinneren Magmamassen nach oben, wobei die Oberfläche zu Bergen angehoben wurde, die zur Seite rutschten. Der Vulkan brach allerdings nicht aus, sondern senkte sich wieder ab, weshalb sich die Hohlform „Nördlinger Ries“ bildete. Weil Vulkane rund sind, bildete sich die Kreisform.

### Meinung 3:

Im Erdinneren befand sich ein Vulkan. Ähnlich wie ein Geysir heizte dieser Vulkan Wasser im Erdinneren derart auf, dass sich Wasserdampf bildete. Der Wasserdampf erzeugte hohen Druck im Erdinneren und es kam schließlich zur Explosion. Ein rundes Loch, das „Nördlinger Ries“ entstand. Dieser Explosionstrichter ist, verglichen mit anderen Explosionstrichtern die wir kennen, extrem groß.

### Meinung 4:

Ein großer Gletscher, der sich von den Alpen bis hierhin erstreckte, schliff Material des Untergrundes weg. Die Hohlform „Nördlinger Ries“ war geschaffen und entspricht dem Abschmelzbecken innerhalb der Endmoräne. Allerdings liegt die Entstehung des Nördlinger Ries länger zurück als die letzte Eiszeit. Wir wissen nicht, wohin der Gletscher beim Abschmelzen hingeflossen ist, denn das Nördlinger Ries verfügt Richtung Süden über eine Öffnung, durch die Wasser ausfließen konnte.

### Meinung 5:

Ein Asteroid schlug an der Stelle des heutigen Nördlinger Ries ein. Da der Asteroid sehr schnell war, bildeten sich beim Einschlag hohe Temperaturen und hoher Druck. Die Gesteine verdampften und verschmolzen und es entstand ein neues Mischgestein, das es nur hier gibt. Ganze Gesteinsschollen wurden beim Einschlag zur Seite geschleudert und haben teilweise Schleifspuren hinterlassen. 40km außerhalb des Nördlinger Ries wurden Gesteinsschollen gefunden, die ins Ries gehören. Der Asteroid hinterließ einen kreisrunden Krater, das „Nördlinger Ries“. Ein Stück des Asteroiden ist vor dem Einschlag eventuell abgebrochen und in der Nähe eingeschlagen.



Eure Aufgaben:

1. Verteilt die fünf Rollen in eurer Gruppe.
2. Jeder „Experte“ formuliert für die anderen die wichtigsten Aspekte seiner Meinung: Was besagt deine Theorie? Welche Fakten sprechen für deine Theorie? Was kann deine Theorie möglicherweise nicht erklären?
3. Ihr seid nun Experten für eure jeweilige Theorie. Selbst Wissenschaftler haben sich viele Jahrzehnte darüber gestritten. Doch wer hat Recht? Auf einem „Fachkongress“ stellt jeder von euch seine Theorie vor. Die anderen hören zu und machen sich Notizen:

Faktencheck auf dem „Fachkongress“: Markiere mit + oder – in der Tabelle, ob eine Theorie den besonderen Sachverhalt im Nördlinger Ries erklären kann oder nicht.

	Höhenprofil (Hohlform des Nörd- linger Ries)	Kreisform des Nörd- linger Ries	Vorkommen des Suevit	Schleifspuren in Gesteinen	Gleichzeitige Ent- stehung des Steinheimer Be- ckens
<b>Theorie 1: Vul- kanausbruch</b>	+	+	-	+	+ - (möglich, aber unwahrscheinlich)
<b>Theorie 2: Vul- kan hob und senkte sich</b>	+	+	-	-	+ - (möglich, aber unwahrscheinlich)
<b>Theorie 3: Was- serdampf- explosion</b>	+	+	-	+	+ - (möglich, aber unwahrscheinlich)
<b>Theorie 4: Glet- scherschliff</b>	+	-	-	+	+ - (möglich, aber unwahrscheinlich)
<b>Theorie 5: Ein- schlag eines Asteroid</b>	+	+	+	+	+

Welche der 5 Theorien erklärt nun die Entstehung des Nördlinger Ries am besten? Begründet eure Entscheidung!

     Theorie Nr. 5, da sie alle besonderen Sachverhalte im Nördlinger Ries erklären kann. Die anderen Theorien können u. a. alle nicht das Vorkommen des Suevits erklären.

## Lernzirkel: Nördlinger Ries – dem Asteroiden auf der Spur!



### Station 3: Das Rätsel des Schwabensteins

Bei dieser Station untersuchen wir verschiedene Gesteine. Steine sind wie wir Menschen unterschiedlich und weisen unterschiedliche Eigenschaften auf. Mit Hilfe der hier gewonnenen Erkenntnisse können wir herausfinden, ob die als richtig angesehene Theorie von Station 2 stimmt.

Hier sind die 5 Theorien und ihre Vertreter noch einmal in Kurzform:

- Vulkanausbruch schleuderte Material zur Seite
- Vulkan drückte aus dem Erdinneren und senkte sich wieder ab
- Wasser im Erdinneren wurde durch einen Vulkan erhitzt, Wasserdampf bildete sich. Der Wasserdampf erzeugt Druck, es kam zur Explosion
- Gletscher schliff Material heraus
- Asteroid schlug ein, durch Druck und Hitze verschmolzen Gesteine miteinander, Material wurde zur Seite geschleudert, ein Krater blieb

1) Wir vergleichen die 3 Gesteine miteinander. Kreuze das jeweils Richtige an!

	<b>Stein 1</b>	<b>Stein 2</b>	<b>Stein 3</b>
Wie sehen die Steine aus? (Farbe, Beschaffenheit der Oberfläche)	Grau <del>X</del> Gelb Rot Schwarz Einfarbig <del>X</del> Gefleckt Gestreift	Grau <del>X</del> Gelb <del>X</del> Rot Schwarz Einfarbig <del>X</del> Gefleckt Gestreift	Grau <del>X</del> Gelb <del>X</del> Rot <del>X</del> Schwarz <del>X</del> Einfarbig <del>X</del> Gefleckt <del>X</del> Gestreift
Wie sind die Steine aufgebaut? Nimm eine Lupe zur Hilfe!	Grobkörnig Feinkörnig Fossilien erkennbar <del>X</del>	Grobkörnig Feinkörnig <del>X</del> Fossilien erkennbar	Grobkörnig Feinkörnig <del>X</del> Fossilien erkennbar
Fasse die Steine an! Wie fühlt sich ihre Oberfläche an?	Glatt Rauh Teils glatt, teils rauh <del>X</del> Spitz, kantig <del>X</del>	Glatt Rauh <del>X</del> Teils glatt, teils rauh Spitz, kantig	Glatt Rauh <del>X</del> Teils glatt, teils rauh Spitz, kantig
Kratze mit einem Eisennagel an den Steinen! Beschreibe, was passiert. Was heißt das für die Härte des Gesteins?	<b>Es passiert nichts. Das Gestein muss hart sein.</b>	<b>Einzelne Körner bröckeln ab. Das Gestein muss weich sein.</b>	<b>Einzelne Körner bröckeln ab. Das Gestein muss weich sein.</b>
Versuche nun mit Hilfe einer Säure den Stein aufzulösen. Beschreibe was passiert. Was bedeutet das?	<b>Es bilden sich überall, wo die Säure auf den Stein trifft Bläschen. Es sprudelt. Der Stein ist kalkhaltig.</b>	<b>Es bilden sich nirgendwo, wo die Säure auf den Stein trifft Bläschen. Es sprudelt nicht. Der Stein ist nicht kalkhaltig.</b>	<b>Es bilden sich dort, wo die Säure auf den Stein trifft, teilweise Bläschen. Es sprudelt. Der Stein ist an manchen Stellen kalkhaltig.</b>
Lies dir die Texte unter 2) durch. Es handelt sich um...	<b>Kalkgestein</b>	<b>Sandstein</b>	<b>Suevit</b>

- 2) Ordne nun die Gesteinsnamen den Nummern zu!

**Suevit:**

Suevit ist ein Mischgestein aus verschiedenen Gesteinen. Der Asteroid verdampfte unter extrem hohem Druck und extrem hohen Temperaturen und verschmolz in der Glutwolke mit anderen Gesteinen. Die Wolke brach zusammen und warf den Suevit aus. Suevit war früher ein beliebter Baustoff und wird auch „Schwabenstein“ genannt. Dieses Gestein kommt nur im Nördlinger Ries vor. (Wenn Kohlenstoff vorhanden ist, bilden sich unter solchen Extrembedingungen manchmal Diamanten. Kohlenstoff ist in Kalkstein vorhanden)

**Kalkgestein:**

Sicher ist, dass Kalksteinvorkommen auf Ablagerungen in früheren Wasserbecken hindeutet. Dieses Gestein wird häufig durch Ausscheidungen von im Wasser lebenden Lebewesen gebildet. Der Kalk lagert sich auf dem Untergrund ab. Teilweise besteht Kalkstein auch aus Resten von Lebewesen wie Schnecken, Muscheln, ... Säurehaltige Flüssigkeiten. Säuren (z. B. Salzsäure, Kohlensäure, Essigsäure) lösen Kalkstein auf. Deshalb benutzt man zum Entkalken von Haushaltsgeräten säurehaltige Flüssigkeiten.

**Sandstein:**

Sandstein besteht, wie der Name schon andeutet, aus verfestigtem Sand. Das Aussehen und die Oberflächenbeschaffenheit erinnern daran. Der Sand wird im Meer oder auf Festland abgelagert. Auf ihm lagern sich weitere Materialien ab, die durch ihr Gewicht Druck auf den Sand auslösen. Über Jahrzehnte oder Jahrtausende wird der Sand zusammengepresst und durch verfestigende Bindemittel zu Sandstein. Sandstein ist nicht besonders fest.

- 3) Erklärt gemeinsam die Entstehung des Nördlinger Ries und in diesem Zusammenhang die Entstehung des Suevit! (Schaut euch nochmal die Ergebnisse der Stationen 2 und 3 an)  
Eure Lösung:

**\_\_Durch den Einschlag des Asteroiden entstehen sehr hohe Temperaturen und sehr hoher Druck. Der Asteroid verdampfte gemeinsam mit anderen Gesteinen. In der Glutwolke verschmolzen die Gesteine miteinander und wurden als Suevit ausgeworfen. So entstand der Suevit durch den Asteroideneinschlag als neues Gestein. \_\_\_\_\_**

*Hilfestellung: Bei sogenannten vulkanischen Durchschlagsröhren drückt Gas plötzlich nach oben. Es entstehen dabei extrem hoher Druck und extrem hohe Temperaturen. Wenn das darüber liegende Gestein kohlenstoffhaltig, bilden sich dabei Diamanten. Solche Vulkanische Durchschlagsröhren gibt es vor allem in Südafrika.*

## Lernzirkel: Nördlinger Ries – dem Asteroiden auf der Spur!



### Station 4: Das Ries-Ereignis – einmalig?

Teile, die aus dem Weltraum fallen, werden je nach Größe und Zusammensetzung Asteroiden oder Meteoriten genannt. Der Einschlag des Asteroiden und das, was in den Sekunden danach passiert wird als Impact bezeichnet. Es ist fast unglaublich, wie schnell eine Landschaft innerhalb von wenigen Sekunden für Millionen von Jahren derart umgestaltet werden kann.

- 1) Stell dir vor, du hättest damals das Ries-Ereignis vom Hohen Ipf aus beobachtet. Erstelle einen Zeitungsartikel für den „Alb-Boten“, die Zeitung vor Ort. Erkläre in deinem Artikel den Lesern das Ereignis. Verwende dabei folgende Begriffe:
  - Kreisförmige Aufwölbung im das Ries
  - Suevit
  - Einschlagskrater
  - Grundgestein aus Granit und Gneis
  - einzelne Erhebungen
  - Kalkstein
  - Verlagerung von Gesteinsbrocken
  - Durchmesser von 20km
  - extrem hoher Druck und extrem hohe Temperaturen
  - flacher Kessel

#### Musterlösung:

1)

Beim Einschlag eines Asteroiden entstand ein extrem hoher Druck und extrem hohe Temperaturen. Es kam zur Verlagerung von Gesteinsbrocken, darunter auch Kalksteine. Der Asteroid verdampfte und verschmolz dabei mit dem Kalkstein und dem Grundgestein aus Granit und Gneis. Aus der Glutwolke „regnete“ es den Suevit als neues Gestein. Der Einschlagskrater hat einen Durchmesser von 20km. Er hat die Form eines flachen Kessels mit einzelnen Erhebungen. Nach außen hin ist er durch eine Aufwölbung abgegrenzt.

- 2) Eine aufgewühlte Leserin, Frau Mayer, schreibt einen Leserbrief an den „Alb-Boten“ und fragt, ob so etwas nochmal passieren könnte.  
Antworte Frau Mayer!

Musterlösung:

2)

Sehr geehrte Frau Mayer,

mit Interesse habe ich Ihren Leserbrief im Alb-Boten gelesen. Ich kann Sie beruhigen. Zwar können Asteroiden immer wieder auf der Erde einschlagen. Aber meistens verglühen die Gesteinsbrocken beim Eintritt in die Erdatmosphäre. Ein zweiter Einschlag in derselben Region ist sehr unwahrscheinlich. Die gefährlichen Objekte werden von der NASA und anderen Weltraumagenturen beobachtet.

Mit freundlichen Grüßen,

...

### 8.3.2. Rheinauen (Umgestaltung von Flusslandschaften)

Der Einstieg zum Lernzirkel „Rheinauen“ erfolgt in der Jahrgangsstufe 11 bei GPS-gestütztem Lernpfad und Lernzirkel mit denselben Materialien. Auch die Lernzirkelabsolventen bekommen die Satellitenbilder und Karten der Rheinauen bei Karlsruhe zu sehen. Allerdings sollen sie zunächst beschreiben, was sie sehen können und auf mögliche Charakteristika eingehen. Das Ziel ist zunächst, sie auf die Altrheinschlingen und Baggerseen seitlich des begradigten Rheins aufmerksam zu machen. Die Fragestellung, warum der Rhein begradigt wurde, und welche Auswirkungen diese Begradigung hatte, ist direkte Folge. Anschließend wird die weitere Vorgehensweise für das Arbeiten des Lernzirkels erläutert. In der Regel holen sich die Schüler/innen die Aufgabenblätter einer Station ab, nachdem sie die vorherige abgeschlossen haben, ohne zwischendurch ihre Lösungen auf Richtigkeit und Vollständigkeit überprüft zu haben. Dies passiert erst am Schluss des Lernzirkels.

In der ersten Station vergleichen die Schüler/innen anhand zweier vereinfachter, vergleichender Darstellungen, wie der Rheinlauf durch die Rheinkorrektur verändert wurde. Mittels eines historischen Kupferstichs und eines Zitats Tullas zur Rheinkorrektur werden die Erwartungen an die Rheinkorrektur und die Hoffnungen der Bevölkerung deutlich. Daran knüpft Station 2 an. Die Geschichten ausgewählter Ortschaften geben Hinweise darauf, inwieweit Tullas Erwartungen erfüllt wurden.

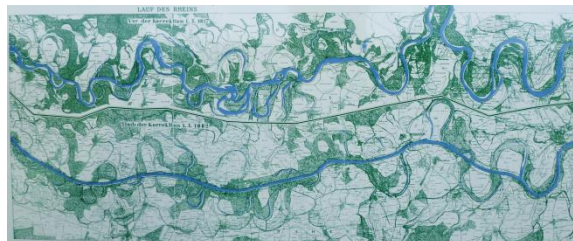
Beide Stationen entsprechen der Betrachtung vor Ort im GPS-gestützten Lernpfad. Die dortigen Informationen werden hier im Lernzirkel mit Hilfe von Darstellungen und Texten vermittelt.

Station 3 entspricht exakt Station 3 – Haltestelle 2 des GPS-gestützten Lernpfads. Auch hier werden die Gesamlaufstrecke und das durchschnittliche Gefälle zwischen Basel und Worms vor und nach der Rheinkorrektur miteinander verglichen um etwaige Folgen für die Städte am Unterlauf zu ermitteln. Ebenso wird auf das Hjulström-Diagramm zur Erklärung der Erosions- und Akkumulationsregime und die Schaubilder für Polder und Retentionsflächen zurückgegriffen.

Die Pflanzenbestimmung entlang der Saumseen beim GPS-gestützten Lernpfad wird durch zwei zu vergleichende Landschaftsausschnitte (Griszheimer Rheinaue im 19. Jh. und heute) ersetzt.

Die abschließenden Aufgaben zur Synthesebildung und Beurteilung der Rheinkorrektur und ihrer wiederholten Korrektur durch die Anlage von Rückhalteräumen entspricht den Aufgaben des GPS-gestützten Lernpfades. Beide Male wird ein Wirkungsgefüge gezeichnet, und die Veränderungen werden aus ökologischer und ökonomischer Sicht beurteilt. Zusätzlich schreiben die Lernzirkelabsolventen als kreative Aufgabe ein „Drehbuch“ für ein Rollenspiel, bei dem es um den geplanten Bau eines ungesteuerten Rückhalteraumes geht. Hier bringen sie ebenfalls die Vor- und Nachteile anhand von verschiedenen Personen (z. B.: Landwirt, Umweltschützer, Bürgermeister, Campingplatzbetreiber, ...) ein.

**Der Mensch nutzt, gestaltet und verändert die Landschaft – Umgestaltung von Flusslandschaften: Das Fallbeispiel Rhein**



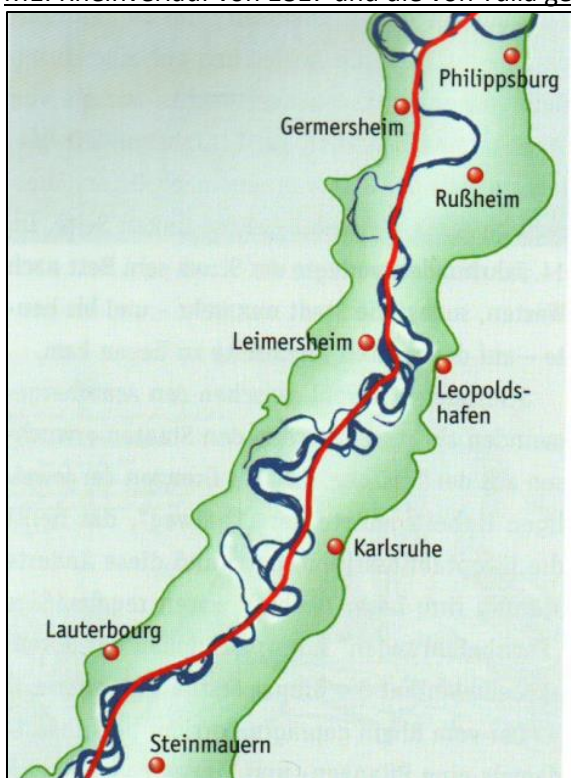
Station I: Erwartungen an die Umgestaltung

„Im Jahre 1797 war J.G. Tulla am Markgräflisch badischen Ingenieurdepartement zum Ingenieur ernannt worden. Er war mit der Leitung des Flußbauwesens in Baden beauftragt. Seine Vorstellung von einer Besserung der Zustände sah er in einer zusammenhängenden Rektifikation des Flusses.“

Quelle: <http://www.mannheimer-schulen.de/tulla/html/tulla/Korektur.htm>

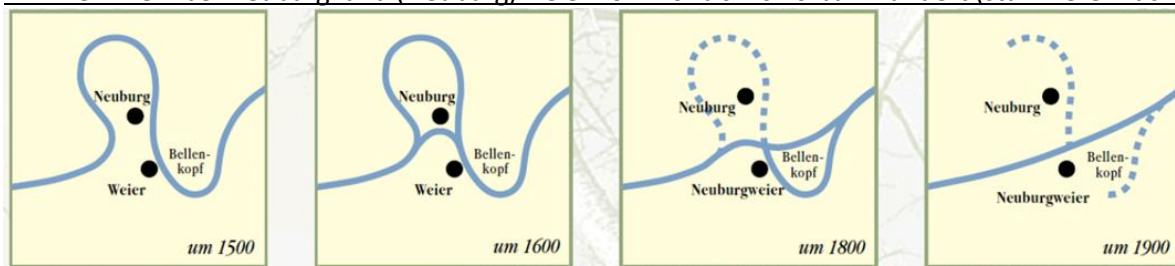
- 1) Erkläre anhand von M1 und M2, wwas man unter „Rectifiatiion“ zu verstehen hatte und wie Tullas „Rheinrectifikation“ zwischen 1817 und 1880 den Rheinverlauf veränderte.

M1: Rheinverlauf von 1817 und die von Tulla geplante Korrektion



Quelle: Stieghorst, M. (2011): Der Ausbau des Oberrheins. In: Rahe, J./Stieghorst, M./Weber, U.: Handbuch Rhein, S. 82. Die übernommene Kartographie entspricht nicht exakt der Realität.

M2: Der Rhein bei Neuburg und (Neuburg)Weier vom 16. bis ins 20. Jahrhundert (stark vereinfacht)



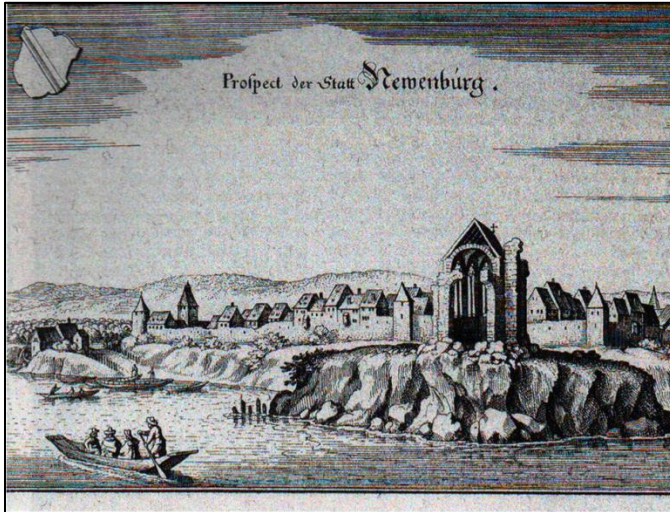
Quelle: Faltblatt Altrhein Neuburgweier S. 1, verändert.



- Flussschlingen (= Mäander) wurden durchstoßen und somit trockengelegt
- Der Rhein verläuft deshalb „gerade“
- Der Rheinlauf wurde dadurch verkürzt

2) Arbeite aus M3 und M4 die Erwartungen an die Rheinrektifikation heraus.

#### M3: Hochwassergeschädigtes Neuenburg 1525



Quelle: Seydlitz – Geographie (2010), S. 12.

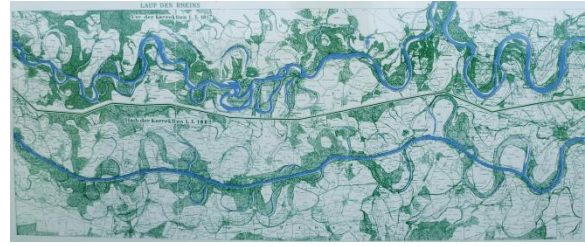
#### M4: Tullas Erwartungen

Wird der Rhein rektifiziert, so wird das Flussbett sich so vertiefen und der Wasserspiegel sich so senken, dass die Rheindämme ganz entbehrlich werden. Durch die vollkommenste Rektifikation werden auf dem rechten Rheinufer über 100 000 Morgen den Überschwemmungen entzogen. [...] Vor allem aber verdient die persönliche Sicherheit der Rheinuferbewohner, ihre Befreiung von der schweren Last der Notwehren bei stürmischer, nasser und kalter Witterung und die Sicherung ihrer Wohnungen und ihres Viehbestandes beherzigt zu werden. Ohne die Rektifikation werden die Sturmglocken nicht verstummen, das Brechen der Dämme nicht immer gehindert und die Sümpfe bedeutender werden. Mit der Vergrößerung dieses Übels muss sich der Wohlstand vermindern. Wird aber der Rhein rektifiziert, so wird alles anders werden. Der Mut und die Tätigkeit der Bewohner wird steigen. Das Klima wird durch Verminderung der Wasserfläche auf beinahe ein Drittel, durch das Verschwinden der Sümpfe und die Verminderung der Nebel wärmer und angenehmer werden. Der Abzug der in den Rhein einmündenden Flüsse und Bäche wird befördert und dadurch die Bewässerung der Wiesen möglich werden. Es werden trockene Wiesen und Weiden erhalten und es wird die Viehzucht, vorzüglich die Pferdezucht, gewinnen. Die Gärten werden sehr gewinnen und die Obstkultur wird emporkommen. Die Schifffahrt wird lebhafter werden, Dampfboote werden als Postschiffe auf dem Rhein gehen und auch zum Bugsieren der Frachtschiffe und der Flöße benutzt werden.

Quelle: Seydlitz – Geographie (2010), S. 12.

- 100.000 Morgen Fläche werden dauerhaft gewonnen (Z. 4)
- Sicherheit der Rheinuferbewohner steigt (Z. 6-8)
- Rhein wird schiffbar (Z. 26-29)
- Flussbett wird sich vertiefen (Z. 1-2) → verstärkte Sohlenerosion
- „Klima“änderung (Z. 18) → Malariafaher wird verringert durch Austrocknung der Auen
- Schnellerer Abzug der in den Rhein mündenden Bäche und Flüsse → Bewässerung der Wiesen möglich (Z. 22-23)
- Gärten und Obstkultur gewinnen an Bedeutung (Z. 25)
- Rheindämme werden entbehrlich (Z. 3)
- Viehzucht und Pferdezuht werden möglich (Z. 24)

**Der Mensch nutzt, gestaltet und verändert die Landschaft – Umgestaltung von Flusslandschaften: Das Fallbeispiel Rhein**



Station II: Tullas Rektifikation (= Korrektion)

1) Überprüfe anhand von M5, ob Tullas Erwartungen an die Rheinrektifikation erfüllt wurden.

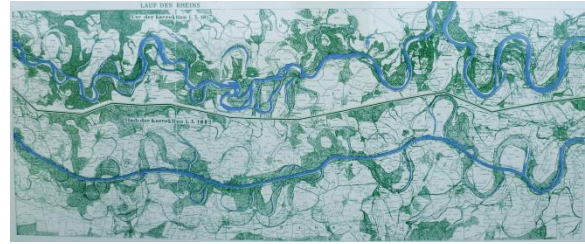
M5: Übersicht, zusammengestellt aus Angaben der Internetpräsenzen der Städte und Gemeinden:

<i>Stadt</i>	<i>Gründung</i>	<i>Bedeutung der Namensendung / Besonderheiten</i>
Altlußheim		„Der Name der Siedlung lässt zwei Deutungen zu. Zum einen ist der Name auf das „Heim des Lusso“ zurückzuführen. Zum anderen lässt sich der Ortsname auf das althochdeutsche „lus“ (Ried, Sumpf) oder die mittelhochdeutschen Begriffe „liesche“ (Riedgras) oder „luße“ (Fischwasser) als Wortstamm zurückführen.“
Neulußheim	1711	
Dettenheim	Vor ca. 1200 Jahren	„Dettenheim- die über 1200-jährige Geschichte der Gemeinde Dettenheim ist von jeher eng verbunden mit dem Rheinstrom. Verkehrsmäßig inmitten der Zentren Karlsruhe und Bruchsal gelegen hat sich aus den früher selbständigen, rein landwirtschaftlich genutzten Dörfern Liedolsheim und Rußheim, eine Wohngemeinde mit regem Gemeindeleben und derzeit rund 6.700 Einwohnern entwickelt. Lange Zeit war das Leben in den damals selbständigen Gemeinden Liedolsheim, Rußheim und Dettenheim durch den Rheinstrom bestimmt. Alle drei Gemeinden hatten, auf der Niederterrasse gelegen, schwer unter den Hochwassern des Rheins zu leiden. Dem Rhein fiel auch die ehemalige Gemeinde Dettenheim zum Opfer, die im Jahre 1813 nach Altenbürg dem heutigen Karlsdorf umgesiedelt wurde. Große Teile der Gemarkung fielen durch die Rheinbegradigung Tullas auf die linksrheinische Seite. An die damalige Situation erinnern nur noch drei Wohngebäude in "Alt-Dettenheim" und ein Gedenkstein, der 1938 durch die Gemeinde Karlsdorf im Mittelpunkt des umgesiedelten Dorfes Dettenheim errichtet wurde. Am 17. Juni 1988 feierte Alt-Dettenheim sein 1200jähriges Bestehen.“
Elchesheim- Illingen	1104 bzw. 960 erste urkundliche Erwähnung	„Im Urkundebuch zur Geschichte der Bischöfe von Speyer findet der Ort schon im Jahre 960 erstmals Erwähnung. Noch vorhandene alte Akten lassen darauf schließen, dass Illingen eines jener Dörfer gewesen sein muss, welche seit frühesten Zeiten sehr unter den Tücken des Rheines zu leiden hatten. Aus den Akten ist ebenso zu ersehen, dass Illingen früher Filialkirche der linksrheinischen Gemeinde Mothern war. Hieraus lässt sich auch mit Sicherheit schließen, dass ein Rheinarm, wie dies im Übrigen auch alte Lagepläne zeigen, noch im 15. Jahrhundert östlich von Illingen vorbei floss. Dies bedeutete, dass Illingen vor der Rheinbegradigung durch Tulla früher zeitweise linksrheinisch war.“
Iffezheim, Ortsteil Sandweier		„Die älteste Erwähnung stammt aus dem Jahr 1308 mit dem Namen "Wilr". Im Laufe der Jahrhunderte änderte sich der Name zu Santwiler (Weiler im Sand) und schließlich auch zu Sandweier.“
Hügelsheim	788 erste	Schifferdorf

	urkundliche Erwähnung	
Eggenstein-Leopoldshafen	766 erste urkundliche Erwähnung	<p>„Ein mitunter unangenehmer Dauerbrenner für die örtliche Bevölkerung in beiden Dörfern bestand schon seit Jahrhunderten in den unberechenbaren Fluten des Rheins, der mit seinen Hochwassern schon so mache Ernte hinfort gespült hatte. Und im Übrigen auch so maches Dorf: hierbei sei an die untergegangenen Weiler Frechstatt, Vefrisse, Breheme und Wanesheim erinnert, die sich einst alle auf rechts- oder linksrheinischer Seite zwischen Knielingen und Linkenheim befunden hatten. 1651 waren in Daxlanden 20 Häuser mitsamt der Kirche und dem Friedhof hinfortgespült worden und 1758 versank Knaudenheim in den Fluten. Besonders schlimme Hochwasser sind aus den Jahren 1577, 1615, 1656, 1737, 1758, 1760, 1785, 1816 und 1817, später 1824, 1872, 1883, 1910, 1944 und 1955 überliefert. Verständlich, dass sich die geplagte Bevölkerung eine Verbesserung ersehnte. Da machten die kühnen Korrektionspläne des Oberst Johann Gottfried Tulla von sich Reden, welche eine Begradigung des bislang schlaufenförmigen Flussbettes vorsahen. Gegen mitunter heftige Widerstände wurde mit den Bauarbeiten am Gesamtprojekt begonnen. Im Januar 1818 erfolgte der Eggensteiner Durchstich: zahlreiche prominente Gäste und selbstverständlich das gesamte Eggensteiner Volk wohnten diesem denkwürdigen Ereignis bei, das mit zahlreichen Freudenbekundungen, Musik und Feuerwerk begangen wurde.</p> <p>Die Rheinkorrektur erforderte eine Verlegung des Hafens in Schröck an eine neue Stelle. 1812 wurde der Hafenplatz an seine heutige Stelle verlegt und 1818 erhielt der Platz einen Kranen und ein Lagerhaus. 1831 wurde gar ein regelmäßiger Schiffsverkehr von Schröck nach Mainz eingerichtet. 1833 erlebte Schröck dann eine ganze Reihe von denkwürdigen Ereignissen. Im Mai des Jahres eröffnete das Schiff <i>Koblenz</i> die Oberrheinschiffahrt in Schröck. Hierzu besuchte gar am 29. Mai das Großherzogsehepaar das festlich geschmückte Dorf und den Hafen. Die Gemeindevertreter richteten an Großherzog Leopold das Gesuch, Schröck künftig Leopoldshafen nennen zu dürfen, worauf der Bitte zu einem späteren Zeitpunkt entsprochen wurde.“</p>
Karlsdorf-Neuthard	1812 bzw. 1281	<p>„Das heutige Karlsdorf geht auf das Dorf Alt-Dettenheim am Rhein zurück, das in den Jahren 1812/1813 im Zuge der Rheinbegradigung in das heutige Gemeindegebiet umgesiedelt wurde. (...) Neuthard wurde im Jahr 1281 unter der Schreibweise "Nythard" erstmals urkundlich erwähnt.“</p>
Oberhausen-Rheinhausen	1207 erste urkundliche Erwähnung	<p>„Unsere Heimatorte liegen im Bruhrain, einem Teil der Oberrheinischen Tiefebene. Der Name „Bruhrain“ stammt von der alten Bezeichnung „Bruch-Rhein“, wobei „Bruch“ soviel wie Sumpf oder Sumpfwiesen bedeutet. Von da her hat auch Bruchsal seinen Namen. Diese gleichförmige ebene Landschaft reicht von Weingarten im Süden bis Wiesloch im Norden und erstreckt sich bis zum Rhein im Westen.“</p>
Ludwigshafen	1891	Luitpoldhafen

- Siedlungsnamen deuten auf durch das Wasser geprägte Standorte hin, die auf trockene Standorte umverlegt wurden (Altlußheim, Neulußheim, Iffezheim-Sandweier, Ortsteile von Oberhausen-Rheinhausen liegen im Bruhrain = Bruch-Rhein, ebenso Bruchsal)
- Gemeinde Dettenheim (verschiedene Siedlungen), Illingen und Ortsteile von Eggenstein-Leopoldshafen litten unter dem Rheinhochwasser → Zerstörung der Orte, Lage mal rechts-, mal linksrheinisch), Hafen in Schröck musste verlegt werden → Umbenennung in Leopoldshafen zu Ehren des Großherzogs
- Hügelsheim war ein Schifferdorf
- Karlsdorf geht auf Alt-Dettenheim zurück (Umsiedlung nach „Neu“-Dettenheim)
- Ludwigshafen hieß früher Luitpoldhafen
  - ⇒ Rhein wurde schiffbar
  - ⇒ Menschen lebten sicherer
  - ⇒ Wohlstand stieg
  - ⇒ Flächen wurden gewonnen

**Der Mensch nutzt, gestaltet und verändert die Landschaft – Umgestaltung von Flusslandschaften: Das Fallbeispiel Rhein**



Station III: Weitere Auswirkungen der Korrektur

Der Rhein floss nach der Korrektur nicht mehr in Schlingen (Bsp.: Altrheinschlaufen bei Neuburg, Illingen, Leopoldshafen) sondern geradlinig (Vgl. M1 und M2).

Die Gesamtlaufstrecke Basel → Worms wurde von 354km auf 273km verkürzt.

Der Gefällsunterschied zwischen Basel (250m ü. NN) und Worms (86,5m ü. NN) beträgt 153,5m.

- 1) Berechne das durchschnittliche Gefälle in Promille vor und nach den Korrektionsmaßnahmen.

**0,46 Promille = 0,046% (ursprünglich) bzw. 0,59 Promille = 0,059% (heute)**

- 2) Welche Folgen hat das die neue Gefällsneigung für Regionen weiter flussabwärts, z. B. Köln, bei einer Dauerregenperiode während der Schneeschmelze (Sommer) in den Alpen?

In der begradigten Variante legt das Wasser weniger Strecke zurück, und wird nicht durch Krümmungen gebremst und fließt dadurch deutlich schneller von A nach B.

Durch die Rheinkorrektur floss der Rhein also deutlich schneller von Basel nach Köln. Zwar wurde am Oberrhein die Hochwassergefahr gedämmt, aber flussabwärts wurde sie durch die Umbaumaßnahmen massiv verschärft, denn in den flussabwärts gelegenen Regionen kam mehr Wasser deutlich schneller an als bisher. Die Anrainer wurden häufig unerwartet schnell mit unerwartet viel Rheinwasser konfrontiert.

Vor allem von der Fließgeschwindigkeit hängt es ab, ob es zur Erosion oder Sedimentation kommt. Das berechnete Gefälle aus Aufgabe 1 ist nur ein Durchschnittswert. Zwei Beispiele deuten auf ein ungleichmäßiges Gefälle hin:

Oberhalb der Staustufe Iffezheim kommt es zur Sedimentation, unterhalb zur Erosion.

Bei Mainz-Weisenau wurde ein Auffangraum für Sedimente geschaffen, der jährlich geleert wird.

- 3) Erkläre beide Sachlagen mit Hilfe des Hjulström-Diagramms (M6).

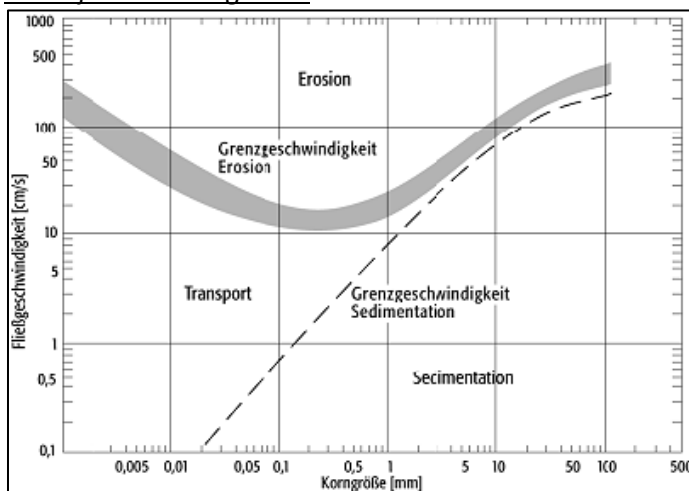
**Iffezheim: Der Rhein weist an dieser Stelle ein relativ hohes Gefälle auf, d. h. seine Erosionskraft ist hoch. Die Staustufe unterbricht die hohe Fließgeschwindigkeit. Dadurch kommt es vor der Staustufe zur Sedimentation, danach zur Erosion. Damit sich der Rhein nicht nach der Staustufe tiefer eingräbt und dadurch die Baumaßnahme untergräbt, wird Kies zugegeben,**

Mainz-Weisenau: Hier fließt der Rhein aufgrund eines geringeren Gefälles langsamer als bisher. Dementsprechend sedimentiert er mehr Material. Um eine zu starke Sedimentation zu verhindern, werden die Ablagerungen regelmäßig ausgebaggert.

- 4) Welche Konsequenzen zieht die zunehmende Erosion der Flusssohle für die ehemaligen Überflutungsflächen nach sich?

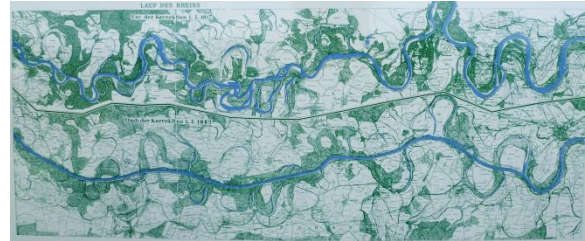
Die Flora und Fauna in den ehemaligen Überflutungsaue musste sich an die veränderten, trockeneren Bedingungen anpassen. Dies führte zu einem Verlust der Artenvielfalt. Die Flächen stehen teilweise sogar unter Trockenstress.

#### M6: Hjulström-Diagramm



Quelle:  
[http://www.geodz.com/deu/d/images/1295\\_hjulstroem-diagramm.png](http://www.geodz.com/deu/d/images/1295_hjulstroem-diagramm.png) (26.02.2012)

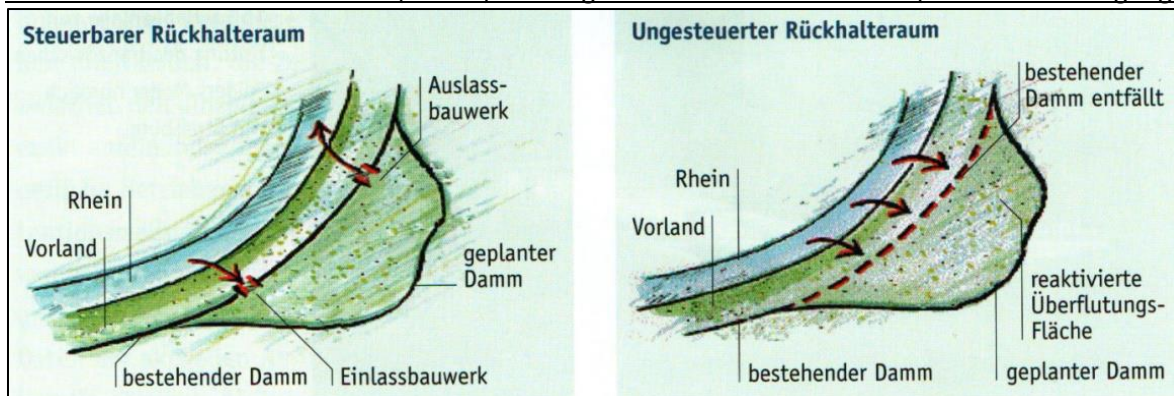
## Der Mensch nutzt, gestaltet und verändert die Landschaft – Umgestaltung von Flusslandschaften: Das Fallbeispiel Rhein



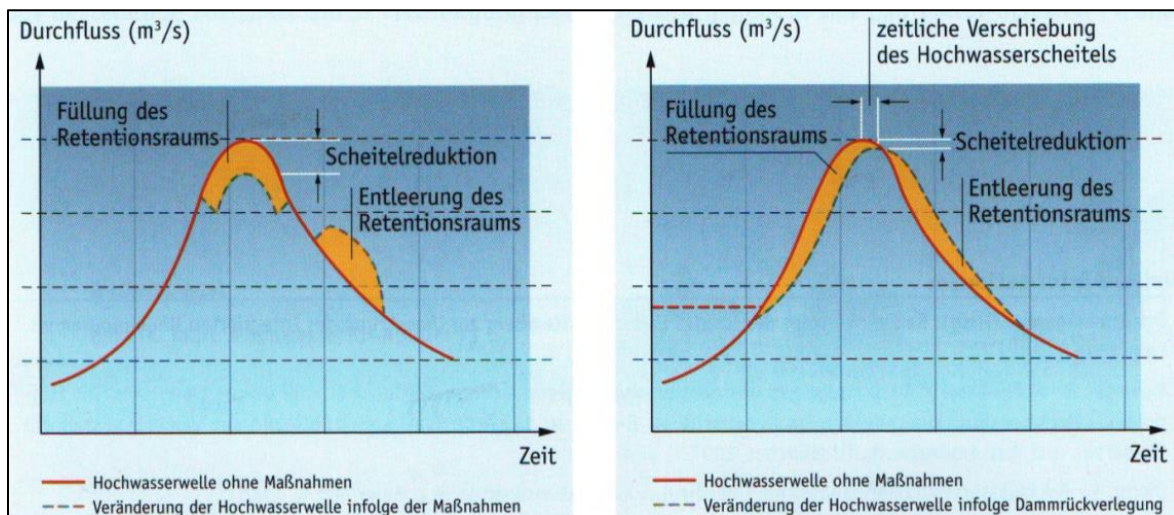
### Station IV: Korrekturen der Korrektur

- 1) Erklärt mit Hilfe von M7, warum die Landschaft durch die Schaffung von Überflutungsaue (= Rückhalteräume / Retentionsflächen) weiter verändert wird. Nennt mögliche Zielsetzungen.

### M7: Steuerbarer Rückhalteraum (Polder) und ungesteuerter Rückhalteraum (Dammrückverlegung)



Quelle: Quelle: Stieghorst, M. (2011): Hochwasserrückhaltung auf zweierlei Weise. In: Rahe, J./Stieghorst, M./Weber, U.: Handbuch Rhein, S. 181.



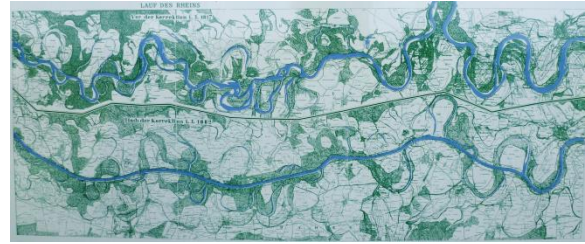
Quelle: Quelle: Stieghorst, M. (2011): Hochwasserrückhaltung auf zweierlei Weise. In: Rahe, J./Stieghorst, M./Weber, U.: Handbuch Rhein, S. 1

Häufige Überflutungen rheinabwärts zwingen auch im Oberlauf zum Hochwasserschutz in der Form von Rückhalteräumen und Retentionsflächen. Staustufen, Kanäle und ähnliche Baumaßnahmen haben zwischenzeitlich die Hochwasserproblematik nur verlagert und teilweise verstärkt. Zudem wurden neue Probleme geschaffen (Erosion und Sedimentation an problematischen Stellen wie der Staustufe Iffezheim).

Die neu geschaffenen Retentionsflächen in Form von Poldern und Dammrückverlegungen sollen den Scheitel des Hochwassers reduzieren, gleichzeitig führen sie zu einer zeitlichen Verzögerung des Hochwasserdurchflusses.



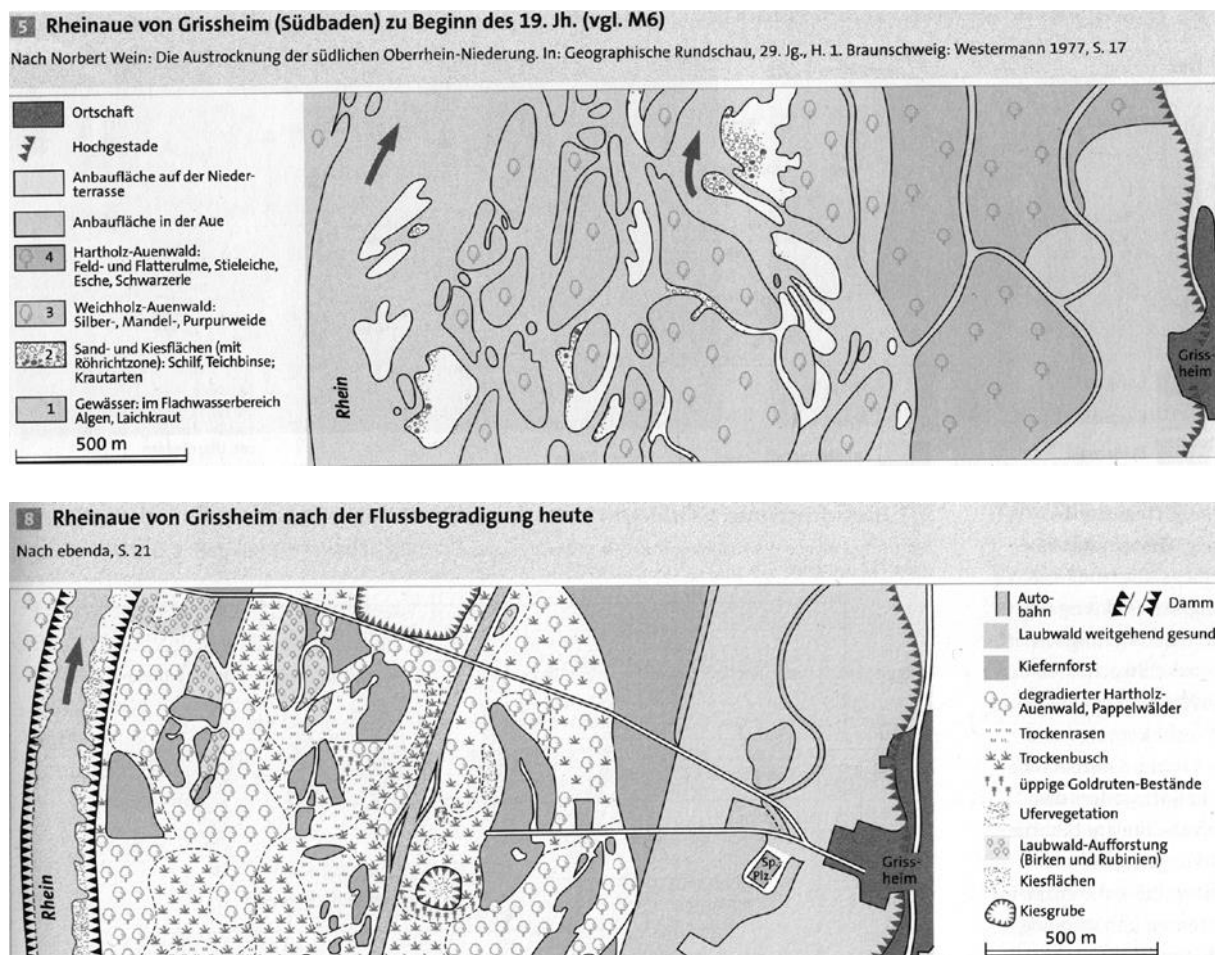
## Der Mensch nutzt, gestaltet und verändert die Landschaft – Umgestaltung von Flusslandschaften: Das Fallbeispiel Rhein



### Station V:

- 1) Die Situation vor und nach der Rheinkorrektur beurteilt man am besten in einem Zeitvergleich eines Landschaftsausschnitts. Vergleiche deshalb die Grissheimer Rheinaue im 19. Jahrhundert mit heute (M8). Erstelle hierfür eine Tabelle zu folgenden Aspekten „Geomorphologie“ (= Form, Relief der Landschaftsoberfläche), „Vegetation“, „Landwirtschaftliche Nutzung“ und „Anthropogene Nutzung“ (= Nutzung durch den Menschen).

### M8: Die Rheinaue von Grissheim im 19. Jh. und heute.



Quelle: Terra - Geographie, Gymnasium Baden-Württemberg (2010). Stuttgart, Leipzig, S. 50 f.

1)

	19. Jh.	Heute
Geomorphologische Aspekte	Rhein verläuft ca. 2 km breit Richtung Norden; zwischen seinen vielgliedrigen Läufen befinden sich Inseln (Weichholzaue, Sand- und Kiesflächen); Seitlich schließt sich die Hartholzaue an; Hochgestade trennt Niederterrasse von der Rheinaue	Rhein verläuft leicht gekrümmt ca. 200m breit Richtung Norden; Rheinlauf ist eingedämmt; rechtsrheinisch schließt sich die Rheinaue und daran das Hochgestade an
Vegetation	Algen und Laichkraut im Flachwasser; Schilf, Teichbinse und Krautarten bei den Sand- und Kiesflächen; Weichholzaunen und daran anschließend Hortholzaunenwald	Degradierter Hartholzauenwald, Trockenrasen und -büsche, Laubwald, Ufervegetation
Landwirtschaftliche Nutzung	Anbauflächen in der Aue und v. a. auf der Niederterrasse	Rasen, Kiefernforst, Laubwald
Anthropogene Nutzung	Kleiner Teil der Siedlung Griessheim ragt auf die Niederterrasse	Autobahn verläuft in der Rheinaue, Kies wird / wurde in Gruben abgebaut, Siedlung Griessheim (Sportplatz!) wuchs in die Rheinaue

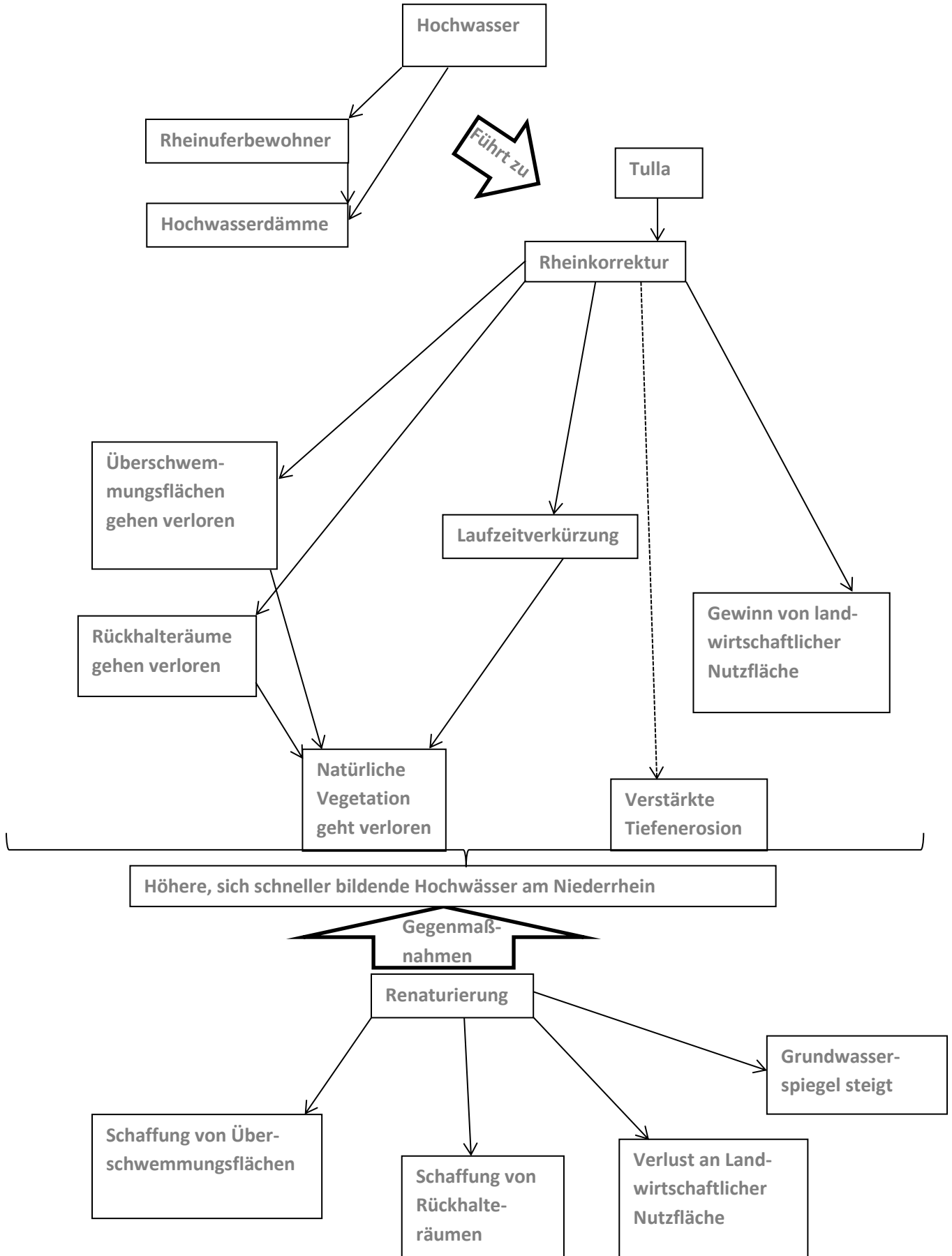
⇒ Mensch nutzt die trockenengelegte Rheinaue

⇒ Hochdiversifiziertes Ökosystem wurde zerstört

2) Erstellt ein Wirkungsgefüge, das unter anderem folgende Begriffe beinhaltet:

*Tulla – Rheinkorrektion – Hochwasser – landwirtschaftliche Nutzfläche - Tiefenerosion – Grundwasser – Laufzeitverkürzung – Überschwemmungsfläche – Rückhalteraum – Hochwasserdämme - natürliche Vegetation*

2) Eine mögliche Lösung:



Gemeinsam in der Gruppe:

- 3) Beurteilt abschließend aus der Sicht von Bauern, Gemeindeverwaltung, Anwohner, Ökologen, Touristen, Unterkünfte, Forstverwaltung die (**Tullasche**) **Rheinkorrektion zum Zeitpunkt 1920** aus ökologischer und ökonomischer Sicht durch tabellarische Bewertung mit (+) und (-).
- 4) Beurteilt abschließend die **Korrekturen der Rheinkorrektion zum Zeitpunkt 2013** (u. a. Bau von Rückhaltebecken, Geschiebezugabe bei Iffezheim) aus sicherheitstechnischer, ökologischer und ökonomischer Sicht (Anlage einer zweisepaltigen Tabelle mit +/-).
- 5) Erstellt das „Drehbuch“ für ein Rollenspiel, in dem Anwohner Neuenburgs (ca. 800m östlich vom Rheinufer) und Interessengruppen über den geplanten Bau eines ungesteuerten Rückhalteraums (Vgl. M7) debattieren. Auswahl möglicher Argumente: „Was gehen mich die Kölner an?“ – „Warum soll ich meine Äcker opfern? Nach der Überschwemmung sind die nur noch Wiesen!“ – Wir müssen die Fehler der Vergangenheit ausbügeln.“ – „Wir müssen mit den Anwohnern in Köln solidarisch sein.“

### 3) Lösungsmöglichkeiten

	Ökologisch	Ökonomisch	Sicherheit
-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hydrologisches System der Rheinauen wird zerstört</li> <li>• Wertvolles Ökosystem in den Rheinauen wird zerstört</li> <li>• Aufgrund von Grundwasserabsenkung drohen die Pflanzen zu verdorren</li> <li>• Felder müssen bewässert werden</li> <li>• Flächenhafte Rodung an den Rheinzufüssen sorgt für einen noch schnelleren Wasserabfluss und führt zusätzlich zu Bodenerosion</li> </ul>	<p>Felder müssen bewässert werden</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Flussabwärts: Gestiegene Hochwassergefahr und größere Schäden durch:               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Versiegelung der Landschaft an den Nebenflüssen des Rheins führt zu schnellerer Ausbreitung des Hochwassers</li> <li>- Zeitgleiches Eintreffen der Hochwasserscheitel der Rheinzufüsse und des Rheins lässt den Scheitel steigen</li> </ul> </li> <li>• Naturnaher Naherholungsraum wird zerstört</li> </ul>
+	<p>Neue Flächen zur landwirtschaftlichen Nutzung</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Schutz der Gemeindeflächen</li> <li>• Flächen sind besser vor Hochwasser geschützt</li> <li>• Schifffahrt wird ermöglicht, verbesserte Infrastruktur (Handel)</li> <li>• Schifffahrtstourismus möglich</li> <li>• Campingplätze und Wochenendhäuschen können in den Rheinauen entstehen → sicherer Urlaubsort</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rheinauen sind kein Brutgebiet für krankheitsübertragende Stechmücken</li> <li>• Neue Flächen können besiedelt werden</li> <li>• Bestehende Siedlungsflächen sind besser vor Hochwasser geschützt</li> </ul>

## 4) Lösungsmöglichkeiten

	Ökologisch	Ökonomisch	Sicherheit
-	Landwirte müssen für rückverlagerte Deiche und Polder Flächen zur Verfügung stellen, es drohen Ernteauffälle	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Flächen müssen für die Dammrückverlegungen und Polder umgestaltet werden, ggf. Entschädigungszahlungen</li> <li>• Durch Geschiebezugabe und Entnahme entstehen regelmäßige, nicht endende Kosten</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• In Verbindung mit dem Klimawandel droht die (Wieder)Ansiedlung krankheitsübertragender Stechmücken</li> <li>• Notwendige regelmäßige Flutungen der Rückhalte-räume lassen Grundwasserspiegel ansteigen → ggf. Gefahr für Keller</li> </ul>
+	Teilweise Wiederherstellung der naturnahen Landschaft (Auenwälder, Gewässerökologie)	Naturnaher Tourismus kann (wieder) stattfinden	Flussabwärts: Sinkende Hochwassergefahr, geringere Schäden

## 5) Lösungsmöglichkeiten (gesammelte Argumente)

Landwirt: Möchte meine Felder nicht zur Verfügung stellen; wir Landwirte müssen immer dann, wenn beispielsweise Straßen gebaut werden oder Siedlungen und Gewerbegebiete geschaffen werden, unseren Besitz verkaufen; der Boden ist meine Daseinsgrundlage

Anwohner 1: Wir hier in der Region profitieren nicht von den Maßnahmen, müssen sie aber finanzieren; wenn der Grundwasserspiegel steigt, könnten Keller voll laufen; keine Lust auf Schnakenplage

Ökologe: Möchte die Rheinauen wieder naturnaher gestalten; hochdiversifiziertes Ökosystem ist wertvoll; In der Vergangenheit wurden Fehler gemacht (Rheinkorrektur), unter der heute die Natur hier und die Anrainer flussabwärts leiden

Anwohner 2: Die Rheinkorrektur bei uns zu unserer Sicherheit hat erst die Hochwasserlage flussabwärts derart kritisch werden lassen; die Menschlichkeit gebietet es uns, den Menschen flussabwärts zu helfen; neues Tourismusangebot vor Ort spült Geld in die Kassen

## 9. Untersuchungsaufbau

In den zurückliegenden Kapiteln wurden GPS-gestützte Lernpfade als zu untersuchende Lernverfahren außerhalb der Schule hergeleitet. Die beiden Raumeinheiten Nördlinger Ries und Rheinauen bei Karlsruhe wurden als begründete Raumbeispiele ausgesucht. Die in den Kapiteln 7 und 8 neu erstellten, GPS-gestützten Lernpfade „Nördlinger Ries“ und „Rheinauen bei Karlsruhe“ und die beiden als Kontrolle eingerichteten Lernzirkel sollen auf ihre Lerneffizienz untersucht werden. Der dazu notwendige Untersuchungsaufbau wird nachfolgend von der Konzeption, Überprüfung und Durchführung bis zur Auswertung beschrieben.

### 9.1. Konzeptioneller Rahmen des Projekts

Die Tatsache, dass GPS-gestützte Lernpfade ein weitgehendes Novum in der geographiedidaktischen Forschung darstellen, wurde im Vorfeld mittels einer Literatur-Recherche und einer Expertenbefragung mit Fachdidaktikern und Lehrkräften festgestellt (Vgl. Kapitel 1).

Für einen möglichen Einsatz GPS-gestützter Lernpfade wurden anschließend Thesen abgeleitet und begründet (Vgl. Kapitel 2, 3, 4, 5 und 6). Als Überprüfungsraum für die Einsetzbarkeit und Wirksamkeit von Lernpfaden wurde für Unterstufenklassen einmal das Nördlinger Ries gewählt, für Jahrgangsstufenklassen der Jahrgangsstufe 11 die Rheinauen bei Karlsruhe. Beide Raumbeispiele sind im Bildungsplan verankert und können Fragen zum Raumbezug exemplarisch behandeln. Die GPS-gestützten Lernpfade lassen sich dann dem unterschiedlichen Entwicklungsstand der Teilnehmergruppen in Klassenstufe 5 und Jahrgangsstufe 11 problemlos zuordnen. Für die Überprüfung der aufgestellten Thesen wurde ein Untersuchungsansatz entwickelt.

Entscheidend für die Feststellung der Lerneffizienz von GPS-gestützten Lernpfaden musste ein Vergleich zum Lernerfolg bekannter Lernverfahren hergestellt werden. Aufgrund einer vergleichbaren Struktur von aufeinander aufbauenden Aspekten wurde hierzu der Einsatz eines Lernzirkels gewählt. Die Teilnehmergruppen, die den Lernzirkel „Nördlinger Ries“ und „Rheinauen“ als Lernverfahren durchliefen, legten damit Standardwerte fest, an denen sich der Lernerfolg aus den Lernpfaden „Nördlinger Ries“ und „Rheinauen“ messen lassen kann. Mögliche Unterschiede in der Nachhaltigkeit der Lernprozesse werden später statistisch auf ihre Signifikanz und Effektstärke überprüft und interpretiert. Dieser Vorgang wird in Abbildung 55 veranschaulicht.

Mit Beginn des Dissertationsvorhabens 08/2011 erfolgte auch eine methodisch-didaktische Konzeption der Arbeits- und Lernmaterialien (Teil A, Vgl. Kap. 3, 4, 6, 7 und 8). Nachdem die außerunterrichtlichen Lernziele konstruiert waren, konnten Nachtests im Sinne eines Erwartungshorizontes für die Pilotphase entwickelt werden (Vgl. Kap. 9.3.4). Die gewählten Raumbeispiele stehen exemplarisch für den Geographieunterricht. Die Ergebnisse sind durch diese Verfahrensweise, die Wahl von unterschiedlich weit entwickelten Teilnehmergruppen der Klassenstufe 5 und der Jahrgangsstufe 11, sowie die hohe Anzahl an Teilnehmern weitgehend generalisierbar.

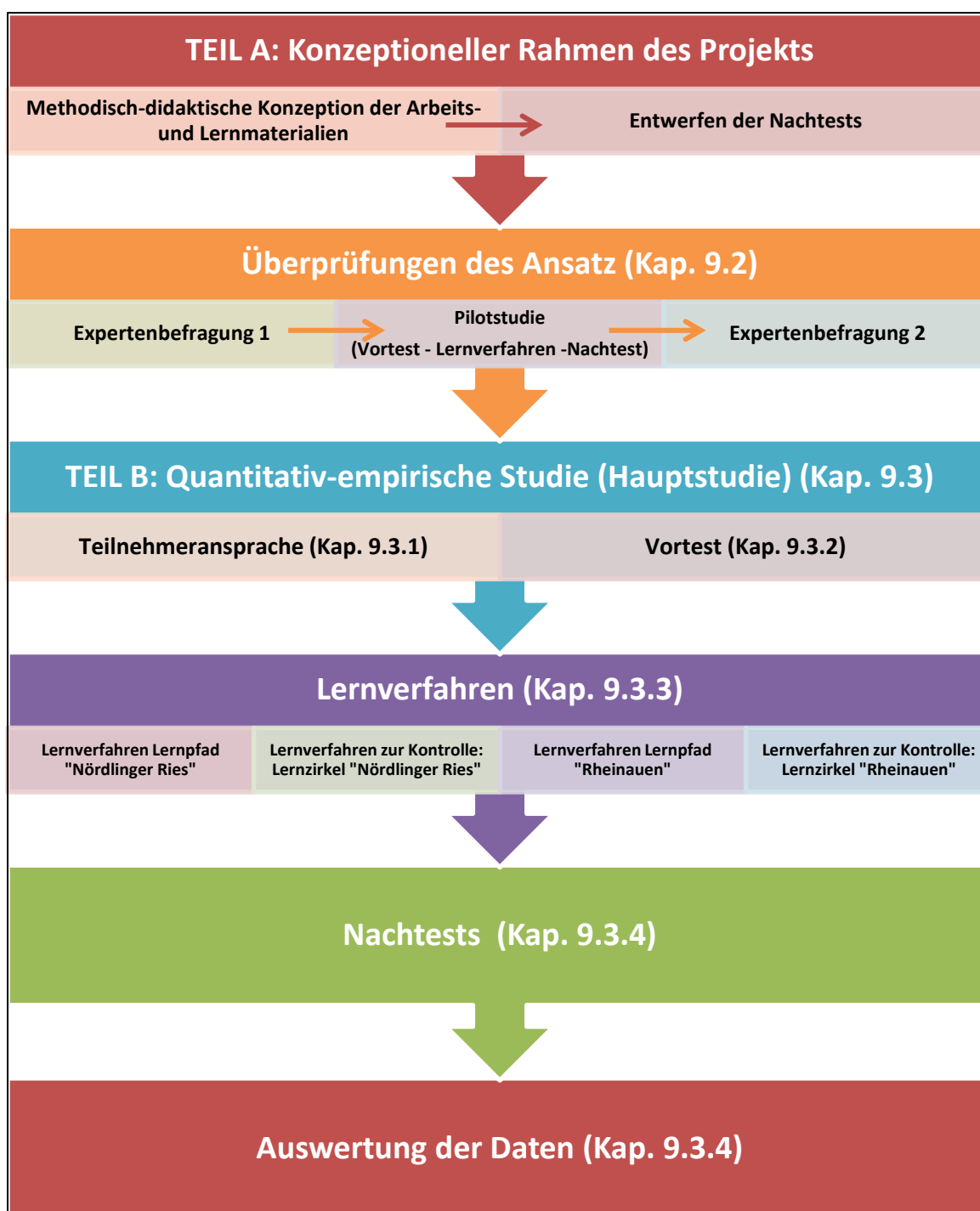


Abbildung 55: Chronologischer Ablauf der Studie  
Quelle: Kisser, T.

Vor allem ein Merkmal unterscheidet die vorliegende Studie von zahlreichen anderen Studien mit ähnlicher Erfragungstechnik, etwa der von Streifinger, von Frank oder von Neeb. Streifinger und Frank führten ihre Lernverfahren zumindest teilweise selbst durch. Neeb verzichtete zwar auf Lehrkräfte, die das Lernverfahren aktiv begleiten und setzte aber stattdessen zusätzliches Begleitpersonal ein. Bei allen drei Studien war also die eingebundene Lehrkraft bzw. das Begleitpersonal eine Konstante, die sich durch alle Lernverfahren durchzog. Dabei gehört der Rolle von Lehrkräften besonderes Augenmerk geschenkt, weil sich aus neueren Studien ein Einfluss auf die mitbetreuten Ergebnisse einer Studie nachweisen lässt (Bauer, J., 2007: S. 19 f.). Neurobiologische Forschungen hatten bereits vor Jahren herausgefunden, wie sich Beziehungen zwischen Personen, in diesem Fall Lehrer-Schüler-

Beziehungen, auswirken: „... das Interesse, die soziale Anerkennung und die persönliche Wertschätzung, die einem Menschen von anderen entgegengebracht werden“ (Bauer, J., 2007: S. 19 f.) führen zur Ausschüttung des sogenannten „Freundschaftshormons“ Oxytozin. Es motiviert zum Einsatz für Menschen, denen man sich verbunden fühlt. Zusätzlich werden dann, wenn man sich wohlfühlt, Opioide ausgeschüttet, sogenannte „Wohlfühlhormone“ (Bauer, J., 2007: S. 18 f., S. 39). Die Ausschüttung von Oxytozin und der Opioide variiert also je nachdem, mit welcher Lehrkraft es die Schüler/innen zu tun haben. Dass die Lehrerpersönlichkeit in der Tat einen großen Einfluss auf den Lernerfolg ausübt, konnte in der sogenannten Hattie-Studie nachgewiesen werden (Hattie, J., 2013: S. 141 ff., S. 288).

In der vorliegenden Studie führt deshalb die etatmäßige Lehrkraft der jeweiligen Schulklasse das Lernverfahren durch. Dadurch wird der Vorwurf, der Autor habe ein Lernverfahren bewusst so durchgeführt, dass die Ergebnisse schlechter bzw. besser seien als beim Kontrollverfahren, entkräftet. Zudem wird gezeigt, dass die Lernverfahren in dieser Form der Schulrealität entsprechen. Sie sind im Schulalltag jederzeit wieder durchführbar. Dies ist beispielsweise bei Neeb nicht der Fall. Der Einsatz von zusätzlichem Personal, wie es bei Neeb nötig ist, entspricht nicht der Schulrealität.

Bei der Wahl der Probandenklassen wurde auf eine Zufallsauswahl geachtet. Der Zufallsauswahl wird unterstellt, die reale Verteilung von Schüler/innen der Klassenstufen 5 und 11 im Schulalltag abzubilden.

## 9.2. Überprüfungen des Ansatz (Expertenbefragungen, Pilotstudie)

Der (Pilot-)Ansatz für die Klassenstufen 5 und 11 mit Vortest, Lernverfahren und Nachtest entspricht jeweils dem randomisierten Zwei-Gruppen-Plan nach Rost (Rost, D., 2007: S. 128). Sowohl die fünften Klassen als auch die Kurse der Jahrgangsstufe 11 absolvieren ihren eigenen randomisierten Zwei-Gruppen-Plan. Diesem Konzept wird eine hohe Validität unterstellt.

Der konzeptionelle Rahmen des Projekts, also neu entwickelte Lernverfahren und auch die Nachtests wurden sowohl mit Fachdidaktikern als auch mit anderen Lehrkräften vorher besprochen. Dies fand im Winter 2011/2012 statt. Im Frühjahr 2012 (Ausnahme: Lernzirkel „Nördlinger Ries“ 01-02/2013) fanden Pilotstudien statt. Die hier einbezogenen Vortests (Vgl. 9.3.2), Lernverfahren GPS-gestützter Lernpfade und Lernzirkel sowie die Nachtests (Vgl. Kap. 9.3.4) wurden mit eigenen Klassen (T. K.) durchgeführt.

In den **Pilotstudien** benötigten einzelne Schüler/innen vor allem in Klasse 5 zur Bearbeitung länger als an Arbeitszeit vorgesehen war. Dies deutet auf unterschiedlich weit fortgeschrittene Entwicklungsstände hin. Diese Unterschiede zum Untersuchungsaufbau wurden in den Expertenbefragungen, die wieder in Einzelgesprächen stattfand, als Normalität im Schulalltag bewertet und konnten nicht auf den Untersuchungsaufbau zurückgeführt werden.

Die Variante, sich ohne die Navigationsfunktion des GPS-Gerätes nur mit der Navigationsseite, der Kartenseite, den Zielkoordinaten und den Koordinaten des aktuellen Standpunktes zu orientieren, stellte sich, wie im Vorfeld vermutet, als sehr anspruchsvoll heraus. Nur geübte Kinder der fünften Klassen, die sich durch individuelle Vorerfahrungen bereits sehr gut orientieren können und im Umgang mit GPS-Geräten geübt sind, konnten das leisten.



Eine „Schatzsuche“, das neben der Ermittlung von GPS-Koordinaten wichtigste Charakteristikum eines Geocache, war nicht durchführbar. Der Aufwand, mehrere Stationen zu verstecken und die versteckten Stationen zu pflegen, war zu groß. Auch das Naturschutzzentrum Rappenwört (NAZKA) kam unabhängig davon zu dem Schluss, dass Zahlenrätsel oder Quiz zur Bestimmung der Koordinaten für die nächste Station enorm arbeitsaufwendig und fehleranfällig in der Planung und Durchführung seien. Überhaupt fand mit den Mitarbeitern des NAZKA ein regelmäßiger Erfahrungsaustausch statt.

Die Schüler/innen waren trotz fehlendem Schatz und trotz des fehlenden Elements des Rätsels höchst motiviert und hatten Freude am Lernpfad. Die Belohnung bestand am Ende der GPS-gestützten Lernpfade in den Suevitsteinen mit Minidiamanten (Klasse 5) bzw. für die Schüler/innen der Jahrgangsstufe 11 in kühlen Getränken.

Im Rahmen der Pilotstudie wurden auch drei **Lernzirkel** (zweimal „Nördlinger Ries“, einmal „Rheinauen“) vom Autor selbst durchgeführt. Die Durchführung der Lernzirkel „Nördlinger Ries“ und „Rheinauen“ ergaben in den Pilotstudien keinen Hinweis auf notwendige Änderungen.

In den Pilotstudien stellte sich auch heraus, dass die standardisierten Nachtests aussagekräftige Antworten erbringen können. Einzige Besonderheit war, dass einige Schüler/innen der Klassenstufe 5 sich bei manchen Items nicht zwischen den angebotenen Möglichkeiten entscheiden konnten. Sie kreuzten zwei, drei oder sogar vier Möglichkeiten an. Besonders häufig war dies bei der Frage nach der Farbe des Suevit. Da der Suevit durchaus eine Graufärbung hat, wenn auch Gelb überwiegt, wurden beide Antworten als korrekt eingestuft. Trotz schwarzer Einschlüsse ist nur schwarz nicht korrekt. In solchen Fällen wurde mit den Werten 0,5 und 0,3 (schwarz als dritte Farbe) weitergearbeitet. Es sollten möglichst alle Antworten Berücksichtigung finden. Eine Nichtberücksichtigung müsste wie eine falsche Antwort gewertet werden. Eine Wertung mit 0,5 bzw. 0,3 gibt also die getroffene Auswahl korrekt wieder und verfälscht das Ergebnis nicht wesentlich. Die Fragen wurden als verständlich und eindeutig eingestuft. Die verwendeten Items sind (in der Regel) trennscharf voneinander abgegrenzt. Die vorgesehene Bearbeitungszeit von 15min. bzw. 20min. konnten ohne Druck eingehalten werden.

Sowohl die Lernverfahren als auch die Nachtests verliefen in den Pilotstudien problemlos, sodass sie in der Hauptstudie so angewendet wurden. Zudem konnten so die Pilotstudien in die Gesamtauswertung integriert werden.

### 9.3. Ablauf der quantitativ-empirischen Studie (Hauptstudie)

#### 9.3.1. *Teilnehmeransprache*

Für die ausgewählten Standorte „Nördlinger Ries“ kommen in Verbindung mit den Bildungsstandards zunächst alle Schüler/innen der Klassenstufen 5, für die „Rheinauen“ die der Jahrgangsstufe 11 an allgemein bildenden Gymnasien in Baden-Württemberg als Testpersonen in Frage. Die globale Repräsentativität der Studie wäre gewährleistet, wenn alle diese Gruppen angeschrieben worden wären. Denn dann entsprächen die Teilnehmer in allen Faktoren der Grundgesamtheit, also der Schüler/innen in der Klassenstufe 5 und der Jahrgangsstufe 11 an allgemein bildenden Gymnasien in Baden-Württemberg. Ohne eine entsprechende Anzahl von Mitarbeitern und einen über mehrere Jahre angelegten Untersuchungszeitraum ist eine solche Repräsentanz allerdings nicht zu leisten. Statt

einer Zufallsstichprobe wurde deshalb eine Auswahl nach der spezifischen Repräsentativität der Teilnehmergruppen vorgenommen. Danach stimmen alle Teilnehmergruppen der Auswahlgesamtheit jeweils in den Merkmalen Geschlecht, Alter, Bildungsgrad und Beruf mit der Grundgesamtheit überein (Goldhammer, F./Hartig, J., 2012: S. 195 f.).

Die Teilnehmeransprache erfolgte per Email und Briefpost. Zu Beginn des Schuljahres 2012/2013 wurden im September 2012 gezielt die Geographie-Fachschaften an Gymnasien aus dem Regionalbezirk Karlsruhe und der Region Ostwürttemberg angeschrieben. Gymnasien mit möglichst guter Anbindung an die Standorte der außerunterrichtlichen Lernorte durch den öffentlichen Personennahverkehr wurden bevorzugt angeschrieben. In diesem Fall spricht man von einer stratifizierten Stichprobe (Goldhammer, F./Hartig, J., 2012: S. 196). Die Teilnehmergruppen wurden per Zufall ausgewählt. Im Gegensatz dazu stünde die Quotenstichprobe, bei der die Testwerte in Zusammenhang mit spezifischen Faktoren der Teilnehmer zusammenhängen. Dies ist hier nicht der Fall.

Sechs Wochen später erfolgte der Versand von Briefen an eben dieselben Schulen. Die Briefpost hatte den Zweck, die Lehrkräfte an die Email zu erinnern. Es hätte auch sein können, dass die Email vom Sekretariat ausversehen gelöscht und nicht an die Fachschaft weitergereicht wurde. Die Resonanz auf Emails und Briefpost hielt sich in Grenzen, wie aus Tabelle 6 ersichtlich wird.

Teilnehmeransprache				
Region	Emails	Briefpost	Antworten	Teilnahme für 2013 zugesagt
Ostwürttemberg	11	11	2 (18%)	2 (18%) (jeweils mehrere Klassen einer Schule)
Regionalbezirk Karlsruhe	22	22	5 (23%)	3 (14%) (1 Zusage für 2014 wurde in Aussicht gestellt)
Gesamt	33	33	7 (21%)	5 (15%)

Tabelle 6: Teilnehmeransprache  
Quelle: Kisser, T.

Parallel dazu hatten die Lehrkräfte, die in die Expertenbefragung eingebunden waren, von interessierten Geographie-Fachschaften berichtet, die nicht in die beschriebene räumliche Verteilung passten. Die Einbindung dieser Teilnehmergruppen erwies sich als notwendig, um eine möglichst große Datenbasis erheben zu können. Nachtäglich wurden so ad-hoc-Stichproben eingebaut. Insgesamt sagten 26 Teilnehmergruppen ihre Teilnahme an der zur Studie zu. Von diesen 26 Teilnehmergruppen nahmen dann tatsächlich 24 Teilnehmergruppen an der Durchführung teil.

### 9.3.2. Vortest

Dem üblichen formellen Vortest des randomisierten Zwei-Gruppen-Plans wird unterstellt, er wecke das Bewusstsein bei den Probanden, in einem Experiment mitzuwirken. Durch den Vortest werden die Gruppen sensibilisiert und deshalb wirkt das Unterrichtsverfahren (Rost, D., 2007: S. 129 f.). Deshalb wurden zur Ermittlung der Basiskenntnisse und der Leistungsfähigkeit der Schüler/innen die Noten zum Halbjahreswechsel erfragt. Diese Abfrage entspricht der Information eines informellen Vortests.

Bei den Schüler/innen der Jahrgangsstufe 11 konnte, da Geographie in der Jahrgangsstufe erst ab dem Sommerhalbjahr unterrichtet wird, nicht auf derartige Erfahrungen von zurückliegenden Monaten zurückgegriffen werden. Den Lehrkräften ist die Leistungsfähigkeit ihrer Schüler/innen dennoch bekannt, da in den Kollegien ein Austausch über besonders auffällige Schüler/innen, sei es durch besondere Leistungsfähigkeit oder besondere Leistungsschwäche, herrscht und die Lehrkräfte die meisten Schüler/innen im Laufe ihrer Schulzeit bereits kennen gelernt haben.

Gleichzeitig wurde nach den Vorkenntnissen der Schüler/innen gefragt. Für das Nördlinger Ries wurde die eindeutige Auskunft gegeben, das Ries sei weder Unterrichtsinhalt noch Herkunftsort der Schüler/innen. Damit waren die einzubeziehenden Vorkenntnisse zu vernachlässigen. Die Rheinauen als Beispiel für das Thema Umgestaltung von Flusslandschaften war nach Aussage der Lehrkräfte möglicherweise in der Klassenstufe 5 Unterrichtsstoff, was aber nicht zwingend gewesen sein muss und im vorliegenden Fall zu verneinen war. Deshalb ist davon auszugehen, dass der Kenntnisstand auch hier zu vernachlässigen ist.

### 9.3.3. Lernverfahren

Die vier Lernverfahren der Hauptstudie (Lernpfad „Nördlinger Ries“, Lernzirkel „Nördlinger Ries“, Lernpfad „Rheinauen“ und Lernzirkel „Rheinauen“) fanden alle in den Sommerhalbjahren 2012 und 2013 statt (Vgl. Tabelle 9 und Tabelle 10). Der Grund dafür liegt einmal darin, dass die Jahrgangsstufe 11 erst ab dem Februar in Geographie unterrichtet wird. In den Klassen 5 liegt der Grund für einen Durchgang im Sommerhalbjahr darin, dass die Schüler/innen sich nach dem Übergang von der Grundschule aufs Gymnasium erst jetzt in ihrer neuen Lernumgebung eingewöhnt haben. Weiterhin sollten die Lehrkräfte für einen Lernzirkel oder eine Exkursion ihre Schüler/innen in deren Dynamik kennengelernt haben. Ein dritter Grund liegt darin, dass für die Durchführung der Exkursion in die Rheinauen die Vegetationsperiode begonnen haben sollte; Exkursionen in den Wintermonaten sind durch die zu erwartende Kälte und Nässe kritisch einzustufen hinsichtlich Unfall- und Erkältungsgefahr.

Datum	Thema „Nördlinger Ries“	Gruppe	Nachtest
19.03.2012	Lernpfad	Pilotstudie, PDG 1	16.04.2012
26.03.2012	Lernpfad	PDG 2	17.04.2012
21., 28.01., 04.02.2013	Lernzirkel	Pilotstudie, PDG 1	25.02.2013
05., 12., 19.03.2013	Lernzirkel	PDG 2	09.04.2013
07., 14., 21.03.2013	Lernzirkel	PDG 3	11.04.2013
14.06.2013	Lernpfad	PGE 1 + 2 + 3	05.07.2013
28.06.2013	Lernpfad	THG 1 + 2	19.07.2013
01.07.2013	Lernpfad	THG 3 + 4	22.07.2013

Tabelle 7: Chronologischer Ablauf der Lernverfahren zum Thema „Nördlinger Ries“

Quelle: Kisser, T.

Datum	Thema „Rheinauen“	Gruppe	Nachtest
20.04.2012	Lernpfad	Pilotstudie, PDG 1	11.05.2012
16., 23., 30.04.2012	Lernzirkel	Pilotstudie, PDG 1	21.05.2012
04., 11., 18.03.2013	Lernzirkel	HCH	08.04.2013
11., 18.03, 08.04.2013	Lernzirkel	TGB	29.04.2013
29.04., 13., 20.05.2013	Lernzirkel	EHG 1 + 2	03.06.2013
05., 12., 19.06.2013	Lernzirkel	ASG 1	10.07.2013
21.06.2013	Lernpfad	ASG 1 + 2	12.07.2013
14., 21., 28.06	Lernzirkel	PDG 2	19.07.2013
06.07.2013	Lernpfad	EHG 1 + 2	23.07.2013*

Tabelle 8: Chronologischer Ablauf der Lernverfahren zum Thema „Rheinauen“  
Quelle: Kisser, T.

\*Konnte nicht mit einbezogen werden.

### 1) Lernpfad „Nördlinger Ries“

Zur Vorbereitung wurde den Lehrkräften, die das Thema Nördlinger Ries behandelten, im Vorfeld eine zusätzliche Handreichung (Vgl. S. 250 ff.) und der Rahmenzeitplan (s. u., Tabelle 9) für den Exkursionstag zugeschickt. Da der Raum nicht in den Schulbüchern als Raumbispiel behandelt wird, kann nicht davon ausgegangen werden, dass die Lehrkräfte sich bereits mit dem Nördlinger Ries fachlich auseinandergesetzt haben. Diese Handreichung sollte in Kombination mit den Lernpfadmateriale (Vgl. Kap. 7.3) und der Führung im Rieskratermuseum zu Beginn des Lernpfades für eine fachliche Auseinandersetzung mit dem Thema ausreichen, um eine fünfte Klasse mit der notwendigen Sicherheit auf dem Lernpfad zu begleiten.

Alle beteiligten Lehrkräfte wünschten sich zunächst eine Begleitung durch den Autor, was aber aus organisatorischen Gründen nicht in allen Fällen möglich war. Insgesamt wurden acht von zwölf Teilnehmergruppen durch den Autor begleitet, zwei Gruppen unter seiner Leitung (Pilotstudie). Zwei Lehrkräfte absolvierten den Lernpfad „Nördlinger Ries“ zweimal mit unterschiedlichen Klassen im Abstand von vier Tagen (Vgl. Tabelle 7). Beim ersten Durchlauf wurden sie vom Autor begleitet, beim zweiten Mal konnte auf die Begleitung verzichtet werden.

Der Rahmenzeitplan (Vgl. S. 187ff.) wurde insgesamt eingehalten. Beispielsweise dauerte die Führung im Rieskratermuseum bei zwei Gruppen ca. 10min. länger, da die Schüler/innen viele Fragen hatten (Abbildung 56). Die Verweildauer auf dem Daniel-Turm war ebenfalls unterschiedlich lange, blieb aber im eingeplanten Rahmen. Diese Zeit konnte an den Geopunkten entlang des Lernpfades wieder eingespart werden. So ließen sich die Teilnehmergruppen an den Geopunkten unterschiedlich viel Zeit; die Dauer der Arbeitsphasen und die Gesamtdauer des Lernpfades blieben jedoch im anvisierten Zeitrahmen. Die variablen Zeiten wie Pausen und die Dauer der Fußmärsche zwischen den Geopunkten handhabte jede Gruppe unterschiedlich.

Die hohe Motivation (s. Abbildung 59) liegt nach den mündlichen Rückmeldungen der Schüler/innen in der Lernumgebung und der Art des Lernprozesses: **„Bei der Exkursion kann man durch das Sehen der Dinge Sachen besser erfassen und sich vorstellen.“** (Loris K., 5. Klasse). Dem entspricht, dass erst nach rund vier Stunden Wanderung und Arbeit an der frischen Luft bei den Gruppen ein Motivationsrückgang verzeichnet werden konnte.

Die Ausgabe einer gesonderten Mappe zur Einordnung der Arbeits- und Konzeptblätter bewährte sich gut, denn sowohl Lesbarkeit (Schutz vor Zerknittern) als auch Vollständigkeit (Schutz vor Verlusten) profitierte davon. Eine weitere Möglichkeit, wie Arbeitsunterlagen auf Exkursionen verschwinden können, wurde in Abbildung 60 dokumentiert.



Abbildung 56: Führung im Rieskratermuseum  
Foto: Halberstadt, J., 17.04.2012



Abbildung 57: Arbeiten am Daniel-Turm  
Foto: Halberstadt, J., 17.04.2012



Abbildung 58: Beliebtes Motiv für das Klassenalbum: Gipfelbesteigung des Adlersbergs  
Foto: Kisser, T., 16.04.2012



Abbildung 59: Motiviertes bearbeiten der Arbeitsblätter  
Foto: Langer, S., 17.04.2012



Abbildung 60: Ziege frisst Arbeitsblatt im Suevitsteinbruch Altenbürg  
Foto: Kisser, T., 05.07.2013

## 2) Lernzirkel „Nördlinger Ries“

Der Lernzirkel „Nördlinger Ries“ wurde von der etatmäßigen Lehrkraft an der Schule durchgeführt. Der Lernzirkel wurde per Email an die ausgewählten Schulen verschickt. Für Rückfragen bestand die Möglichkeit per Email und Telefon Kontakt aufzunehmen. Eine Begleitung des Unterrichtsgeschehens durch den Autor (T. K.) war in keinem Fall vorgesehen und wurde auch nicht explizit gewünscht. Der Lernzirkel sollte dem normalen Unterricht hinsichtlich seiner Authentizität möglichst nahe kommen, weshalb ihn die Lehrkraft durchführte, die den Lehrauftrag Geographie in der Klasse hatte. Nach Auskunft der Lehrkräfte konnte der Lernzirkel „Nördlinger Ries“ in der vorgesehenen Zeit mit den vorgesehenen Maßnahmen (Vgl. Kap 8.3, Tabelle 8) durchgeführt werden.

## 3) Vergleich Lernpfad und Lernzirkel „Nördlinger Ries“

Zu Beginn der beiden Lernverfahren Lernzirkel und Lernpfad „Nördlinger Ries“ wurde den Schüler/innen bekanntgegeben, dass sie an einer Studie zum Thema „Exkursionen und Unterricht“ teilnehmen. Der weitere Ablauf sah für die Lernverfahren unterschiedlich aus (siehe Tabelle 9). Der für den jeweiligen Lerndurchgang benötigte Zeitraum zeigt einen deutlichen Unterschied zwischen Lernpfad und Lernzirkel. Der Unterschied beträgt 60min zugunsten der Lernpfadvariante (Klassenstufe 5, „Nördlinger Ries“). Allerdings sind bei den GPS-gestützten Lernpfaden kleinere Pausen nicht mit ein-

gerechnet. Diese Pausenzeit kann sich jede Klasse selbst individuell nehmen. Für den Lernzirkel können diese kleineren Pausen nicht extra ausgewiesen werden, da sie in den Schulstunden bereits integriert sind. Der Zeitbedarf für die Lernverfahren ist also vergleichbar.

Lernpfad „Nördlinger Ries“		Lernzirkel „Nördlinger Ries“	
Zeitraum	Inhalt	Zeitraum	Inhalt
09:30-10:45 Uhr	Führung durch das Rieskratermuseum, Bearbeiten der Arbeitsblätter	Stunden 1 + 2, 90min.	Einstieg Einweisung in den Lernzirkel Station 1 Station 2
15min.	Fußmarsch 350m	Stunden 3 + 4, 90min.	Station 2 Station 3
11:00-11:30 Uhr	Arbeiten am und auf dem Daniel Turm	Stunden 5 + 6, 90min.	Station 3 Station 4
30min.	Fußmarsch 1,2km		
12:00-12:15 Uhr	Hexenfelsen: Bearbeiten der Arbeitsblätter		
45min.	Fußmarsch 2km		
13:00-13:15 Uhr	Adlersberg: Bearbeiten der Arbeitsblätter		
30min.	Fußmarsch 1,5km		
13:45-14:00 Uhr	Reimlinger Berg: Bearbeiten der Arbeitsblätter		
45min.	Pause, Bustransport und Fußmarsch 500m zum Riegelberg / den Ofnethöhlen		
14:45-15:15 Uhr	Riegelberg / Ofnethöhlen: Bearbeiten der Arbeitsblätter		
30min.	Bustransport und Fußmarsch 400m zum Steinbruch Altenbürg		
15:45-16:15 Uhr	Steinbruch Altenbürg: Bearbeiten der Arbeitsblätter		
<b>Gesamt:</b>	<b>Ca. 6km; 210min., exkl. kleiner Pausen</b>		<b>270min., inkl. kleiner Pausen</b>

Tabelle 9: Rahmenzeitplan der Lernverfahren „Nördlinger Ries“

Quelle: Kisser, T.

#### 4) Lernpfad „Rheinauen“

Die Rheinauen als Beispiel für das Thema „Umgestaltung von Flusslandschaften“ sind im Gegensatz zum „Nördlinger Ries“ fester Bestandteil der gängigen Schulbücher. Die Lehrkräfte erhielten im Vorfeld der Exkursion den Rahmenzeitplan (s. Tabelle 10) und die Arbeitsmaterialien (s. 7.4.2). Der Lernpfad in den Rheinauen wurde im Vorfeld einer Lehrkraft mit der Absicht genauer vorgestellt, sie als Multiplikator für ihre Kollegen zu gewinnen.

Die freien Bewegungsmöglichkeiten sorgten insgesamt für eine sehr entspannte Arbeitsatmosphäre, die dennoch zielorientiert war, wie eine Schülerin bestätigte: **„An der frischen Luft kann man sich besser konzentrieren. Man kann sich ein Thema zusammenhängender merken, wenn man es an einem Tag behandelt“** (Julia I., Jahrgangsstufe 11). Die gute Stimmung war sowohl zwischen den Schüler/innen als auch bei Schüler-Lehrer-Interaktionen spürbar und führte zu einem positiven Miteinander, von dem auch im weiteren Schuljahr der Unterricht enorm profitierte.

Jede Exkursion ist für sich so singulär wie die Gruppe, die in ihrer Zusammensetzung den Lernpfad an einem Tag zu einer Uhrzeit absolviert. Teilweise liegen diese Differenzen nicht einmal an der Gruppe selbst. Trotz der Abweichungen, wie sie auch in Abbildung 61 zu sehen sind, wurden vergleichbare Lernumgebungen durch den Ablauf und die Arbeitsmaterialien erzeugt.



Abbildung 61: Singularität im Lernpfad „Rheinauen“:  
Wegprobleme durch umgestürzte Bäume  
Foto: Kisser, T., 12.07.2013



Abbildung 62: Orientierungsphase in den Rheinauen  
Foto: Kisser, T., 12.07.2013

#### 5) Lernzirkel „Rheinauen“

Der Lernzirkel zum Thema „Rheinauen“ wurde den Lehrkräften zusammen mit dem Rahmzeitplan per Email zugeschickt. Für den Fall etwaiger Rückfragen bestand die Möglichkeit der Nachfrage per Email oder Telefon. Seitens der Lehrkräfte wurde keine Begleitung des Lernverfahrens durch den Autor (T. K.) gewünscht. Dies war auch nicht vorgesehen. Die Rückmeldung ergab, dass der Lernzirkel in der geplanten Form und in der vorgesehenen Zeit absolviert wurde.

#### 6) Vergleich Lernpfad und Lernzirkel „Rheinauen“

Auch den Teilnehmer/innen dieser beiden Lernverfahren wurde zum Thema „Rheinauen“ zu Beginn mitgeteilt, dass sie an einer Studie zum Thema „Exkursionen und Unterricht“ teilnehmen. Der weitere Ablauf war bei beiden Lernverfahren unterschiedlich (siehe Tabelle 10). Der für den jeweiligen Lerndurchgang benötigte Zeitraum wies einen deutlichen Unterschied zwischen Lernpfad und Lernzirkel auf. Der Lernzirkel ist 65min. kürzer. Allerdings sind beim GPS-gestützten Lernpfad kleinere Pausen nicht mit eingerechnet. Für den Lernzirkel können diese kleineren Pausen nicht extra ausgewiesen werden, da sie in den Schulstunden bereits integriert sind. Der Zeitbedarf für die Lernverfahren ist also vergleichbar.



Lernpfad „Rheinauen“		Lernzirkel „Rheinauen“	
Zeitraum	Inhalt	Zeitraum	Inhalt
15min.	Satellitenbildvergleich zur Vorbereitung	Stunden 1 +2, 90min.	Einstieg in den Lernzirkel Station 1 Station 2
5min.	Start an Station 1 - Haltepunkt 1 (Federbachschlaufe): Informationen zum Naturschutzgebiet und Landschaftsschutzgebiet	Stunden 3 +4, 90min.	Station 3 Station 4 Station 5
30min.	Fußmarsch 1km	Stunden 5 +6, 90min.	Station 5 Präsentation der Lösungen
5min.	Station 1 – Haltepunkt 2 (Federbachschlaufe): Bearbeiten der Arbeitsblätter		
10min.	Fußmarsch 500m		
15min.	Station 1 – Haltepunkt 3 (Federbachschlaufe): Bearbeiten der Arbeitsblätter		
40min.	Fußmarsch 2km		
15min.	Station 2 (Von der Federbachschlaufe zum Fritschlachweg): Bearbeiten der Arbeitsblätter		
20min.	Fußmarsch 1km		
20min.	Station 3 - Haltepunkt 1 (Fritschlachweg): Bearbeiten der Arbeitsblätter		
10min.	Fußmarsch 500m		
45min.	Station 3 - Haltepunkt 2 (Fritschlachweg): Bearbeiten der Arbeitsblätter		
20min.	Fußmarsch 1km		
30min.	Station 4 (Saumseeweg): Bearbeiten der Arbeitsblätter		
5min.	Fußmarsch 100m		
5min.	Station 5 - Haltepunkt 1 (Zum NAZKA): Bearbeiten der Arbeitsblätter		
5min.	Fußmarsch 100m		
5min.	Station 5 - Haltepunkt 2 (Zum NAZKA): Bearbeiten der Arbeitsblätter		
30min.	Fußmarsch 1,5km		
45min.	Station 5 - Haltepunkt 3 (Zum NAZKA): Bearbeiten der Arbeitsblätter		
<b>Gesamt:</b>	<b>Ca. 8 km; min., 205min., exkl. kleiner Pausen</b>	<b>270min., inkl. Kleiner Pausen</b>	

Tabelle 10: Rahmenzeitplan der Lernverfahren „Rheinauen“

Quelle: Kisser, T.

#### 9.3.4. Nachtests und Auswertung

Die zentrale Fragestellung der Arbeit, ob GPS-gestützte Lernpfade einen nachhaltigeren Lernprozess erzeugen als normaler Unterricht wird nachfolgend empirisch überprüft. Der erste Schritt ist, die erzielten Lernerfolge die durch GPS-gestützte Lernpfade bei Schüler/innen erzeugt wurden, mit den Lernerfolgen aus dem normalen Unterricht zu vergleichen. Hierzu gab es einen Nachtest zu den Lernverfahren „Nördlinger Ries“ und „Rheinauen“, den die Teilnehmer zu absolvieren hatten.

Die Anzahl der Probandenzahl im Rücklauf des Nachtests entsprach nur teilweise der hierfür eingeplanten Teilnehmerzahl (94%). Einzelne Schüler/innen waren entweder am Tag der Exkursion krank, fehlten in einer Lernzirkelstunde oder beim Nachtest. Sie werden zwar als Teilnehmer gelistet, aber nicht als Probanden. Probanden sind somit Schüler/innen, die das Lernverfahren vollständig durchlaufen und den Nachtest mitgeschrieben haben. Der Rücklauf setzt sich wie folgt zusammen:

Gemeldete Teilnehmer, Probanden und Rücklauf der Nachtests				
Thema	„Nördlinger Ries“		„Rheinauen“	
Lernverfahren	Lernzirkel	Lernpfad	Lernzirkel	Lernpfad
Anzahl gemeldete Teilnehmergruppen	3	9	7	5
Anzahl gemeldete Teilnehmer	84	218	132	83
Rücklauf Nachtests / Probandengruppen	3 / 3	9 / 9	7 / 7	4 / 5
Rücklaufquote Probandengruppen	100%	100%	100%	80%
Rücklauf Nachtests / Probanden	76 / 76	210 / 210	117 / 117	38 / 71
Rücklaufquote Probanden	100%	100%	100%	53%
Rücklauf Nachtests / gemeldete Teilnehmer	76 / 82	210 / 214	117 / 127	38 / 80
Rücklaufquote Teilnehmer	93%	98%	92%	48%
Rücklauf M / W	43 / 33	122 / 88	39 / 78	14 / 24
Sonstiges	2 Teilnehmergruppen zogen ihre Zusage kurzfristig zurück			

Tabelle 11: Gemeldete Teilnehmer, Probanden und Rücklauf der Nachtests

Quelle: Kisser, T.

Die Testfragen sollten folgende zehn Gütekriterien erfüllen:

- 1) Nützlichkeit
- 2) Reliabilität
- 3) Validität
- 4) Unverfälschbarkeit
- 5) Fairness
- 6) Testökonomie
- 7) Zumutbarkeit
- 8) Objektivität (Durchführungsobjektivität und Auswertungsobjektivität)
- 9) Skalierung
- 10) Normierung (Moosbrugger, H./Kelava, A., 2012: S. 8)

Nachfolgend wird dargelegt, inwiefern die vorliegende Untersuchung diese Kriterien erfüllt. Die Kriterien werden in diesem Kapitel in der vorgegebenen Reihenfolge abgearbeitet.

**1) Das Kriterium der Nützlichkeit** lässt sich mit der Intention dieser Studie beantworten. Bisher waren GPS-gestützte Lernpfade nicht Thema von Musterexkursionen verschiedener Altersstufen und ihr Lernerfolg im Vergleich zu normalem Unterricht wurde nicht untersucht. Solche Lernerfolge lassen sich durch Kompetenzerfüllungen nachweisen. Dabei wird auf die Definitionen von Weinert Bezug

genommen: „fachliche Kompetenzen (...), fächerübergreifende Kompetenzen (...), Handlungskompetenzen, die neben kognitiven auch soziale, motivationale, volitionale und oft moralische Kompetenzen enthalten (...)“ (Weinert, F., 2002: S. 28).

Die Lernziele des Unterrichts bestehen in der Erfüllung der Bildungsstandards (Vgl. Kap. 5). Für die beiden Lernverfahren der Klassen 5 heißen die Lernzielformulierungen:

- Für das Nördlinger Ries dominante Oberflächenformen (Inhaltskomponente) charakterisieren (Verhaltenskomponente) und in ihrer Verursachung (Inhaltskomponente) erklären können (Verhaltenskomponente)
- Den Vorgang des Ries-Impakts und seine Auswirkung (Inhaltskomponente) beschreiben können (Verhaltenskomponente)

Die Lernziele der Lernverfahren für die Jahrgangsstufe 11 lauten entsprechend:

- Veränderungen des Landschaftshaushalts durch die Umgestaltung von Flusslandschaften (Inhaltskomponente) erfassen (Zielkomponente)
- Die Eigenschaften einer naturbelassenen Flusslandschaft (Inhaltskomponente) erfassen (Zielkomponente) und bewerten (Verhaltenskomponente) und die Ursachen für deren Umgestaltung (Inhaltskomponente) begründen (Verhaltenskomponente).

Bei den Lernzielen der Klassenstufen 5 und Jahrgangsstufe 11 handelt es sich um kognitive Kompetenzen. Die Ergebnisse der verschiedenen Lernverfahren beschränken sich damit auf die kognitiven Kompetenzen. Bei kognitiven Kompetenzen handelt es sich in der Regel nicht um eine zusammenhangslose Ansammlung von Wissen, sondern um die Fähigkeit, dieses Wissen in Zusammenhängen wiederzugeben und adäquat einzubringen.

**2) Kriterium der Reliabilität:** Eine **Reliabilität** ist dann vorhanden, wenn sich die Ergebnisse von unterschiedlichen Teilnehmergruppen eines Lernverfahrens (z. B. Lernpfad „Nördlinger Ries“) kaum unterscheiden. Wiederholungstests erfordern den wiederholten Durchlauf durch dieselben Probanden. Das wäre in Anbetracht der organisatorischen und ökonomischen Investitionen sehr aufwändig, wenn nicht gar unmöglich, etwa wenn sich die Klassenzusammensetzung nach einem Jahr geändert hat (Moosbrugger, H./Kelava, A., 2012: S. 11 f.). Zudem ist fraglich, ob eine Schulklasse oder ein Kurs inklusive Lehrkraft sich zweimal für dieselbe Exkursion bzw. denselben Lernzirkel begeistern lässt. Im vorliegenden Fall trifft es zu, dass die Ergebnisse sehr ähnlich ausfallen.

**3) Mit dem Kriterium der Validität** soll sichergestellt werden, dass in beispielsweise einem Intelligenztest auch tatsächlich die Intelligenz und nicht ein Konstrukt wie Gewissenhaftigkeit gemessen wird (Moosbrugger, H./Kelava, A., 2012: S. 16). In der vorliegenden Studie soll der geographische Lernzuwachs gemessen werden. Ein Test ist valide, wenn er nur das Merkmal misst, das er messen soll. Die Tests erfassen die zu messenden Merkmale repräsentativ (Moosbrugger, H./Kelava, A., 2012: S. 15). Die Validität ist hier gegeben, da die Tests auf den standardisierten Prüfungskriterien ([http://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen\\_beschluesse/1989/1989\\_12\\_01-EPA-Geographie.pdf](http://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/1989/1989_12_01-EPA-Geographie.pdf), <http://lehrerfortbildung-bw.de/faecher/gwg/fb1/modul1/geo/operator/>) basieren. Dies soll nun näher ausgeführt werden. Zudem wurde die Validität in den Expertenbefragungen bestätigt.

Um Schüler/innen entsprechend ihrer Leistungsfähigkeit einzustufen, müssen die Aufgaben verschiedene Schwierigkeitsniveaus erreichen. Hier kann man als Einordnungshilfe für die Schwierigkeit auf

die Lernzieltaxonomie von Bloom (Bloom, B., 1976) zurückgreifen. Bloom teilt die kognitiven Lernziele in fünf hierarchisch angeordnete Kategorien ein. Je höher die Kategorie, desto komplexer sind die Leistungen der Schüler/innen. (Vgl. Abbildung 63).

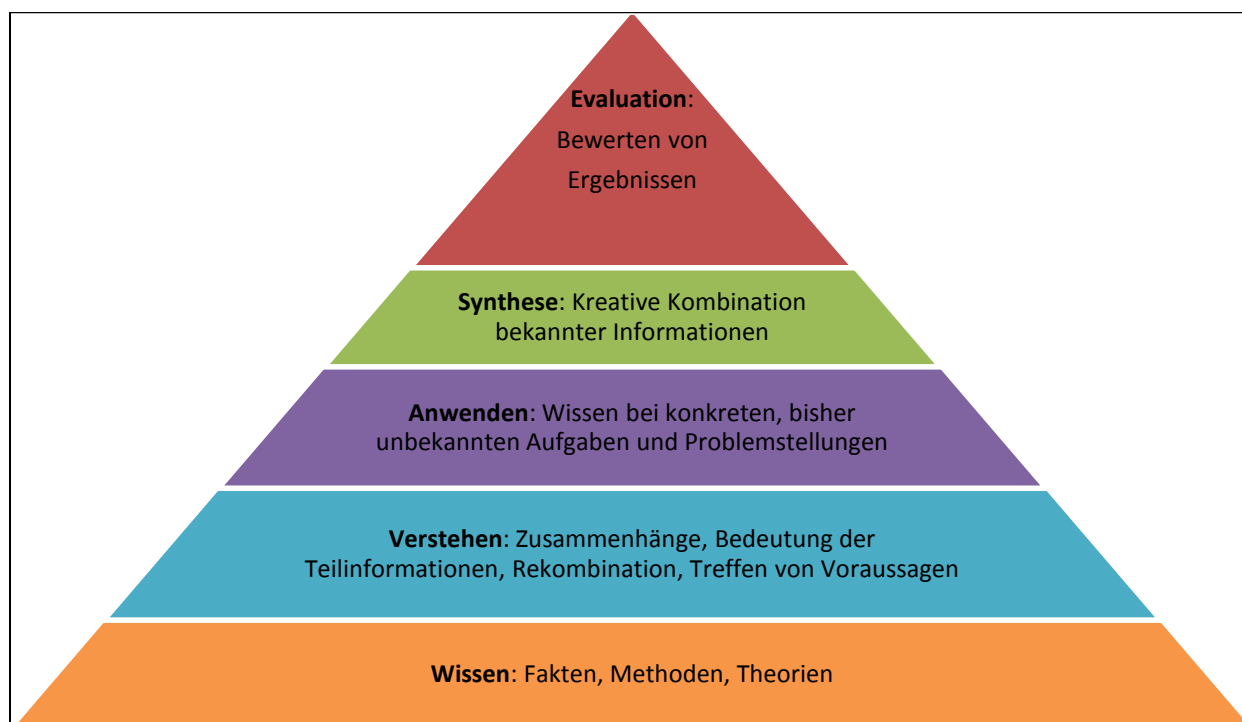


Abbildung 63: Lerntaxonomie nach Bloom  
Quelle: Kisser, T.

Im Rahmen eines unangekündigten Tests nach einem Zeitraum von drei Wochen, dessen Auswertung reliabel sein soll, sind die zwei schwersten Kategorien kaum zu realisieren. Sie erfordern sehr freie Aufgabenformen mit Materialien und benötigen viel Arbeitszeit. Deshalb wurde auf die Kategorien Wissen, Verstehen und Anwenden zurückgegriffen. Es handelt sich um einen eindimensionalen Test über die Verfügbarkeit des erworbenen Geographiewissens. Hierhin soll die mögliche Rechtfertigung gesucht werden, Lernorte außerhalb des Klassenzimmers in der Form von GPS-gestützten Lernpfaden aufzusuchen.

Da der Lernerfolg in einem Abstand von 3 Wochen zum Lernverfahren gemessen wird, soll von einem **nachhaltigen Lernprozess** gesprochen werden, denn ein Lernprozess wird als nachhaltig bezeichnet, wenn das Erlernete in Form von Fachwissen, Fähigkeiten und Einstellungen langfristig verfügbar gemacht wird. Der Lerngewinn muss nachweislich vorhanden sein. Mit dieser Definition berücksichtigt man allerdings nur die Lernenden. Solange ein möglichst nachhaltiger Lernerfolg erreicht wird, sind die eingesetzten Mittel gerechtfertigt.

Zum anderen bieten sich die Einheitlichen Prüfungsanforderungen (EPA) (KMK 2005) an. Eine dritte Möglichkeit, die Schwierigkeit einer Frage zu messen, ist der Schwierigkeitsindex  $p_i$  ( $0 < p_i < 1$ ). Der Anteil richtiger Antworten ergibt diesen Index. Je niedriger der Wert, desto einfacher ist die Aufgabe.

Die Tabellen 12 und 13 listen die verschiedenen Items auf, beispielsweise das Item „Heimatort“ beim Nachtest „Nördlinger Ries“. In der Spalte „N“ wird die Anzahl der Probanden angegeben (286), darauf folgen der Minimalwert (falsche Antwort, 0) und der Maximalwert (richtige Antwort, 1). Die Summe, hier beträgt sie für „Heimatort“ 153, gibt die insgesamt bei diesem Item vergebene Punktezahl an. Der Mittelwert ist der berechnete Schwierigkeitsindex für das Item, also 0,535. Dieser kann mit der

Komplexitätsstufe nach Bloom (3) und der Einstufung in EPA (2) verglichen werden. Standardabweichung und Itemvarianz sind hier deshalb mit aufgeführt, weil der Itemvarianz in den nachfolgenden Liniendiagrammen eine Bedeutung zukommt.

„Nördlinger Ries“								
Item	N	Minimum	Maximum	Summe	Mittelwert	Komplexitätsstufe Bloom / EPA	Standardabweichung	Itemvarianz
Heimatort	286	,0	1,0	153,0	,535	3 / 2	,4997	,250
Ries	286	,0	1,0	143,0	,500	3 / 2	,5009	,251
Durchmesser	286	,0	1,0	209,5	,733	1 / 1	,4424	,196
Riesereignis	286	,0	1,0	279,5	,977	1 / 1	,1463	,021
Erhebungen	286	,0	1,0	79,5	,278	3 / 2	,4478	,201
Kalk	286	,0	1,0	115,0	,402	3 / 1	,4894	,240
Suevit Farbe	286	,0	1,0	210,1	,735	1 / 1	,4043	,163
Suevit Merkmal	286	,0	1,0	140,5	,491	1 / 1	,4976	,248
Suevit Genese	286	,0	1,0	159,2	,557	1 / 1	,4952	,245

Tabelle 12: Nachtest „Nördlinger Ries“: Komplexität der Aufgaben

Quelle: Kisser, T.

„Rheinauen“								
Item	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	Komplexitätsstufe Bloom / EPA	Standardabweichung	Itemvarianz	
Schlinge 1	155	0	1	,95	3	,208	,043	
Schlinge 2	155	0	1	,94	3	,246	,061	
Schlinge 3	155	0	1	,81	3	,396	,157	
Tulla	155	0	1	,75	1	,432	,186	
Baggersee	155	0	1	,12	2	,329	,108	
Vorteil A	155	0	1	,53	2	,501	,251	
Vorteil B	155	0	1	,34	2	,474	,224	
Vorteil C	155	0	1	,83	2	,375	,141	
Vorteil D	155	0	1	,10	2	,297	,088	
Vorteil E	155	0	1	,60	2	,491	,242	
Nachteil A	155	0	1	,56	2	,498	,248	
Nachteil B	155	0	1	,45	2	,499	,249	
Nachteil C	155	0	1	,58	2	,491	,241	
Nachteil D	155	0	1	,37	2	,485	,236	
Nachteil E	155	0	1	,06	2	,246	,061	
Retention A	155	0	1	,19	2	,391	,153	
Retention B	155	0	1	,13	2	,336	,113	
Retention C	155	0	1	,35	2	,478	,228	
Retention D	155	0	1	,02	2	,138	,019	
Fachbegriffe	155	0	2	,17		,512	,262	

Tabelle 13: Nachtest „Rheinauen“: Komplexität der Aufgaben

Quelle: Kisser, T.

Für beide Nachtests ( $0,278 < r < 0,977$  Nördlinger Ries und  $0,02 < r < 0,95$  Rheinauen) spiegeln sich in den Mittelwerten die unterschiedlichen Anforderungsbereiche wieder. Da die Bloomsche Lerntaxonomie sich auf kognitive Standards bezieht und die EPA sich nicht auf diese beschränkt, kommt es zu Abweichungen. Die auffällig vielen, extrem niedrigen Mittelwerte für den Nachtest Rheinauen (0,02; 0,06; 0,10; 0,12; 0,13; 0,17; 0,19) sind den offenen Aufgabenstellungen zuzuschreiben. Die sehr hohen Werte bei den Items 1a-1c stehen nicht im Widerspruch zu den Komplexitätsstufen von Bloom.

In den angefügten Liniendiagrammen lässt sich noch besser als in den Tabellen erkennen, dass die Itemvarianz bei einer Itemschwierigkeit von ca. 0,5 ihr Maximum erreicht. Extreme Schwierigkeitswerte deutlich unter und über 0,5 differenzieren weniger stark (Kelava, A./Moosbrugger, H., 2012: S. 83 f.). Dennoch sollten bei den Nachtests sehr leichte und sehr schwere Items vorkommen, um Schul-tests nachzubilden.

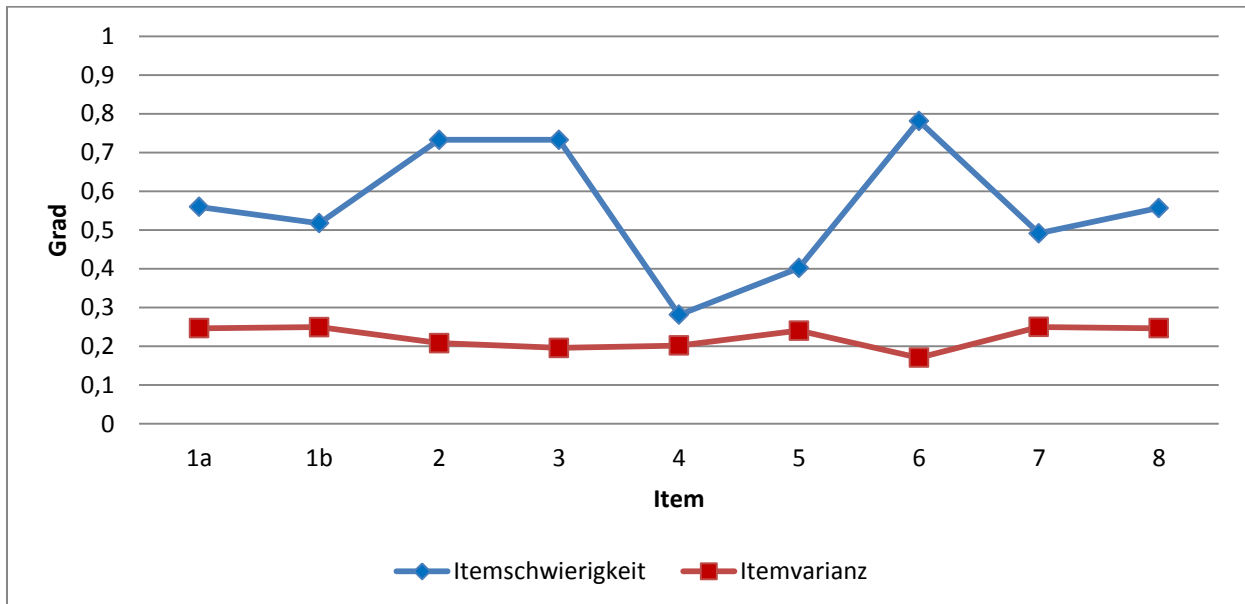


Abbildung 64: Nachtest „Nördlinger Ries“: Itemschwierigkeit (Mittelwert) und Itemvarianz  
Quelle: Kisser, T.

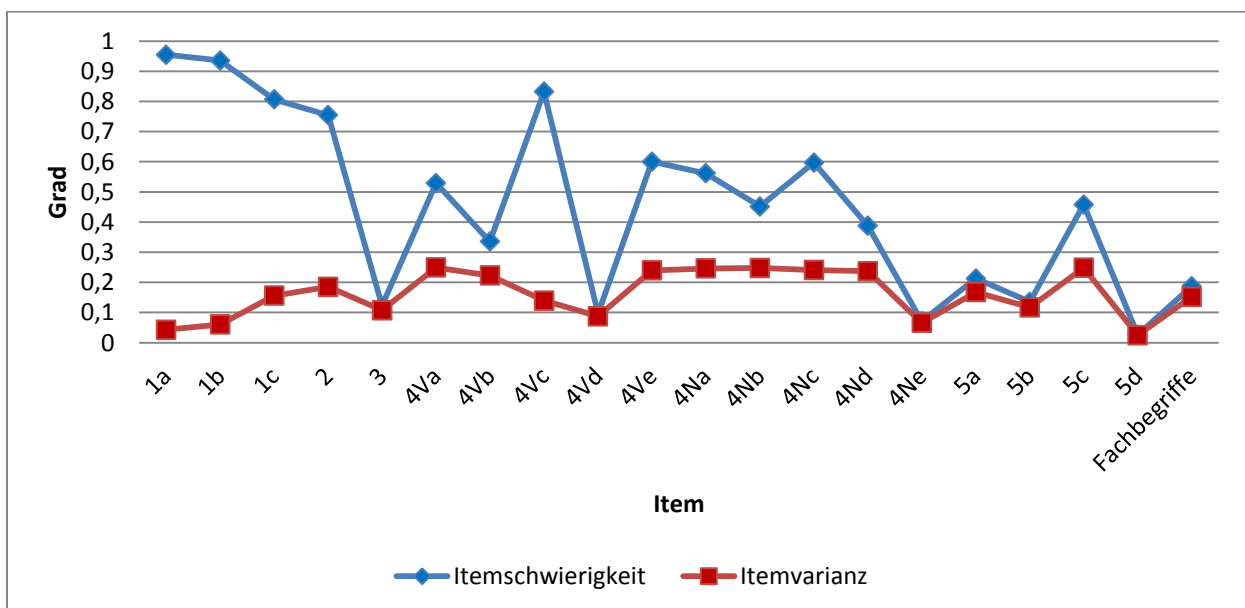


Abbildung 65: Nachtest „Rheinauen“: Itemschwierigkeit (Mittelwert) und Itemvarianz  
Quelle: Kisser, T.

Das Item-Format orientiert sich an den schulischen Standards und dem Antwortpotential, das den Schüler/innen nach drei Wochen Unterricht in einem unangekündigten Test zur Verfügung steht. Aus dem Item-Format wurde das Skalierungsdesign altersgemäß abgeleitet. So werden den **Schüler/innen der Klassenstufe 11** Aufgabenformen mit freien Antworten gestellt, die mit Kurzantworten oder Kurzsatzantworten zu lösen waren.

Inhaltlich folgt der Nachtest dem Verlauf des Lernpfades bzw. des Lernzirkels. Sowohl Lernpfad als auch Lernzirkel thematisieren die chronologische Entwicklung bei der Veränderung der Landschaft durch den Menschen. Von Aufgabe zu Aufgabe erfolgt eine komplexbestimmte Progression, ähnlich der in einer Klassenarbeit (Rinschede, G., 2007: S. 409 f.).

Als Antwortalternativen stehen ansonsten nur „richtig“ oder „falsch“ zur Verfügung. Fehlende Antworten werden als falsch gewertet. Diese Art der Wertung ist wichtig, da die Klassenstufe 11 offene Fragen, also keine Mehrfachwahlaufgaben, erhält. Folgefragen bauen nicht auf der vorherigen Frage auf, d. h. eine richtige Antwort ist nicht notwendig, um die nächste Aufgabe beantworten zu können (*Item-Response-Theorie*; Jonkisz, E./Moosbrugger, H./Brandt, H., 2012: S. 68). Der sogenannte *Halo-Effekt*, also das Ausstrahlen einer Antwort auf die nächste, kann somit ausgeschlossen werden.

Für die Auswertung wurde ein Erwartungshorizont erstellt. Da ein vollständiges Repertoire der Fachbegriffe nicht zu erwarten ist, wurden diese nicht vorausgesetzt. Für den korrekten Einsatz von Fachbegriffen wurde eine 3-stufigen-Skala erstellt. Je nachdem, wie viele Fachbegriffe korrekt verwendet wurden, erhielten die Schüler/innen einen Wert zwischen 0 (keine Fachbegriffe verwendet / Fachbegriffe falsch verwendet) und 2 (viele Fachbegriffe korrekt verwendet).

Von **Schüler/innen einer fünften Klasse** kann kaum erwartet werden, dass sie sich Fachbegriffe und komplexe Sachverhalte ohne Aufforderung über einen längeren Zeitraum einprägen. Deshalb erhielten sie Mehrfachwahlaufgaben, in denen sie eine positive Auswahl treffen mussten.

Auch in dieser Klassenstufe vollzieht der Nachtest den Ablauf des Lernpfades und des Lernzirkels nach. Die Aufgabe 1 überprüft, ob die Schüler/innen ihr Wissen an einer Karte anwenden können und wie es um ihre Orientierungsfähigkeit als geographische Kompetenz steht.

Die Reihenfolge der Items nach der Aufeinanderfolge der Stationen ließ es nicht zu, die Progression der Aufgaben linear ansteigen zu lassen. Deshalb ist die Aufgabe 4 am schwersten, da im Lernzirkel und beim Lernpfad die Bedeutung allochthoner, autochthoner und paraautochthoner Gesteine nur eine Randrolle einnimmt und die Frage vor allem der leistungsmäßigen Binnendifferenzierung dient. Am Beispiel der Standorte „Hexenfelsen“ und „Adlersberg“ konnten die Schüler/innen auf dem GPS-gestützten Lernpfad exemplarisch erfahren, wie der Impakt das Nördlinger Ries veränderte. Im Nachtest wird der Zusammenhang nicht ausdrücklich hergestellt, da der Lernzirkel die Genese der beiden markanten Geopunkte nur implizit thematisiert. Auch auf die Namensnennung selbst wird im Lernzirkel verzichtet. Es gab aus methodisch-didaktischer Sicht geeignetere Vorgehensweisen, wie die Umgestaltung des Nördlinger Ries und damit auch die (teilweise) Verlagerung von Schollen eingeführt werden konnte.

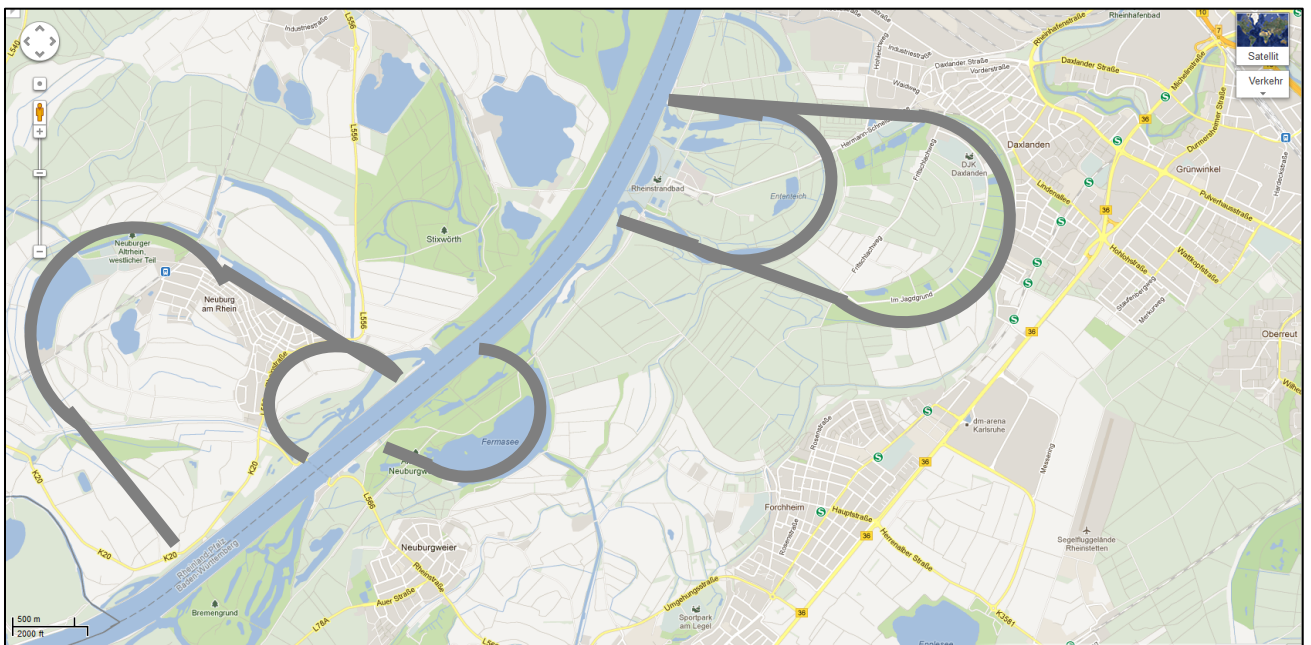
### Nachtest (anonym)

- zur Exkursion in die Rheinaue
- dem Lernzirkel Rheinauen

Bitte beantworte alle Fragen stichwortartig.

(bitte ankreuzen):    m    w       

- 1) Zeichne mit einem farbigen Stift den früheren Rheinverlauf deutlich nach:  
Beginnend vom linken unteren Bildeck: Links vom Rhein eine Schleife, rechts vom Rhein zwei Schleifen.



Quelle: Google Earth. (Stand: 04.09.2012)

Musterlösung: 1. Schleife = Item 1a , 2. Schleife = Item 1b, 3 Schleife = Item 1c

Alle 5 möglichen Schleifen sind gleichwertig.

- 2) Nenne den Organisator, der den Rheinverlauf veränderte.

\_\_\_ Tulla \_\_\_\_\_

- 3) Erkläre, warum es entlang des Rheins und anderer Flüsse heute zahlreiche Baggerseen gibt.

\_\_\_ Die vom Rhein angeschwemmten und sedimentierten Kiese und Sande wurden vom Menschen abgebaut. In den Hohlräumen bildeten sich sogenannte Baggerseen. \_\_\_\_\_



4) Nenne stichwortartig in einer Tabelle Vor- und Nachteile der Rheinkorrektur.

Vorteile (V)	Nachteile (n)
<p>a. Gewinnung von Ackerflächen  b. Gewinnung von hochwassersicheren Siedlungsflächen  c. Förderung der wirtschaftlichen Entwicklung durch schiffbaren Rhein  d. Trockenlegung von Brutgebieten seuchenübertragender Stechmücken (Malaria)  e. Besserer Hochwasserschutz bestehender Siedlungsflächen</p> <p>Die Reihenfolge wurde beliebig erstellt. Allerdings kann Sie nicht umgestellt werden, da die Namen der Items sich hieran orientieren. Z. B. ist Item 4 Vorteil a die „Gewinnung von Ackerflächen“.</p>	<p>a. Laufzeitverkürzung Richtung Mündung, Anwohner am Mittel- und Niederrhein verfügen über weniger Vorbereitungszeit um sich vor dem Hochwasser zu schützen  b. Höheres Hochwasser am Mittel-/Niederrhein, da dem Rheinhochwasser die Retentionsflächen fehlen und der Hochwasserscheitel des Rheins mit dem seiner Zuflüsse zusammenfällt  c. Verlust des hochdiversifizierten Ökosystems  d. Verstärkte Sohlenerosion nach / Akkumulation vor der Staustufe  e. Nachbesserungen notwendig (Ausbaggern, Geschiebezugabe)</p>

5) Erkläre den Zweck von „Retentionsflächen“ im Zusammenhang mit der Rheinbegradigung.

- a. Reduktion des Hochwasserscheitels
- b. Zeitliche Verzögerung des Hochwassers
- c. Überflutungsschutz: *Dieser Punkt wurde dann vergeben, wenn weder die Reduktion des Hochwasserscheitels, noch die zeitliche Verzögerung des Hochwassers explizit erwähnt wurden, sondern allgemein von Überflutungsschutz geschrieben wurde.*
- d. Renaturierung der Rheinaue

6) Sonderkategorie: Fachbegriffe verwendet

- 0 = 0-1 Fachbegriff
- 1 = 2-4 Fachbegriffe
- 2 = 5 oder mehr Fachbegriffe

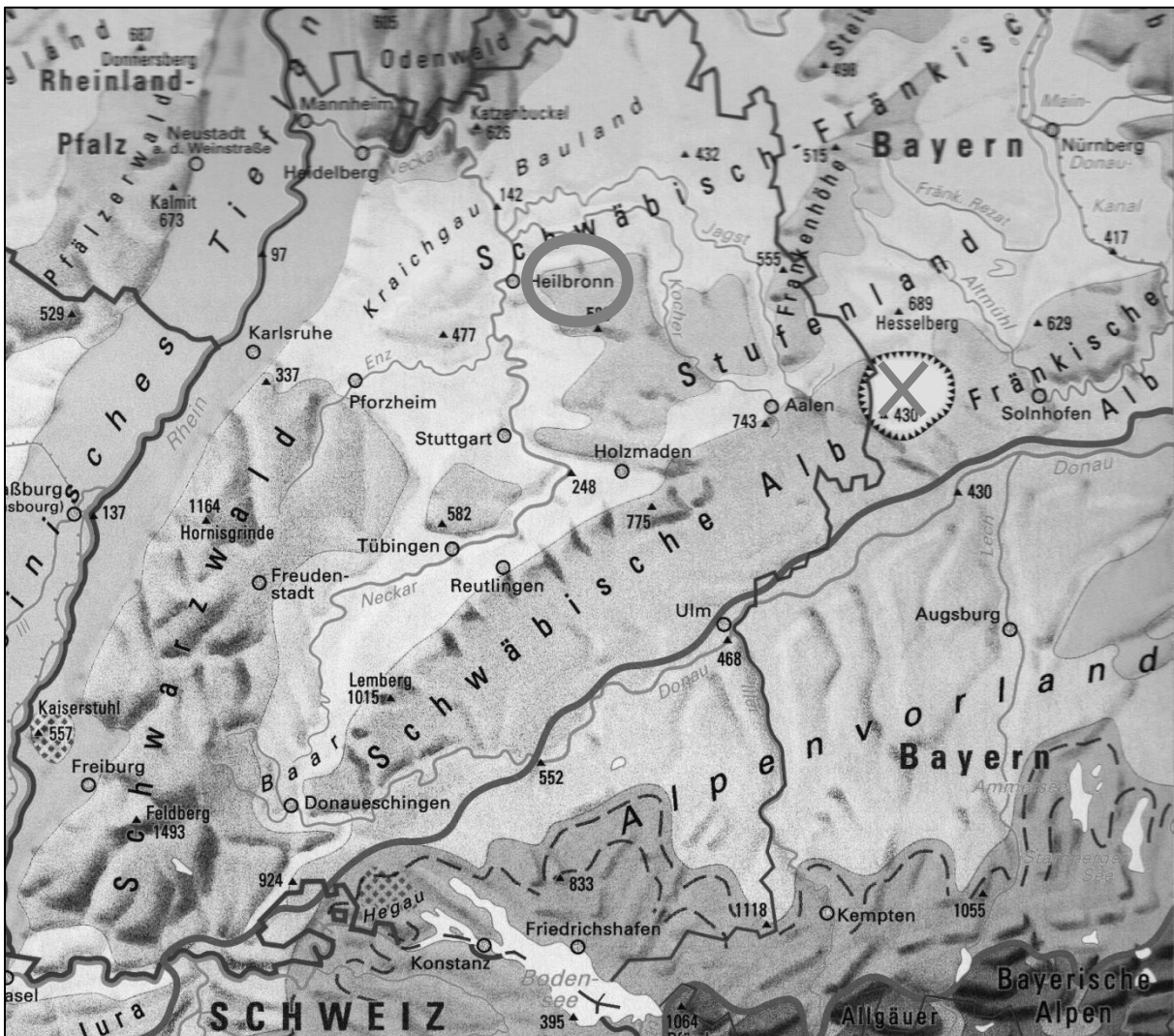
### Nachtest (anonym)

- zur Exkursion ins Nördlinger Ries
- dem Lernzirkel Nördlinger Ries

Alle Fragen können mit einem Kreuz an der richtigen Stelle beantwortet werden

(bitte ankreuzen):    m    w       

- 1) Markiere mit zwei Kreuzen auf der Karte, wo sich deiner Meinung nach dein Wohnort und das Nördlinger Ries befinden.    Musterlösungen am Bsp. einer Schule aus 74182 Obersulm



Quelle: Knippert, U., u. a. (Hrsg. 2007): S. BW2, verändert

- 2) Welchen Durchmesser hat die Region „Nördlinger Ries“?

- Der Durchmesser entspricht der Stadt Nördlingen.
- Der Durchmesser beträgt ca. 12 km.
- Der Durchmesser beträgt ca. 25 km.
- Es kann kein Durchmesser angegeben werden, da die Region entlang des Flusses „Ries“ verläuft.

- 3) Was versteht man unter dem „Ries-Ereignis“
- Ein Vulkan hat sich gebildet.
  - Ein Vulkan explodierte.
  - Ein Asteroid schlug ein.
  - Ein Gletscher durchquerte die Landschaft.
- 4) Im Nördlinger Ries gibt es markante Erhebungen in der ansonsten flachen Rieslandschaft. Wie entstand sie?
- Sie wurden von ihren ursprünglichen Standorten weg transportiert.
  - Sie liegen genau an ihren Ursprungsorten. Teile wurden abgetragen.
  - Es handelt sich um Reste des Asteroids.
  - Es sind große Steine, die von einem Gletscher zurückgelassen wurden.
- 5) Wie entstand der Kalk an den markanten Erhebungen in der ansonsten flachen Rieslandschaft?
- Während der Zeit des Ries-Sees bildeten sich Kalkablagerungen.
  - Der Kalk wurde im Jura abgelagert.
  - Der Kalk ist eine ursprünglich tiefe Schicht im Erdinneren, die durch Abtragung der höheren Schichten frei wurde.
  - Der Entstehungsprozess ist noch nicht erforscht und deshalb unbekannt.
- 6) Der Suevit (Schwabenstein) ist typisch für das Nördlinger Ries. Welche Farbe hat er?
- Gelb, wegen dem Kalkgehalt
  - Schwarz, wegen Zersetzungsprodukten
  - Lila, wegen eingebackenen Algen
  - Grau, wegen der Mischung der darin befindlichen Mineralien
  - Rot, wegen dem Eisengehalt
- 7) Was ist eine typische Eigenschaft des Suevits?
- Die versteinerten Wasserschnecken und Krebse.
  - Er ist ein extrem hartes Grundgestein.
  - Die kleinen Diamanten in ihm.
  - Er hat eine heilende Wirkung auf Kranke.
- 8) Wie entstand der Suevit?
- Es handelt sich um Reste eines Asteroids.
  - Es ist ein Tiefengestein, das an die Erdoberfläche drückt.
  - Verschiedenen Gesteine wurden miteinander verschmolzen und ausgeworfen.
  - Es ist ein Vulkanauswurfsgestein.

Die Lehrkräfte erhielten die Fragen per Email. Mit dem jeweiligen Nachtest erhielten sie ein Dokumentationspapier, auf dem das Datum und die Uhrzeit des Nachtests vermerkt wurden. Zusätzlich konnten sie dort unter der Rubrik Anmerkungen besondere Auffälligkeiten wie z. B. „Abschreiben der Schüler/innen voneinander“ dokumentieren. Die Uhrzeit des Nachtests musste für den Fall dokumentiert werden, dass die Tests, die nachmittags geschrieben wurden, sich deutlich von denen am Vormittag unterschieden. Um nachvollziehen zu können, in welchem Abstand zur Exkursion bzw. zum Lernzirkel der Nachtest stattfand, sollten diese Daten ebenfalls notiert werden. Mit dieser Maßnahme wurde ebenfalls erfragt, wie viele Stunden die Lehrkräfte für den Lernzirkel verwendeten.

**4) Kriterium der Unverfälschbarkeit:** Da der Nachtest unangekündigt war, kann davon ausgegangen werden, dass von den Schüler/innen keine verbotenen Hilfsmittel vorbereitet und genutzt wurden. Ihnen wurde zudem Anonymität zugesichert, wodurch eine Zuordnung von Noten nicht stattfinden konnte. Die **Unverfälschbarkeit** wurde des Weiteren durch die übliche Testsituation in den Klassenzimmern erschwert. Die Rückmeldungen der Lehrkräfte enthalten keine Bemerkungen zur Testsituation. Die Unverfälschbarkeit wurde eingehalten.

**5) Kriterium der Fairness:** Die Lehrkräfte sollten die Schüler/innen vor Beginn auf die Anonymität und die Bedeutung des Tests hinweisen. Durch die Anonymität konnten die Probanden sich sicher sein, aufgrund ihrer Ergebnisse keine Konsequenzen wie beispielsweise schlechte Noten fürchten zu müssen. Die Anonymität sichert somit die **Fairness** der Nachtests.

**6) Kriterium der Testökonomie:** Der Zeitrahmen von 15min. (Klassenstufe 5) bzw. 20min. (Klassenstufe 11) sollte ebenfalls bekannt geben werden. Da es sich um eine Testsituation handelte, durfte die Lehrkraft nicht auf Fragen eingehen. Der geringe Zeitaufwand in Kombination mit den geringen Kosten (Kopierkosten, Briefporto für die Rücksendung der Tests) erfüllt das **Kriterium der Testökonomie**: „Ein Test erfüllt das Gütekriterium der Ökonomie, wenn er, gemessen am diagnostischen Erkenntnisgewinn, relativ wenig finanzielle und zeitliche Ressourcen beansprucht“ (Quelle: Moosbrugger, H./Kelava, A., 2012: S. 21).

Qualitative Interviews oder offene Fragen mit entsprechend offenen Antworten brächten einen deutlich höheren Zeitverbrauch mit sich. Ein damit verbundener Mehrwert erscheint deswegen auch fraglich, da die Schwierigkeitsgrade der Items in beiden Nachtests das gesamte Spektrum abdecken (s. Tabelle 12 und Tabelle 13). Jeder Geopunkt bzw. jede Station des Lernzirkels ist mit den spezifischen Inhalten vertreten (Geopunkte der Lernpfade s. Kap. 7.4, Stationen s. Kap. 8). Die Länge der Nachtests wurde mit 15min. (Klassenstufe 5) bzw. 20min. (Jahrgangsstufe 11) so kurz gewählt, da sie in Anbetracht eines unbenoteten Tests als ausreichend angesehen wurde.

**7)** Auch die **Zumutbarkeit** die Schüler/innen betreffend ist gegeben. Da der Nachtest anonym ist, fließt er nicht in die Notengebung ein und sollte daher keine psychische Zusatzbelastung darstellen.

**8) Kriterium der Durchführungsobjektivität:** Aus den zurückgesandten Rückmeldungen ließen sich weder für den Lernzirkel, noch für den Nachtest Abweichungen von den im Vorfeld erfahrenen Informationen herleiten. Die Nachtests verliefen ohne Zwischenfälle in der dafür vorgesehenen Zeitspanne. Die **Durchführungsobjektivität** ist, soweit es der äußere Rahmen zulässt, gegeben. Es ist davon auszugehen, dass die Probanden die Nachtests unter Bedingungen der alltäglichen Schulsituation absolviert haben. Exakt gleiche Bedingungen sind aufgrund der organisatorischen Zwänge nicht immer möglich gewesen. Die Klassen hätten ansonsten überall zur selben Uhrzeit in vergleichbar beschaffenen Räumlichkeiten nach der exakt selben Instruktion den Nachtest schreiben müssen.

Stunden hätten getauscht werden und Vertretungspläne aufgestellt werden müssen. In der Schulrealität stoßen solche Forderungen an die Grenzen des Machbaren. Da nicht alle Gruppen am selben Tag die Lernpfade absolvieren konnten bzw. die Lernzirkel nicht in denselben Schulstunden bearbeiten konnten, lief es auf unterschiedliche Testtermine innerhalb der jeweils eigenen Schule heraus. Da die etatmäßige Lehrkraft den Lernpfad bzw. den Lernzirkel durchführte, beaufsichtigte sie auch den Nachtest. Die Struktur des Tests sollte in diesen Belangen nach Möglichkeit dem Schulalltag entsprechen.

**8) Kriterium der Auswertungsobjektivität:** Dies besagt: „ein Test ist dann objektiv, wenn er dasjenige Merkmal, das er misst, unabhängig von Testleiter und Testauswerter misst. Außerdem müssen klare und anwendungsunabhängige Regeln für die Ergebnisinterpretation vorliegen“ (Quelle: Moosbrugger, H./Kelava, A., 2012: S. 8). Um die **Auswertungsobjektivität** zu gewährleisten, insbesondere bei den offenen Kurzsatzantwortaufgaben, wurden alle Nachtests innerhalb weniger Tage ausgewertet. Dazu lag ein vorab erstellter Erwartungshorizont vor. Die Nachtests der Pilotstudien wurden zu diesem Zeitpunkt noch einmal neu ausgewertet. Die Fälle, in denen wie bereits im Nachtest der Pilotstudie „Nördlinger Ries“ in Frage 6 mehrere Items angekreuzt wurden, sind überschaubar gering. Die Ergebnisse der Studie wurden in ihrer Gültigkeit nicht negativ beeinflusst. Die Auswertung erfolgte, um vergleichbare Ergebnisse zu erhalten, nur durch den Autor der Studie (T. K.). Da selbst ein Fach wie Mathematik abhängig von der korrigierenden Lehrkraft Differenzen von bis zu 4 Notenstufen in der Benotung erfährt (Ziegenspeck, J., 1999), war die Variante, die Nachtests von unterschiedlichen Lehrkräften auswerten zu lassen, zu verwerfen. Da die Erwartungshorizonte klar und anwendungsunabhängig definiert waren, sind die Nachtests insgesamt so objektiv wie nur möglich.

Die Auswertung erfolgte durch den Autor der Studie (T. K.) mit Hilfe des Tabellenkalkulationsprogramms Microsoft Excel und der Spezialsoftware IBM SPSS Statistics.

**9) Kriterium der Skalierung:** Die gewonnenen Daten der quantitativen Untersuchung wurden in numerische Skalen kodiert. Die Alternative einer richtigen Antwort wurde in eine 1 übersetzt, die 0 steht für falsch bzw. fehlend. Zwischen falsch und fehlend wird keine Differenzierung vorgenommen. Für jedes der dichotomen Items wird somit eine Ordinalskala verwendet. Das bedeutet, es wird eine Skala mit zwei Stufen genutzt. Für den Test insgesamt ergibt sich durch Addieren der richtigen Antworten eine Intervallskala.

Das Item „Fachbegriffe“ im Nachtest der Jahrgangsstufe 11 ist mit 0, 1 und 2 das einzige mehrstufig skalierte Item. Die Anzahl der möglichen Fachbegriffe kann nicht mit einer dichotomen Skala erfasst werden. Sehr gute Schüler/innen können theoretisch bis zu zehn Fachbegriffe sinnvoll im Test unterbringen. Der Unterschied zwischen „kein richtiger Fachbegriff“ und „zehn richtigen Fachbegriffen“ ist so groß, dass eine dreistufige Skala adäquat ist. Diese Skala ist moderat angelegt: 2-4 Fachbegriffe ergeben einen Punkt, 5 und mehr Fachbegriffe 2 Punkte.

**10) Kriterium des Normwertes:** Die Skalierungen schaffen Bezugssysteme, mit dem die Testergebnisse verschiedener Personen und Gruppen miteinander verglichen und geordnet werden können. Das Ergebnis der Probanden, die den **Lernzirkel** „Nördlinger Ries“ bzw. „Rheinauen“ absolvierten, wird als **Normwert** genommen, an denen sich die Ergebnisse der Lernpfadabsolventen messen müssen. Schließlich geht es darum, herauszufinden, wie sich die Lernprozesse, die ein GPS-gestützter Lernpfad hervorruft, erfolgsmäßig vom Unterricht im Klassenzimmer unterscheiden.

Zusammenfassend ist festzuhalten: Die zu Beginn des Kapitels aufgeführten zehn Gütekriterien konnten nicht vollständig erfüllt werden, da die **Realibilität** nicht nachzuweisen war und die **Durchführungsobjektivität** außerhalb der verfügbaren Möglichkeiten lag. Dieses Manko liegt nicht am Untersuchungsaufbau selbst, sondern den Bedingungen des Systems Schule, denen diese Untersuchung unterworfen war:

- Reliabilität: Jede Teilnehmergruppe nimmt nur an einem Lernverfahren und nur einmal teil, da die Schüler/innen danach die fachlichen Inhalte kennen sollten. Die zur Verfügung stehende Unterrichtszeit pro Schuljahr und damit für das jeweilige Thema ist beschränkt. Das Thema ein weiteres Mal aufzugreifen wäre kaum vermittelbar und würde sich verfälschend auf das Ergebnis der Schüler/innen auswirken.
- Durchführungsobjektivität: Der Zeitraum für die Durchführung des Lernmoduls ist nicht identisch, da es organisatorisch nicht möglich ist, mehr als drei Gruppen gleichzeitig innerhalb eines Tages einen der Lernpfade absolvieren zu lassen. Auch für die Lernzirkel können nicht alle Gruppen an einem zentralen Ort versammelt werden, da dies der Testökonomie und dem Schulalltag widerspricht. In der jeweiligen Schule müssten, selbst wenn jede Gruppe in ihrer Schule bleibt und die Lernzirkel zeitgleich bearbeitet, massiv Stunden umgelegt und Vertretungen eingeplant werden. Das entspräche etwa dem Aufwand, den ein Gymnasium für einen Abiturprüfungstag hat und ist der Schulleitung nicht vermittelbar.
- Durchführungsobjektivität: Die äußeren Gegebenheiten während der Durchführung der Lernpfade sind unterschiedlich, da sie an unterschiedlichen Tagen zu unterschiedlichen Uhrzeiten und an unterschiedlichen Orten stattfinden. So variiert das Wetter von Durchgang zu Durchgang
- Durchführungsobjektivität: Aus diesen Gründen (Vertretungsplan, Praktikabilität) fanden die Nachtests an unterschiedlichen Orten zu unterschiedlichen Zeiträumen statt.

Die Lernverfahren selbst sind wiederholbar und führen zu vergleichbaren Ergebnissen. Allerdings dürfte dasselbe Lernmodul bei denselben Schüler/innen aufgrund der inzwischen gewonnenen Kenntnisse nicht noch einmal zu ähnlichen Ergebnissen führen.

Die aufgestellten Thesen I, II, III, IV und VII (Vgl. Tabelle 14) werden durch eine univariate Varianzanalyse überprüft. Damit kann der Einfluss der beiden unabhängigen Variablen Lernverfahren und Geschlecht auf die Nachhaltigkeit des Lernprozesses untersucht werden. Das jeweilige Item stellt im Nachtest die abhängige Variable dar. SPSS berechnet hierzu auch die Wechselwirkungen zwischen den Faktoren (hier: Auswirkungen des Geschlechts und des Lernverfahrens auf das Ergebnis) und liefert ein Schaubild, indem die Zusammenhänge zwischen den Faktoren, also Geschlecht und Lernverfahren verdeutlicht werden (Bühl, A., 2010: S. 485 ff.). Das Ergebnis der univariaten Varianzanalyse zeigt also an, ob Lernverfahren und / oder Geschlecht einen Einfluss auf die Ergebnisse haben, und welches Signifikanzniveau der jeweilige Einfluss aufweist. Also müssen, um die Nachhaltigkeit des Lernprozesses GPS-gestützter Lernpfade herauszufinden und einen Vergleichswert zu haben, Teilnehmergruppen den GPS-gestützten Lernpfad absolvieren und andere Teilnehmergruppen müssen als Vergleichsgruppen an „normalem Unterricht“ teilnehmen.

Eine aufgestellte These kann dann als bestätigt gelten, wenn die Nullhypothese mit ausreichender Sicherheit verworfen werden kann. Die Nullhypothese besagt in diesem Fall, es besteht kein Unterschied zwischen den Teilnehmergruppen, der Unterschied zwischen den Teilnehmergruppen ist der These entgegengesetzt oder der Unterschied zwischen den Teilnehmergruppen entstand per Zufall.

Die Nullhypothese wird beibehalten, wenn die Teilnehmer des GPS-gestützten Lernpfades schlechter oder vergleichbar abschneiden. Aber auch wenn die Ergebnisse der Lernpfadteilnehmer besser sind, muss bei fehlender Signifikanz der Unterschiede zu den Teilnehmern des „normalen Unterrichts“ die aufgestellte These abgelehnt werden. Selbiges gilt für die Thesen bezüglich der Geschlechter. Je höher das Signifikanzniveau ist, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit, die Nullhypothese nicht per Zufall widerlegt zu haben (Rost, H., 2007: S. 61 ff.).

Nr.	These	Nullhypothese
I	Schüler/innen, die einen didaktisch aufbereiteten Lernpfad zu einem Thema absolvieren lernen nachhaltiger als Schüler/innen, die „normalem“ Unterricht beiwohnen.	Schüler/innen, die einen didaktisch aufbereiteten Lernpfad zu einem Thema absolvieren lernen ähnlich nachhaltig wie Schüler/innen, die „normalem“ Unterricht beiwohnen.
II	Schüler lernen aufgrund eines gesteigerten Interesses an Geographie nachhaltiger als Schülerinnen.	Schüler lernen ähnlich nachhaltig wie Schülerinnen.
III	GPS-gestützte Lernpfade fördern einen nachhaltigeren Lernprozess als normaler Unterricht.	GPS-gestützte Lernpfade und normaler Unterricht fördern ähnlich nachhaltige Lernprozesse.
IV	Geocaches eignen sich als unterstützendes Element bei Lernpfaden zur Strukturierung und Motivation.	Geocaches eignen sich nicht zur Strukturierung von Lernpfaden und zur Motivation.
VII	A) Schüler lernen im Lernpfad und im Lernzirkel Nördlinger Ries deutlich nachhaltiger als Schülerinnen. B) Beim Thema Umgestaltung von Flusslandschaften ist der Lernprozess von Schülerinnen und Schülern ähnlich nachhaltig.	A) Schüler lernen im Vergleich zu Schülerinnen im Themenkomplex Nördlinger Ries ähnlich nachhaltig. B) Beim Thema Umgestaltung von Flusslandschaften ist der Lernprozess von Schülerinnen und Schülern unterschiedlich nachhaltig.

Tabelle 14: Thesen und Nullhypothesen

Quelle: Kisser, T.

In den Abbildungen unten werden die Thesen zur besseren Übersichtlichkeit und dem besseren Verständnis in zwei zentrale Leitfragen zusammengefasst. Beide Abbildungen zeigen zudem die Probandenanzahl der jeweiligen Vergleichsgruppen an.

<b>Leitfrage I:</b>	
Bei welchem Lernverfahren ist ein nachhaltigerer Lernprozess nachweisbar?	
„Nördlinger Ries“, Klassenstufe 5	
GPS-gestützter Lernpfad N = 210	↔
Normaler Unterricht N = 76	
<b>Leitfrage II:</b>	
Bei welchen Teilnehmergruppen ist ein nachhaltigerer Lernprozess nachweisbar?	
„Nördlinger Ries“, Klassenstufe 5	
Jungen N = 165	↔
Mädchen N = 121	
„Nördlinger Ries“, Klassenstufe 5	
GPS-gestützter Lernpfad	↔
Jungen N = 122	↔
Mädchen N = 88	↔
Jungen N = 43	↔
Mädchen N = 33	

Abbildung 66: Leitfragen, Lernverfahren, Teilnehmerdaten „Nördlinger Ries“

Quelle: Kisser, T.

<b>Leitfrage I:</b>	
Bei welchem Lernverfahren ist ein nachhaltigerer Lernprozess nachweisbar?	
„Rheinauen“, Jahrgangsstufe 11	
GPS-gestützter Lernpfad N = 38	↔
Normaler Unterricht N = 117	
<b>Leitfrage II:</b>	
Bei welchen Teilnehmergruppen ist ein nachhaltigerer Lernprozess nachweisbar?	
„Rheinauen“, Jahrgangsstufe 11	
Jungen N = 53	↔
Mädchen N = 102	
„Rheinauen“, Jahrgangsstufe 11	
GPS-gestützter Lernpfad	↔
Jungen N = 14	↔
Mädchen N = 24	↔
Jungen N = 39	↔
Mädchen N = 78	

Abbildung 67: Leitfragen, Lernverfahren, Teilnehmerdaten „Rheinauen“

Quelle: Kisser, T.

Normalerweise setzt man als Grundlage für Varianzanalysen eine Normalverteilung (mit Hilfe des Kolmogorov-Smirnov-Test prüfbar) und eine Varianzenhomogenität (F-Tests nach Levene) voraus (Bühl, A., 2010: S. 490). Die Konstruktionsart der vorliegenden Items als dichotome Items macht jedoch eine sinnvolle Berechnung nach Normalverteilung und der Varianzenhomogenität unmöglich.

Deshalb ist hier nochmal festzuhalten: Die benutzte univariate Varianzanalyse, die zur Auswertung verwendet wurde, ist die einzige statistische Methode, die Aufschluss über die Zusammenhänge zwischen den unabhängigen Variablen Lernverfahren und Geschlecht bringen kann. Bei anderen Auswertungsmethoden besteht die Gefahr, dass Varianzen bei den Ergebnissen nicht auf eine der beiden unabhängigen Variablen zurückgeführt werden kann, oder dass die Varianzen auf die falsche unabhängige Variable zurückgeführt werden.



## 10. Ergebnisse der empirischen Untersuchung: Wie nachhaltig sind GPS-gestützte Lernpfade?

Im folgenden Kapitel werden die Nachtests der verschiedenen Teilnehmergruppen (GPS-gestützter Lernpfad ⇔ Lernzirkel, männlich ⇔ weiblich) für die beiden Raumbeispiele Nördlinger Ries und Karlsruher Rheinauen ausgewertet. Die Ergebnisse sollen Aufschluss darüber geben, welches Lernverfahren nachhaltigere Lernprozesse bei den Teilnehmer/innen hervorruft und ob es Unterschiede zwischen den Geschlechtern bei der **Nachhaltigkeit der Lernprozesse** gibt (Kapitel 10.1.). Mit Nachhaltigkeit war in dieser Studie gemeint: Je mehr Erlerntes in Form von Fachwissen, Fähigkeiten und Einstellungen langfristig verfügbar ist, desto nachhaltiger ist der Lernprozess (Vgl. S. 10). Die Nachhaltigkeit eines Lernprozesses lässt sich anhand des nachweisbaren Lerngewinns messen.

In den Kapiteln 10.2 bis 10.3 wird, ausgehend von der Nachhaltigkeit der Lernprozesse erörtert, ob die GPS-gestützten Lernpfade „Nördlinger Ries“ und „Rheinauen“ auch den **Lerneffekt** betreffend **nachhaltig** sind. Der Lerneffekt ergibt sich aus der Relation von Lerngewinn und Erstellungsaufwand. So sollte Lernen unter einem für die zuständige Lehrkraft vertretbarem Aufwand erfolgen und der Erstellungsaufwand in einer angemessenen Relation zur Nutzung stehen. Man kann anstelle des Lerneffekts auch vom Einsatzwert des Lernverfahrens sprechen (Wiederholbarkeit ohne zusätzlichen Aufwand). Je nachhaltiger der Lerneffekt, desto höher der Einsatzwert (Vgl. S. 10 f.).

Aus diesen Erkenntnissen werden Konsequenzen hinsichtlich der Konstruktion, des Aufbaus und der Nutzung GPS-gestützter Lernpfade gezogen und Handlungsalternativen formuliert (Kapitel 10.4 bis 10.5).

### 10.1. Vorstellung der Ergebnisse

#### 10.1.1. *Ergebnisse bei der Thematik „Nördlinger Ries“*

Die Schüler/innen der fünften Klassen, die den GPS-gestützten Lernpfad „Nördlinger Ries“ absolvierten, wiesen im Nachtest bei fast allen Aufgaben eine höhere Lernleistung auf, als die Schüler/innen, die den entsprechenden Lernzirkel durchliefen. Die Unterschiede sind gravierend und in Tabelle 15 aufgelistet. Für jedes Item wird noch einmal die Komplexitätsstufe aufgeführt. Fette, rote Markierungen heben die schwierigeren Aufgaben hervor. Darauf folgt der Anteil der richtigen Antworten durch die Lernzirkel- und die Lernpfadabsolventen in Prozent (%). Deutliche Unterschiede zwischen beiden Lerngruppen sind rot markiert, besonders gravierende Unterschiede sind fett und rot markiert. In weiterer Differenzierung werden die Anteile der korrekten Antworten nach Geschlecht innerhalb der Lernverfahren Lernzirkel und Lernpfad aufgelistet. Auch hier wurden die Unterschiede rot bzw. fett und rot markiert.

Die **komplexer eingestuften Items**, nämlich Item 1a und 1b zur Verortung des Heimatortes und des Nördlinger Ries in einer Karte und die anwendungsorientierten Items 4 und 5 (Genese der Erhebungen = dislozierte Schollen, Genese des Kalk an den Erhebungen), riefen **besonders deutliche Unterschiede** hervor. Teilnehmer des Lernpfads schnitten insbesondere bei diesen schwierigen Aufgaben (Bloom, EPA, Schwierigkeitsindex, s. S. 207) erkennbar besser ab! Die Unterschiede bei Item 5 sind besonders markant.

In Item 3 (Riesereignis), das laut Schwierigkeitsindex besonders einfach war, konnten beide Gruppen einen vergleichbar hohen Wert erreichen (98% beim Lernpfad [LP] zu 97% beim Lernzirkel [LZ]). Zu den einfacheren Items zählen auch Item 2, Item 7 und Item 8. Sowohl der Durchmesser des Ries (75% LP zu 68% LZ), als auch die Besonderheit des Suevits, nämlich die kleinen Diamanten in ihm (Item 7), sowie die Genese des Suevits (Item 8) wurde von den Absolventen des Lernpfades öfters korrekt angegeben (50% LP zu 46% LZ bzw. 57% LP zu 52% LZ).

Einzig die Farbe des Suevit konnte von der Lernzirkel-Gruppe häufiger korrekt bestimmt werden (Item 6: Lernpfad 75%, Lernzirkel 86%). Der Unterschied beruht darauf, dass die Teilnehmer des Lernpfades häufiger Antwortmöglichkeit c („schwarz“) ankreuzten als die Teilnehmer des Lernzirkels. Offensichtlich erinnerten sich einige Lernpfadabsolventen an die markanten schwarzen Flädle des Suevits.

Insgesamt konnte für die Teilnehmer des Lernpfades ein deutlich nachhaltigerer Lernprozess über fast alle Aufgaben hinweg nachgewiesen werden. Das heißt, bei ihnen war mehr Erlerntes langfristig im Gedächtnis verfügbar. Diese Ergebnisse werden in Abbildung 68 durch Säulendiagramme veranschaulicht. Diese sind von falschen Antwortmöglichkeiten bereinigt.

Die letzten beiden Spalten der Tabelle 15 listen die Anteile der korrekten Antworten nach Geschlecht innerhalb der Lernverfahren Lernzirkel und Lernpfad auf.

Innerhalb der Lernzirkelgruppen wird ein Unterschied zwischen den Geschlechtern insgesamt nicht eindeutig erkennbar. Betrachtet man jedoch einzelne Items, treten sehr wohl geschlechtsdifferenzierende Einstellungen bzw. Rückmeldungen auf. Die Mädchen konnten in den Items 4 (Entstehung der Erhebungen, 16% M zu 18% W), 5 (Entstehung des Kalks an den Erhebungen, 8% M zu 21% W), 6 (Farbe des Suevit, 82% M zu 91% W) und 7 (Diamanten im Suevit, 40% M zu 55% W) einen nachhaltigeren Lernerfolg erzielen als die Jungen. Die Jungen erlangten hingegen in den Items 1a (Verortung des Heimatorts: 45% M zu 38% W), 1b (Verortung des Nördlinger Ries: 56% M, 45% W), 2 (Durchmesser Nördlinger Ries: 74% M, 73% W), 3 (Ries-Ereignis: 98% M, 97% W), und 8 (Entstehung des Suevit: 61% M und 49% W) nachhaltigere Lernerfolge. Abbildung 68 verdeutlicht diese Unterschiede.

„Nördlinger Ries“							
Item	Format	Komplexitätsstufe Bloom / EPA	Richtig: Lernzirkel	Richtig: Lernpfad	Richtig: Lernzirkel M / W	Richtig: Lernpfad M / W	Richtig: M / W gesamt
1 a Heimatort	Geschlossen	<b>3 / 2</b>	42%	<b>61%</b>	44% / 39%	64% / 57%	59% / 52%
1 b Ries	Halboffen	<b>3 / 2</b>	38%	<b>57%</b>	44% / 30%	61% / 51%	56% / 45%
2 Durchmesser	Geschlossen	1 / 1	68%	75%	72% / 64%	74% / 76%	74% / 73%
3 Riesereignis	Geschlossen	1 / 1	97%	98%	98% / 97%	99% / 97%	98% / 97%
4 Erhebungen	Geschlossen	<b>3 / 2</b>	17%	<b>32%</b>	16% / 18%	34% / 29%	30% / 26%
5 Kalk	Geschlossen	<b>3 / 1</b>	14%	<b>50%</b>	8% / <b>21%</b>	53% / 45%	45% / 38%
6 Suevit Farbe	Geschlossen	1 / 1	<b>86%</b>	75%	82% / 91%	78% / 72%	79% / 77%
7 Suevit Merkmal	Geschlossen	1 / 1	46%	50%	40% / <b>55%</b>	51% / 50%	48% / 51%
8 Suevit Genese	Geschlossen	1 / 1	52%	57%	<b>60%</b> / 41%	<b>61%</b> / 51%	<b>61%</b> / 49%
<b>Durchschnitt</b>			<b>51%</b>	<b>62%</b>	<b>51% / 51%</b>	<b>64% / 59%</b>	<b>61% / 56%</b>

Tabelle 15: „Nördlinger Ries“: Komplexität der Aufgaben und Anteil der korrekten Antworten

Quelle: Kisser, T.

Legende zu Tabelle 15:

- Komplexitätsstufe:
  - **Fette, rote Markierungen:** Schwierige Aufgabe (z. B. Item 5)
- Lernverfahren Lernzirkel und Lernpfad:
  - **Rote Markierung:** Deutliche Unterschiede zwischen beiden Lerngruppen (z. B. Item 6)
  - **Fette, rote Markierung:** Besonders gravierende Unterschiede zwischen den Lerngruppen (z. B. Item 5)
- Differenzierung nach Geschlecht:
  - **Rote Markierung:** Deutliche Unterschiede zwischen den Geschlechtern (z. B. Item 5)
- Durchschnitt:
  - Generell **fett**
  - **Fette, rote Markierung:** Deutlicher Unterschied

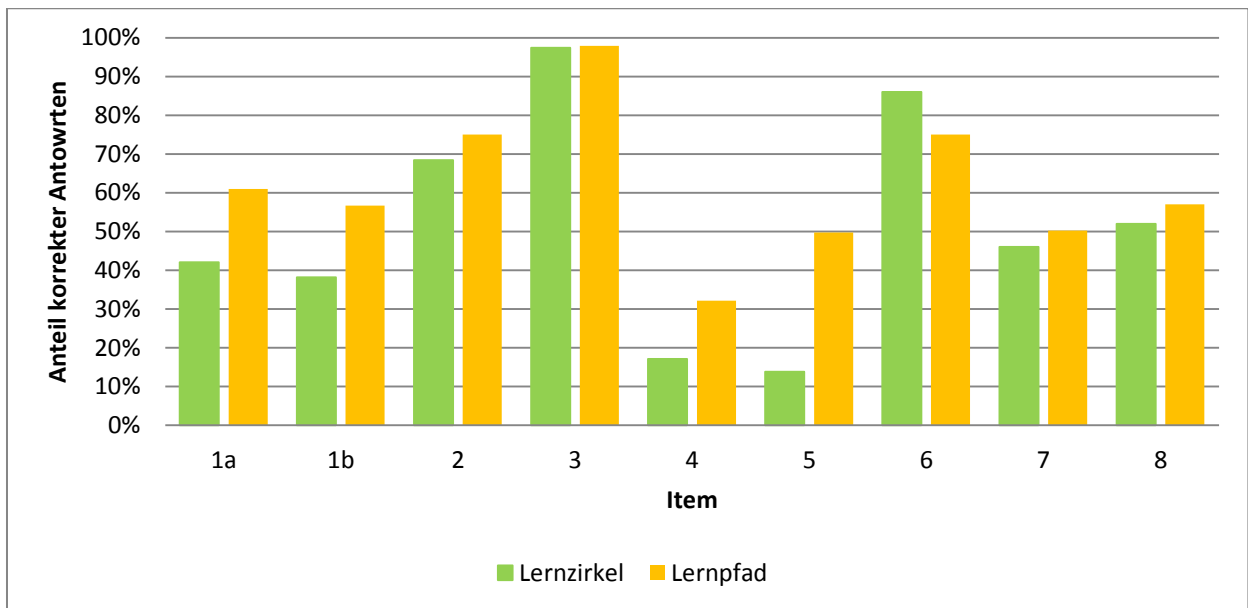


Abbildung 68: „Nördlinger Ries“: Nachhaltigkeit der Lernprozesse bei Lernzirkel (N=76) und Lernpfad (N=210)  
Quelle: Kisser, T.

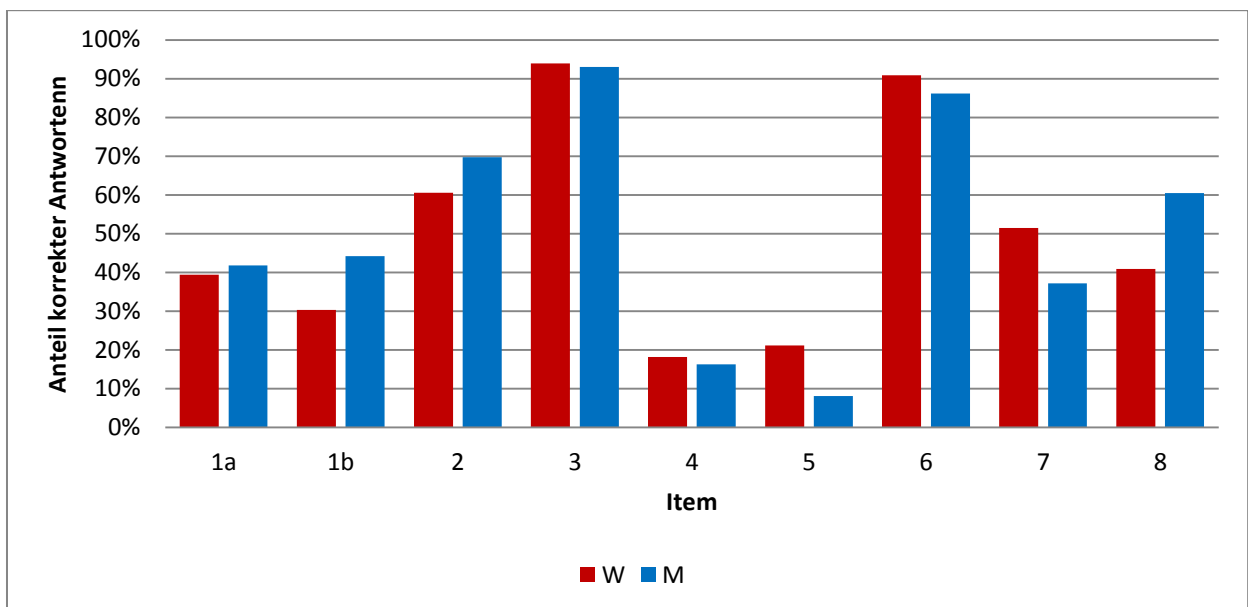


Abbildung 69: Lernzirkel „Nördlinger Ries“: Geschlechtsspezifische Lerneffizienz (Mädchen N=33, Jungen N=43)  
Quelle: Kisser, T.

Bei den Absolventen des Lernpfades ist jedoch eine unterschiedliche Nachhaltigkeit des Lernprozesses im Vergleich beider Geschlechter messbar. Die Jungen konnten in allen Items häufiger zeigen, dass bei ihnen Erlerntes langfristig verfügbar ist. Sie erzielten also einen nachhaltigeren Lernerfolg als die Mädchen, sieht man von Item 2 ab (Durchmesser des Ries), bei dem sie den Mädchen mit 74% zu 76% unterlegen sind. Durchschnittlich waren die Jungen mit 64% zu 59% besser. Diese Ergebnisse werden in Abbildung 70 grafisch umgesetzt.

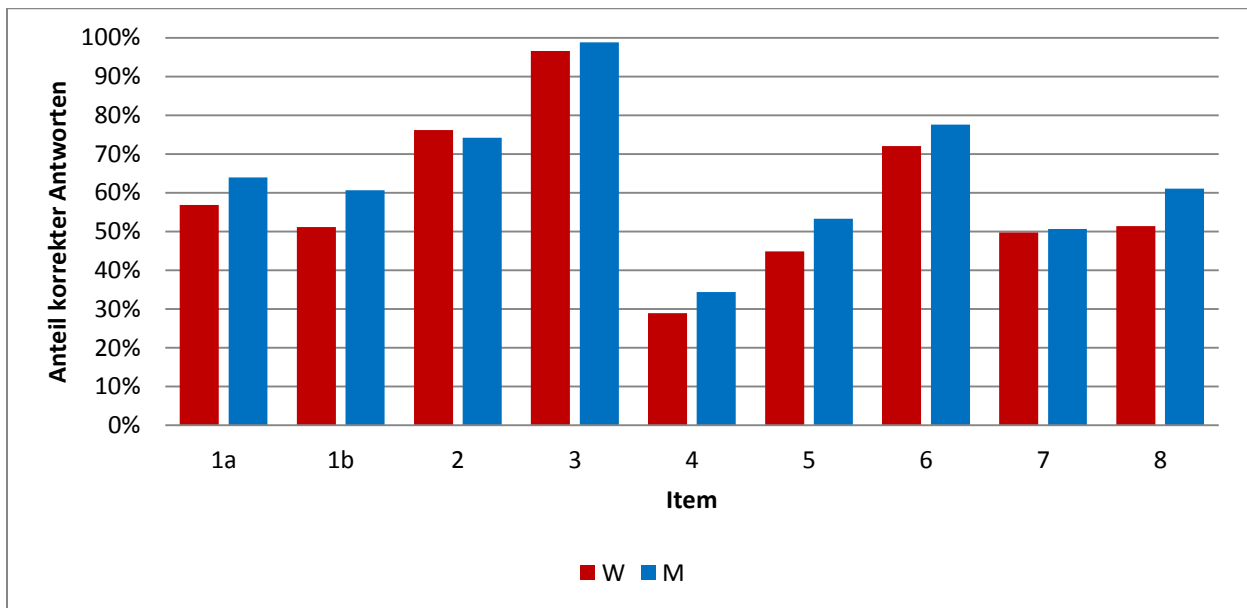


Abbildung 70: Lernpfad „Nördlinger Ries“: Geschlechtsspezifische Lerneffizienz (Mädchen N=88 , Jungen N=122)  
Quelle: Kisser, T.

Die beiden Liniendiagramme in Abbildung 71 und Abbildung 72 veranschaulichen die Häufigkeit der angekreuzten Antworten über die Items hinweg. Hier sind alle Antwortmöglichkeiten vertreten. Durch die farbliche Unterscheidung der Geschlechter voneinander und des Gesamtwertes wird deutlich, dass es keine extremen Unterschiede gibt, die dem Trend entgegenstehen.

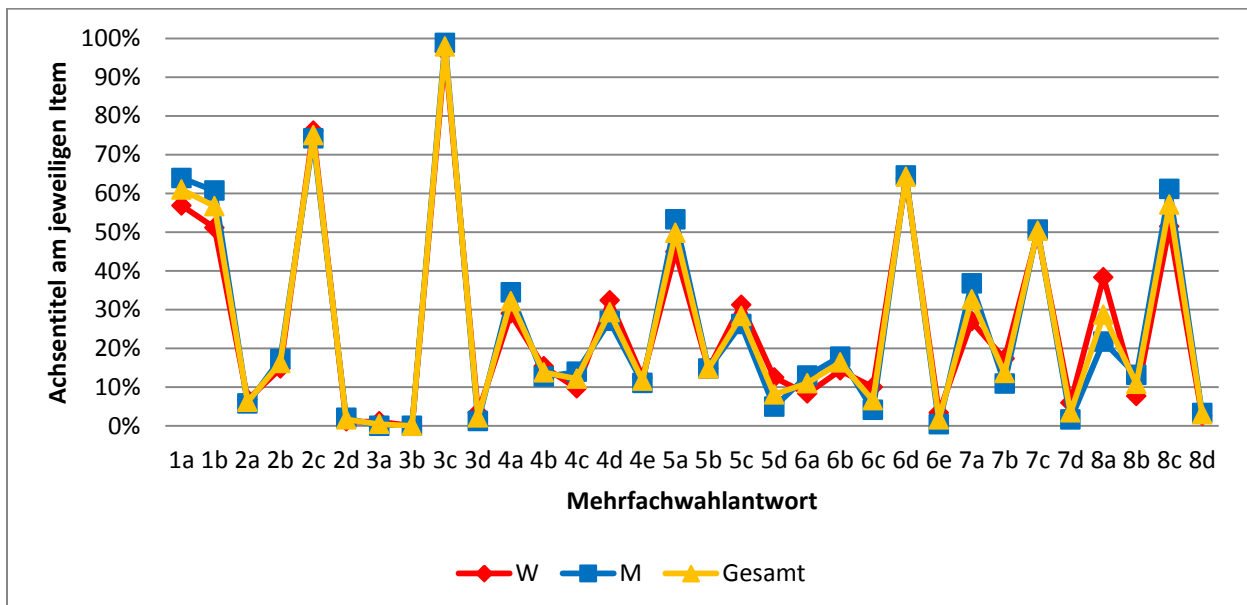


Abbildung 71: Lernpfad „Nördlinger Ries“: Verteilung der Antworten bei den Items (N=210)  
Quelle: Kisser, T.

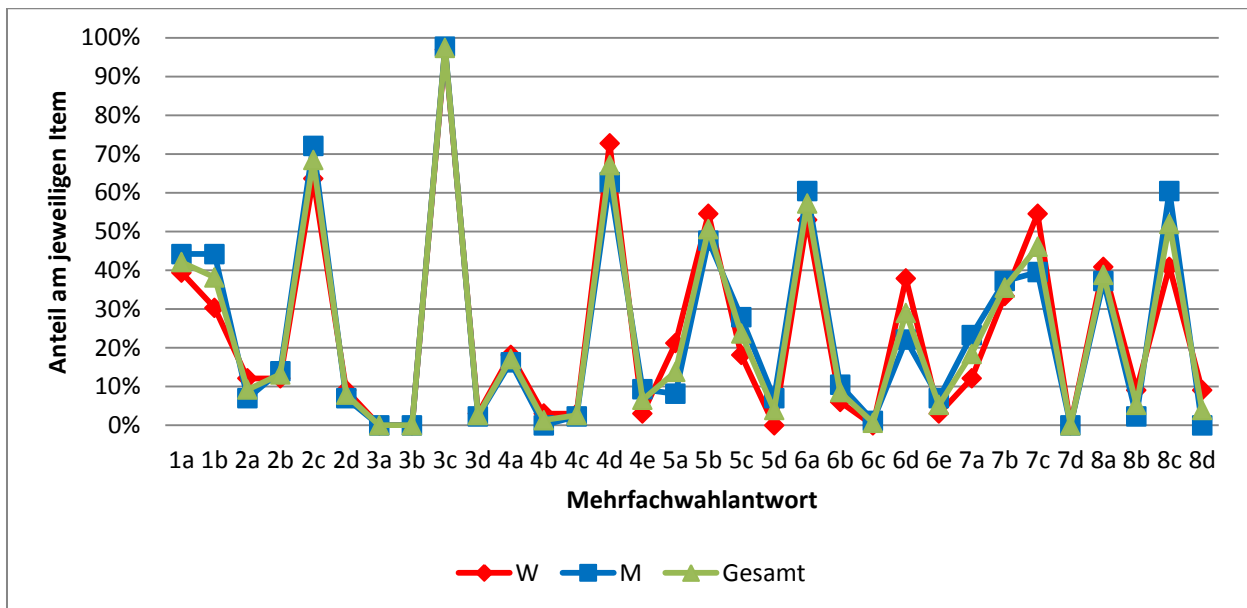


Abbildung 72: Lernzirkel „Nördlinger Ries“: Verteilung der Antworten bei den Items (N=76)

Quelle: Kisser, T.

Als geschlechtstypisierende Aussage ergibt sich, dass die Jungen vor allem bei Items zur räumlichen Vorstellung bzw. Verortung Vorteile haben, während Mädchen eher auf konkrete Attribute von Objekten positiv reagieren. Insgesamt konnten die männlichen Probanden über die Lernverfahren hinweg einen nachhaltigeren Lernerfolg erzielen als die weiblichen Teilnehmerinnen (Vgl. Abbildung 73).

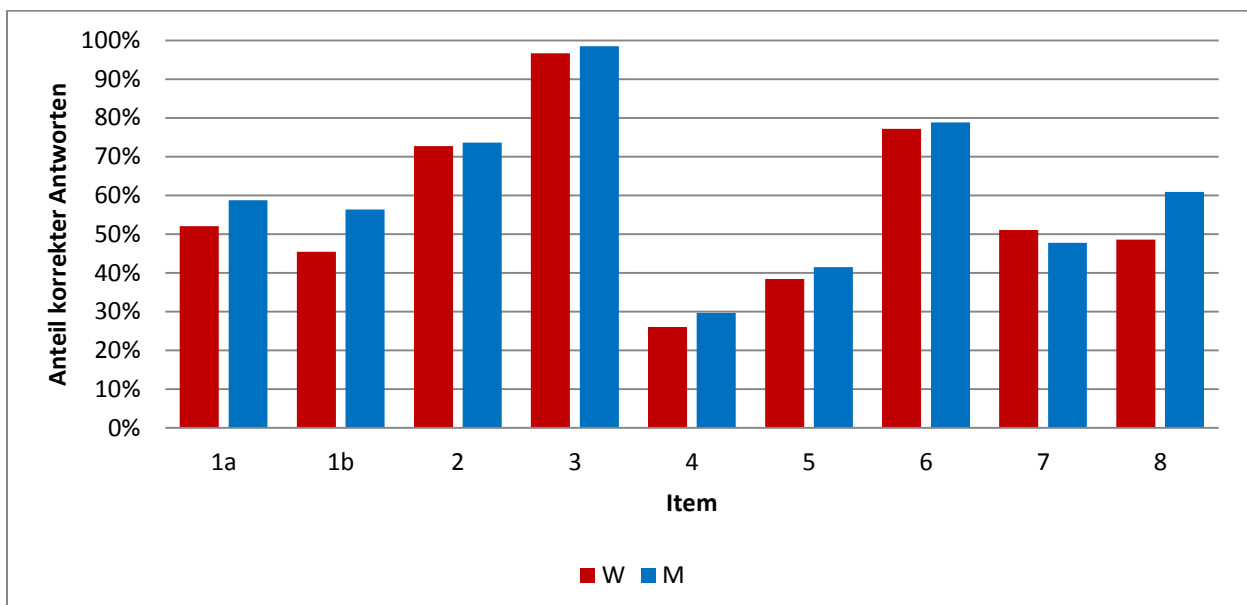


Abbildung 73: „Nördlinger Ries“: Geschlechtsspezifische Lerneffizienz (N=121) und Jungen (N=165) in beiden Lernverfahren  
Quelle: Kisser, T.

Die Jungen stellten 58% (LP) der Teilnehmer am Lernpfad und 57% (LZ) der Teilnehmer am Lernzirkel. Dementsprechend beträgt der Anteil der Mädchen 42% (LP) bzw. 43% (LZ). Das bessere Abschneiden der Lernpfadabsolventen ergibt sich also nicht aus einem Übergewicht der Jungen heraus, sondern aus der bestehenden Motivationslage gegenüber der Thematik.

Die univariaten Varianzanalysen der einzelnen Items bestätigen die Annahme, dass der Unterschied im Lernerfolg in den Lernverfahren und damit in den Einstellungen der Schüler/innen liegt und nicht durch ein zahlenmäßiges Ungleichgewicht der Teilnehmer verursacht wird.

Die beiden unabhängigen Variablen Lernverfahren und Geschlecht überschneiden sich. Diese Wechselwirkungen zwischen den beiden Faktoren führen dazu, dass die prozentualen Werte der Varianzklärungsanteile generell sehr gering sind. Signifikanz und Erklärungsanteil der Varianz können deshalb nur für einen Vergleich zwischen den unabhängigen Variablen Lernverfahren und Geschlecht genutzt werden. Es gilt also: Die unabhängige Variable mit dem kleineren Signifikanzniveau und dem höheren Varianzklärungsanteil ist statistisch gesehen wahrscheinlich für den Unterschied im Lernprozess verantwortlich. Tabelle 16 listet für die verschiedenen Items und unabhängigen Variablen die Signifikanzniveaus und Varianzklärungsanteile auf. Die unabhängige Variable, die statistisch wahrscheinlich für den Unterschied im Lernprozess hervorruft, wurde fett markiert.

Item	Unabhängige Variable	Signifikanz $\alpha$	Varianzklärungsanteil
1a Heimatort	<b>Lernverfahren</b>	,020	,019
1a Heimatort	Geschlecht	,647	,001
1b Nördlinger Ries	<b>Lernverfahren</b>	,014	,021
1b Nördlinger Ries	Geschlecht	,152	,007
2 Durchmesser	<b>Lernverfahren</b>	,255	,005
2 Durchmesser	Geschlecht	,588	,001
3 Riesereignis	Lernverfahren	,857	,000
3 Riesereignis	<b>Geschlecht</b>	,468	,002
4 Erhebungen	<b>Lernverfahren</b>	,020	,019
4 Erhebungen	Geschlecht	,821	,000
5 Kalk	<b>Lernverfahren</b>	,000	,097
5 Kalk	Geschlecht	,709	,000
6 Suevit Farbe	<b>Lernverfahren</b>	,245	,005
6 Suevit Farbe	Geschlecht	,499	,002
7 Suevit Merkmal	Lernverfahren	,641	,001
7 Suevit Merkmal	<b>Geschlecht</b>	,297	,004
8 Suevit Genese	Lernverfahren	,405	,002
8 Suevit Genese	<b>Geschlecht</b>	,029	,017

Tabelle 16: Ergebnisse der univariaten Varianzanalyse für die Nachtests „Nördlinger Ries“  
Quelle: Kisser, T.

Nur bei drei Items wird dem Geschlecht durch geringere Signifikanz und höheren Varianzklärungsanteil ein höherer Einfluss als dem Lernverfahren bestätigt (Vgl. Tabelle 16). Bei den genannten Items liegen jedoch der Lernerfolg von Lernzirkel und Lernpfad eng zusammen. Die Unterschiede sind nur sehr geringfügig.

Bei den Items, für die besonders große Differenzen in der Nachhaltigkeit der Lernprozesse ermittelt wurden (Items 1a, 1b, 4, 5, 6), wurde dem Lernverfahren eine geringere Signifikanz und ein höherer Varianzklärungsanteil als dem Geschlecht attestiert. In vier dieser Fünf Items konnte den Teilnehmern des Lernpfades ein deutlich nachhaltigerer Lernerfolg nachgewiesen werden. **Die nachhaltigeren Lernprozesse der Lernpfadabsolventen beruhen also auf dem Lernverfahren „GPS-gestützter Lernpfad“.** Im Falle der Lernzirkelabsolventen lässt sich die Nachhaltigkeit der Lernprozesse ebenfalls mit dem Lernverfahren erklären.

Für die Thematik „Nördlinger Ries“ wurde soweit die **These VII A) verifiziert**. „Schüler zeigen im Vergleich zu Schülerinnen aufgrund eines höheren Interesses für die Geographie und naturwissenschaftliche Themen einen deutlich nachhaltigeren Lerneffekt.“ Für den Lernpfad „Nördlinger Ries“ trifft das genauso zu wie für das Gesamtergebnis beider Lernverfahren zum Nördlinger Ries. Die entsprechende Nullhypothese wird verworfen.

### 10.1.2. Ergebnisse bei der Thematik „Rheinauen“

In der Jahrgangsstufe 11 ist die Verursachung der Unterschiede in den Lernprozessen ähnlich eindeutig wie in der Klassenstufe 5. Dies fällt bereits in den Werten von Tabelle 17 auf. Besonders große Unterschiede in der Nachhaltigkeit von Lernprozessen wurden fett und rot markiert. Auffällig ist, dass **bei 8 von 10 Items mit extremen Unterschieden zwischen den beiden Gruppen die Lernpfadabsolventen einen deutlich nachhaltigeren Lernerfolg erreichen konnten** als die Lernzirkelabsolventen.

Die Absolventen des GPS-gestützten Lernpfades konnten alle die drei frei auswählbaren Altrheinschlingen in der Karte häufiger einzeichnen (Items 1a-1c), wobei der Unterschied erst für eine dritte eingezeichnete Schlinge 92% (Lernpfad [LP]) zu 77% (Lernzirkel [LZ]) deutlich wird. Für eine zusätzlich eingezeichnete vierte oder fünfte Altrheinschlinge wurden keine Zusatzpunkte vergeben. Das unterschiedliche Vorgehen im Lernverfahren bestand darin, dass die Lernpfadabsolventen zusätzlich zur Analyse der Satellitenbilder und Karten eine Altrheinschlinge abliefen, wohingegen im Lernpfad vergleichende vereinfachte Karten genutzt wurden. Den Lernpfadabsolventen war mit 32% zu 6% (LZ) häufiger bewusst, wieso sich entlang des Rheins Baggerseen befinden (Item 3), denn sie sahen vor Ort einen dieser Baggerseen. Auch der Flächengewinn für landwirtschaftliche Nutzung durch die Rheinkorrektur und die verbesserten Rahmenbedingungen für die Schifffahrt (Item 4 Vorteil a, 62% (LP) zu 50% (LZ) und Item 4 Vorteil C, 87% (LP) zu 82% (LZ) nannten die Lernpfadabsolventen häufiger. Sie konnten vor Ort diese landwirtschaftliche Nutzung mit eigenen Augen sehen.

Als nachteilig nannten sie die Laufzeitverkürzung Richtung Mündung (Item 4 Nachteil A, 74% LP zu 50% LZ), der höhere Hochwasserscheitel flussabwärts (Item 4 Nachteil B, 82% LP zu 33% LZ) und die ständig notwendigen Nachbesserungen durch Geschiebezugabe häufiger als Teilnehmer des Lernzirkels (Item 4 Nachteil E 11% LP zu 6% LZ). Dabei wurden die Erosions- und Akkumulationsprozesse in beiden Lernverfahren in vergleichbarer Form vermittelt – mit unterschiedlichem Erfolg. Die Lernpfadabsolventen konnten also auch bei den Items einen besseren Lernerfolg erzielen, bei denen das Lernverfahren sich zwischen Lernzirkel und GPS-gestütztem Lernpfad kaum unterschied. Zudem konnten die Teilnehmer des Lernpfades die Gründe für die Retentionsflächen häufiger nennen (Items 5 A - 5 D) und mehr Fachbegriffe korrekt verwenden.

Ein höherer Lerngewinn durch die Teilnehmer des Lernzirkels konnten bei den Items 2 (Wer „korrigierte“ den Rheinverlauf?), 4 Vorteil B, 4 Vorteil D, 4 Vorteil E, 4 Nachteil C und 4 Nachteil D nachgewiesen werden, wobei die Unterschiede zur Lernpfadgruppe bis auf die Ausnahmen Item 2 und Item 4 Vorteil E gering ausfallen. Erstaunlich ist, dass die Lernzirkelgruppe etwas häufiger die Eindämmung der Malaria (Item 4 Vorteil D, 8% LP zu 10% LZ) als positive Auswirkung der Rheinkorrektur durch Tulla nannte, als die Gruppe der Schüler/innen des Lernpfades, die dort von Stechmücken geplagt wurden. Auch der von den Lernpfadabsolventen vor Ort gesehene Hochwasserschutz neuer Flächen (Item 4 Vorteil E, mit einem Lerngewinn von 71% LZ zu 26% LP) sowie die gestiegene Sicherheit bestehender Siedlungen nach der Korrektur (Item 4 Vorteil B, 34% LZ zu 32% LP) wurden von der Lernzirkelgruppe ähnlich oft wie durch die Lernpfadteilnehmer als positive Folgen der Korrektur aufgezählt, obwohl die Lernpfadabsolventen direkte Einsichten in Ortslage und Ortsbild hatten. Die Schädigung der Natur und die im Zusammenhang mit dem Rheinausbau einsetzenden Erosions- und Akkumulationsprozesse (Items 4 Nachteil C und 4 Nachteil D, Unterschiede 63% LZ zu 49% LP bzw. 41% LZ zu 32% LP) war den Schüler/innen, die den Lernzirkel bearbeiteten häufiger geläufig als den Lern-



pfadteilnehmern, was so nicht zu erwarten war. Die Säulendiagramme in Abbildung 74 zeigen die Ergebnisse bei den einzelnen Items im Überblick.

Offensichtlich konnten manche Folgen der Rheinkorrektur im Rahmen des GPS-gestützten Lernpfads nachhaltiger vermittelt werden, andere Folgen wiederum durch den Lernzirkel:

- Die Lernzirkelteilnehmer schnitten bei den Themen besser ab, die durch den Lernpfad nicht, oder nicht eindrücklich genug vor Ort veranschaulicht werden konnten: Der Name Tulla und die Schädigung der Natur durch die Rheinkorrektur waren in den Köpfen der Lernzirkelgruppe deutlich besser verankert. Diese beiden Fakten lassen sich vor Ort nur schwer anschaulich unterrichten. Sicherlich ist Tulla ein bedeutender Mensch gewesen, aber hier handelt es sich um kaum weiterverwertbares Faktenwissen. Offensichtlich reicht es nicht aus, naturnahe Geopunkte (Saumseeweg) und Kulturlandschaften (Fritschlachweg) aufzusuchen und sie zu vergleichen, um die Schädigung der Natur durch die Rheinkorrektur und die Auswirkungen menschlicher Eingriffe nachhaltig in den Köpfen zu verankern. Es müssen also andere Methoden gesucht werden, wie vor Ort auf die gestiegene Hochwassergefahr flussabwärts hingewiesen werden kann.
- Das ist durchaus möglich, denn neben vielen anderen Items waren die Gründe für die Retentionsflächen den Lernpfadgruppen deutlich häufiger bewusst. Dies spricht dafür, Schüler/innen mit Hilfe zusätzlicher Karten und Satellitenbildern einen Überblick zu ermöglichen und sie dann am konkreten Beispiel vor Ort die Sachverhalte und Systematiken auf anschauliche Art und Weise erkunden zu lassen.

In Anbetracht der Tatsache, dass **die deutlichen Unterschiede in 8 von 10 Items eindeutig für die Lernpfadabsolventen sprechen und die Lernpfadgruppe auch durchschnittlich etwas besser abschnitt**, kann dem Lernpfad unterstellt werden, einen nachhaltigeren Lernerfolg zu erzielen.

„Rheinauen“							
Item	Format	Komplexitätsstufe Bloom / EPA	Richtig: Lernzirkel	Richtig: Lernpfad	Richtig: Lernzirkel M / W	Richtig: Lernpfad M / W	Richtig: M / W gesamt
1 a Schlinge 1	Halboffen	3	95%	97%	92% / 96%	100% / 96%	95% / 96%
1 b Schlinge 2	Halboffen	3	92%	97%	87% / 95%	100% / 96%	91% / 96%
1 c Schlinge 3	Halboffen	3	77%	<b>92%</b>	72% / 79%	<b>100%</b> / 88%	79% / 81%
2 Tulla	Geschlossen	1	<b>85%</b>	47%	77% / <b>88%</b>	50% / 46%	70% / 78%
3 Baggersee	Offen	2	6%	<b>32%</b>	5% / 6%	<b>50%</b> / 21%	17% / 10%
4 Vorteil A	Offen	2	50%	<b>61%</b>	54% / 49%	<b>71%</b> / 54%	59% / 50%
4 Vorteil B	Offen	2	34%	32%	85% / 81%	<b>43%</b> / 25%	<b>43%</b> / 28%
4 Vorteil C	Offen	2	82%	87%	85% / 81%	86% / 88%	85% / 82%
4 Vorteil D	Offen	2	10%	8%	5% / 13%	7% / 8%	6% / 12%
4 Vorteil E	Offen	2	<b>71%</b>	26%	56% / <b>78%</b>	<b>43%</b> / 17%	53% / <b>64%</b>
4 Nachteil A	Offen	2	50%	<b>74%</b>	41% / <b>55%</b>	57% / <b>83%</b>	45% / <b>62%</b>
4 Nachteil B	Offen	2	33%	<b>82%</b>	33% / 33%	79% / 83%	45% / 45%
4 Nachteil C	Offen	2	<b>63%</b>	49%	62% / 64%	<b>50%</b> / 48%	58% / 60%
4 Nachteil D	Offen	2	41%	32%	31% / <b>46%</b>	36% / 29%	32% / <b>42%</b>
4 Nachteil E	Offen	2	6%	11%	10% / 4%	14% / 8%	11% / 5%
5 Retention A	Offen	2	20%	26%	18% / 21%	<b>36%</b> / 21%	23% / 21%
5 Retention B	Offen	2	11%	<b>21%</b>	15% / 9%	<b>29%</b> / 17%	19% / 11%
5 Retention C	Offen	2	40%	<b>63%</b>	36% / 42%	57% / <b>67%</b>	42% / 48%
5 Retention D	Offen	2	1%	8%	0% / 1%	<b>21%</b> / 0%	6% / 1%
6 Fachbegriffe	Offen	k. A.	7%	16%	6% / 8%	18% / 15%	19% / 19%
<b>Durchschnitt</b>			<b>44%</b>	<b>49%</b>	<b>42% / 45%</b>	<b>53% / 46%</b>	<b>45% / 46%</b>

Tabelle 17: „Rheinauen“: Komplexität der Aufgaben und Anteil der korrekten Antworten  
Quelle: Kisser, T.

Legende zu Tabelle 17:

- Lernverfahren Lernzirkel und Lernpfad:
  - **Rote Markierung:** Deutliche Unterschiede zwischen beiden Lerngruppen (z. B. Item 1c Schlinge 3)
  - **Fette, rote Markierung:** Besonders gravierende Unterschiede zwischen den Lerngruppen (z. B. Item 2 Tulla)
- Differenzierung nach Geschlecht:
  - **Rote Markierung:** Deutliche Unterschiede zwischen den Geschlechtern (z. B. Item 2 Tulla)
- Durchschnitt:
  - Generell **fett**

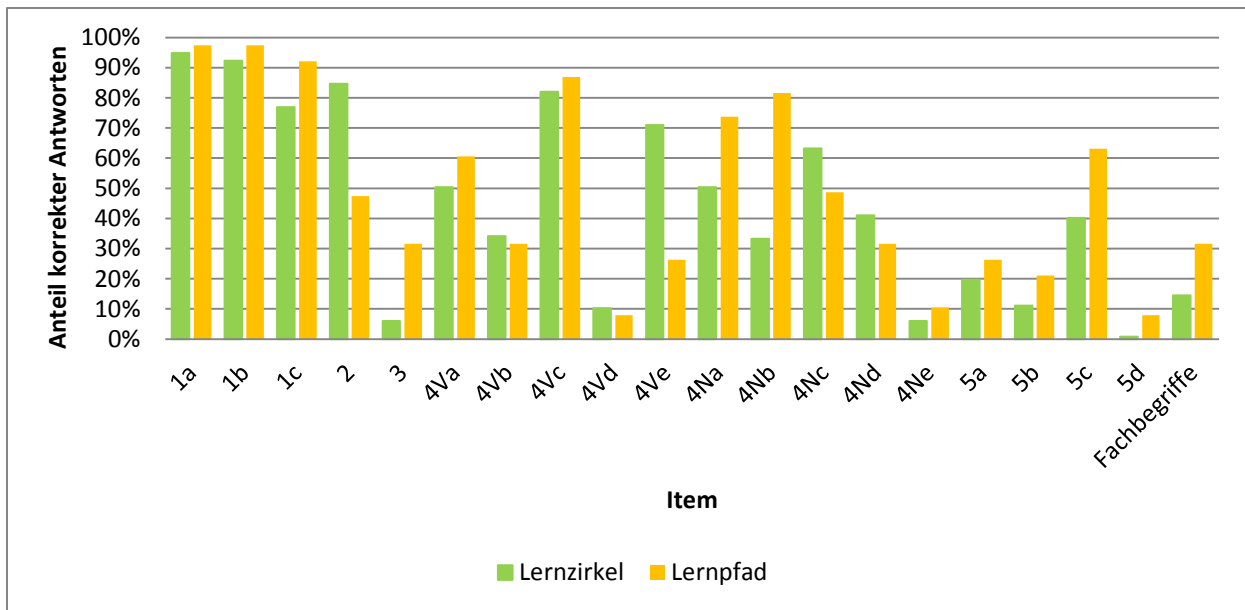


Abbildung 74: „Rheinauen“: Nachhaltigkeit der Lernprozesse bei Lernzirkel(N=117) und Lernpfad (N=38)  
Quelle: Kisser, T.

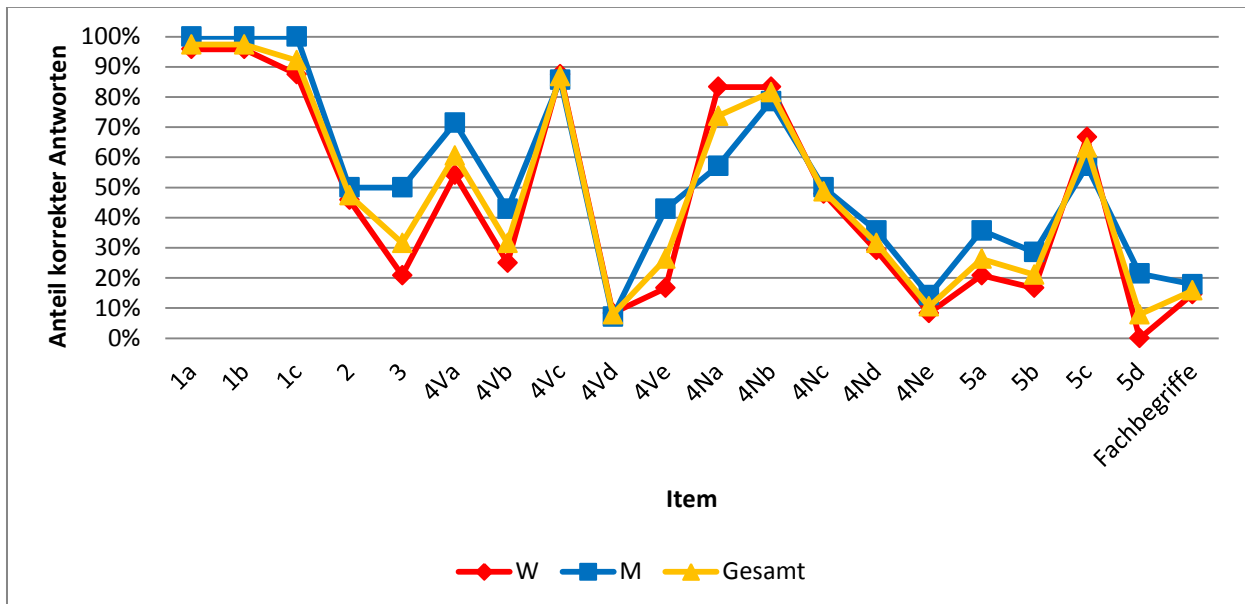


Abbildung 75: Lernpfad „Rheinauen“: Nachhaltigkeit der Lernprozesse im Überblick (N=38)  
Quelle: Kisser, T.

Die Liniendiagramme in Abbildung 74 und Abbildung 75 veranschaulichen bei den Antworten sowohl die geschlechtsspezifischen Ausprägungen als auch die unterrichtsbedingten Folgen des jeweiligen Lernverfahrens. Im Vergleich zu den entsprechenden Liniendiagrammen in der Klassenstufe 5 (S. 209, 210) fällt auf, dass die Unterschiede bei jedem Item zwischen den Geschlechtern größer sind. Die Lösungen der männlichen und weiblichen Schüler/innen waren in der Klassenstufe 5 vergleichsweise homogen. In Klassenstufe 11 fällt es trotz dieser großen Unterschiede zwischen den Geschlechtern jedoch schwer, in Abhängigkeit vom Item deutliche Unterschiede im Lerngewinn zu erkennen. Die Vorteile 4 A (Flächen für Landwirtschaft, 59% M zu 50% W) und 4 B (Flächen für Siedlungen, 43% M zu 28% W) wurden in beiden Lernverfahren und dementsprechend auch insgesamt häufiger von den männlichen Teilnehmern genannt. Das betrifft auch den Nachteil 4 E (Nachbesserungen notwendig, 11% M zu 5% W) und den Zweck der Retention 5 B (zeitliche Verzögerung des Hochwassers, 19% M zu 11% W). Es gibt zwar weitere Items, bei denen die Jungen insgesamt einen nachhaltigeren Lern-

gewinn erreichen konnten als die Mädchen, jedoch nicht gleichermaßen bei Lernpfad und Lernzirkel. Genauso verhält es sich bei den weiblichen Teilnehmern. Nur der Vorteil der Rheinkorrektur 4 D (Eindämmung der Malaria, 6% M zu 12% W) und der Zweck der Retention 5 C (generell Schutz vor Überflutungen, 42% M zu 48% W) wurde in beiden Lernverfahren und insgesamt von den Mädchen häufiger genannt als von den Jungen.

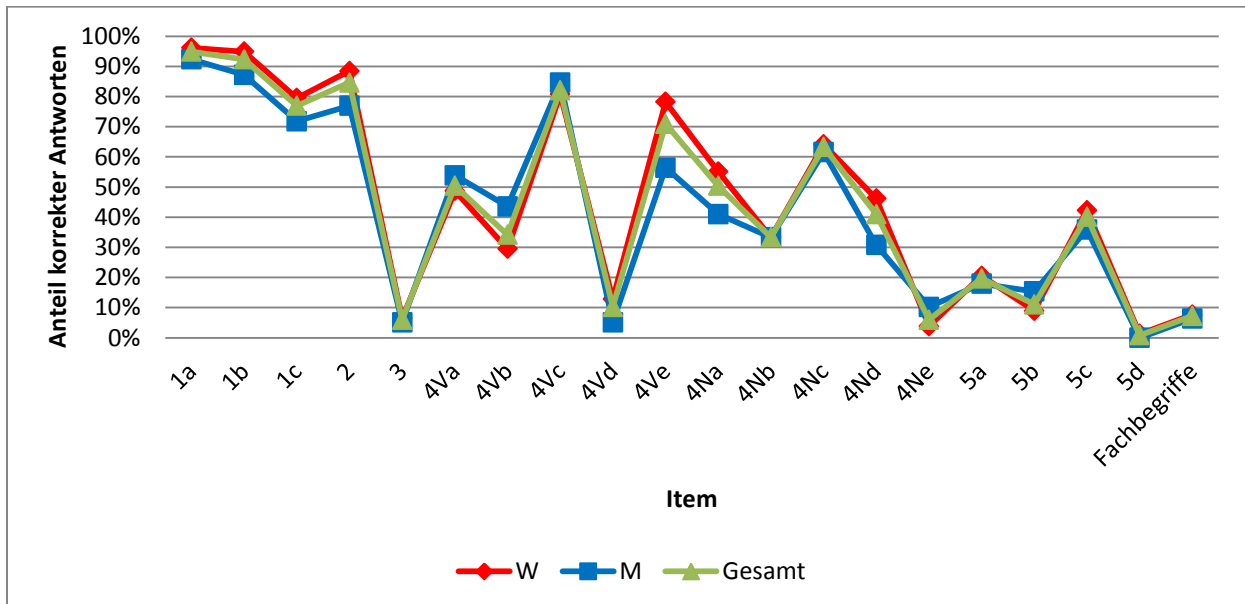


Abbildung 76: Lernzirkel „Rheinauen“: Nachhaltigkeit der Lernprozesse im Überblick (N=117)  
Quelle: Kisser, T.

**Für den Themenkomplex „Rheinauen“ konnte kein klarer geschlechtsabhängiger Trend im Hinblick auf die Nachhaltigkeit der Lernprozesse ermittelt werden (vgl. Abbildung 77).**

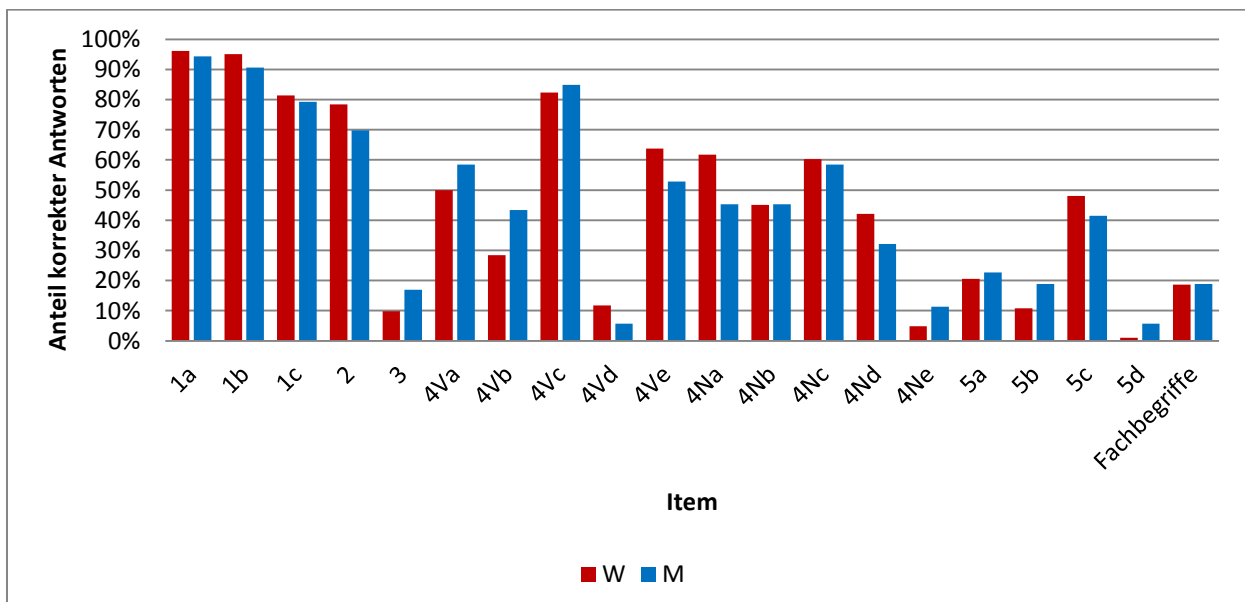


Abbildung 77: „Rheinauen“: Geschlechtsspezifische Lerneffizienz (Mädchen N=102, Jungen N=53)  
Quelle: Kisser, T.

Beide Lernverfahren sind in annähernd gleichem Verhältnis mit weiblichen (67% LZ und 63% LP) und männlichen Teilnehmern (33% LZ und 37% LP) besetzt. Die gleichwertige Verteilung der Teilnehmer in Lernpfad und Lernzirkel und die dort erzielten Aussagen sprechen gegen einen Einfluss der Ge-

schlechter auf die Lernverfahren. Es ist also zu vermuten, dass die besseren Ergebnisse der Lernpfadabsolventen durch das Lernverfahren „GPS-gestützter Lernpfad“ hervorgerufen wurden.

Item	Unabhängige Variable	Signifikanz	Varianzerklärungsanteil
1a Schlinge	<b>Lernverfahren</b>	,367	,005
1a Schlinge	Geschlecht	,969	,000
1b Schlinge	<b>Lernverfahren</b>	,152	,014
1b Schlinge	Geschlecht	,713	,001
1c Schlinge	<b>Lernverfahren</b>	,019	,036
1c Schlinge	Geschlecht	,753	,001
2 Tulla	<b>Lernverfahren</b>	,000	,116
2 Tulla	Geschlecht	,638	,001
3 Baggersee	<b>Lernverfahren</b>	,000	,142
3 Baggersee	Geschlecht	,020	,035
4 Vorteil A	<b>Lernverfahren</b>	,240	,009
4 Vorteil A	Geschlecht	,253	,009
4 Vorteil B	Lernverfahren	,777	,001
4 Vorteil B	<b>Geschlecht</b>	,084	,020
4 Vorteil C	<b>Lernverfahren</b>	,595	,002
4 Vorteil C	Geschlecht	,889	,000
4 Vorteil D	Lernverfahren	,831	,000
4 Vorteil D	<b>Geschlecht</b>	,445	,004
4 Vorteil E	<b>Lernverfahren</b>	,000	,112
4 Vorteil E	Geschlecht	,799	,000
4 Nachteil A	<b>Lernverfahren</b>	,020	,035
4 Nachteil A	Geschlecht	,034	,029
4 Nachteil B	<b>Lernverfahren</b>	,000	,159
4 Nachteil B	Geschlecht	,790	,000
4 Nachteil C	<b>Lernverfahren</b>	,296	,007
4 Nachteil C	Geschlecht	,669	,001
4 Nachteil D	Lernverfahren	,713	,001
4 Nachteil D	<b>Geschlecht</b>	,457	,004
4 Nachteil E	<b>Lernverfahren</b>	,251	,009
4 Nachteil E	Geschlecht	,310	,007
5 Retention A	<b>Lernverfahren</b>	,092	,019
5 Retention A	Geschlecht	,522	,003
5 Retention B	<b>Lernverfahren</b>	,090	,019
5 Retention B	Geschlecht	,133	,015
5 Retention C	<b>Lernverfahren</b>	,000	,107
5 Retention C	Geschlecht	,330	,006
5 Retention D	Lernverfahren	,000	,114
5 Retention D	Geschlecht	,000	,114
Fachbegriffe	<b>Lernverfahren</b>	,036	,029
Fachbegriffe	Geschlecht	,954	,000

Tabelle 18: Ergebnis der univariaten Varianzanalyse für die Nachtests „Rheinauen“

Quelle: Kisser, T.

Mit der univariaten Varianzanalyse konnte für den Bereich „Rheinauen“ in der Jahrgangsstufe 11 dem Lernverfahren ein höherer Erklärungsanteil der Varianz bei einer geringeren Signifikanz attestiert werden. Die Ergebnisse der univariaten Varianzanalyse sind in Tabelle 18 zusammengetragen. Es ist anzunehmen, dass die unabhängige Variable mit dem geringeren Signifikanzniveau und dem hö-

heren Varianzklärungsanteil statistisch gesehen wahrscheinlich für den Unterschied im Lernprozess verantwortlich ist. Auch in dieser Tabelle ist jeweils die unabhängige Variable fett markiert, die für den Lerngewinn bei den Items wahrscheinlich verantwortlich sein dürfte.

Das Lernverfahren ist bei 16 der 20 Items die dominante unabhängige Variable. Bei Item 5 Retention D kann nicht eindeutig bestimmt werden, was den Ausschlag gibt. Nur bei 3 Items ist wahrscheinlich das Geschlecht entscheidend für den Unterschied in den Lernprozessen. Die Nachhaltigkeit des Lerngewinns fällt bei Item 4 Vorteil B mit 32% (LZ) zu 42% (LP), bzw. bei Item 4 Vorteil D mit 8% (LP) zu 10% (LZ) und bei Item 4 Nachteil D mit 32% (LP) zu 41% (LZ) vergleichbar aus. Das heißt: Die Unterschiede im Lernerfolg kommen wahrscheinlich durch die Art des Lernverfahrens zustande. Da bei GPS-gestützten Lernpfaden deutlich bessere Lernerfolge erzielt wurden, kann man davon ausgehen, dass Schüler/innen einen nachhaltigeren Lernprozess erzielen, wenn sie das Thema „Umgestaltung von Flusslandschaften“ im Rahmen eines GPS-gestützten Lernpfads sinnvoller zu unterrichten ist. Die Items 2 und 4 Vorteil E, bei denen die Lernzirkelteilnehmer deutlich besser als die Lernpfadteilnehmer abschnitten, bilden aus oben dargelegten methodischen Gründen Ausnahmen.

Soweit kann aus den Ergebnis gefolgert werden, dass die **These VII B)** für den Themenkomplex Rheinauen **zu traf**: Im geschlechtsspezifischen Vergleich ist der Lernerfolg bei diesem Thema („Umgestaltung von Flusslandschaften“) ähnlich.

### 10.1.3. Bedeutung der Methodik „GPS-gestützter Lernpfad“

Insgesamt lässt sich schlussfolgern, dass das Lernverfahren und damit die Lernform bzw. im vorliegenden Fall die Arbeit mit den Lernpfaden und nicht das Geschlecht den unterschiedlichen Lerngewinn im Vergleich der Gruppen am besten erklärt. Diese Feststellung betrifft sowohl die Klassen 5, mit dem Thema „Nördlinger Ries“, als auch die Jahrgangsstufe 11 mit dem Thema „Rheinauen“. Die Nachhaltigkeit der Lernprozesse ist also vom Raumbispiel unabhängig und in beiden Fällen lernformabhängig.

Bisher ging es vor allem darum, herauszuarbeiten, wie sich die Nachhaltigkeit der Lernprozesse bei den Geschlechtern unterscheidet und welche der beiden Variablen „Geschlecht“ und „Lernverfahren“ die verantwortliche Variable für die Unterschiede zwischen den Lerngewinnen ist. Die durchgeführten univariaten Varianzanalysen konnten die Signifikanz nicht exakt berechnen, da sich zwischen den beiden Variablen „Geschlecht“ und „Lernverfahren“ deutliche Überschneidungen ergaben. Deshalb sollen nun für beide Lernverfahren weitere univariate Varianzanalysen durchgeführt werden, die sich im Gegensatz zu den vorherigen univariaten Varianzanalysen **ausschließlich mit der Variablen „Lernverfahren“** auseinandersetzen. Deshalb werden nun nur für die Variable „Lernverfahren“ die Effektgröße  $d$  und die Signifikanz für die beiden Themen „Nördlinger Ries“ und „Rheinauen“ noch einmal berechnet, um die These I, „Neurobiologische und lernpsychologische Erkenntnisse sprechen dafür, dass Schüler/innen, die einen didaktisch aufbereiteten Lernpfad zu einem Thema absolvieren, nachhaltiger Lernen als Schüler/innen, die „normalem“ Unterricht beiwohnen. Ausschlaggebend ist eine verbesserte und umfassendere Ansprache der Sinne, das höhere Interesse und die emotionale Bindung an den Ort“ endgültig verifizieren zu können und die Nullhypothese zu verwerfen.

Die **Signifikanz** gibt an, mit welcher Wahrscheinlichkeit die Nullhypothese beibehalten werden kann. Um die aufgestellte These zu verifizieren und die Nullhypothese verwerfen zu können, sollte nach

allgemeiner Übereinkunft die ermittelte Signifikanz möglichst gering sein. Man geht nämlich davon aus, dass die Nullhypothesen zu Unrecht verworfen werden. Ein Wert kleiner oder gleich 5% bzw. 0,05 gilt als signifikant, darunter liegende Werte erhöhen das Signifikanzniveau. Wird für ein Item der Wert 0,05 ermittelt, so wird die Nullhypothese mit einer Wahrscheinlichkeit von 95% zu Recht verworfen (Rost, D., 2007: S. 209 ff.). Die Signifikanz alleine ist allerdings noch kein ausreichendes Gütekriterium. Die genannten Schwellenwerte sind unbegründet gesetzt worden, werden aber allgemein so verwendet. Der berechnete Wert ist abhängig von der Stichprobengröße. Bei einer hohen Anzahl an Stichproben gelten bereits kleine Unterschiede als signifikant, bei einer geringen Anzahl an Stichproben gilt dies erst bei großen Unterschieden (Rost, D., 2007: S. 212 ff.). Aus diesem Grund wird ein weiterer Indikator hinzugezogen: Die **Effektgröße**.

Die **Effektgröße d** nach Cohen hilft, die Aussagekraft eines signifikanten Unterschiedes besser einzuschätzen. Sie wird berechnet, indem die Unterschiede der beiden Lernverfahren voneinander subtrahiert werden und anschließend durch die Standardverteilung dividiert werden. In den vorliegenden Fällen wurde jeweils der Anteil der richtigen Antworten beim Lernverfahren „Lernzirkel“ von dem Anteil der richtigen Antworten beim Lernverfahren „Lernpfad“ abgezogen. Dies führte manchmal zu negativen Werten, was aber numerisch kein Problem darstellt. Das Ergebnis wurde durch die Standardabweichung des jeweiligen Items geteilt. Zur Klassifizierung der Effektgröße werden im Allgemeinen folgende Klassen gewählt: d 0-0,2 für einen geringen Effekt, d 0,2-0,5 für einen mittleren Effekt und d 0,5-0,8 für einen hohen Effekt (Rost, D., 2007: S. 216 ff.).

Im Regelfall wird ein hoch signifikantes Item mit einem großen Effekt klassifiziert. Dann kann beispielsweise anhand dieses Items erklärt werden, wie hoch der Einfluss des Lernverfahrens auf die Nachhaltigkeit des Lernens ist und ob die Nullhypothese zu verwerfen ist.

Item	Richtig: Lernzirkel	Richtig: Lernpfad	Standard- abweichung	Signifikanz	Effektgröße d
1a Heimatort	42%	61%	0,4997	0,02 signifikant	0,380 mittel
1b Nördlinger Ries	38%	57%	0,5009	0,016 signifikant	0,379 mittel
2 Durchmesser	68%	75%	0,4424	0,267	0,158 klein
3 Riesereignis	97%	98%	0,1463	0,803	0,068 klein
4 Erhebungen	17%	32%	0,4478	0,015 signifikant	0,335 mittel
5 Kalk	14%	50%	0,4894	0 hoch signifikant	0,735 hoch
6 Suevit Farbe	86%	75%	0,4043	0,271	-0,272 mittel
7 Suevit Merkmal	46%	50%	0,4976	0,528	0,080 klein
8 Suevit Genese	52%	57%	0,4952	0,447	0,100 klein

Tabelle 19: Effektgröße und Signifikanz der Items beim Nachttest "Nördlinger Ries"

Quelle: Kisser, T.

In Tabelle 19 sind die Effektgrößen für die einzelnen Items des Nachttests „Nördlinger Ries“ aufgelistet. Die Items 1a und 1b, bei denen der Heimatort und das Nördlinger Ries in einer Karte verortet werden musste, gelten danach beide als signifikant mit einer mittleren Effektgröße. Bei den zwei anderen hier bedeutenden Items 4 und 5 mussten die Schüler/innen die Genese der Erhebungen und die Genese des Kalks an den Erhebungen erklären. Item 4 gilt ebenfalls als signifikant mit einer mittleren Effektgröße. Item 5 wird als hoch signifikant mit einer hohen Effektstärke bewertet. Blickt man zurück in Tabelle 12: Nachttest „Nördlinger Ries“: Komplexität der Aufgaben wird deutlich, dass gerade die schweren, komplexen Aufgaben als Indikatoren für die Nachhaltigkeit des Lernprozesses wert-

voll sind. An ihnen lässt sich bestens messen, wie gut das Gelernte im Gedächtnis bleibt. **Diese vier Items sind (hoch) signifikant und verfügen über eine mittlere bis hohe Effektgröße. In ihnen erzielten die Teilnehmer des Lernpfades einen deutlich nachhaltigeren Lerneffekt als die Teilnehmer des Lernzirkels.** Dies wird noch einmal an den Prozentangaben verdeutlicht.

Items	Richtig: Lernzirkel	Richtig: Lernpfad	Standard- abweichung	Signifikanz		Effektgröße d	
1 a Schlinge 1	95%	97%	0,208	0,523		0,096	klein
1 b Schlinge 2	92%	97%	0,246	0,273		0,203	mittel
1 c Schlinge 3	77%	92%	0,396	0,04	signifikant	0,379	mittel
2 Tulla	85%	47%	0,432	0	hoch signifikant	-0,880	hoch
3 Baggersee	6%	32%	0,329	0	hoch signifikant	0,790	hoch
4 Vorteil A	50%	61%	0,501	0,282		0,220	mittel
4 Vorteil B	34%	32%	0,474	0,769		-0,042	klein
4 Vorteil C	82%	87%	0,375	0,495		0,133	klein
4 Vorteil D	10%	8%	0,297	0,671		-0,067	klein
4 Vorteil E	71%	26%	0,491	0	hoch signifikant	-0,916	hoch
4 Nachteil A	50%	74%	0,498	0,012	signifikant	0,482	mittel
4 Nachteil B	33%	82%	0,499	0	hoch signifikant	0,982	hoch
4 Nachteil C	63%	49%	0,491	0,191		-0,285	mittel
4 Nachteil D	41%	32%	0,485	0,395		-0,186	klein
4 Nachteil E	6%	11%	0,246	0,242		0,203	mittel
5 Retention A	20%	26%	0,391	0,169		0,153	klein
5 Retention B	11%	21%	0,336	0,086		0,298	mittel
5 Retention C	40%	63%	0,478	0	hoch signifikant	0,481	mittel
5 Retention D	1%	8%	0,138	0,002	sehr signifikant	0,507	hoch
6 Fachbegriffe	7%	16%	0,512	0,049	signifikant	0,176	klein

Tabelle 20: Effektgröße und Signifikanz der Items beim Nachtest "Rheinauen"

Quelle: Kisser, T.

Im Falle der Nachtests für die Lernverfahren zum Thema „Rheinauen“ werden sowohl einfache, weniger komplexe als auch schwierige, komplexe Items als (hoch) signifikant mit mittlerer bzw. hoher Effektstärke klassifiziert (Vgl. Tabelle 20). Hieran wird wieder deutlich, dass der Komplexitätsindex alleine bei diesem Nachtest nicht greift. Stattdessen muss und kann man auf die Effektgrößen zurückgreifen. Dabei lässt sich auch für die „Rheinauen“ konstatieren, **dass die Teilnehmer des Lernpfades bei fast allen Items, die mindestens als signifikant mit mittlerer Effektgröße eingestuft werden, deutlich besser abschnitten.**

Dies betrifft zunächst das Item 1c mit mittlerer Signifikanz und mittlerer Effektstärke. Hier musste die dritte Altrheinschlinge eingezeichnet werden. Bei den beiden hoch signifikanten Items mit hoher Effektstärke konnten einmal die Lernzirkelteilnehmer (Item 2, Nennung Tullas) und einmal die Lernpfadteilnehmer (Item 3, Warum gibt es so viele Baggerseen?) einen deutlich nachhaltigeren Lernerfolg erzielen. Auch die Nennung des besseren Hochwasserschutzes bestehender Siedlungsflächen als



Vorteil der Rheinkorrektur wird als hoch signifikant mit hoher Effektstärke eingeschätzt. Hier erzielten die Teilnehmer des Lernzirkels ein deutlich besseres Ergebnis. Die weiteren hier bedeutsamen Items wurden aber alle von den Lernpfadteilnehmern besser repräsentiert. Die Antwort „Laufzeitverkürzung Richtung Mündung“ gilt als signifikant mit mittlerer Effektstärke. Sowohl Item 4 Nachteil b (Höherer Hochwasserscheitel), als auch die beiden Items C und D zu den Gründen für die Retention (Genereller Überflutungsschutz, Renaturierung der Rheinauen) gelten als sehr signifikant bis hoch signifikant mit mittlerer bis hoher Effektstärke. Die Sonderkategorie der Fachbegriffe gilt zwar als signifikant, allerdings mit nur einer kleinen Effektgröße.

Für beide Nachtests „Nördlinger Ries“ und „Rheinauen“ konnte gezeigt werden, dass die jeweiligen Items (hoch) signifikante Unterschiede zwischen den beiden Lernverfahren mit mittleren bis hohen Effektgrößen mit sich bringen. Dies trifft im Falle des Nachtests zum Nördlinger Ries auf 4 von 9 Items zu, im Falle des Nachtests für die Rheinauen auf 8 von 20 Items. Dabei zeigten die Teilnehmer des jeweiligen Lernpfades bei der deutlichen Mehrheit der (hoch) signifikanten Items durch mittlere bis hohe Effektgrößen einen deutlich nachhaltigeren Lernerfolg.

#### 10.1.4. Zusammenfassung der Ergebnisse

Die vorgestellten Ergebnisse wurden durch das Signifikanzniveau auf ihre statistische Qualität hin überprüft und mit dem statistischen Maß der Effektgröße belegt. Nun können zunächst die aufgestellten Thesen I, II, III, IV und VII verifiziert bzw. falsifiziert werden.

- **THESE I:** Neurobiologische und lernpsychologische Erkenntnisse sprechen dafür, dass Schüler/innen, die einen didaktisch aufbereiteten Lernpfad zu einem Thema absolvieren nachhaltiger Lernen als Schüler/innen, die „normalem“ Unterricht beiwohnen. Als ausschlaggebend werden die verbesserte und umfassendere Ansprache der Sinne, das höhere Interesse und die emotionale Bindung an den Ort angesehen.
- **THESE II:** Geschlechtsdifferenzierend ist anzunehmen, dass Schüler aufgrund eines höheren Interesses an Geographie nachhaltiger lernen als Schülerinnen.
- **THESE III:** Eine gelungene Einbindung von modernen Geomedien, in diesem Falle GPS-Geräte, fördert die Motivation der Schüler/innen und führt zu nachhaltigeren Lernerfolgen als „normaler“ Unterricht.
- **THESE IV:** Geocaches eignen sich als unterstützendes Element bei Lernpfaden zur Strukturierung und Motivation.
- **THESE VII:** Schüler zeigen im Vergleich zu Schülerinnen ein höheres Interesse für die Geographie und naturwissenschaftliche Themen. Schüler werden deshalb im Lernpfad und im Lernzirkel Nördlinger Ries deutlich nachhaltigeren Lerngewinn als Schülerinnen erzielen.  
Beim Thema Umgestaltung von Flusslandschaften werden Schülerinnen und Schülern ähnlich nachhaltigen Lerngewinn erzielen.

Innerhalb des Lernverfahrens „Nördlinger Ries“ konnten die Jungen unabhängig vom Lernverfahren einen nachhaltigeren Lernprozess erreichen als die Mädchen. Bei dem Thema „Rheinauen“ konnte ein insgesamt ähnlich nachhaltiger Lernprozess zwischen den Geschlechtern ermittelt werden, der sich aber innerhalb der Items unterscheidet. Hinzu kommt die Abhängigkeit vom Lernverfahren. **Mädchen konnten im Rahmen des Lernzirkels bessere Ergebnisse erzielen als Jungen. Für das Lernverfahren Lernpfad gilt das Gegenteil.**

Die Nullhypothesen für die Thesen I, II und VII sind somit falsifiziert. **Die Thesen I, II und VII können, folgt man den Statistikern, auf die Grundgesamtheit, also auf alle Schüler/innen der Unterstufe und der Oberstufe übertragen werden.** Sie verfügen wie die Teilnehmergruppen über dieselben Merkmale.

Daraus ist als Konsequenz die **Verifizierung der Thesen III und IV** anzunehmen: In der Tat fördern GPS-gestützte Lernpfade einen nachhaltigeren Lernprozess als normaler Unterricht (These III). Dies konnte durch die höheren nachhaltigen Lerngewinne der Lernpfadteilnehmer im Vergleich zu den Lernzirkelteilnehmern nachgewiesen werden. Damit ergibt sich auch die Feststellung, dass sich Geocaches als unterstützendes Element bei Lernpfaden zur Strukturierung und Motivation eignen (These IV).

Eine Schülerin vermutete selbst, dass sie sich im Nachhinein an die Inhalte des Lernpfades besser erinnern werde: „Ich fand die Exkursion wesentlich interessanter als Fachunterricht und vermutlich erinnere ich mich später an das Thema. Gesehene Inhalte kann ich mir besser merken als normale Infotexte“ (Ida S., Jahrgangsstufe 11).

Abschließend muss zu dem Abschneiden der Geschlechter in Abhängigkeit von den Lernverfahren Lernzirkel und Lernpfad noch ein festgestelltes Phänomen beschrieben werden. Insgesamt schnitten die Absolventen der Lernpfade mit 62% zu 51% („Nördlinger Ries“) bzw. 49% zu 44% Prozentpunkte („Rheinauen“) besser als die Teilnehmer des Lernzirkels ab. Im Themenbereich „Nördlinger Ries“ waren die weiblichen Teilnehmer beim Lernpfad mit 59% (Mädchen, LP) zu 51% (Mädchen, LZ) besser als im Lernzirkel, im Themenbereich „Rheinauen“ war der Unterschied zwischen Lernpfad und Lernzirkel nur geringfügig (Mädchen LP 46%, Mädchen LZ 45%). Die Unterschiede zwischen den weiblichen Teilnehmern sind in Abhängigkeit vom Lernverfahren also nicht zu groß. Dagegen bestehen bei den männlichen Teilnehmern größere Unterschiede in Abhängigkeit vom Lernverfahren: Die männlichen Lernpfadteilnehmer erreichten beim „Nördlinger Ries“ 64% korrekte Antworten, die männlichen Lernzirkelteilnehmer nur 51%. Beim Thema „Rheinauen“ war der Unterschied mit 53% (LP, männlich) zu 42% (LZ, männlich) ähnlich. Das heißt, **Jungen lernen auf GPS-gestützten Lernpfaden deutlich besser als bei Lernzirkeln. Mädchen profitieren zwar auch von GPS-gestützten Lernpfaden, aber nicht in demselben Ausmaß.**

## 10.2. Zur Nachhaltigkeit der Lerneffekte von Lernpfaden im Vergleich zu Lernzirkeln

Den **direkten Lernerfolg**, aber auch den didaktischen Gewinn, den die beiden Standorte „Nördlinger Ries“ und „Karlsruher Rheinauen“ einbringen, lässt sich am besten anhand der Nutzung, der Rückmeldungen und der Testergebnisse messen. Aus **Sicht der Lehrkraft** ist zu fragen, ob sich durch die geschilderten Ergebnisse Änderungen erwarten lassen. Die berufliche Belastbarkeit von Lehrkräften ist, wie bei allen Menschen und Berufsgruppen, begrenzt. Es gilt daher im Sinne der Nachhaltigkeit, die inzwischen allgemein wahrgenommene starke Belastung nicht überzustrapazieren: „Nachhaltigkeit ist ein Handlungsprinzip zur Ressourcen-Nutzung, bei dem die Bewahrung der wesentlichen Eigenschaften, der Stabilität und der natürlichen Regenerationsfähigkeit des jeweiligen Systems im Vordergrund steht.“ (Quelle: <http://de.wikipedia.org/wiki/Nachhaltigkeit>) Für die Erhaltung der seelischen und körperlichen Stabilität der Lehrkräfte und ihrer Erholungsfähigkeit steht somit eine nachhaltige Arbeitsweise im Vordergrund. Rechtfertigt der durch GPS-gestützte Lernpfade hervorgerufene

ne Lernprozess, den hohen Arbeitsaufwand, der bei ihrer Erstellung anfällt oder sind die GPS-gestützten Lernpfade gar eine Entlastung?

### *10.2.1. Die Lerneffizienz des Lernpfades „Nördlinger Ries“*

Das Nördlinger Ries ist kein klassisches Thema im Geographieunterricht der Klassenstufe 5. Die Schulbücher greifen dieses Raumbeispiel nicht auf. Die Lehrkräfte, die den Lernpfad mit ihren Klassen absolvierten, taten dies nach eigener Aussage in der Absicht, diesen Raum methodisch-didaktisch für eine fünfte Klasse aufzubereiten. Die Rückmeldungen nach dem Lernpfad waren seitens der Schüler/innen und Lehrkräfte durchweg positiv. Die Landschaft sei es wert, im Geographieunterricht behandelt und besucht zu werden und der Lernpfad sei zwar aufwändig in der Organisation, aber in sich schlüssig und angemessen für eine 5. Klasse. Man kann davon ausgehen, dass der Lernpfad-Standort „Nördlinger Ries“ durch fünfte Klassen in Zukunft nachgefragt wird, wenn die eingesetzten Materialien verfügbar gemacht werden.

Diese Erkenntnis gilt es zu nutzen. Jede Region verfügt über typische Landschaftsformen, die im Geographieunterricht der Klassenstufe 5 eingebaut werden können, um den Anforderungen des Bildungsplanes gerecht zu werden. Die dort vorhandenen Geopunkte lassen sich im Realraum aufsuchen und methodisch-didaktisch-strukturiert in einen GPS-gestützten Lernpfad einbetten. Damit kann eine Nachfrage nach regionalspezifischen GPS-gestützten Lernpfaden nicht nur materiell unterstützt, sondern auch direkt initiiert werden. Ein geographisches Schülerinteresse an der Region konnte auch Streifinger nachweisen (Streifinger, M., 2010: S. 281 f.).

Die deutlich besseren Nachtestergebnisse der Lernpfadgruppen im Vergleich zu den Lernzirkelgruppen sind ein weiteres Argument, das für den Standort „Nördlinger Ries“ spricht. Die geographischen Sachverhalte rund um die Genese des Nördlinger Ries wurden adressatengemäß aufbereitet. Neben dem Anmutungscharakter der Landschaft insgesamt und der Geopunkte im Einzelnen erreichen die Besucher des Lernpfades einen nachhaltigeren Lerneffekt im Bereich der kognitiven Kompetenzen. Der Standort wird somit als gewinnbringend eingestuft, der Lerneffekt ist nachhaltig.

### *10.2.2. Die Lerneffizienz des Lernpfades „Rheinauen“*

Die „Karlsruher Rheinauen“ als Beispiel für das Thema „Umgestaltung von Flusslandschaften“ können als fester Bestandteil des Bildungsplans und infolgedessen auch der Schulbücher für die Jahrgangsstufe 11 eingesetzt werden. Allerdings können die Lehrkräfte zwischen diesem Thema und einem anderen wählen, wenn es um Eingriffe des Menschen in die Natur geht. Die Lehrkräfte, die zur Teilnahme am Lernpfad gewonnen wurden, unterrichteten das Thema nach eigener Auskunft zum ersten Mal oder wollten erfahren, wie GPS-Geräte in den Unterricht eingebunden werden können. Sie attestierten nach Durchführung des Lernpfades den Karlsruher Rheinauen ebenfalls eine auf den Besucher motivierende Wirkung. Der Organisationsaufwand für den Besuch der Karlsruher Rheinauen war im Vergleich zu dem Besuch des Lernpfades „Nördlinger“ Ries gering, da im Gegensatz zu dort keine Führung im Naturschutzzentrum gebucht und kein Bus zur Überbrückung eines längeren Teilabschnitts eingesetzt werden musste.

Die Auswertung der Nachtests ergab für die Absolventen des Lernpfades einen insgesamt betrachtet nachhaltigeren Lernerfolg als für die Lernzirkelgruppen. Die Einschätzung der Lehrkräfte geht dahin, dass der Standort „Karlsruher Rheinauen“ „eingeschränkt gewinnbringend“ ist.

### 10.3. Die Nachhaltigkeit des Lerneffekts an selbstgestalteten GPS-gestützten Lernpfaden

Ausgehend von der konstatierten Nachhaltigkeit der Lerneffekte der beiden Lernpfade „Nördlinger Ries“ und „Rheinauen bei Karlsruhe“ sollen nun allgemein gültige Schlussfolgerungen zur Nachhaltigkeit von GPS-gestützten Lernpfaden gezogen werden. Dabei wird, basierend auf den Ergebnissen aus Kapitel 10.1 davon ausgegangen, dass die Schüler/innen durch einen GPS-gestützten Lernpfad nachhaltiger lernen. Für einen nachhaltigen Lerneffekt muss allerdings noch der Aufwand für die Lehrkraft in einem angemessenen Verhältnis zum Nutzen stehen. Das heißt, wann rechtfertigt sich der Aufwand, der für die Anlage eines GPS-gestützten Lernpfades benötigt wird?

Aus den Erfahrungen des Lernpfades „Rheinauen bei Karlsruhe“ lässt sich als Erkenntnis ableiten: Obwohl das Thema „Umgestaltung von Flusslandschaften“ in der Kollegstufe seit Jahrzehnten ein fester Ankerpunkt ist, der als Beispiel für die Eingriffe des Menschen in den Naturhaushalt gewählt werden kann, scheint der Reiz für das Ausprobieren einer neuen Herangehensweise nicht groß genug zu sein, um die Hindernisse bei der Organisation von Exkursionen zu überwinden. Weiterhin ist zu konstatieren, dass manche Lehrkräfte die GPS-gestützten Lernpfade gerne durchgeführt hätten, aber wegen einem Exkursionsverbot bis zum Abschluss der Endjahresnoten absagen mussten.

Das bedeutet für privat entwickelte Lernpfade, dass sie auf informellem Weg eine nur geringe Verbreitung erfahren und diese meist nur im direkten Umfeld des Erstellers. Im Bekanntenkreis werden sie zwar gerne angenommen, die Reichweite darüber hinaus ist jedoch eher gering. So betrachtet ist der Aufwand für die Erstellung hoch und der Nutzen gering.

Aber die Nachhaltigkeit des Lerneffekts (selbstgestalteter) Lernpfade lässt sich nicht nur mit der Nachfrage und der Anzahl der Nutzer messen. Der Einsatzwert berücksichtigt auch den nachhaltigen Lernerfolg, der nachgewiesenermaßen besser ist, als bei Unterricht im Klassenzimmer. Diese Wirkung kann durch eine Nachbereitungsphase zur Wiederholung im Unterricht weiter gesteigert werden.

Zusammenfassend lassen sich die Thesen V und VI nur differenziert beurteilen:

#### **THESE V:**

**A)** Bildungspläne und Verwaltungsordnungen fördern und fordern Exkursionen im Geographieunterricht. Die Aussagen von Studien belegen hingegen, dass Exkursionen vorzugsweise auf die Klassenstufe 5 beschränkt sind und Lehrkräfte kaum Zeit haben, Lernpfade didaktisch aufzubereiten.

**B)** Wenn Lehrkräfte dennoch einen Lernpfad anlegen, ist dies nicht nachhaltig.

Der unbestritten hohe Organisationsaufwand wird durch die gesteigerte Motivation, die erhöhte Begeisterung für das Fach und den nachhaltigeren Lernerfolg gerechtfertigt. Diese Feststellung gilt aufgrund der Nachfrage nach regionalspezifischen Lernpfaden für die Klassenstufe 5 im Nahraum der jeweiligen Schule. Für die Anlage GPS-gestützter Lernpfade, die mehr als ca. 40min. Anfahrtsweg in

Anspruch nehmen und die Jahrgangsstufe 11 betreffen, ist eine Nachhaltigkeit erst dann gegeben, wenn bereits im Vorfeld die nachfolgende Weiternutzung durch Absprache mit Kolleginnen und Kollegen sichergestellt ist.

**THESE VI:** Der Bildungsplan und die üblicherweise behandelten Themen lassen bei Einpassung in den Schuljahresplaner die Anlage von Lernpfaden nachhaltig erscheinen, da man sie regelmäßig verwenden kann und weitergeben kann.

Sowohl die eigene regelmäßige Nutzung als auch die Weitergabe der Lernpfade sind allein durch Einpassung in den Bildungsplan und den Schuljahresplan nicht gewährleistet. Dies liegt an den schulorganisatorischen Hürden, die vor jeder Exkursion stehen. Dazu kommen die sich von Schuljahr zu Schuljahr ständig ändernden Rahmenbedingungen, zum Beispiel Abiturtermine, Berufspraktika, Schüleraustausch, zu unterrichtende Klassen, geänderte Lehrerteams in den jeweiligen Klassen, u. a.

Da die didaktische Qualität bei der Anlage von GPS-gestützten Lernpfaden nicht verringert werden sollte, muss die Verbreitung von GPS-gestützten, bestehenden Lernpfaden verbessert werden, um eine höhere Effizienz zu erzielen.

#### 10.4. Kritische Reflexion über die Konzeption von (selbstgestalteten) Lernpfaden

Wie kann das Verhältnis von Aufwand zu Ertrag für GPS-gestützte Lernpfade verbessert werden? Eine Option, den Lerneffekt weiter zu verbessern, wurde mit der Nachbereitung der Erkenntnisse im Unterricht bereits aufgezeigt. Aber auch der Vorbereitungsaufwand kann optimiert werden.

Die Fachschaft Geographie einer Schule, besser noch die Geographie-Fachschaften verschiedener Schulen in regionaler Nachbarschaft, sollten sich koordinieren, um den Arbeitsaufwand angemessen auf verschiedene Schultern zu verteilen. Abhängig vom Schulprofil können Schulen mit Schwerpunkt Geographie wie das Burghardt-Gymnasium Buchen oder naturwissenschaftlichem Profil (Naturwissenschaft und Technik als praxisorientiertes, interdisziplinäres Fach), wie es in vielen Gymnasien in Baden-Württemberg vorhanden ist, die Leitung übernehmen. In einer gemeinsamen Runde könnten regionaltypische Ziele aufgelistet, verortet, und dazu denkbare Routen durchgesprochen werden. Anschließend könnten die gefundenen Geopunkte zur methodisch-didaktischen Strukturierung aufgeteilt werden. Die Erstellung der Materialien ist der wahrscheinlich arbeitsaufwändigste Schritt, da die unterschiedlichen Aufgabenstile der Lehrkräfte zusammengeführt werden müssen. Durch die gemeinsame Erarbeitung wird gleichzeitig eine hohe Nachfrage gesichert. Wer selbst Lehrmaterialien erstellt, weiß am besten, wie diese zu handhaben sind. Die Ausweisung eines „schuleigenen“ GPS-gestützten Lernpfades mit „schuleigenen“ Übungsbereichen, in denen Fachmethoden regelmäßig durchgeführt werden, ist eine Bereicherung für den Geographieunterricht und das Schulleben.

Eine andere Variante ist die Erstellung der Lernpfade durch Fachberater und Fachleiter an den Seminaren und den Regierungspräsidien. Sie sind im Rahmen eines Lehrauftrags bzw. einer Abordnung damit beauftragt, neue Lehrmaterialien zu entwerfen. Häufig geben sie diese dann in Fortbildungen und über zugangsbeschränkte Onlineplattformen der Regierungspräsidien an die Lehrkräfte weiter.

Im Idealfall verfügen die Fachleiter und Fachberater über eine Auflistung mit knapper Beschreibung der aktuell vorhandenen GPS-gestützten Lernpfade. Diese Liste kann im Internet je nach gewählter Plattform bei Bedarf von den Schulen oder der breiten Öffentlichkeit eingesehen werden. Der Auf-

wand, einen GPS-gestützten Lernpfad in der nahen Umgebung zu finden und zu durchlaufen würde auf ein vertretbares Arbeits- und Zeitniveau sinken, und das bei geringem Koordinationsaufwand der verantwortlichen Institutionen.

Lehrkräfte, Fachleiter und Fachberater können des Weiteren in einschlägigen Foren im Internet ihre erstellten Lernpfade austauschen. Es muss keine neue spezielle Börse hierfür gegründet werden. Die bereits bestehenden Plattformen wie beispielsweise:

- <http://www.zum.de/> (ZUM Internet e.V., gegründet von Lehrkräften)
- <http://www.schulportal.de/> (WP Wissensportal GmbH)
- <http://www.4teachers.de/> (4teachers GmbH)
- <http://www.unterrichtsmaterial-schule.de/> (Horst Hicke)
- [http://www.gew.de/Unterrichtsmaterialien\\_2.html](http://www.gew.de/Unterrichtsmaterialien_2.html) (Gewerkschaft Erziehung und Wissenschaft)

um nur einige zu nennen, können hierzu problemlos genutzt werden. (Alle Stand: 14.10.2013).

Es gibt auch Argumente dafür, (GPS-gestützte) Lernpfade bei schulfremden Bildungseinrichtungen anzusiedeln. Solche Bildungseinrichtungen wie beispielsweise das NAZKA sind mindestens regional gut bekannt und werden seit langem Schulklassen aller Schularten und privaten Gruppen aller Altersstufen angelaufen. Sie verfügen über die Möglichkeiten, als Multiplikatoren für GPS-gestützte Lernpfade zu fungieren. Ihre Internetpräsenz wird regelmäßig besucht und sie können durch Broschüren und Plakate neue Angebote bewerben, da sie über einen anderen organisatorischen und nicht zuletzt finanziellen Hintergrund verfügen. Zudem können die GPS-gestützten Lernpfade durch sie mitbetreut werden. Da Lernpfade häufig mit dem Besuch eines Museum oder einer Ausstellung verbunden sind, werden diese dann gerne in die Lernpfade eingebaut. In der Regel hat eine Institution ein Interesse daran, dass die Lernpfade regelmäßig durch Gruppen genutzt werden, und setzt dafür die notwendigen Ressourcen ein.

(Selbstgestaltete) GPS-gestützte Lernpfade werden mit Hilfe der vorgestellten Maßnahmen den Lerneffekt betreffend noch nachhaltiger.

## 10.5. Folgerungen für die Nutzung von vorhandenen Lernpfaden

GPS-gestützte Lernpfade sind trotz aller Vorgaben durch GPS-Koordinaten und Arbeitsblätter offene Unterrichtsformen. Hier gilt noch mehr als im Klassenzimmer die Erkenntnis, dass der Erfolg von Lernangeboten „von dem persönlichen Einverständnis jeder einzelnen Person und ihrem Willen abhängt, sich auf ein pädagogischen Ziel hin zu bewegen“ (Kaminske, V./Streifinger, M., 2012: S. 154). Um dieses Einverständnis zu erhalten, muss die leitende Person bestens über den Geocache informiert sein: Sowohl das Fachwissen, als auch die Kompetenz, ein GPS-Gerät zu bedienen und die Bedienungsweise erklären zu können, muss vorhanden sein. Nicht zuletzt muss die Person ortskundig sein, um auf möglichst viele Eventualitäten rechtzeitig und angemessen reagieren zu können. Die Berücksichtigung von Singularitäten wie versperrte Wege oder Konzentrationsstörungen durch Traktoren o. ä. gehört dazu. Im Idealfall wird der GPS-gestützte Lernpfad vorher selbst durchlaufen.

Die Lernpfade sollten nicht länger als vier Stunden in Anspruch nehmen, ansonsten ist mindestens eine längere Pause unabdingbar. Des Weiteren spielt die spielerische Komponente des Geocaches

durchaus eine Rolle, aber es muss nicht notwendigerweise ein verrätseltes Geocache sein. Eine Belohnung im Ziel wie zum Beispiel ein Kasten mit gekühlter Cola, eine Dose voll Süßigkeiten, oder ein Fundstück wie der für den GPS-gestützten Lernpfad Nördlinger Ries charakteristische Suevit vermittelt das Gefühl eines gelungenen gemeinsamen Abschlusses.

Die GPS-gestützten Lernpfade müssen sehr gut durchdacht und vorbereitet werden. Auch die Schüler/innen müssen für GPS-gestützte Lernpfade gut vorbereitet werden. So müssen die Schüler/innen, egal welchen Alters, eine eindeutige Packliste erhalten, auf der auch Stifte, Papier und eine Mappe aufgeführt sein müssen.

Im Gegensatz zum Klassenzimmer sind die Bewegungsmöglichkeiten bei Exkursionen deutlich freier. Davon profitieren soziale Aktionsformen, insbesondere Gruppenarbeitsphasen. In solchen Phasen kann der Geräuschpegel im Klassenzimmer schnell zu laut werden, um konzentriert arbeiten zu können. Da im Freien die Wände fehlen und sich die Gruppen freier im Raum verteilen können, tritt dieser Lärmefekt kaum ein.

Studien (u. a. Streifinger, M., 2010) haben gezeigt, dass die Exkursionsteilnehmer sehr wetterempfindlich sind. Das Wetter kann jedoch vom Exkursionsleiter nicht beeinflusst werden, weshalb man Orte wählt, die sich klimatisch als Exkursionsort besonders eignen. Regionalklimatische Besonderheiten wie beispielsweise die Leelage des Nördlinger Ries oder die verhältnismäßig warmen Rheinauen sind deshalb zu bevorzugen.

Abschließend gibt Tabelle 21 eine Übersicht über die aufgestellten Thesen und die Ergebnisse.

These	Anteil der richtigen Antworten in den Probandengruppen
<p><b>THESE I:</b> Neurobiologische und lernpsychologische Erkenntnisse sprechen dafür, dass <b>Schüler/innen</b>, die einen didaktisch aufbereiteten <b>Lernpfad</b> zu einem Thema absolvieren <b>nachhaltiger Lernen</b> als Schüler/innen, die „normalem“ Unterricht beiwohnen. Als ausschlaggebend werden die verbesserte und umfassendere Ansprache der Sinne, das höhere Interesse und die emotionale Bindung an den Ort angesehen.</p>	<p><b>Bestätigt:</b>  Nördlinger Ries:  62% richtig (Lernpfad)  ⇔ 51% richtig (Lernzirkel)</p> <p>Rheinauen:  49% richtig (Lernpfad)  ⇔ 44% richtig (Lernzirkel)</p>
<p><b>THESE II:</b> Geschlechtsdifferenzierend ist anzunehmen, dass <b>Schüler</b> aufgrund eines höheren Interesses an Geographie <b>nachhaltiger lernen</b> als <b>Schülerinnen</b>.</p>	<p><b>Bestätigt:</b>  Lernpfad Nördlinger Ries  64% richtig Jungen  ⇔ 59% richtig Mädchen</p> <p>Lernzirkel Nördlinger Ries  Beide 51% richtig</p> <p>Lernpfad Rheinauen:  53% richtig Jungen  ⇔ 46% richtig Mädchen</p> <p><i>Ausnahme:</i>  Lernzirkel Rheinauen:  42% richtig Jungen  ⇔ 45% richtig Mädchen</p>

<p><b>THESE III:</b> Eine gelungene Einbindung von modernen <b>Geomedien, in diesem Falle GPS-Geräte</b>, fördert die Motivation der Schüler/innen und führt zu <b>nachhaltigeren Lernerfolgen</b> als „normaler“ Unterricht.</p>	<p><b>Bestätigt:</b> Nördlinger Ries: 62% richtig (Lernpfad) ⇔ 51% richtig (Lernzirkel)</p> <p>Rheinauen: 49% richtig (Lernpfad) ⇔ 44% richtig (Lernzirkel)</p>
<p><b>THESE IV:</b> <b>Geocaches</b> eignen sich als unterstützendes Element bei Lernpfaden zur <b>Strukturierung und Motivation</b>.</p>	<p><b>Bestätigt</b></p>
<p><b>THESE V:</b> <b>A)</b> Bildungspläne und Verwaltungsordnungen fördern und fordern Exkursionen im Geographieunterricht. Die Aussagen von <b>Studien</b> belegen hingegen, dass <b>Exkursionen</b> vorzugsweise auf die <b>Klassenstufe 5 beschränkt</b> sind und Lehrkräfte kaum Zeit haben, Lernpfade didaktisch aufzubereiten. <b>B)</b> Wenn Lehrkräfte dennoch einen <b>Lernpfad</b> anlegen, ist dies <b>nicht nachhaltig</b>.</p>	<p><b>Bestätigt für Klasse 5 im Nahraum der Schule;</b> bei mehr als 40min. Anfahrtszeit und Jahrgangsstufe 11 sollte die Nutzung bereits im Vorfeld sichergestellt werden.</p>
<p><b>THESE VI:</b> Der Bildungsplan und die üblicherweise behandelten Themen lassen bei Einpassung in den Schuljahresplaner die Anlage von Lernpfaden nachhaltig erscheinen, da man sie regelmäßig verwenden kann und weitergeben kann.</p>	<p><b>Nur bedingt:</b> Nachfrage ist gering; Rahmenbedingungen sind jedes Jahr anders; Nachfrage und Nutzung sollten verbessert werden</p>
<p><b>THESE VII:</b> <b>A)</b> <b>Schüler</b> zeigen im Vergleich zu Schülerinnen ein höheres Interesse für die Geographie und naturwissenschaftliche Themen. <b>Schüler</b> werden deshalb im Lernpfad und im <b>Lernzirkel Nördlinger Ries deutlich nachhaltigeren Lerngewinn als Schülerinnen</b> erzielen.  <b>B)</b> Beim Thema <b>Umgestaltung von Flusslandschaften</b> werden <b>Schülerinnen und Schülern ähnlich nachhaltigen Lerngewinn</b> erzielen.</p>	<p><b>Bestätigt:</b> Lernpfad Nördlinger Ries 64% richtig Jungen ⇔ 59% richtig Mädchen Lernzirkel Nördlinger Ries Beide 51% richtig</p> <p>Gesamt: 61% richtig Jungen ⇔ 56% richtig Mädchen</p> <p><b>Bestätigt:</b> Lernpfad Rheinauen: 53% richtig Jungen ⇔ 46% richtig Mädchen</p> <p>Lernzirkel Rheinauen: 42% richtig Jungen ⇔ 45% richtig Mädchen</p> <p>Gesamt: 45% richtig Jungen ⇔ 46% richtig Mädchen</p>

Tabelle 21: Thesen und Ergebnisse

Quelle: Kisser, T.



## 11. Zusammenfassung

Comenius' Aussage von 1657, „Die Menschen müssen so viel wie möglich ihre Weisheit nicht aus Büchern schöpfen, sondern aus Himmel und Erde, aus Eichen und Buchen, d. h. sie müssen die Dinge selbst kennen und erforschen und nicht nur fremde Beobachtungen und Zeugnisse darüber“ fußte primär und nahezu ausschließlich auf seinen eigenen Beobachtungen und Erfahrungen (Quelle: Comenius, 1657, übersetzt durch Flitner, A., 1992: S. 122.). Heute, Jahrhunderte später, testen Exkursionsdidaktiker immer noch seine damals aufgestellte These. Aufgrund neuer Erkenntnisse, Sichtweisen, veränderter Fragestellungen, Zugangsweisen und Problemsituationen sind auch Didaktik und Methodik im steten Wandel. Die zahlreichen Musterexkursionsberichte in den Bücherregalen erfahren durch empirische Untersuchungen zur Nachhaltigkeit der Lerneffekte ihre Bestätigung (oder auch nicht). Die hier vorgestellten Ergebnisse beim Austesten von Lernpfaden mit Hilfe von GPS-Techniken stützen die in der Fachdidaktik verbreitete Meinung, Exkursionen erzielten einen nachhaltigeren Lernerfolg als Unterricht im Klassenzimmer sehr wohl. Damit ist logischerweise eigentlich ausgeschlossen, dass mancherorts auch heute noch methodisch-didaktisch aufbereitete Exkursionen mit Wandertagen (und umgekehrt) gleichgesetzt werden. Die Ergebnisse legen stattdessen nahe, die pädagogische Wirkung wie auch die fachdidaktische Bedeutung innerhalb der Lehrpläne und Bildungspläne mit entsprechenden Lernzielen und Zeitbudgets festzuschreiben. GPS-gestützte Lernpfade haben einen hohen Einsatzwert und führen deshalb, trotz ihrer aufwändigen Konstruktion, zu nachhaltigen Lerneffekten.

Anhand zweier GPS-gestützter Lernpfade („Nördlinger Ries“ und „Karlsruher Rheinauen“) sowie zweier als Kontrolle gedachter Lernzirkel zu derselben Thematik wie in den Lernpfaden, wurde nachgewiesen, dass Schülergruppen der Klassenstufe 5 bzw. der Jahrgangsstufe 11 mit diesen GPS-gestützten Lernpfaden als Lernverfahren nachhaltiger lernen. Das bedeutet, sie können auf neu Gelerntes zu einem späteren Zeitpunkt zuverlässiger zurückgreifen.

Besonders in der Klassenstufe 5 (Thema: Nördlinger Ries) waren Unterschiede in der Nachhaltigkeit deutlich erkennbar. In der Jahrgangsstufe 11 (Thema: Rheinauen) waren die Befunde weniger eindeutig. Die Lernzirkel-Absolventen wussten häufiger als die Lernpfadabsolventen, wer die Rheinkorrektur geplant hatte, dafür konnten die Lernpfad-Gruppen die Zwecke der Retentionsflächen besser wiedergeben als die Lernzirkelabsolventen. Die Ursachen für diese Situation wurden eruiert und in der Arbeit dargestellt: Abstrakte, nicht vor Ort veranschaulichbare Fakten (Tulla als bedeutende Person, verstärkte Sohlenerosion und veränderte Akkumulation) werden im „normalen Unterricht“ besser gelernt, vor Ort anschauliche und erlebbare Formen (Verlauf der Altrheinschlingen, Baggersee, Retentionsflächen) dagegen werden vor Ort effektiver gelernt.

Gleichzeitig wurde den Klassen und Kursen mit einem GPS-Gerät gezeigt, welche Funktion ein Geocache in einer thematischen Exkursion besitzen kann. Die beiden Themen „Nördlinger Ries“ und „Umgestaltung von Flusslandschaften“ wurden im Rahmen des GPS-gestützten Lernpfads methodisch-didaktisch und altersadäquat aufbereitet und entsprechend unterrichtet. Bei beiden GPS-gestützten Lernpfaden erreichten die Teilnehmergruppen einen nachhaltigeren Lernerfolg als Vergleichsgruppen in Lernzirkeln gleicher Thematik.

Bisher wurden GPS-Geräte und Geocaches in der Fachdidaktik meist nur zu Orientierungszwecken verwendet und die fachlichen Aussagen waren vernachlässigbar. Nach den vorliegenden Erkenntnissen können GPS-Geräte und Geocaches aber über die einfache Richtungsorientierung und Entfer-

nungsermittlung hinaus zur strukturierten Einbettung von Geopunkten und Landmarken in einem thematischen Gesamtkontext verwendet werden.

Befunde von Neurobiologie und Lernpsychologie zum Vorgang des Lernens wurden mehrfach bestätigt.

- 1) Schüler interessieren sich mehr als Schülerinnen für Geographie und naturwissenschaftliche Themen. Entsprechendes ist nachweisbar im geschlechtsspezifischen Vergleich beim Thema „Nördlinger Ries“, das stark naturwissenschaftlich geprägt ist. Die Nachhaltigkeit der Lernprozesse beim Thema „Umgestaltung von Flusslandschaften“ ist in beiden Geschlechtern ähnlich.
- 2) (Geographische) Phänomene sind im Gedächtnis von Schüler/innen nachhaltiger verankert, wenn sie die Phänomene mit möglichst vielen Sinnen, möglichst hoher Eigenaktivität und möglichst eindrucksvoll erfahren können. Entsprechend konnten die Teilnehmer/innen, die vor Ort lernten, ihre Erkenntnisse besser im Gedächtnis behalten.
- 3) Im Gegensatz dazu eignen sich Lernzirkel eher dafür, sich Faktenwissen („Tulla“) und eher abstrakte („Schädigung der Natur“) Sachverhalte anzueignen.
- 4) Lernarrangements müssen vom Einfachen zum Komplexen vorgehen und die Inhalte vorstrukturieren. Das heißt: Mit zunehmendem Fachwissen sind auch Aufgaben zumutbar, die Transferwissen benötigen bzw. einbinden, denn nur wer über das notwendige Fachwissen verfügt, kann die Sachverhalte strukturieren und Zusammenhänge herstellen. Die Klassenstufe 5 besitzt dieses Fachwissen (noch) nicht. Auch Schüler/innen der Klasse 11 verfügen in der Regel zu Beginn eines Lernmoduls nicht über das notwendige Fachwissen. Letztere sollten aber im Verlauf des Lernmoduls in der Lage sein, didaktisch reduzierte Sachverhalte zu begreifen und die Systematik zu durchschauen.
- 5) Das Raumerleben der Kinder und Jugendlichen in ihren unterschiedlichen Altersstufen muss bei Exkursionen berücksichtigt werden. Jüngeren Schüler/innen bis ca. 11 Jahre müssen immer wieder einen Überblick über die zurückgelegte Strecke und ihre Geopunkte erhalten, denn der Weg muss klar nachvollziehbar sein. Eine linienhafte Wegführung ist dafür am ehesten geeignet. Ab ca. 12 Jahren sind Schüler/innen zunehmend in der Lage, figurale Ordnungen nachzuvollziehen.
- 6) Bei Schüler/innen der Altersklasse 11 Jahre muss ein möglichst enger Bezug zu konkreten Gegenständen hergestellt werden. Davon ausgehend können Vermutungen, also einfache Thesen, aufgestellt werden. Ältere Schüler/innen können dagegen durchaus mit hypothetischen und abstrakten Fragestellungen konfrontiert werden. Es hat sich bewährt, zusätzlich konkrete Gegenstände einzusetzen, um auch diese mit möglichst vielen Sinnen anzusprechen und multiple Assoziationen herzustellen.

Die Tatsache, dass Jungen im Vergleich zu Mädchen im Lernverfahren schlechtere Lernergebnisse aufweisen, ist ein Nebenprodukt dieser Studie. Sowohl Mädchen als auch Jungen erfahren bei GPS-gestützten Lernpfaden nachhaltigeres Lernen. Beim Lernen in Lernzirkeln fällt der Lernerfolg von Jungen deutlich ab – im Gegensatz zu dem der Mädchen. Die Ursachen sollten in weiteren quantitativ und qualitativ angelegten Studien untersucht werden.

Die Verzahnung von Lernen vor Ort, Satellitenbildeinsatz, Diagrammen, Grafiken, Tabellen und Skizzen und Schulung der Orientierung führt bei den Schüler/innen zu einer Vielzahl von Transferleistungen und Synthesen. Anhand der Realität erfahren und artikulieren sie die Zusammenhänge zwischen den verschiedenen Themen und Geopunkten. Der Unterricht ist damit sehr nah an der Lebenswirk-

lichkeit und schult sowohl die Problemlösefähigkeit als auch die Systemkompetenz. GPS-gestützte Lernpfade können daher regelmäßig als Lernverfahren eingesetzt werden.

Die Deutsche Gesellschaft für Geographie (DGfG) hat es als Interessensverband der Geographen in der Hand, bundesweit die Durchführung von Exkursionen oder sogar GPS-gestützter Lernpfade anzumahnen. Allerdings wäre dafür eine Neuauflage der Bildungsstandards notwendig. In den einzelnen Bundesländern arbeiten Geographen in den Bildungsplankommissionen mit. Ebenfalls äußern sich Verbände zu den aktuellen Entwicklungen. Eine sinnvolle, zukunftsorientierte Bildungspolitik sollte gemeinsam mit solchen Fach- und Schulexperten sowie der Schulverwaltung Rahmenbedingungen schaffen, die die Durchführung von Exkursionen fördern. Die Erkenntnis, dass GPS-gestützte Lernpfade einen deutlich nachhaltigeren Lerneffekt in der Klassenstufe 5 erbringen, sollte unbedingt umgesetzt werden. Die verbindliche Ausweisung eines Exkursionstages pro Monat an jeder Schule könnte eine solche Option sein. Dieser monatliche Exkursionstag könnte im Wechsel mit der Geographie auch von anderen Fächern genutzt werden. Wie zu Beginn der Arbeit erläutert wurde, wirken sich die Erkenntnisse der Geographiedidaktik auch auf die Allgemeine Didaktik und die anderen Fachdidaktiken aus. GPS-gestützte Lernpfade könnten ebenso in der Biologie und Geschichte eingesetzt werden. So könnte von Klassenstufe 5 an der Unterricht nachhaltiger gestaltet werden.

Im Sinne einer geschlechtsbezogenen Bildungsgerechtigkeit sind GPS-gestützte Lernpfade von Vorteil, denn sie führen bei Mädchen und Jungen zu einem vergleichbaren, nachhaltigeren Lerngewinn.

Die Fachwissenschaft Geographie und ihre Nachbarwissenschaften profitieren auf indirektem Weg von den Erkenntnissen dieser Studie. Schüler/innen, die einen GPS-gestützten Lernpfad durchlaufen, verfügen nachgewiesenermaßen danach über eine höhere kognitive Kompetenz. Zudem haben sie geographische Fachmethoden bei der Ansprache einer Landschaft im Ganzen als auch bei der Ansprache von Details innerhalb der Landschaft kennengelernt. Teilweise haben sie vor Ort altersgemäße Untersuchungen durchgeführt. Sie können die Interpretation und die Analyse auf andere Landschaften übertragen. Die Schüler/innen verfügen damit meist nicht nur über einen höheren regional-spezifischen Kenntnisstand, sondern nehmen geographische Aspekte und geographische Problem- und Fragebereiche bewusster wahr.

Die Methode GPS-gestützter Lernpfade könnte auch als Exkursionsvariante ihren Weg in die Lehre an den Hochschulen finden. Im Sinne von Expeditionary Learning und Expeditionary Teaching könnten Bachelor- und Masterstudenten auf der einen Seite und Lehramtsstudenten auf der anderen Seite sehr wohl von dieser Methode profitieren.

Trotzdem: Im Forschungsfeld Exkursionsdidaktik liegen auch jetzt noch viele Stellen brach:

- 1) Im Falle einer weiteren Nutzung von GPS und Geocache sollte deren methodische Integration in die Exkursionsdidaktik noch deutlich enger gestaltet werden. Es gilt, einen effizienten, in der Realität umsetzbaren Weg zu finden, wie sich die Suchfunktion durch die Arbeitsaufträge vermitteln lässt. Fragen von Schüler/innen der Jahrgangsstufe 11 nach der Notwendigkeit eines GPS-Gerätes statt der Leitung von Geopunkt zu Geopunkt durch die Lehrkraft zeigen, dass ihnen der Zweck des GPS-Geräts zunächst verschlossen geblieben war.
- 2) Eine andere Weiterentwicklungsmöglichkeit stellt die Verzahnung des Unterrichts im Klassenzimmer mit dem GPS-gestützten Lernpfad dar. In dieser Studie wurde auf die sonst üblichen Phasen der Vor- und Nachbereitung verzichtet, schließlich sollte der mögliche Effekt eines GPS-gestützten Lernpfades ermittelt werden. Die Kombination aus vorbereitenden Maßnahmen, GPS-

gestütztem Lernpfad und einer Nachbereitung könnte die Nachhaltigkeit der Lernprozesse noch weiter steigern. In der Nachbereitungsphase könnte das Erlebte und Erlernete der Schulgemeinde in Form einer Diashow oder einer Postersession präsentiert werden.

- 3) Ob der Mehraufwand für einen GPS-gestützten Lernpfad sich im Vergleich zu einer Musterexkursion, wie sie beispielsweise Streifinger (Streifinger, M., 2010) durchführte, gerechtfertigt ist, ist von der Zielsetzung eines jeweiligen Unterrichts abhängig. Stehen fachinhaltliche Themen im Vordergrund, wird die Frage eher verneint. Treten methodische Fragen und Anwendungsbezug geographischer Fähigkeiten in den Vordergrund, so dürfte die Frage eher bejaht werden.
- 4) Ein verbesserter Lernprozess und ein erhöhter Lerngewinn durch methodisch-didaktisch aufbereitete Exkursionen im Vergleich zu normalem Unterricht im Klassenzimmer wurde schon durch mehrere ähnliche Studien nachgewiesen (Streifinger, M., 2010). Die Nachhaltigkeit GPS-gestützter Exkursionen ist nun auf der Basis dieser Studie ebenfalls nachweisbar.
- 5) Wenn der nachhaltige Lernprozess eines (GPS-gestützten)-Lernpfads bzw. einer Exkursion bekannt ist, ergibt sich die Frage, warum dennoch auf manche Exkursion verzichtet wird. Wesentlich bei der Beantwortung solcher Fragen dürfte sein, welchen Einfluss dabei die Aufbereitung der Materialien spielt.
- 6) Es gilt auch, die Nachtestergebnisse der Lernverfahren beim Thema „Umgestaltung von Flusslandschaften“ der Jahrgangsstufe 11 zu analysieren. Es besteht die Möglichkeit, dass die Schüler/innen der Klassenstufe 11 die Umwelt anders wahrnehmen als Schüler/innen der Klassenstufe 5.
- 7) Exkursionen gelten auch heute noch als Höhepunkte im schulischen Geographieunterricht, weil ihr fachlicher Erkenntniswert mit Praxisbezug (Organisation, Vorbereitung einerseits und Einblicke in außerschulische Situationen andererseits) sowie mit Vermittlung von Sozialkompetenz (Teambildung) verbunden ist. Diese Feststellung dürfte insbesondere auf methodisch-didaktisch aufbereitete Exkursionen und Lernpfade zutreffen, wie auch schon Streifinger zeigte. Im Sinne einer ganzheitlichen, schulischen Bildungs- und Erziehungsaufgabe liegt es im Interesse der Bildungspolitik, Exkursionen, auch mit technischer Methodik soweit wie möglich zu fördern.

Die vorliegende Arbeit versuchte Argumente zu finden, mit deren Hilfe diese Situation in der künftigen Lehrplanarbeit in positiver Weise zu Veränderungen führen könnte.

## Quellenverzeichnis

### 1.1 Zeitungen

Backnanger Kreiszeitung. 38.03.2012. 23.

Backnanger Kreiszeitung. 07.04.2012. 23.

Backnanger Wochenblatt. 25.05.2012.

FAS Frankfurter Allgemeine Sonntagszeitung. 17.06.2012. V1.

FAZ Frankfurter Allgemeine Zeitung. Der Schatz der Geocacher muss noch gehoben werden. 25.06.2012. 16.

### 1.2 Internetquellen

Abt. Gymnasium (ISB), J. Eyraier. <http://www.isb-gym8-lehrplan.de/contentserv/3.1.neu/g8.de/index.php?StoryID=26414>. 19.12.2013.

Arisleidy Stolzenberger-Ramirez. [http://www.geodz.com/deu/d/images/1295\\_hjulstroem-diagramm.png](http://www.geodz.com/deu/d/images/1295_hjulstroem-diagramm.png). 19.12.2013.

Bayerische Staatskanzlei. S. unter 1.4

Bill Arnett.

- <http://nineplanets.org/meteorites.html>
- <http://nineplanets.org/asteroids.html>. 19.12.2013.

Bonke-Baulogistik GmbH. [http://www.kiestransport.de/produktgruppen\\_kies\\_sand.htm](http://www.kiestransport.de/produktgruppen_kies_sand.htm). 22.02.2012.

Bundesamt für Naturschutz. [http://www.bfn.de/0308\\_nsg.html](http://www.bfn.de/0308_nsg.html). 19.12.2013.

Christian Gallus Verlag. <http://www.geocaching-magazin.com/>. 19.12.2013.

Deutsche Wanderjugend.

- <http://www.geocaching.de/index.php/impressum>
- <http://www.familien-wandern.de/familinflyer.pdf>. 19.12.2013.

EnBW Energie Baden-Württemberg AG. <http://www.enbw.com/philippsburg/index.html>. 19.12.2013.

Florian Freistetters. <http://scienceblogs.de/astrodicticum-simplex/2010/07/05/kometen-asteroiden-meteoroiden-meteore-und-meteorite-was-ist-der-unterschied/>. 19.12.2013.

Geopark Ries. [http://www.geopark-ries.de/index.php/de/entstehung\\_rieskrater;](http://www.geopark-ries.de/index.php/de/entstehung_rieskrater;)  
<http://www.geopark-ries.regio-city.de/>. 19.12.2013.

Gewerkschaft Erziehung und Wissenschaft. [http://www.gew.de/Unterrichtsmaterialien\\_2.html](http://www.gew.de/Unterrichtsmaterialien_2.html). 19.12.2013.

Google Inc. [www.googleearth.de](http://www.googleearth.de). 19.12.2013.

Groundspeak, I. <http://www.geocaching.com/#>. 19.12.2013.

Horst Hicke. <http://www.unterrichtsmaterial-schule.de/>. 19.12.2013.

Institut für Geowissenschaften Universität Kiel. <http://www.ifg.uni-kiel.de/Museum/html/Geologie.html>. 19.12.2013.

Kultusministerkonferenz (2005): Einheitliche Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung Geographie: [http://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen\\_beschluesse/1989/1989\\_12\\_01-EPA-Geographie.pdf](http://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/1989/1989_12_01-EPA-Geographie.pdf). 19.12.2013

Landesakademie für Fortbildung und Personalentwicklung an Schulen. Dirk Weller: <http://lehrerfortbildung-bw.de/faecher/gwg/fb1/modul1/geo/operator/> 19.12.2013

Ministerium für Finanzen und Wirtschaft Baden-Württemberg. Peter Hagen. <http://www.logistik-bw.de/Wasser.59.0.html>. 29.01.2014

Opencaching Deutschland e.V.

- <http://wiki.opencaching.de/index.php/Multicache>
- <http://www.opencaching.de/>. 19.12.2013.

Pointner & Rabeder GmbH. [www.GPS-Tour.info](http://www.GPS-Tour.info). 19.12.2013.

Regierungspräsidium Freiburg. <http://www.rp.baden-wuerttemberg.de/servlet/PB/menu/1188090/index.html>. 19.12.2013.

The Geological Society of America, I. <http://www.earthcache.org/>. 19.12.2013.

Thomas Mönkemeier. <http://forum.geoclub.de/>. 19.12.2013.

Tulla-Realschule Mannheim. <http://www.mannheimer-schulen.de/tulla/html/tulla/Korrektur.htm>. 19.12.2013.

Wikipedia. <http://de.wikipedia.org/wiki/Nachhaltigkeit>. 19.12.2013.

WP Wissensportal GmbH. <http://www.schulportal.de/>. 19.12.2013.

ZUM Internet e.V. <http://www.zum.de/>. 19.12.2013.

ZUM Internet e.V. <http://www.zum.de/Faecher/Ek/BAY/mek/mek/ek11/ries/frries.htm>. 19.12.2013.

4teachers GmbH. <http://www.4teachers.de/>. 19.12.2013.

### 1.3 Schulbücher

Knippert, U., u. a. (Hrsg., 2007). Haack Weltatlas. Atlas mit CD-ROM. Gotha.

Seydlitz - Geographie. Braunschweig. 2010.

Terra - Geographie, Gymnasium Baden-Württemberg. Stuttgart, Leipzig. 2010.

#### 1.4 Lehr- und Bildungspläne, rechtliche Grundlagen

Bayerische Staatskanzlei.

- <http://www.gesetze-bayern.de/jportal/portal/page/bsbayprod.psm1?doc.id=VVBY-VVBY000001538&st=vv&showdoccase=1&paramfromHL=true#focuspoint>
- <http://www.gesetze-bayern.de/jportal/portal/page/bsbayprod.psm1?doc.id=jlr-VerfBY1998pArt130&st=lr&showdoccase=1&paramfromHL=true#focuspoint>
- <http://www.gesetze-bayern.de/jportal/portal/page/bsbayprod.psm1?nid=a&showdoccase=1&doc.id=jlr-GymSchulOBY2007V7P4&st=lr>
- <http://www.gesetze-bayern.de/jportal/portal/page/bsbayprod.psm1?doc.id=jlr-GymSchulOBY2007V2P38&st=lr&showdoccase=1&paramfromHL=true#focuspoint>
- <http://www.gesetze-bayern.de/jportal/portal/page/bsbayprod.psm1?nid=a&showdoccase=1&doc.id=jlr-GymSchulOBY2007V7P4&st=lr>
- <http://www.gesetze-bayern.de/jportal/portal/page/bsbayprod.psm1?nid=0&showdoccase=1&doc.id=VVBY-VVBY000027881&st=vv>
- <http://www.gesetze-bayern.de/jportal/portal/page/bsbayprod.psm1?nid=0&showdoccase=1&doc.id=VVBY-VVBY000027881&st=vv>. 19.12.2013.

Eyrainer, J. (Hrsg., 2013): ISB (Abt. Gymnasium). <http://www.isb-gym8-lehrplan.de/contentserv/3.1.neu/g8.de/index.php?StoryID=26414>. 19.12.2013.

Gayer, B./Reip, S., (2009). Schul- und Beamtenrecht für die Lehramtsausbildung und Schulpraxis in Baden-Württemberg. Haan-Gruiten.

Kultusministerkonferenz (2005): Einheitliche Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung Geographie: [http://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen\\_beschluesse/1989/1989\\_12\\_01-EPA-Geographie.pdf](http://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/1989/1989_12_01-EPA-Geographie.pdf). 19.12.2013

Landesakademie für Fortbildung und Personalentwicklung an Schulen. Dirk Weller: <http://lehrerfortbildung-bw.de/faecher/gwg/fb1/modul1/geo/operator/> 19.12.2013

Philologenverband Baden-Württemberg (Hrsg.): Außerunterrichtliche Lehrveranstaltungen - Verwaltungsvorschrift vom 06.10.2002 zum Schul- und Beamtenrecht.

Philologenverband Baden-Württemberg (Hrsg., 2011). Schulgesetz für Baden-Württemberg. SchG.: Schul- und Beamtenrecht.

Schulze, R./Dörner, H., (2012). Bürgerliches Gesetzbuch. Handkommentar. Baden-Baden.

## 1.5 Fachliteratur

- Bauer, K.-O., (2012): Erlebte pädagogische Wirksamkeit. Wenn das professionelle Selbst sich seiner Effektivität erfreut. In: Bauer, K.-O./ Logemann, N., (Hrsg., 2012): Effektive Bildung. Zur Wirksamkeit und Effizienz pädagogischer Prozesse. Münster. S. 31-54.
- Bauer, K.-O./Logemann, N., (Hrsg., 2012): Effektive Bildung. Zur Wirksamkeit und Effizienz pädagogischer Prozesse. Münster.
- Birkenhauer, J., (Hrsg., 1995): Außerschulische Lernorte. HDG-Symposium Benediktbeuren 1993. Geographiedidaktische Forschungen. Nürnberg.
- Birkenhauer, J., (1995a): Außerschulische Lernorte. In: Birkenhauer, J., (Hrsg., 1995): Außerschulische Lernorte. HDG-Symposium Benediktbeuren 1993. Geographiedidaktische Forschungen. Nürnberg. S. 9-16.
- Birkenhauer, J., (1995b): Lehrpfade. In: Birkenhauer, J., (Hrsg., 1995): Außerschulische Lernorte. HDG-Symposium Benediktbeuren 1993. Geographiedidaktische Forschungen. Nürnberg. S. 75–80.
- Birkenhauer, J., (1996): Lehrpfade. Münchner Studien zur Didaktik der Geographie. München.
- Birkenhauer, J., (Hrsg., 1997): Medien. Systematik und Praxis. München.
- Birkenhauer, J. (1999): Raum- und Zeitvorstellungen bei Kindern und Jugendlichen. In: Geographie heute: Themen, Modelle, Materialien für die Unterrichtspraxis aller Schulstufen Jg. 20 (1999) H. 168. S. 42-43.
- Birkenhauer, J., (2001): Traditionslinien und Denkfiguren. Zur Ideengeschichte der sogenannten klassischen Geographie in Deutschland. Stuttgart.
- Birkenhauer, J., (2004): Wahrnehmung von Raum und Landschaft bei Kindern und Jugendlichen. In: Praxis Geographie. Jg. 34 (2004) H. 12. S. 58-60.
- Birkenhauer, J./ Kestler, F., (2006): Notwendige Vorweg-Überlegungen zur Planung und Evaluation geodidaktischer Exkursionen und von Geo-Projekten. In: Hennings, W./Kanwischer, D./ Rhode-Jüchtern, T., (Hrsg., 2006): Exkursionsdidaktik - innovativ!? Erweiterte Dokumentation des HGD-Symposiums 2005 in Bielefeld. Weingarten. S. 143-154.
- Bischof, L. M./Hochweber J./Hartig, J./ Klieme E., (2013): Schulentwicklung im Verlauf eines Jahrzehnts - Erste Ergebnisse des PISA-Schulpanels, 2013. In: Zeitschrift für Pädagogik. Beiheft - Bd. 59. Zeitschrift für Pädagogik: Beiheft. Weinheim. S. 172-199.
- Bloom, B. (Hrsg., 1976): Taxonomie von Lernzielen im kognitiven Bereich. Weinheim.
- Bortz, S./Schuster, C., (2010): Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler. Berlin. Heidelberg.
- Bräuniger, S./ Fraedrich, W., (1985): Nördlingen und Nördlinger Ries. In: Fraedrich, W., (Hrsg., 1985): Exkursionsführer Geographie. Köln. S. 205-216.
- Budke, A., Wienecke, M. (Hrsg., 2009): Exkursion selbst gemacht. Innovative Exkursionsmethoden für den Geographieunterricht. Praxis Kultur- und Sozialgeographie. Potsdam.



- Budke, A., (2009): Kompetenzentwicklung auf geographischen Exkursionen. In: Budke, A., Wienecke, M. (Hrsg., 2009): Exkursion selbst gemacht. Innovative Exkursionsmethoden für den Geographieunterricht. Praxis Kultur- und Sozialgeographie. Potsdam. S. 11-20.
- Bühl, A., (2009): PASW. Einführung in die moderne Datenanalyse. München. Boston.
- Daum, E./Hasse, J., (Hrsg., 2011): Subjektive Kartographie. Oldenburg.
- Dettweiler, U./Kugelman, C./ Streifinger, M. W., (2011): Expeditionary Learning - Unterwegs auf neuen pädagogisch-didaktischen Pfaden vom Meer bis in die Alpen. In: Deutsche Gesellschaft für Erziehung, (Hrsg., 2011): Jahrbuch "Bewegungs- und Sportpädagogik". S. 129-143.
- Dickel, M., (2006a): Zur Philosophie von Exkursionen. In: Hennings, W./Kanwischer, D./ Rhode-Jüchtern, T., (Hrsg., 2006): Exkursionsdidaktik - innovativ!? Erweiterte Dokumentation des HGD-Symposiums 2005 in Bielefeld. Weingarten. S. 31-50.
- Dickel, M., (2006b): Reisen. Zur Erkenntnistheorie, Praxis und Reflexion für die Geographiedidaktik. Berlin.
- Dickel, M., (2006c): TatOrte. Neue Raumkonzepte didaktisch inszeniert. Berlin. Münster.
- Dickel, M., (2007): Entwurf einer Reisedidaktik durch Narration und Subjektzentrierung - Forschungsdesign, Aufbau und ausgewählte Ergebnisse. In: Hochschulverband für Geographie und ihre Didaktik (Hrsg., 2007): Geographie und ihre Didaktik. Jg. 35 (2007) H. 1. S. 1-19.
- Dickel, M., (2009): Vielperspektivität und Teilnehmerzentrierung - Richtungsweiser der Exkursionsdidaktik. Münster.
- Dickel, M., (2011): Durchkreuzen und Durchqueren. Kartografie als Praxis der Selbst-Verortung auf Reisen. In: Daum, E./ Hasse, J., (Hrsg.) (2011): Subjektive Kartographie. Oldenburg. S. 87-106.
- Dickel, M./Ohl, U./ Scharvogel, M., (2011): Exkursionsrealität im Park Fiction - Gedankliche Leitfiguren für Exkursionsgestaltungen. In: Karlsruher Pädagogische Beiträge. Jg. 32 (2011):H. 77. S. 24-67.
- Dickel, M./ Scharvogel, M., (2011): Raumproduktion verstehen lernen. Auf den Spuren von Erzählungen und Imagination. Schwalbach am Taunus.
- Ebers, S./Laux, L./ Kochanek, H.-M., (1998): Vom Lehrpfad zum Erlebnispfad. Handbuch für Naturerlebnispfade. Wetzlar.
- Ehmke, T./Klieme, E./ Stanat, P., (2013): Veränderungen der Lesekompetenz von PISA 2000 nach PISA 2009. Die Rolle von Unterschieden in den Bildungswegen und in der Zusammensetzung der Schülerschaft, 2013. In: Zeitschrift für Pädagogik. Beiheft - Bd. 59. Zeitschrift für Pädagogik: Beiheft. Weinheim. S. 132-150.
- Feller, M., (2002): Auf Tour mit dem GPS-Empfänger. Das Handbuch zum Navigieren im Gelände. Stuttgart.
- Fend, H., (2006): Neue Theorie der Schule. Einführung in das Verstehen von Bildungssystemen. Wiesbaden.
- Fraedrich, W., (Hrsg., 1985): Exkursionsführer Geographie. Köln.

Fraedrich, W., (2004): Geologie im Unterricht. Ein Plädoyer für die Stärkung der Geowissenschaften in der Schule. In: Fraedrich, W., (Hrsg., 2004): "Geologie zum Anfassen". Geographie heute: Themen, Modelle, Materialien für die Unterrichtspraxis aller Schulstufen. Jg. 25 (2004) H. 218 S. 6-7.

Fraedrich, W., (Hrsg., 2004): "Geologie zum Anfassen". Geographie heute: Themen, Modelle, Materialien für die Unterrichtspraxis aller Schulstufen. Jg. 25 (2004) H. 218

Fraedrich, W., (Hrsg., 2005): Geographie vor Ort: Methoden. Geographie heute: Themen, Modelle, Materialien für die Unterrichtspraxis aller Schulstufen Jg. 26 (2005) H.231/232.

Frank, F., (1995): (Geowissenschaftliches) Museum und Erdkundeunterricht. In: Birkenhauer, J., (Hrsg., 1995): Außerschulische Lernorte. HDG-Symposium Benediktbeuren 1993. Geographiedidaktische Forschungen. Nürnberg. S. 65-74.

Frank, F., (1998): Das Geowissenschaftliche Museum als außerschulischer Lernort. Überlegungen und Untersuchungen am Beispiel des Rieskrater-Museums Nördlingen. München.

Frank, J. (2010): Aufbau von Raumorientierungskompetenz. Unterrichtsprojekt: Geocaching. München

Gallusser, W. A., (1992): Die Auen am Oberrhein. Ausmaß und Perspektiven des Landschaftswandels am südlichen und mittleren Oberrhein seit 1800: Eine umweltdidaktische Aufarbeitung = Les zones alluviales du Rhin supérieur. Basel.

Gerken, B./ Schwarz, U., (1988). Auen. Verborgene Lebensadern der Natur. Freiburg im Breisgau.

Grupp-Robl, S., (1992): Exkursionen - ja bitte! Bedeutung von Exkursionen für den Unterricht und Möglichkeiten ihrer Gestaltung. In: Zeitschrift für den Erdkundeunterricht. Jg. 44. (1992) H. 11. S. 395-397.

Haringer, C., (2004): Gesteine des Heimatraums. In: Fraedrich, W., (Hrsg., 2005): Geographie vor Ort: Methoden. Geographie heute: Themen, Modelle, Materialien für die Unterrichtspraxis aller Schulstufen Jg. 26 (2005). H.231/232. S. 8-11.

Hartong, S., (2012): Basiskompetenzen statt Bildung? Wie PISA die deutschen Schulen verändert hat. Basiskompetenzen statt Bildung? Frankfurt am Main.

Haubrich, H., (Hrsg., 1997): Geographie unterrichten lernen. Didaktik der Geographie konkret. München.

Hemmer, I., (2010): Erforschung von Schülerinteressen als wichtige fachdidaktische Aufgabe - ein Überblick über den Stand der Forschung in Geographie und Geoscience. In: Hemmer, I./ Hemmer, M., (Hrsg., 2010b): Schülerinteressen an Themen, Regionen und Arbeitsweisen des Geographieunterrichts. Weingarten. S. 27-64.

Hemmer, I./Selzer, H. M., (Hrsg., 1999): Für eine Schule der Zukunft. Dettelbach.

Hemmer, I./ Hemmer, M., (2010a): Interesse von Schülerinnen und Schülern an geowissenschaftlichen Themen und Arbeitsweisen - Zur Bedeutung der Kontexte. In: Hemmer, I./ Hemmer, M., (Hrsg., 2010b): Schülerinteressen an Themen, Regionen und Arbeitsweisen des Geographieunterrichts. Weingarten. S. 223-238.

Hemmer, I./Hemmer, M., (Hrsg., 2010b): Schülerinteressen an Themen, Regionen und Arbeitsweisen des Geographieunterrichts. Weingarten.

Hemmer, M., 1999: Aktives Lernen auf Schülerexkursionen. In: Hemmer, I./ Selzer, H. M., (Hrsg., 1999): Für eine Schule der Zukunft. Dettelbach. S. 167-172.

Hennings, W./Kanwischer, D./Rhode-Jüchtern, T., (Hrsg., 2006): Exkursionsdidaktik - innovativ!? Erweiterte Dokumentation des HGD-Symposiums 2005 in Bielefeld. Weingarten.

Heym, I., (1999): Erwartungen an den Geographieunterricht aus der Sicht der Eltern. In: Köck, H., (Hrsg., 1999): Geographieunterricht und Gesellschaft. Geographiedidaktische Forschungen. Nürnberg. S. 63-70.

Hoëcker, B., (2007): Aufzeichnungen eines Schnitzeljägers. Mit Gëocaching zurück zur Natur. Reinbek bei Hamburg.

House, E. R./McQuillan, P. J. (1998): Three Perspectives on School Reform. In: Hargreaves, A./Lieberman, A./Fulan, M./Hopkins, D. (Hrsg., 1998): International Handbook of Educational Change. Dordrecht. S. 198-214.

Hüttermann, A., (Hrsg., 2012): Räumliche Orientierung. Räumliche Orientierung, Karten und Geoinformation im Unterricht. Braunschweig.

Hüttner, R./Schmidt-Kaler, H., (1999): Meteoritenkrater Nördlinger Ries. München.

Institut für Länderkunde, (2003): Nationalatlas Bundesrepublik Deutschland. Klima, Pflanzen- und Tierwelt. Leipzig.

Jahnke, T., (2007): PISA & Co. Kritik eines Programms. Hildesheim. Berlin.

Jude, N./Hartig, J./Schipolowski, S./Böhme, K., (2013): Definiton und Messung von Lesekompetenz. PISA und Bildungsstandards, 2013. Zeitschrift für Pädagogik. Beiheft - Bd. 59. Zeitschrift für Pädagogik: Beiheft. Weinheim. S. 200-228.

Kaminske, V., (1993a): Die Stufung geographischer Inhalte nach ihrer Komplexität - ein Operationalisierungsansatz. In: Hochschulverband für Geographie und ihre Didaktik (Hrsg., 1993): Geographie und ihre Didaktik. Jg. 21. (1993) H. 4. S. 198-216.

Kaminske, V., (1993b): Überlegungen und Untersuchungen zur Komplexität von Begriffen im Erdkundeunterricht. Eine Aufgabe besonderer Wichtigkeit für die Geographiedidaktik. Münchner Universitätsschriften. München.

Kaminske, V., (1994): Präsentation einer geowissenschaftlichen Schausammlung. Nutzwertermittlung und Optimierungs-Vorschläge am Beispiel des Staatlichen Naturkundemuseums Karlsruhe. In: Geographie und Schule. Jg. 16. (1994) H. 87. S. 37-42.

Kaminske, V., (2000): Zur Komplexität geographischer Unterrichtsthemen. Beispiele und Analyse Kriterien. Perthes pädagogische Reihe. Gotha.

Kaminske, V., (2011): Die räumliche Wahrnehmung. Darmstadt.

- Kaminske, V./Schneider, F., (2001): "Außerschulische Lernorte" an der eigenen Schule. Identifikationsmöglichkeiten mit Schule und dem Fach Geographie. In: Hochschulverband für Geographie und ihre Didaktik (Hrsg., 2001): Geographie und ihre Didaktik. (2001). Jg. 29. (2001) H. 2. S. 57-73.
- Karthe, D./ Wildhage, J. J. Reeh T., (2012): Umweltbildung an außerschulischen Lernorten: Erfahrungen aus einem Oberstufenprojekt zur Untersuchung urbaner Gewässer. In: Hochschulverband für Geographie und ihre Didaktik (Hrsg., 2012): Geographie und ihre Didaktik. Jg. 40 (2012) H. 2. S. 69-93.
- Kemna, P., (2012): Effektive Lehrer-Schüler-Beziehung: Empirische Analyse eines Konstrukts. In: Bauer, K.-O./ Logemann, N., (Hrsg., 2012): Effektive Bildung. Zur Wirksamkeit und Effizienz pädagogischer Prozesse. Münster. S. 77-100.
- Kestler, F., (Hrsg., 2002): Einführung in die Didaktik des Geographieunterrichts. Bad Heilbrunn.
- Kestler, F., (2006): Didaktische Konzeptionen von Exkursionen. In: Rosendahl, W./ Junker, B. Megerle A. Vogt J., (Hrsg., 2006): Geotope - Bausteine der Regionalentwicklung. 10. Internationale Jahrestagung der Fachsektion GeoTop der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften, 23.-26. Mai 2006 in Ulm. Schriftenreihe der Deutschen Geseöllschaft für Geowissenschaften. Hannover. S. 67-70.
- Kestler, F., (2011a): Evaluierung von Exkursionsstandorten. Methodik und Ergebnisse aus einer empirischen Studie zur Didaktik geowissenschaftlicher Exkursionen. In: Geographie und Schule. Jg. 33. (2011) H. 190. S. 44-49.
- Kestler, F., (2011b): Offener Unterricht an Außenlernorten: das Beispiel Isar-Renaturierung in München. In: Praxis Geographie. Jg. 41 (2011) H. 2. S. 44-46.
- Kirch, P., (1999): Vom Kopf auf die Füße. Belebung des Faches Geographie durch Lernen vor Ort. In: Praxis Geographie. Jg. 29. (1999) H. 1. S. 4-5.
- Kirchberg, G., (1997a): Entwicklung des räumlichen Denkens. In: Haubrich, H., (Hrsg., 1997). Geographie unterrichten lernen. Didaktik der Geographie konkret. München. S. 70-73.
- Kirchberg, G., (1997b): Räumliche Vorstellungsbilder. In: Haubrich, H., (Hrsg., 1997): Geographie unterrichten lernen. Didaktik der Geographie konkret. München. S. 78-79.
- Klein, M., (2010): Exkursionsdidaktik. Eine Arbeitshilfe für Lehrer, Studenten und Dozenten. Baltmannsweiler.
- Klieme, E./Artelt, C./Hartig, J./Jude, N./Köller, O./Prenzel, M./Schneider, W./Stanat, P., (2010): PISA 2009. Bilanz nach einem Jahrzehnt. Münster. New York. München. Berlin.
- Köck, H., (1993): Raumbezogene Schlüsselqualifikationen - Der fachimmanente Beitrag des Geographieunterrichts zum Lebensalltag des Einzelnen und Funktionieren in der Gesellschaft. In: Geographie und Schule. Jg. 15. (1993) H. 84. S. 14-22.
- Köck, H., (1994): Legitimatorischer und funktionaler Rahmen der Neuen Technologien im Fach Geographie. In: Geographie und Schule. Jg. 16. (1994) H. 88. S. 30-34.
- Köck, H., (1996): Das Bild der Öffentlichkeit vom Geographieunterricht. In: Praxis Geographie. Hg. 26. (1996) H. 12. S. 38-43.

Köck, H., (1997): Zum Bild des Geographieunterrichts in der Öffentlichkeit. Eine empirische Untersuchung in den alten Bundesländern. Gotha.

Köck, H., (1999): Geographieunterricht und Gesellschaft. Geographiedidaktische Forschungen. Nürnberg.

Krapp, A., (2010): Die Bedeutung von Interessen für die Lernmotivaion und das schulische Lernen - eine Einführung. In: Hemmer, I./ Hemmer, M., (Hrsg., 2010): Schülerinteressen an Themen, Regionen und Arbeitsweisen des Geographieunterrichts. Weingarten. S. 9-26.

Kremb, K., (2001): Geoöko-Agenda I: Agenda-Lehrpfade. In: Geoöko. Vol. 22 (2001). S. 223-226.

Kremb, K., (2002): Geoöko-Agenda II: Geoökologische Lehrpfade. In: Geoöko. Vol. 23 (2002). S. 119-123.

Kremb, K., (2003a): Lehrpfade. Institut für Länderkunde, 2003. Nationalatlas Bundesrepublik Deutschland. Klima, Pflanzen- und Tierwelt. Leipzig.

Kremb, K., (2003b): Lehrpfade - geographisches Medium im Wartestand. In: Praxis Geographie. Jg. 33 (2003) H. 1. S. 4-7.

Kroß, E., (1991): Außerschulisches Lernen und Erdkundeunterricht. In: Kroß, E. (Hrsg., 1991): Geographie heute: Themen, Modelle, Materialien für die Unterrichtspraxis aller Schulstufen. Jg. 20 (1991). H. 88. S. 4-11.

Kutter, S./Späth, V., (1993): Rheinauen. Bedrohtes Paradies am Oberrhein. Karlsruhe.

Lang, C./Stark, W., (2000): Schritt für Schritt NaturErLeben, Ein Wegweiser zur Einrichtung moderner Lehrpfade und Erlebniswege. Wien.

Lange, V., (2011): GPS-gestützte Lernpfade als neue Form des außerschulischen Lernens. In: Schulgeographie in Baden-Württemberg. (2011) H. 62. S. 12-14.

Lichter, G., (2003): Versteinerungen. Stuttgart.

Lößner, M., (2011): Exkursionsdidaktik in Theorie und Praxis. Forschungsergebnisse und Strategien zur Überwindung von hemmenden Faktoren. Geographiedidaktische Forschungen. Weingarten.

Matter, M., (2011): Der Strom macht Strom - Der Rhein als Energieachse. In: Rahe, J./Stieghorst, M./Weber, U., (Hrsg., 2011): Handbuch Rhein. Darmstadt. S. 58-67.

Mayr, H./ Höck, F., (2006): Fossilien. Über 500 Versteinerungen. München.

Messmer, K./Niederhäusern, R. von/Rempfler, A./Wilhelm, M., (2011): Ausserschulische Lernorte - Positionen aus Geographie, Geschichte und Naturwissenschaft. Wien.

Messmer, K./Rempfler, A./ Wilhelm, M., (2011): Lehren und Lernen an Ausserschulischen Lernorten - 10 Thesen. In: Messmer, K./Niederhäusern, R. von/Rempfler, A./ Wilhelm, M., (Hrsg., 2011): Auserschulische Lernorte - Positionen aus Geographie, Geschichte und Naturwissenschaft. Wien. S. 135-151.

Meyer, C., 1997. Exkursionen. In: Haubrich, H., (Hrsg., 1997): *Geographie unterrichten lernen. Didaktik der Geographie konkret*. München. S. 134-135.

Müller, M., (2009): *Meteoriteneinschläge auf der Erde. Fachliche Konzepte, Schülerperspektive und didaktische Umsetzung*. Geographiedidaktische Forschungen. Weingarten.

Naumann, J. C./Schneider W./Stanat, P., (2010): Lesekompetenz von PISA 2000 bis PISA 2009. In: Klieme, E./Artelt, C./Hartig, J./Jude, N./Köller, O./Prenzel, M./Schneider, W./ Stanat, P., (Hrsg., 2010): *PISA 2009. Bilanz nach einem Jahrzehnt*. Münster, New York, NY, München, Berlin. S. 23-72.

Neeb, K. (2010): *Exkursionen zwischen Instruktion und Konstruktion. Potenzial und Grenzen einer kognitivistischen und konstruktivistischen Exkursionsdidaktik für die Schule*. [http://geb.uni-giessen.de/geb/volltexte/2010/7710/pdf/NeebKerstin\\_2010\\_07\\_07.pdf](http://geb.uni-giessen.de/geb/volltexte/2010/7710/pdf/NeebKerstin_2010_07_07.pdf). 19.12.2013.

Neeb, K., (2011): *Geographische Exkursionen im Fokus empirischer Forschung. Analyse von Lernprozessen und Lernqualitäten und konstruktivistisch konzeptionierter Schülerexkursion*. Weingarten.

O'Hara, K., (2008): *Understanding Geocaching Practices and Motivations*. In: *Proceedings of the twenty-sixth annual SIGCHI conference on Human factors in computing systems (CHI'08)*. New York. S. 1177-1186.

Piaget, J./ Inhelder, B., (1998): *Die Psychologie des Kindes*. München.

Preisler, G./Rinschede, G./Sturm, W./ Vossen, J., (1996): *Schülerexkursionen im Erdkundeunterricht I. Regensburger Beiträge zur Didaktik der Geographie*. Regensburg.

Preisler, G./Rinschede, G./Sturm, W./ Vossen, J., (1997): *Schülerexkursionen im Erdkundeunterricht II. Regensburger Beiträge zur Didaktik der Geographie*. Regensburg.

Rahe, J./Stieghorst, M./Weber, U., (Hrsg., 2011): *Handbuch Rhein*. Darmstadt.

Raithel, J., (2006). *Quantitative Forschung. Ein Praxiskurs. Lehrbuch*. Wiesbaden.

Richter, A. E., (2011): *Handbuch des Fossiliensammlers. Ein Wegweiser für die Praxis mit über 1300 Fossilien*. Stuttgart.

Rinschede, G., (1997): *Schülerexkursionen im Erdkundeunterricht - Ergebnisse einer empirischen Erhebung bei Lehrern und Stellung der Exkursion in der fachdidaktischen Ausbildung*. In: Preisler, G./Rinschede, G./Sturm, W./ Vossen, J., (Hrsg., 1997): *Regensburger Beiträge zur Didaktik der Geographie*. Regensburg. S. 7-80.

Rinschede, G., (1995): *Schülerexkursionen in der Heimat- und Sachkunde und im Erdkundeunterricht - Ergebnisse einer Umfrage an bayerischen Schulen*. In: Birkenhauer, J., (Hrsg., 1995): *Außerschulische Lernorte. HDG-Symposium Benediktbeuren 1993*. Geographiedidaktische Forschungen. Nürnberg. S. 93-110.

Rinschede, G., (2003): *Geographiedidaktik*. Paderborn. München. Wien. Zürich.

Rosendahl, W./Junker, B. Megerle A. Vogt J., (2006): *Geotope - Bausteine der Regionalentwicklung*. 10. Internationale Jahrestagung der Fachsektion GeoTop der Deutschen Gesellschaft für Geowissen-

schaften, 23.-26. Mai 2006 in Ulm. Schriftenreihe der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften. Hannover.

Rost, D. H., (2007): Interpretation und Bewertung pädagogisch-psychologischer Studien. Eine Einführung. Weinheim.

Rump, C./Janssen, J./ Lottmann, R., (1995): Erlebnispfade statt Lehrpfade. Eine Positionsbestimmung in den 90ern. Bremen.

Schallhorn, E., (Hrsg., 2004): Erdkunde-Didaktik. Praxishandbuch für die Sekundarstufe I und II. Berlin.

Schallhorn, E., (2004): PISA-Studie und Methoden im Geographieunterricht. In: Schallhorn, E., (Hrsg., 2004): Erdkunde-Didaktik. Praxishandbuch für die Sekundarstufe I und II. Berlin. S. 155-62.

Schmidt, B./ Tippelt, R., (2004): Multimediale Lernangebote und ihre Eignung für Jugendliche. In: Tully, C. J., (Hrsg., 2004): Verändertes Lernen in modernen technisierten Welten. Organisierter und informeller Kompetenzerwerb Jugendlicher. Wiesbaden. S. 87-106.

Schockemöhle, J., (2009): Außerschulisches regionales Lernen als Bildungsstrategien für eine nachhaltige Entwicklung. Entwicklung und Evaluierung des Konzepts "Regionales Lernen 21+". Weingarten.

Schwarz, A., (1995): Auswertung einer Umfrage über Schülerexkursionen im Erdkundeunterricht an Gymnasien. In: Geographie und Schule. Jg. 17 (1995) H. 93. S. 35-43.

Smit, J./Weber, U., (2011): Auen. In: Rahe, J./Stieghorst, M./ Weber, U., (Hrsg., 2011): Handbuch Rhein. Darmstadt. S. 29-32.

Spitzer, M., (2006): Vorsicht Bildschirm! Elektronische Medien, Gehirnentwicklung, Gesundheit und Gesellschaft. München.

Spitzer, M., (2012): Digitale Demenz. Wie wir uns und unsere Kinder um den Verstand bringen. München.

Stichmann, W., (2009): Der große Kosmos-Naturführer Tiere und Pflanzen. Stuttgart.

Stieghorst, M., (2011a): Wanderfische/Fischpässe. In: Rahe, J./Stieghorst, M./ Weber, U., (Hrsg., 2011): Handbuch Rhein. Darmstadt. S. 39-42.

Stieghorst, M., (2011b): Der Ausbau des Oberrheins. In: Rahe, J./Stieghorst, M./ Weber, U., (Hrsg., 2011): Handbuch Rhein. Darmstadt. S. 80-91.

Stieghorst, M., (2011c): Kies am Oberrhein. In: Rahe, J./Stieghorst, M./ Weber, U., (Hrsg., 2011): Handbuch Rhein. Darmstadt. S. 98-101.

Stieghorst, M., (2011d): Das Zusammenspiel von Rheinwasser und Grundwasser am Oberrhein. In: Rahe, J./Stieghorst, M./ Weber, U., (Hrsg., 2011): Handbuch Rhein. Darmstadt. S. 126-130.

Stieghorst, M., (2011e): Flusssohle in Bewegung. In: Rahe, J./Stieghorst, M./ Weber, U., (Hrsg., 2011): Handbuch Rhein. Darmstadt. S. 136-145.

- Stieghorst, M., (2011f): Hochwasserrückhaltung auf zweierlei Weise. In: Rahe, J./Stieghorst, M./ Weber, U., (Hrsg., 2011): Handbuch Rhein. Darmstadt. S. 180-186.
- Stieghorst, M./Weber, U., (2011): Biotopvernetzung. In: Rahe, J./Stieghorst, M./ Weber, U., (Hrsg., 2011): Handbuch Rhein. Darmstadt. S. 33-38.
- Stieghorst, M./Wendel, G., (2011): Hochwasser und Hochwasserretention. In: Rahe, J./Stieghorst, M./ Weber, U., (Hrsg., 2011): Handbuch Rhein. Darmstadt. S. 167-179.
- Stonjek, D., (1997): Satellitenbilder. In: Birkenhauer, J., (Hrsg., 1997): Medien. Systematik und Praxis. München. S. 99-103.
- Streifinger, M. W., (2010): Praxisbeispiel einer glazialmorphologischen Mittenwald-Exkursion. Empirische Untersuchung zur Exkursionsdidaktik. [http://www.geographie.uni-muenchen.de/departement/admin/publikation/dateien/978-3-8381-1966-3\\_Cover.pdf](http://www.geographie.uni-muenchen.de/departement/admin/publikation/dateien/978-3-8381-1966-3_Cover.pdf). 19.12.2013.
- Tully, C. J., (2004a): Nutzung jenseits systematischer Aneignung. Informalisierung und Kontextualisierung. In: Tully, C. J., (Hrsg., 2004b): Verändertes Lernen in modernen technisierten Welten. Organisierter und informeller Kompetenzerwerb Jugendlicher. Wiesbaden. S. 7-56.
- Tully, C. J., (2004b): Verändertes Lernen in modernen technisierten Welten. Organisierter und informeller Kompetenzerwerb Jugendlicher. Wiesbaden.
- van Gieth, H.-J. der, (2004): Lernzirkel - die neue Form des Unterrichts. Eine Einführung. Kempen.
- Vieregg, H./Schmeer-Sturm, M.-L./Thinnessen-Demel, J./Ulbricht, K. (Hrsg., 1994): Museumspädagogik in neuer Sicht. Erwachsenenbildung im Museum. Bd. I: Grundlagen - Museumstypen - Museologie. Baltmannsweiler.
- Weber, U., (2011a): Rheinlandschaften. In: Rahe, J./Stieghorst, M./ Weber, U., (Hrsg., 2011): Handbuch Rhein. Darmstadt. S. 25-28.
- Weber, U., (2011b): Zentralkommission und Schifffahrtsbehörden. In: Rahe, J./Stieghorst, M./ Weber, U., (Hrsg., 2011): Handbuch Rhein. Darmstadt. S. 75-79.
- Weber, U., (2011c): Trinkwasser. In: Rahe, J./Stieghorst, M./ Weber, U., (Hrsg., 2011): Handbuch Rhein. Darmstadt. S. 92-97.
- Weber, U., (2011d): Wasserrahmenrichtlinie. In: Rahe, J./Stieghorst, M./ Weber, U., (Hrsg., 2011): Handbuch Rhein. Darmstadt. S. 123-125.
- Wendel, G., (2011): Zukunft der Altarme. In: Rahe, J./Stieghorst, M./ Weber, U., (Hrsg., 2011): Handbuch Rhein. Darmstadt. S. 151-153.
- Wieczorek, U., (1995): Didaktische Probleme bei der Gestaltung von Schülerexkursionen. In: Birkenhauer, J., (Hrsg., 1995): Außerschulische Lernorte. HDG-Symposium Benediktbeuren 1993. Geographiedidaktische Forschungen. Nürnberg. S. 111-126.
- Wilhelm, M./Messmer, K./ Rempfler, A., (2011): Ausserschulische Lernorte - Chance und Herausforderung. In: Messmer, K./Niederhäusern, R. von/Rempfler, A./ Wilhelm, M., (Hrsg., 2011): Ausserschulische Lernorte - Positionen aus Geographie, Geschichte und Naturwissenschaft. Wien. S. 8-24.



Zaretzki, M., (1995): Erfahrungen mit Schülerexkursionen. In: Birkenhauer, J., (Hrsg., 1995): Außer-schulische Lernorte. HDG-Symposium Benediktbeuren 1993. Geographiedidaktische Forschungen. Nürnberg. S. 127-130.

## 12. Anhang

### 12.1. Anschreiben an die Geographie-Fachschaften

Thomas Kisser

██████████

74182 Obersulm

Mobil: 0172 ██████████

Email: ██████████@gmx.de

Sehr geehrte Kolleginnen und Kollegen,

mein Name ist Thomas Kisser und ich unterrichte Geographie am Evangelischen Paul-Distelbarth Gymnasium Obersulm. Nebenher promoviere ich bei Herrn Prof. Dr. Kaminske (Seminar Karlsruhe). Im Rahmen meines Dissertationsvorhabens vergleiche ich die Nachhaltigkeit des Lernerfolgs von Lernpfaden mit der Nachhaltigkeit des Lernerfolgs von „normalem Unterricht“.

Ich würde mich freuen, wenn Sie sich mit einer oder mehreren 5. Klassen im kommenden Schuljahr 2012/2013 beteiligen würden. Es handelt sich um das Thema „Nördlinger Ries“. Das Nördlinger Ries wird als landschaftliche Sonderform der Schwäbischen Alb behandelt.

Zum Einen besteht die Möglichkeit, eine fertig ausgearbeitete ganztägige Exkursion ins Nördlinger Ries durchzuführen (nähere Informationen zum Lernpfad s. Anhang). Die 5. Klassen an meiner Schule waren von der Exkursion, auch wenn die Wanderung anstrengend war, sehr angetan. Das geographische Denken und die Beliebtheit des Faches konnten verbessert werden.

Zum Anderen können Sie einen fertig ausgearbeiteten Lernzirkel durchführen lassen. Ich werde diesen Lernzirkel kommenden Schuljahr durchführen und gehe davon aus, dass uns allen die entspannte und ruhige Arbeitsatmosphäre im hektischen Schulalltag gut tun wird.

Beide Varianten handeln das Thema komplett ab.

Falls Sie Kolleginnen / Kollegen haben, die das Thema ebenfalls per Lernpfad / Lernzirkel behandeln möchten, oder einfach aus Interesse teilnehmen möchten, können Sie mir gerne die Kontaktdaten zukommen lassen.

Über eine kurze Antwort würde ich mich freuen, auch wenn Sie nicht teilnehmen werden.

Vielen Dank und beste Grüße,

Thomas Kisser

### Ablauf und Stationen im Einzelnen:

- Vorbereitung (im Unterricht / während der Anreise): Keine Vorbereitung notwendig
  - Station 1: Führung im Rieskratermuseum, Dauer: 1,5h
  - Station 2: Aussicht vom Daniel-Turm
  - Station 3: Hexenfelsen / Galgenberg
  - Station 4: Adlersberg
  - Station 5: Reimlinger Berg
  - Station 6: Aussicht bei Herkheim
  - Station 7: Ofnethöhlen im Riegelberg
  - Station 8: Steinbruch Alte Bürg
- 3 Wochen später: 20min. anonymer Nachttest

### Ablauf des Geocache

Die Schüler/innen bearbeiten die einzelnen Stationen in Gruppenarbeit (je nach Klassengröße 3er- bzw. 4er-Gruppen). Jede Gruppe übernimmt einmal die Führung der Klasse vom Ausgangspunkt zur nächsten Station. Dabei erhält die jeweilige Gruppe die Koordinaten des Ausgangspunktes und die Koordinaten der anzulaufenden Station. An den Stationen erhalten die Schüler/innen Arbeitsaufträge, die es zu bearbeiten gilt. Das Geocache sollte zu Fuß innerhalb eines Tages komplett zu bewältigen sein – allerdings sollte nicht getrödeln werden.

Die Schüler/innen der Klassenstufe 5 erhalten im Rieskratermuseum wichtige Informationen zum Meteoriteneinschlag und zur Landschaftsgenese. Die deskriptive Vorgehensweise erlaubt ihnen, in der Landschaft das Erfahrene zu erkennen und ihre Erkenntnisse selbst zu formulieren. Dies betrifft die Landschaftsgenese, die Landschaftsform und deren Auswirkungen.

Zu Beginn werden Karten- und Satellitenbildausschnitte des Gebiets ausgeteilt, damit die Landschaft in Kartenformat vor Augen ist und der Lernpfad nachvollzogen werden kann.

Die Stationen sind in Form von GPS-Koordinaten vorgegeben und von den Schüler/innen in einer vorgegebenen Reihenfolge selbständig anzusteuern. Die Begleitperson begleitet, hilft und schreitet notfalls ein. Dies betrifft vor allem die Routenplanung und das Formulieren der Antworten auf die Aufgaben.

3 Wochen später findet ein anonymer Nachttest statt (20min.), der von mir ausgewertet wird.

Thomas Kisser  
[REDACTED]  
74182 Obersulm  
Mobil: 0172 [REDACTED]  
Email: [REDACTED]@gmx.de

Sehr geehrte Kolleginnen und Kollegen,

mein Name ist Thomas Kisser und ich unterrichte Geographie am Evangelischen Paul-Distelbarth Gymnasium Obersulm. Nebenher promoviere ich bei Herrn Prof. Dr. Kaminske, den Sie sicher vom Seminar Karlsruhe kennen. im Rahmen meines Dissertationsvorhabens vergleiche ich die Nachhaltigkeit des Lernerfolgs von Lernpfaden mit der Nachhaltigkeit des Lernerfolgs von „normalem Unterricht“.

Ich würde mich freuen, wenn Sie sich mit den 2-stündigen Geographiekursen der Stufe 11 / J1 im Sommerhalbjahr 2013 beteiligen würden. Es handelt sich um das Thema „Umgestaltung von Flusslandschaften“.

Zum Einen besteht die Möglichkeit, eine fertig ausgearbeitete halbtägige Exkursion in den Rheinauen im Rappenwörth durchzuführen (nähere Informationen zum Lernpfad s. Anhang). Mein erster Kurs war von dem Lernpfad sehr angetan und wir haben uns durch die kompakte Abhandlung des Themas wertvolle Zeit im knappen Sommerhalbjahr gespart.

Zum Anderen können Sie einen fertig ausgearbeiteten Lernzirkel durchführen lassen. Mein zweiter Kurs war zugegebenermaßen etwas neidisch auf den ersten, aber uns allen hat die entspannte und ruhige Arbeitsatmosphäre im hektischen Schulalltag gut getan.

Beide Varianten handeln das Thema komplett ab.

Falls Sie Kolleginnen / Kollegen haben, die das Thema ebenfalls per Lernpfad / Lernzirkel behandeln möchten, oder einfach aus Interesse teilnehmen möchten, können Sie mir gerne die Kontaktdaten zukommen lassen.

Über eine kurze Antwort würde ich mich freuen, auch wenn Sie nicht teilnehmen werden.

Vielen Dank und beste Grüße,

Thomas Kisser

### Ablauf und Stationen im Einzelnen:

- Vorbereitung (im Unterricht / während der Anreise): ca. 15min. (vorbereitende ABs)
  - Station 1: Ablaufen der Federbachschlaufe inklusive Gang auf das Hochgestade
  - Station 2: An Feld mit vielen Steinen und einem Baggersee vorbei zum Fritschlachweg
  - Station 3: Den Fritschlachweg entlang. Hier sind die meisten Aufgaben zu lösen.
  - Station 4: An den Saumseen entlang zum Naturschutzzentrum Karlsruhe „NAZKA“
  - Station 5: NAZ Rappenwört: Überprüfung der Ergebnisse und arbeitsteilige Erarbeitungsphase innerhalb von ca. 1h.
    - ➔ Die Stationen 4 und 5 können auch getauscht werden, falls es organisatorisch sinnvoll erscheint. Allerdings hat das NAZKA nur nachmittags auf!
- 3 Wochen später: 20min. anonymer Nachttest

### Ablauf des Geocache

Die Schüler/innen bearbeiten die einzelnen Stationen in Gruppenarbeit (je nach Klassengröße 3er- bzw. 4er-Gruppen). Jede Gruppe übernimmt einmal die Führung der Klasse vom Ausgangspunkt zur nächsten Station. Dabei erhält die jeweilige Gruppe die Koordinaten des Ausgangspunktes und die Koordinaten der anzulauenden Station. An den Stationen erhalten die Schüler/innen Arbeitsaufträge, die es zu bearbeiten gilt. Das Geocache sollte zu Fuß innerhalb von ca. 5 Stunden komplett zu bewältigen sein.

Die Schüler/innen der Klassenstufe 11 erkunden die Stationen des Lernpfades mit Hilfe von Aufgaben und Fragen. Sie erstellen dabei Thesen, die die Form und Umgestaltung der Landschaft, sowie den Zweck der Landschaftsumgestaltung und ihre Auswirkungen erklären können.

Zu Beginn werden Karten- und Satellitenbildausschnitte des Gebiets ausgeteilt, damit der Verlauf des Rheins und die Formen der Seen, Altrheinarmee und Flüsse noch anschaulicher werden.

Die Stationen sind in Form von GPS-Koordinaten vorgegeben und von den Schüler/innen in einer vorgegebenen Reihenfolge selbständig anzusteuern. Die Begleitperson begleitet, hilft und schreitet notfalls ein. Dies betrifft vor allem die Routenplanung und das Aufstellen und Begründen der Thesen.

3 Wochen später findet ein anonymer Nachttest statt (20min.), der von mir ausgewertet wird.

## 12.2. Informationen für die durchführenden Lehrkräfte – Nördlinger Ries

### Ablauf der Exkursion:

Der Bus setzt die Klasse am Parkplatz Kaiserwiese (am Rieskratermuseum) ab. Die Klasse wird in 8 (7) Gruppen eingeteilt. Bei acht Gruppen führt die erste Gruppe die Klasse zum Rieskratermuseum (Station 1). Jede Gruppe übernimmt einmal die Führung der Klasse vom Ausgangspunkt zur nächsten Station. Dabei erhält die jeweilige Gruppe die Koordinaten des Ausgangspunktes und die Koordinaten der anzulaufenden Station. An den Stationen 1-8 erhalten die Schüler/innen Arbeitsaufträge, die es zu bearbeiten gilt. An den Stationen befinden sich in der Regel Lehrtafeln.

Mitnehmen: GPS-Geräte, Lupen, Salzsäure/Essigessenz und Pipette, Nägel, Kompanen (Kompass, i. d. R. im GPS-Gerät integriert), Geologenhammer, (Klappspaten), Gneis, Sandstein, Kalkstein, Suevit

### Kosten:

An- und Abfahrt mit dem Bus	Individuell
Führung Rieskratermuseum	35€ pro Klasse → ca. 1,50€ pro Schüler/in
Eintritt Rieskratermuseum	1€ pro Schüler/in
Eintritt Daniel Turm	1€ pro Schüler/in

Unbedingt Trinken und Essen mitgeben! An das Wetter im Ries angepasste Kleidung! Sitzkissen?

### Zeitplan:

Die erste Gruppe führt die Klasse zur Station 1, dem Rieskratermuseum. Bitte auf dem Hinweg darauf hinweisen, dass die Schüler/innen mit Hilfe der Kompanen auf die Himmelsrichtung und die Straßenführung achten sollen. Schließlich werden Stationen in der Karte eingetragen.

### 09:30 Uhr, Station 1: Führung im Rieskratermuseum (Dauer 1h 15min.)

Nach der Führung wissen die Schüler/innen was sie im Gelände sehen können. Zudem sollten die Schüler/innen in eigenen Worten das Ries-Ereignis und seine Auswirkungen erklären können: Der Asteroid mit einem Umfang von ca. 1,2km schlug mit ca. 20-30km/sek. ein. Er schoss in die Erde und verursachte ein tiefes Loch. Das verdrängte Material – u. a. kristallines Grundgebirge - wurde explosionsartig verdampft, verschmolzen und nach oben bzw. den Seiten weg geschleudert. Der Asteroid verglühte durch die hohen Temperaturen gemeinsam mit anderem Material, stieg als Aschewolke auf, die nach Kondensation wieder auf die Erde fiel. Das Einschlagloch in der Erde, umgeben von dem primären Kraterrand war bei einem Durchmesser von ca. 15km etwa ca. 4-5km tief. Allerdings war der Kraterrand instabil. Abrutschende Gesteinsschollen und eine zentrale Aufwölbungsbewegung bei gleichzeitiger Hebung des Randes führten zu einer flachen 25km weiten schüsselförmigen Vertiefung. Vom inneren oder auch primären Kraterring bei km 12 vom Impaktzentrum aus sind nur noch einzelne Felsen (**Hexenfelsen, Adlersberg**) gut sichtbar. Der ganze Vorgang dauerte nur Sekunden. Anschließend lagerten sich quartäre Sedimente ab, die den Boden abdichteten. Es bildete sich für 2 Millionen Jahre ein See (begünstigt durch die tiefe Lage, sintflutartige Regenfälle und abgedichteten Boden), weshalb man heute am Randbereich an den Seekalken versteinerte Seeschnellen und Krebse findet. Im Zentrum wurden Tone und Sande sedimentiert. In der Folge bildete das Nördlinger Ries durch seine fruchtbaren Böden sowohl für die Menschen in der Steinzeit, als auch für die Römer einen Gunstraum.

Die nächste Gruppe führt die Klasse weiter zu Station 2, dem Daniel Turm.

### 11:00 Uhr, Station 2: Aussicht vom Daniel Turm

- Vom Daniel Turm hat man einen Rundblick auf den tektonischen Kraterrand.

#### Zusatzinformationen:

Der Daniel-Turm besteht aus Suevit. Der Suevit wurde im Steinbruch Altenbürg (Station 8) abgebaut. Die Steine, die im Turm verkauft werden, enthalten tatsächlich Diamanten in mikroskopischer Größe. Allerdings können solche Steine auch an der letzten Station (Suevitsteinbruch Altenbürg) selbst geborgen werden. Der Name Suevit kommt aus dem Lateinischen und bedeutet Schwabenstein.

→ Eventuell zum Prager Tor: Suevit-Ornamente.

### 12:00 Uhr, Station 3: Hexenfelsen / Galgenberg (Marienhöhe → Name stammt von Königin Marie Friedericke von Preußen)

#### Zusatzinformationen

Seekalkablagerungen (Algenriffe bildeten sich vorwiegend an kristallinem Gestein) überlagern Gneis (beim Wasserreservoir im Rücken des Hexenfelsens leider nicht sichtbar). Der emporgehobene Grundgebirgssockel ist nur noch beim Wasserreservoir oder bei Meyers Keller aufgeschlossen. Ansonsten wurde er durch Kalke des Ries-Sees überlagert.

### 13:00 Uhr, Station 4: Adlersberg

Zusatzinformationen: s. Station 1 und 3.

### 13:45 Uhr, Station 5: Reimlinger Berg

- Sitzgelegenheiten in einer Mulde → je nach Wetterlage  
Guter Zeitpunkt für ein Zwischenfazit und ein Vesper; Schüler/innen sollen formulieren, was das Ries-Ereignis ist, und wie es die Gegend geprägt hat. Dann führt die Lehrkraft die Existenz des tertiären See ein, falls nicht bereits geschehen:
- Mittels einer Überblickskarte und der Aussicht auf das Ries, einem Hinweis auf die Wasserschnecken, die Eigenschaften von Kalk und der Überlagerung des Suevits durch Tonsedimente wird die Entstehung des Ries-See hergeleitet und durch Fossilien belegt.

***Dringend empfohlene Abkürzungsmöglichkeit:*** Von Herkheim aus kann man die Gruppe mit dem eigenen Bus zu einem Parkplatz direkt an die Ofnethöhlen hin transportieren lassen. Der Parkplatz befindet sich bei der „villa rustica“ – einem hier ausgegrabenen römischen Landhaus. Anschließend kann der Bus mit der Klasse bis zur Gaststätte „Alte Bürg“ fahren, von der der Steinbruch ca. 400m weit entfernt liegt.

### (14:30 Uhr, Station 6: Aussicht nahe Herkheim

- dient nur als Zwischenpunkt, ohne weiteren Hintergrund (fällt bei Busfahrt aus)  
Bitte auf diesem Wegstück darauf achten, dass der Ort Hohlheim angepeilt wird und durch diesen gegangen wird. Es gibt keinen kürzeren Weg, es sei denn man marschiert direkt entlang der Bundesstraße.)

### 14:45 Uhr, Station 7: Riegelberg & Ofnethöhlen

#### Zusatzinformationen:

Im Gegensatz zum Hexenfelsen und Adlersberg handelt es sich um eine Malmkalkscholle, die teilweise ortsfremd (paraautochthon) ist. Sie ist gegenüber ihrer ursprünglichen Position etwas abgesunken und verkippt. Die bunten Trümmermassen wurden über sie gelagert. Aufgrund der Erosion wurde sie als Härtling wieder freigelegt.

Die Ofnethöhlen sind Reste eines unterirdischen Karstsystems.

- Verkarstungsprozess, hier kann freiwillig das Thema „Schwäbische Alb“ (Trockental, Karsthöhlen, ...) wiederholt werden, um den Unterschied zwischen den Formen der Schwäbischen Alb und dem Nördlinger Ries zu verdeutlichen.

15:45 Uhr, Station 8: Steinbruch Altenbürg (Bus wartet an der Gaststätte)

#### Zusatzinformationen:

Auch wenn der Suevitsteinbruch mit Kalken schon etwas zugewuchert ist, so handelt es sich doch um den klassischen Suevitsteinbruch.

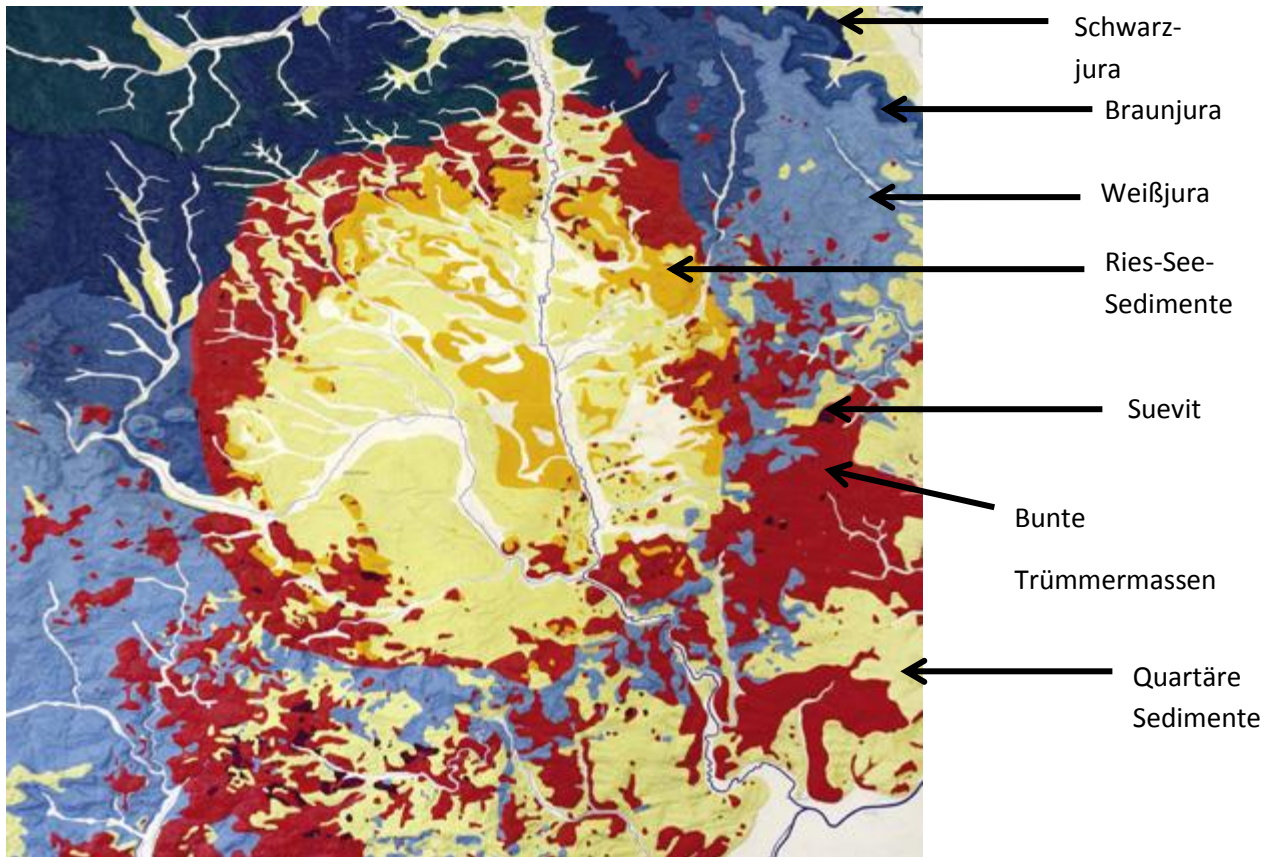
- „Schwabenstein“ und „Impaktgestein“ → Schüler/innen können kleine Gesteine als Andenken mitnehmen

Abfahrt: 16:30 Uhr



Quelle: <http://www.spiegel.de/fotostrecke/fotostrecke-40452-7.html> (Stand: 13.11.2011), Sichtungsausrichtung: Südwest





Quelle: <http://www.geopark-ries.de/index.php/de/geologie> (Stand: 13.11.2011)

- Rot: Bunte Trümmersmassen, Kraterrand
- Hellblau: Weißjura (Malm), NO- und SW-Kraterrand
- Mittelblau: Braunjura (Dogger)
- Dunkelblau: Schwarzzura (Lias)
- Beige: quartäre Sedimente, v. a. im Zentralkrater
- Orange: Ries-See-Sedimente (Tertiär), Zentralkrater und Kraterrand
- Lila: Suevit, einzelne Punkte v. a. im Südwesten

### 12.3. Einweisungen der Lehrkräfte für den Nachtest

Der unangekündigte Nachtest dient der Evaluation der Exkursion / des Lernzirkels.

Der Nachtest sollte nach Möglichkeit drei Wochen nach der Exkursion ins Nördlinger Ries / dem Lernzirkel stattfinden. Es handelt sich um sieben Multiple-Choice-Aufgaben und eine Aufgabe zur Verortung des Nördlinger Ries.

Bitte weisen Sie Ihre Schüler/innen im Vorfeld darauf hin, dass

- 15min. zur Verfügung stehen
- Der Test ernst zu nehmen ist
- Der Test anonym ist
- ➔ Das durchschnittlich erreichte Niveau ist entscheidend

**BITTE DIESEN ZETTEL AUSGEFÜLLT MIT DEN TESTS ZURÜCK GEBEN AN**

**Ev. Paul-Distelbarth Gymnasium, Thomas Kisser, Mühlrainstr. 51, 74182 Obersulm – DANKE.**

Datum der Exkursion ins Nördlinger Ries: \_\_\_\_\_

Datum des Nachtests: \_\_\_\_\_

Uhrzeit des Nachtests: \_\_\_\_\_

Besondere Vorfälle während des Nachtests:

---



---



---



---

Besondere Vorfälle während der Exkursion (Abweichungen, Probleme bei der Durchführung, ...):

---



---



---



---

Der unangekündigte Nachtest dient der Evaluation der Exkursion / des Lernzirkels.

Der Nachtest sollte nach Möglichkeit drei Wochen nach der Exkursion in die Rheinaue / dem Lernzirkel stattfinden. Es handelt sich um vier Aufgaben, die stichwortartig zu beantworten sind und eine Aufgabe zur Verortung der Rheinaue.

Bitte weisen Sie Ihre Schüler/innen im Vorfeld darauf hin, dass

- 20min. zur Verfügung stehen
- Der Test ernst zu nehmen ist
- Der Test anonym ist
- ➔ Das durchschnittlich erreichte Niveau ist entscheidend

**BITTE DIESEN ZETTEL AUSGEFÜLLT MIT DEN TESTS ZURÜCK GEBEN AN**

**Ev. Paul-Distelbarth Gymnasium, Thomas Kisser, Mühlrainstr. 51, 74182 Obersulm – DANKE.**

Datum der Exkursion in die Rheinaue: \_\_\_\_\_

Datum des Nachtests: \_\_\_\_\_

Uhrzeit des Nachtests: \_\_\_\_\_

Besondere Vorfälle während des Nachtests:

---



---



---



---

Besondere Vorfälle während der Exkursion (Abweichungen, Probleme bei der Durchführung, ...):

---



---



---



---

## 12.4. Univariate Varianzanalysen UNIANOVA

```

GET
  FILE='C:\Dokumente und Einstellungen\GIS-
STATION\Desktop\UnterrichtsverfahrenRIES.sav'.
DATASET NAME DatenSet1 WINDOW=FRONT.
UNIANOVA Heimatort BY Unterrichtsverfahren Geschlecht
  /METHOD=SSTYPE(3)
  /INTERCEPT=INCLUDE
  /PLOT=PROFILE(Unterrichtsverfahren*Geschlecht)
  /PRINT=ETASQ
  /CRITERIA=ALPHA(.05)
  /DESIGN=Unterrichtsverfahren Geschlecht Unterrichtsverfahren*Geschlecht.

```

## Univariate Varianzanalyse

### Anmerkungen

Ausgabe erstellt		24-Okt-2013 08:10:59
Kommentare		
Eingabe	Daten	C:\Dokumente und Einstellungen\GIS-STATI-ON\Desktop\UnterrichtsverfahrenRIES.sav
	Aktiver Datensatz	DatenSet1
	Filter	<keine>
	Gewichtung	<keine>
	Aufgeteilte Datei	<keine>
	Anzahl der Zeilen in der Arbeitsdatei	286
Behandlung fehlender Werte	Definition für "fehlend"	Benutzerdefinierte fehlende Werte werden als fehlend behandelt.
	Verwendete Fälle	Die Statistik basiert auf allen Fällen mit gültigen Daten für alle Variablen im Modell.

Syntax	UNIANOVA Heimatort BY Unterrichtsverfahren Geschlecht /METHOD=SSTYPE(3) /INTERCEPT=INCLUDE  /PLOT=PROFILE(Unterrichtsverfahren* Geschlecht) /PRINT=ETASQ /CRITERIA=ALPHA(.05) /DESIGN=Unterrichtsverfahren Geschlecht Unterrichtsverfahren*Geschlecht.	
Ressourcen	Prozessorzeit	00 00:00:01,656
	Verstrichene Zeit	00 00:00:03,110

[DatenSet1] C:\Dokumente und Einstellungen\GIS-STATION\Desktop\UnterrichtsverfahrenRIES.sav

#### Zwischensubjektfaktoren

		Wertelabel	N
Unterrichtsverfahren	1	Lernzirkel	76
	2	Lernpfad	210
Geschlecht	1	weiblich	121
	2	männlich	165

#### Tests der Zwischensubjekteffekte

Abhängige Variable:Heimatort

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F
Korrigiertes Modell	1,396 <sup>a</sup>	3	,465	1,881
Konstanter Term	53,939	1	53,939	218,062
Unterrichtsverfahren	1,351	1	1,351	5,463
Geschlecht	,052	1	,052	,211
Unterrichtsverfahren * Geschlecht	,016	1	,016	,064
Fehler	69,755	282	,247	
Gesamt	153,000	286		
Korrigierte Gesamtvariation	71,150	285		

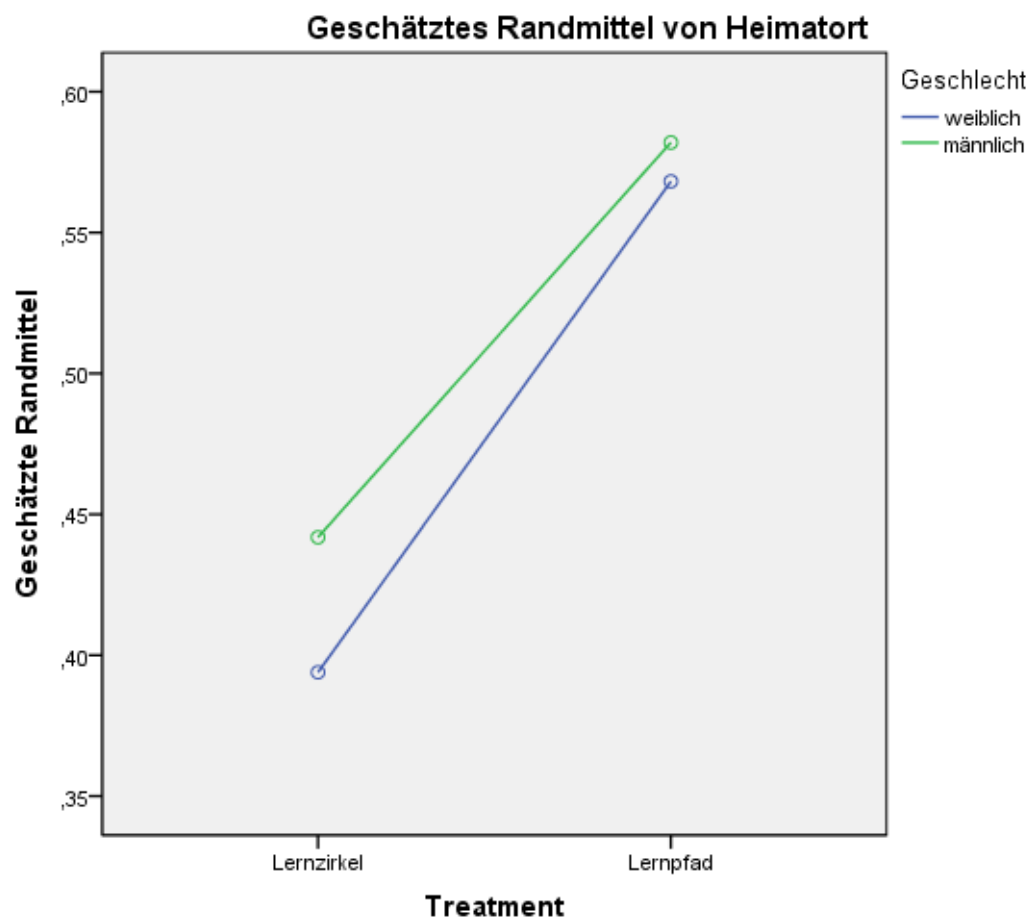
### Tests der Zwischensubjekteffekte

Abhängige Variable:Heimatort

Quelle	Sig.	Partielles Eta- Quadrat
Korrigiertes Modell	,133	,020
Konstanter Term	,000	,436
Unterrichtsverfahren	,020	,019
Geschlecht	,647	,001
Unterrichtsverfahren * Geschlecht	,800	,000

a. R-Quadrat = ,020 (korrigiertes R-Quadrat = ,009)

### Profildiagramm



```

UNIANOVA Ries BY Unterrichtsverfahren Geschlecht
  /METHOD=SSTYPE(3)
  /INTERCEPT=INCLUDE
  /PLOT=PROFILE(Unterrichtsverfahren*Geschlecht)
  /PRINT=ETASQ
  /CRITERIA=ALPHA(.05)
  /DESIGN=Unterrichtsverfahren Geschlecht Unterrichtsverfahren*Geschlecht.

```

## Univariate Varianzanalyse

Anmerkungen		
Ausgabe erstellt		24-Okt-2013 08:13:13
Kommentare		
Eingabe	Daten	C:\Dokumente und Einstellungen\GIS-STATI-ON\Desktop\UnterrichtsverfahrenRIES.sav
	Aktiver Datensatz	DatenSet1
	Filter	<keine>
	Gewichtung	<keine>
	Aufgeteilte Datei	<keine>
	Anzahl der Zeilen in der Arbeitsdatei	286
Behandlung fehlender Werte	Definition für "fehlend"	Benutzerdefinierte fehlende Werte werden als fehlend behandelt.
	Verwendete Fälle	Die Statistik basiert auf allen Fällen mit gültigen Daten für alle Variablen im Modell.

Syntax	UNIANOVA Ries BY Unterrichtsverfahren Geschlecht /METHOD=SSTYPE(3) /INTERCEPT=INCLUDE  /PLOT=PROFILE(Unterrichtsverfahren* Geschlecht) /PRINT=ETASQ /CRITERIA=ALPHA(.05) /DESIGN=Unterrichtsverfahren Ge- schlecht Unterrichtsverfahren* Geschlecht.		
Ressourcen	Prozessorzeit		00 00:00:00,328
	Verstrichene Zeit		00 00:00:00,454

[DatenSet1] C:\Dokumente und Einstellungen\GIS-  
STATION\Desktop\UnterrichtsverfahrenRIES.sav

#### Zwischensubjektfaktoren

		Wertelabel	N
Unterrichts- verfahren	1	Lernzirkel	76
	2	Lernpfad	210
Geschlecht	1	weiblich	121
	2	männlich	165

#### Tests der Zwischensubjekteffekte

Abhängige Variable:Ries

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quad- rate	F
Korrigiertes Modell	1,962 <sup>a</sup>	3	,654	2,652
Konstanter Term	45,392	1	45,392	184,081
Unterrichtsverfahren	1,508	1	1,508	6,115
Geschlecht	,510	1	,510	2,067
Unterrichtsverfahren * Ge- schlecht	,098	1	,098	,397
Fehler	69,538	282	,247	
Gesamt	143,000	286		
Korrigierte Gesamtvariation	71,500	285		



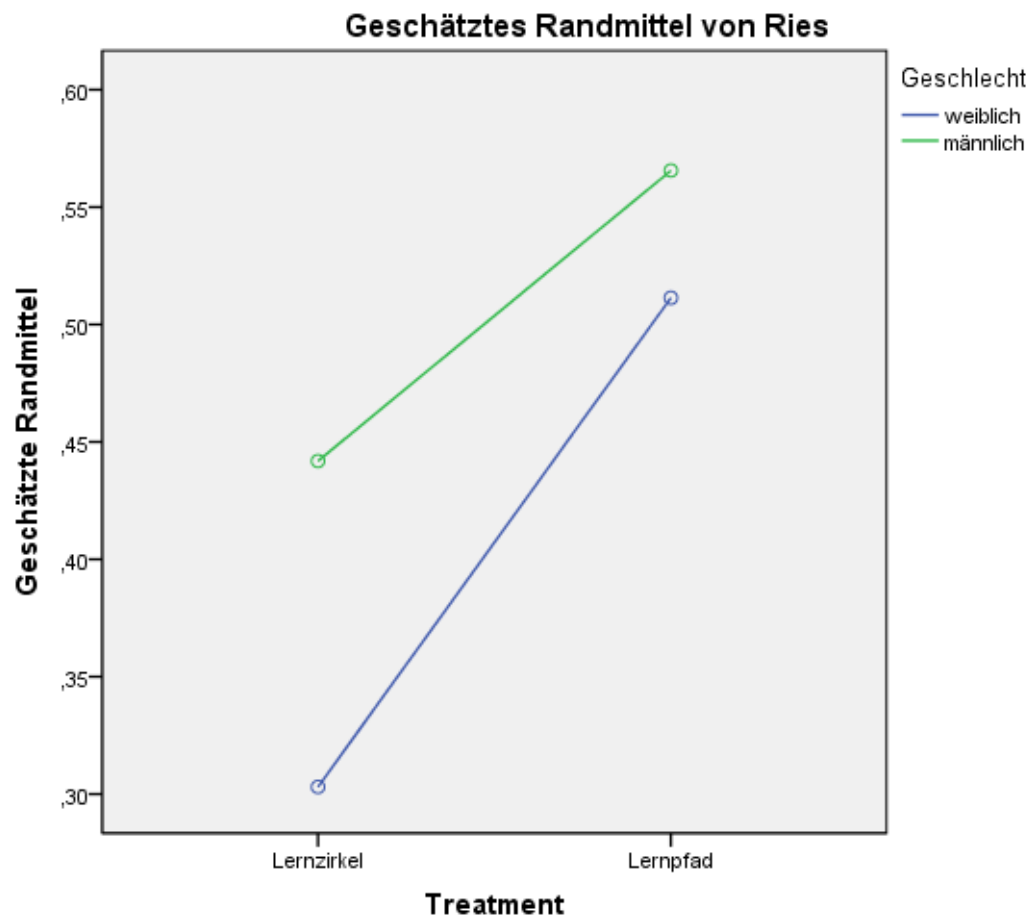
### Tests der Zwischensubjekteffekte

Abhängige Variable: Ries

Quelle	Sig.	Partielles Eta- Quadrat
Korrigiertes Modell	,049	,027
Konstanter Term	,000	,395
Unterrichtsverfahren	,014	,021
Geschlecht	,152	,007
Unterrichtsverfahren * Geschlecht	,529	,001

a. R-Quadrat = ,027 (korrigiertes R-Quadrat = ,017)

### Profildiagramm



```

UNIANOVA Durchmesser BY Unterrichtsverfahren Geschlecht
  /METHOD=SSTYPE(3)
  /INTERCEPT=INCLUDE
  /PLOT=PROFILE(Unterrichtsverfahren*Geschlecht)
  /PRINT=ETASQ
  /CRITERIA=ALPHA(.05)
  /DESIGN=Unterrichtsverfahren Geschlecht Unterrichtsverfahren*Geschlecht.

```

## Univariate Varianzanalyse

Anmerkungen		
Ausgabe erstellt		24-Okt-2013 08:13:32
Kommentare		
Eingabe	Daten	C:\Dokumente und Einstellungen\GIS-STATI-ON\Desktop\UnterrichtsverfahrenRIES.sav
	Aktiver Datensatz	DatenSet1
	Filter	<keine>
	Gewichtung	<keine>
	Aufgeteilte Datei	<keine>
	Anzahl der Zeilen in der Arbeitsdatei	286
Behandlung fehlender Werte	Definition für "fehlend"	Benutzerdefinierte fehlende Werte werden als fehlend behandelt.
	Verwendete Fälle	Die Statistik basiert auf allen Fällen mit gültigen Daten für alle Variablen im Modell.

Syntax	UNIANOVA Durchmesser BY Unterrichtsverfahren Geschlecht /METHOD=SSTYPE(3) /INTERCEPT=INCLUDE  /PLOT=PROFILE(Unterrichtsverfahren* Geschlecht) /PRINT=ETASQ /CRITERIA=ALPHA(.05) /DESIGN=Unterrichtsverfahren Ge- schlecht Unterrichtsverfah- ren*Geschlecht.	
Ressourcen	Prozessorzeit	00 00:00:00,406
	Verstrichene Zeit	00 00:00:00,360

[DatenSet1] C:\Dokumente und Einstellungen\GIS-  
STATION\Desktop\UnterrichtsverfahrenRIES.sav

#### Zwischensubjektfaktoren

	Wertelabel	N
Unterrichts- verfahren	1 Lernzirkel	76
	2 Lernpfad	210
Geschlecht	1 weiblich	121
	2 männlich	165

#### Tests der Zwischensubjekteffekte

Abhängige Variable: Durchmesser

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quad- rate	F
Korrigiertes Modell	,395 <sup>a</sup>	3	,132	,670
Konstanter Term	111,903	1	111,903	569,685
Unterrichtsverfahren	,291	1	,291	1,482
Geschlecht	,058	1	,058	,294
Unterrichtsverfahren * Ge- schlecht	,148	1	,148	,755
Fehler	55,393	282	,196	
Gesamt	209,250	286		
Korrigierte Gesamtvariation	55,788	285		

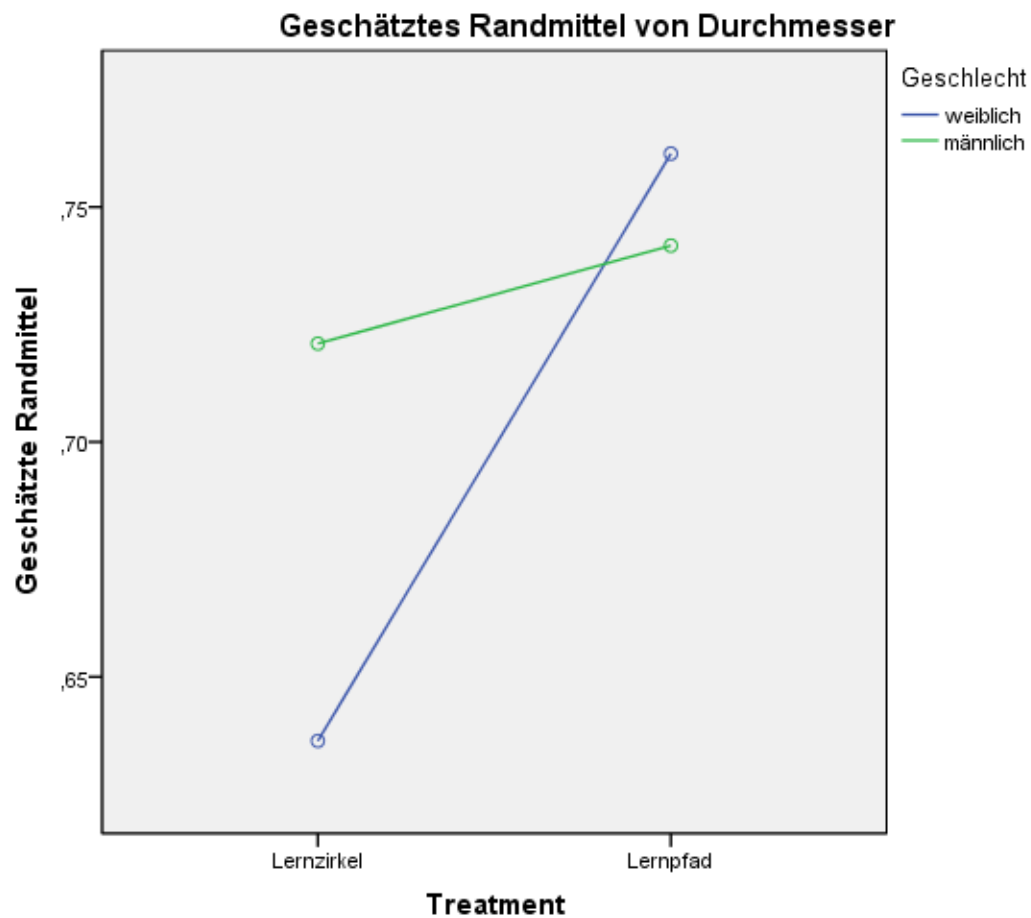
### Tests der Zwischensubjekteffekte

Abhängige Variable: Durchmesser

Quelle	Sig.	Partielles Eta- Quadrat
Korrigiertes Modell	,571	,007
Konstanter Term	,000	,669
Unterrichtsverfahren	,225	,005
Geschlecht	,588	,001
Unterrichtsverfahren * Geschlecht	,386	,003

a. R-Quadrat = ,007 (korrigiertes R-Quadrat = -,003)

### Profildiagramm



```

UNIANOVA Riesereignis BY Unterrichtsverfahren Geschlecht
  /METHOD=SSTYPE(3)
  /INTERCEPT=INCLUDE
  /PLOT=PROFILE(Unterrichtsverfahren*Geschlecht)
  /PRINT=ETASQ
  /CRITERIA=ALPHA(.05)
  /DESIGN=Unterrichtsverfahren Geschlecht Unterrichtsverfahren*Geschlecht.

```

## Univariate Varianzanalyse

Anmerkungen		
Ausgabe erstellt		24-Okt-2013 08:13:53
Kommentare		
Eingabe	Daten	C:\Dokumente und Einstellungen\GIS-STATI-ON\Desktop\UnterrichtsverfahrenRIES.sav
	Aktiver Datensatz	DatenSet1
	Filter	<keine>
	Gewichtung	<keine>
	Aufgeteilte Datei	<keine>
	Anzahl der Zeilen in der Arbeitsdatei	286
Behandlung fehlender Werte	Definition für "fehlend"	Benutzerdefinierte fehlende Werte werden als fehlend behandelt.
	Verwendete Fälle	Die Statistik basiert auf allen Fällen mit gültigen Daten für alle Variablen im Modell.

Syntax	UNIANOVA Riesereignis BY Unterrichtsverfahren Geschlecht /METHOD=SSTYPE(3) /INTERCEPT=INCLUDE  /PLOT=PROFILE(Unterrichtsverfahren* Geschlecht) /PRINT=ETASQ /CRITERIA=ALPHA(.05) /DESIGN=Unterrichtsverfahren Geschlecht Unterrichtsverfahren*Geschlecht.	
Ressourcen	Prozessorzeit	00 00:00:00,360
	Verstrichene Zeit	00 00:00:00,468

[DatenSet1] C:\Dokumente und Einstellungen\GIS-STATION\Desktop\UnterrichtsverfahrenRIES.sav

#### Zwischensubjektfaktoren

	Wertelabel	N
Unterrichtsverfahren	1 Lernzirkel	76
	2 Lernpfad	210
Geschlecht	1 weiblich	121
	2 männlich	165

#### Tests der Zwischensubjekteffekte

Abhängige Variable: Riesereignis

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F
Korrigiertes Modell	,027 <sup>a</sup>	3	,009	,411
Konstanter Term	208,022	1	208,022	9655,194
Unterrichtsverfahren	,001	1	,001	,033
Geschlecht	,011	1	,011	,528
Unterrichtsverfahren * Geschlecht	,003	1	,003	,138
Fehler	6,076	282	,022	
Gesamt	279,250	286		
Korrigierte Gesamtvariation	6,102	285		

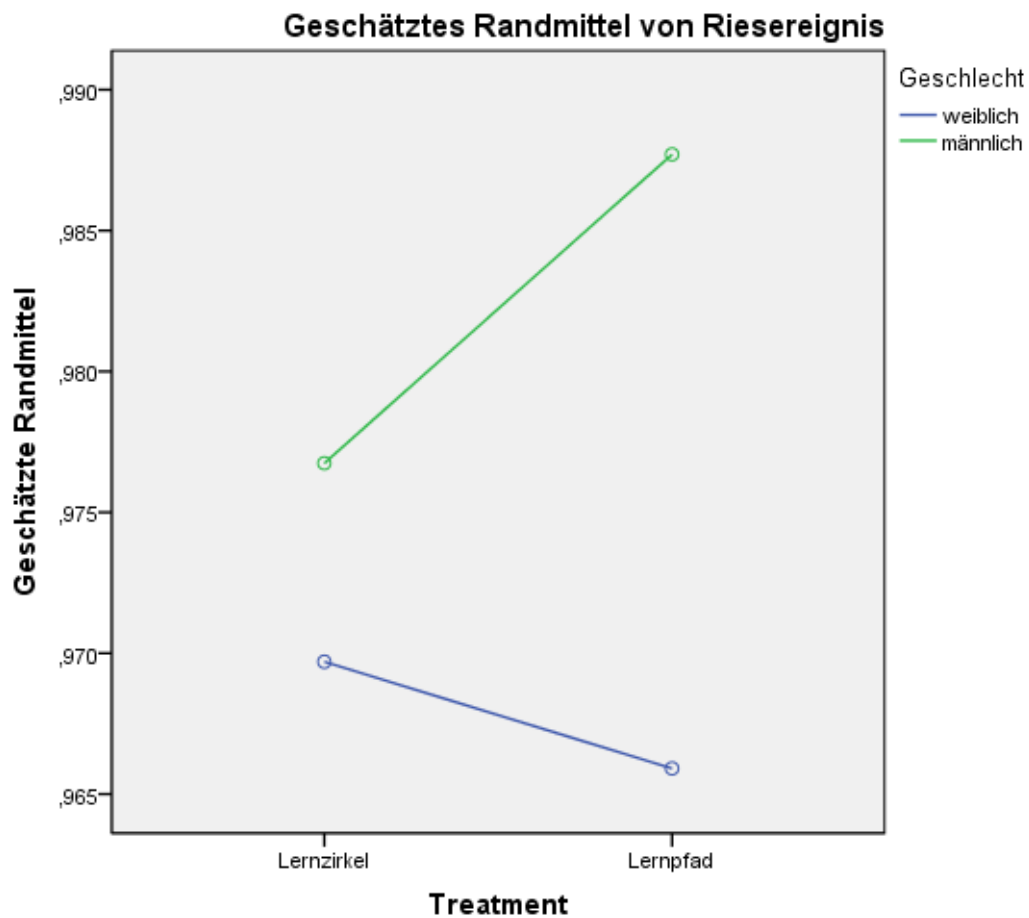
### Tests der Zwischensubjekteffekte

Abhängige Variable: Riesereignis

Quelle	Sig.	Partielles Eta- Quadrat
Korrigiertes Modell	,745	,004
Konstanter Term	,000	,972
Unterrichtsverfahren	,857	,000
Geschlecht	,468	,002
Unterrichtsverfahren * Geschlecht	,710	,000

a. R-Quadrat = ,004 (korrigiertes R-Quadrat = -,006)

### Profildiagramm



```

UNIANOVA Hexenfelsen BY Unterrichtsverfahren Geschlecht
  /METHOD=SSTYPE(3)
  /INTERCEPT=INCLUDE
  /PLOT=PROFILE(Unterrichtsverfahren*Geschlecht)
  /PRINT=ETASQ
  /CRITERIA=ALPHA(.05)
  /DESIGN=Unterrichtsverfahren Geschlecht Unterrichtsverfahren*Geschlecht.

```

## Univariate Varianzanalyse

Anmerkungen		
Ausgabe erstellt		24-Okt-2013 08:14:07
Kommentare		
Eingabe	Daten	C:\Dokumente und Einstellungen\GIS-STATI-ON\Desktop\UnterrichtsverfahrenRIES.sav
	Aktiver Datensatz	DatenSet1
	Filter	<keine>
	Gewichtung	<keine>
	Aufgeteilte Datei	<keine>
	Anzahl der Zeilen in der Arbeitsdatei	286
Behandlung fehlender Werte	Definition für "fehlend"	Benutzerdefinierte fehlende Werte werden als fehlend behandelt.
	Verwendete Fälle	Die Statistik basiert auf allen Fällen mit gültigen Daten für alle Variablen im Modell.



Syntax	UNIANOVA Hexenfelsen BY Unterrichtsverfahren Geschlecht /METHOD=SSTYPE(3) /INTERCEPT=INCLUDE  /PLOT=PROFILE(Unterrichtsverfahren* Geschlecht) /PRINT=ETASQ /CRITERIA=ALPHA(.05) /DESIGN=Unterrichtsverfahren Geschlecht Unterrichtsverfahren*Geschlecht.	
Ressourcen	Prozessorzeit	00 00:00:00,344
	Verstrichene Zeit	00 00:00:00,390

[DatenSet1] C:\Dokumente und Einstellungen\GIS-STATION\Desktop\UnterrichtsverfahrenRIES.sav

#### Zwischensubjektfaktoren

	Wertelabel	N
Unterrichtsverfahren	1 Lernzirkel	76
	2 Lernpfad	210
Geschlecht	1 weiblich	121
	2 männlich	165

#### Tests der Zwischensubjekteffekte

Abhängige Variable:Hexenfelsen

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F
Korrigiertes Modell	1,300 <sup>a</sup>	3	,433	2,187
Konstanter Term	12,880	1	12,880	65,032
Unterrichtsverfahren	1,082	1	1,082	5,461
Geschlecht	,010	1	,010	,051
Unterrichtsverfahren * Geschlecht	,058	1	,058	,295
Fehler	55,852	282	,198	
Gesamt	79,250	286		
Korrigierte Gesamtvariation	57,151	285		

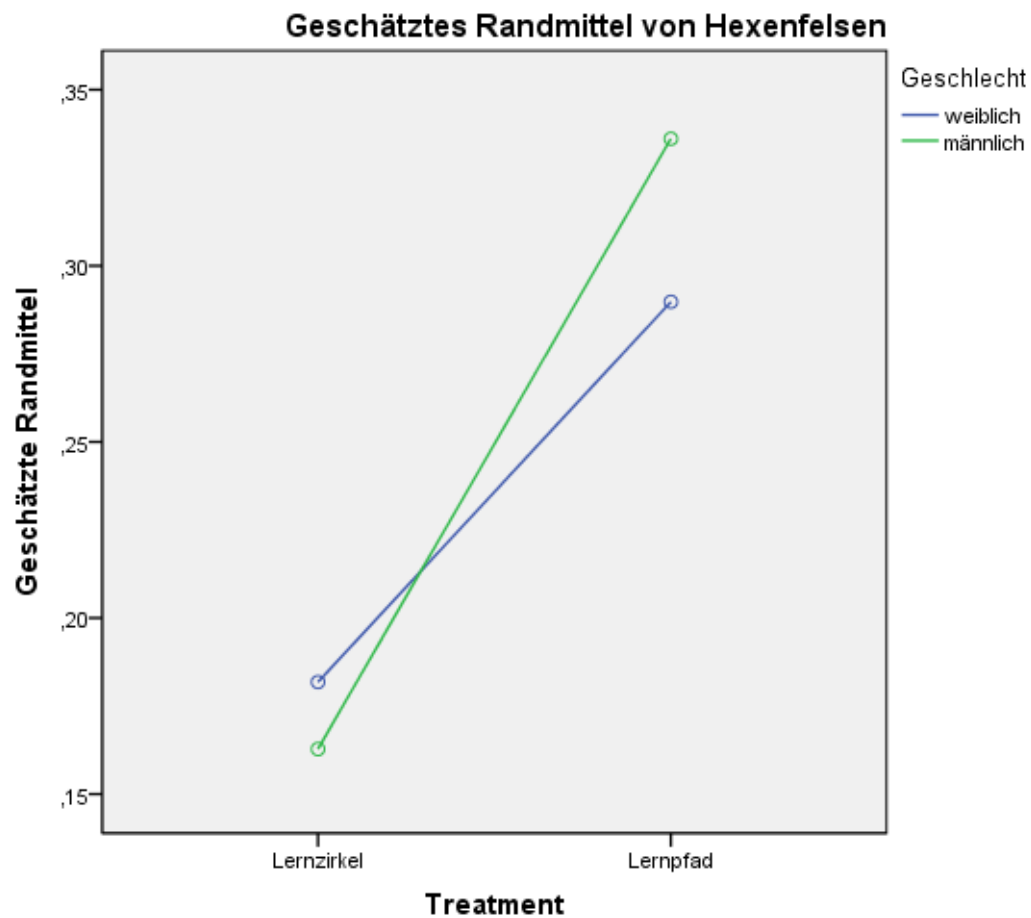
### Tests der Zwischensubjekteffekte

Abhängige Variable:Hexenfelsen

Quelle	Sig.	Partielles Eta- Quadrat
Korrigiertes Modell	,090	,023
Konstanter Term	,000	,187
Unterrichtsverfahren	,020	,019
Geschlecht	,821	,000
Unterrichtsverfahren * Geschlecht	,588	,001

a. R-Quadrat = ,023 (korrigiertes R-Quadrat = ,012)

### Profildiagramm



```

UNIANOVA Kalk BY Unterrichtsverfahren Geschlecht
  /METHOD=SSTYPE(3)
  /INTERCEPT=INCLUDE
  /PLOT=PROFILE(Unterrichtsverfahren*Geschlecht)
  /PRINT=ETASQ
  /CRITERIA=ALPHA(.05)
  /DESIGN=Unterrichtsverfahren Geschlecht Unterrichtsverfahren*Geschlecht.

```

## Univariate Varianzanalyse

Anmerkungen		
Ausgabe erstellt		24-Okt-2013 08:14:22
Kommentare		
Eingabe	Daten	C:\Dokumente und Einstellungen\GIS-STATI-ON\Desktop\UnterrichtsverfahrenRIES.sav
	Aktiver Datensatz	DatenSet1
	Filter	<keine>
	Gewichtung	<keine>
	Aufgeteilte Datei	<keine>
	Anzahl der Zeilen in der Arbeitsdatei	286
Behandlung fehlender Werte	Definition für "fehlend"	Benutzerdefinierte fehlende Werte werden als fehlend behandelt.
	Verwendete Fälle	Die Statistik basiert auf allen Fällen mit gültigen Daten für alle Variablen im Modell.

Syntax	UNIANOVA Kalk BY Unterrichtsverfahren Geschlecht /METHOD=SSTYPE(3) /INTERCEPT=INCLUDE  /PLOT=PROFILE(Unterrichtsverfahren* Geschlecht) /PRINT=ETASQ /CRITERIA=ALPHA(.05) /DESIGN=Unterrichtsverfahren Ge- schlecht Unterrichtsverfah- ren*Geschlecht.		
Ressourcen	Prozessorzeit		00 00:00:00,375
	Verstrichene Zeit		00 00:00:00,438

[DatenSet1] C:\Dokumente und Einstellungen\GIS-  
STATION\Desktop\UnterrichtsverfahrenRIES.sav

#### Zwischensubjektfaktoren

		Wertelabel	N
Unterrichts- verfahren	1	Lernzirkel	76
	2	Lernpfad	210
Geschlecht	1	weiblich	121
	2	männlich	165

#### Tests der Zwischensubjekteffekte

Abhängige Variable:Kalk

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quad- rate	F
Korrigiertes Modell	7,890 <sup>a</sup>	3	2,630	12,285
Konstanter Term	22,238	1	22,238	103,881
Unterrichtsverfahren	6,476	1	6,476	30,252
Geschlecht	,030	1	,030	,140
Unterrichtsverfahren * Ge- schlecht	,630	1	,630	2,943
Fehler	60,369	282	,214	
Gesamt	114,500	286		
Korrigierte Gesamtvariation	68,259	285		

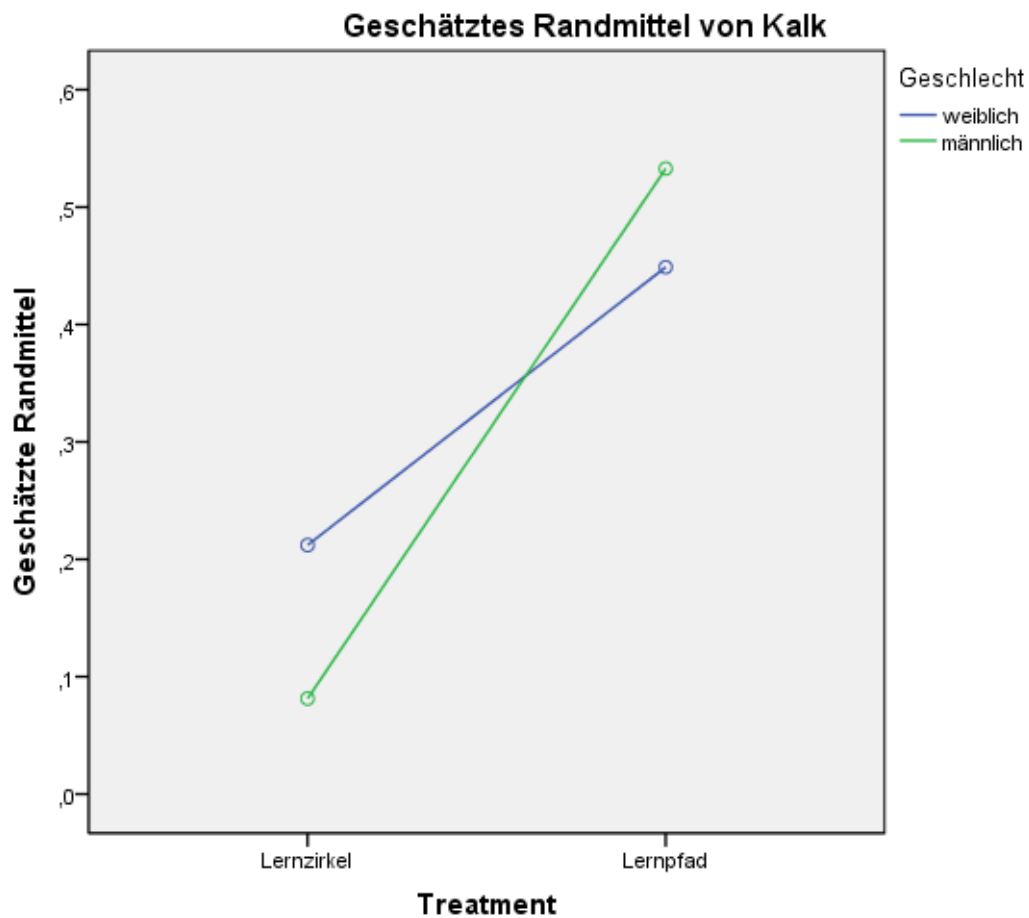
### Tests der Zwischensubjekteffekte

Abhängige Variable:Kalk

Quelle	Sig.	Partielles Eta- Quadrat
Korrigiertes Modell	,000	,116
Konstanter Term	,000	,269
Unterrichtsverfahren	,000	,097
Geschlecht	,709	,000
Unterrichtsverfahren * Geschlecht	,087	,010

a. R-Quadrat = ,116 (korrigiertes R-Quadrat = ,106)

### Profildiagramm



```

UNIANOVA SuevitFarbe BY Unterrichtsverfahren Geschlecht
  /METHOD=SSTYPE(3)
  /INTERCEPT=INCLUDE
  /PLOT=PROFILE(Unterrichtsverfahren*Geschlecht)
  /PRINT=ETASQ
  /CRITERIA=ALPHA(.05)
  /DESIGN=Unterrichtsverfahren Geschlecht Unterrichtsverfahren*Geschlecht.

```

## Univariate Varianzanalyse

Anmerkungen		
Ausgabe erstellt		24-Okt-2013 08:14:34
Kommentare		
Eingabe	Daten	C:\Dokumente und Einstellungen\GIS-STATI-ON\Desktop\UnterrichtsverfahrenRIES.sav
	Aktiver Datensatz	DatenSet1
	Filter	<keine>
	Gewichtung	<keine>
	Aufgeteilte Datei	<keine>
	Anzahl der Zeilen in der Arbeitsdatei	286
Behandlung fehlender Werte	Definition für "fehlend"	Benutzerdefinierte fehlende Werte werden als fehlend behandelt.
	Verwendete Fälle	Die Statistik basiert auf allen Fällen mit gültigen Daten für alle Variablen im Modell.

Syntax	UNIANOVA SuevitFarbe BY Unterrichtsverfahren Geschlecht /METHOD=SSTYPE(3) /INTERCEPT=INCLUDE  /PLOT=PROFILE(Unterrichtsverfahren* Geschlecht) /PRINT=ETASQ /CRITERIA=ALPHA(.05) /DESIGN=Unterrichtsverfahren Geschlecht Unterrichtsverfahren*Geschlecht.	
Ressourcen	Prozessorzeit	00 00:00:00,360
	Verstrichene Zeit	00 00:00:00,392

[DatenSet1] C:\Dokumente und Einstellungen\GIS-STATION\Desktop\UnterrichtsverfahrenRIES.sav

#### Zwischensubjektfaktoren

	Wertelabel	N
Unterrichtsverfahren	1 Lernzirkel	76
	2 Lernpfad	210
Geschlecht	1 weiblich	121
	2 männlich	165

#### Tests der Zwischensubjekteffekte

Abhängige Variable:SuevitFarbe

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadratrate	F
Korrigiertes Modell	,290 <sup>a</sup>	3	,097	,589
Konstanter Term	112,857	1	112,857	687,418
Unterrichtsverfahren	,223	1	,223	1,359
Geschlecht	,075	1	,075	,458
Unterrichtsverfahren * Geschlecht	,057	1	,057	,349
Fehler	46,297	282	,164	
Gesamt	200,930	286		
Korrigierte Gesamtvariation	46,587	285		

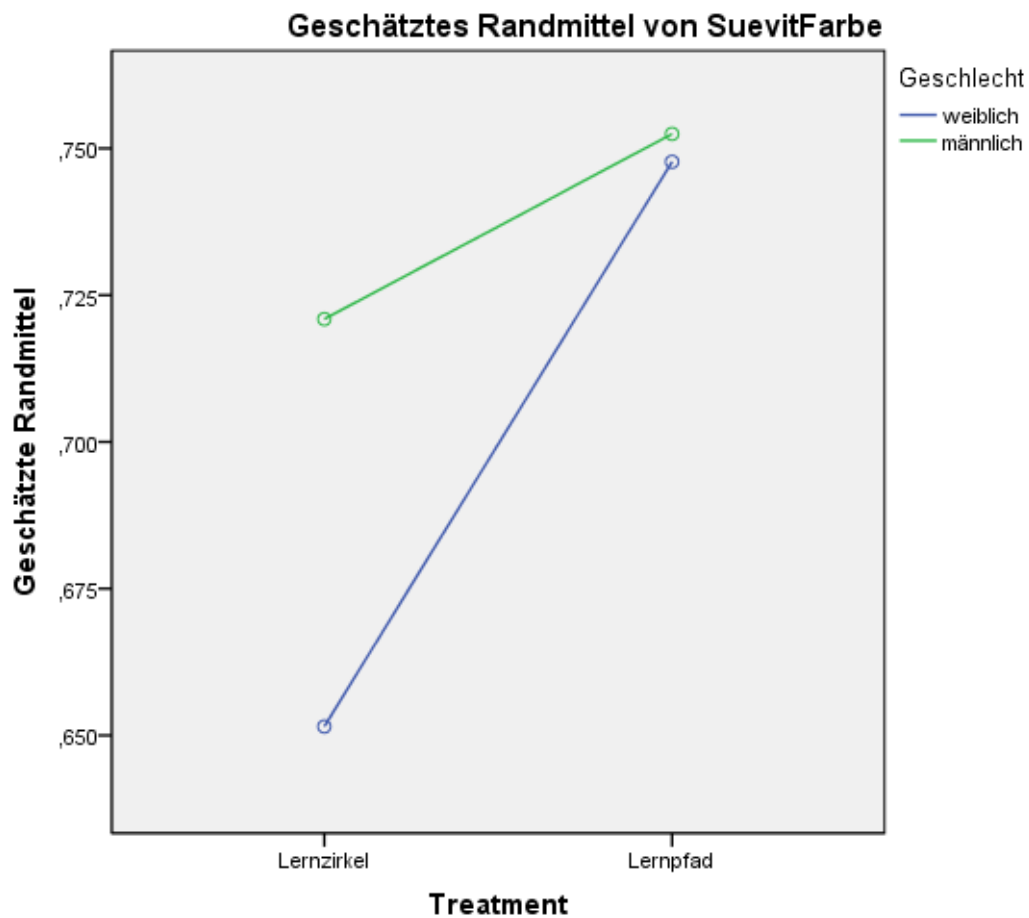
### Tests der Zwischensubjekteffekte

Abhängige Variable:SuevitFarbe

Quelle	Sig.	Partielles Eta- Quadrat
Korrigiertes Modell	,623	,006
Konstanter Term	,000	,709
Unterrichtsverfahren	,245	,005
Geschlecht	,499	,002
Unterrichtsverfahren * Geschlecht	,555	,001

a. R-Quadrat = ,006 (korrigiertes R-Quadrat = -,004)

### Profildiagramm





```

UNIANOVA SuevitMerkmal BY Unterrichtsverfahren Geschlecht
  /METHOD=SSTYPE(3)
  /INTERCEPT=INCLUDE
  /PLOT=PROFILE(Unterrichtsverfahren*Geschlecht)
  /PRINT=ETASQ
  /CRITERIA=ALPHA(.05)
  /DESIGN=Unterrichtsverfahren Geschlecht Unterrichtsverfahren*Geschlecht.

```

## Univariate Varianzanalyse

Anmerkungen		
Ausgabe erstellt		24-Okt-2013 08:14:44
Kommentare		
Eingabe	Daten	C:\Dokumente und Einstellungen\GIS-STATI-ON\Desktop\UnterrichtsverfahrenRIES.sav
	Aktiver Datensatz	DatenSet1
	Filter	<keine>
	Gewichtung	<keine>
	Aufgeteilte Datei	<keine>
	Anzahl der Zeilen in der Arbeitsdatei	286
Behandlung fehlender Werte	Definition für "fehlend"	Benutzerdefinierte fehlende Werte werden als fehlend behandelt.
	Verwendete Fälle	Die Statistik basiert auf allen Fällen mit gültigen Daten für alle Variablen im Modell.

Syntax	UNIANOVA SuevitMerkmal BY Unterrichtsverfahren Geschlecht /METHOD=SSTYPE(3) /INTERCEPT=INCLUDE  /PLOT=PROFILE(Unterrichtsverfahren* Geschlecht) /PRINT=ETASQ /CRITERIA=ALPHA(.05) /DESIGN=Unterrichtsverfahren Geschlecht Unterrichtsverfahren*Geschlecht.	
Ressourcen	Prozessorzeit	00 00:00:00,328
	Verstrichene Zeit	00 00:00:00,484

[DatenSet1] C:\Dokumente und Einstellungen\GIS-STATION\Desktop\UnterrichtsverfahrenRIES.sav

#### Zwischensubjektfaktoren

	Wertelabel	N
Unterrichtsverfahren	1 Lernzirkel	76
	2 Lernpfad	210
Geschlecht	1 weiblich	121
	2 männlich	165

#### Tests der Zwischensubjekteffekte

Abhängige Variable:SuevitMerkmal

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F
Korrigiertes Modell	,524 <sup>a</sup>	3	,175	,703
Konstanter Term	51,712	1	51,712	208,156
Unterrichtsverfahren	,054	1	,054	,218
Geschlecht	,271	1	,271	1,090
Unterrichtsverfahren * Geschlecht	,348	1	,348	1,401
Fehler	70,057	282	,248	
Gesamt	139,653	286		
Korrigierte Gesamtvariation	70,582	285		

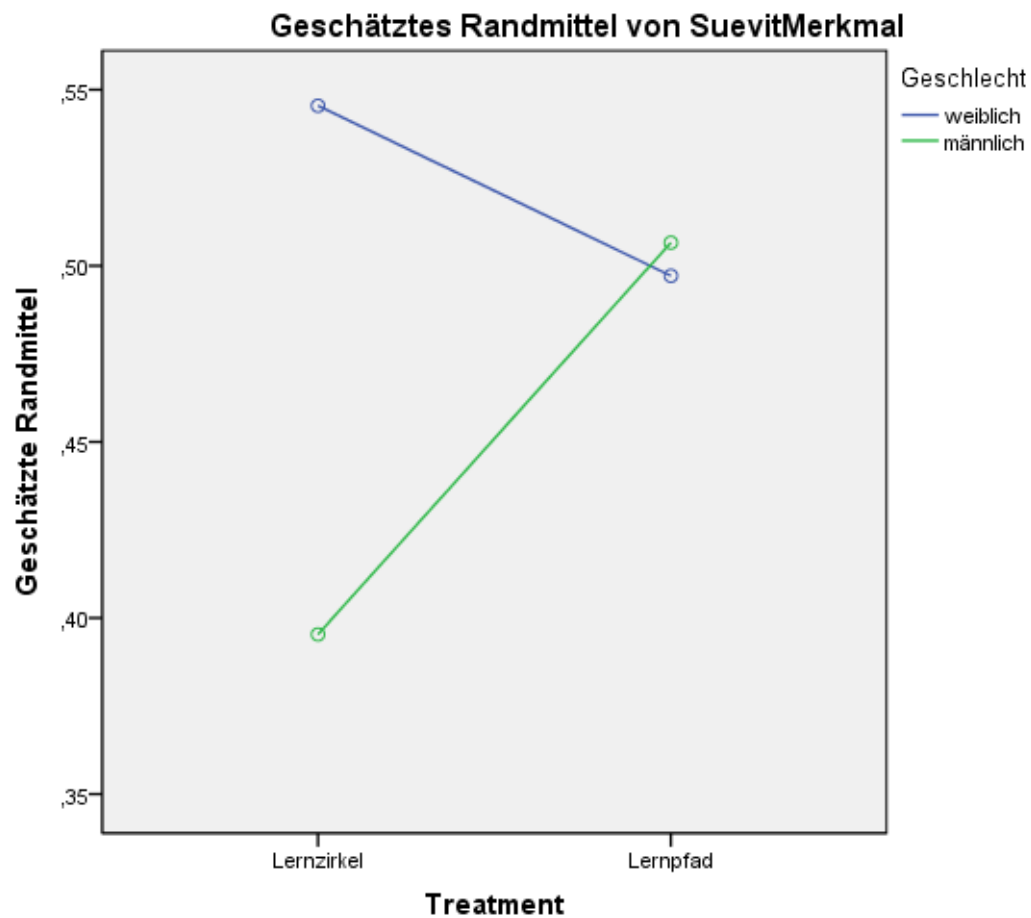
### Tests der Zwischensubjekteffekte

Abhängige Variable: SuevitMerkmal

Quelle	Sig.	Partielles Eta- Quadrat
Korrigiertes Modell	,551	,007
Konstanter Term	,000	,425
Unterrichtsverfahren	,641	,001
Geschlecht	,297	,004
Unterrichtsverfahren * Geschlecht	,238	,005

a. R-Quadrat = ,007 (korrigiertes R-Quadrat = -,003)

### Profildiagramm



```

UNIANOVA SuevitGenese BY Unterrichtsverfahren Geschlecht
  /METHOD=SSTYPE(3)
  /INTERCEPT=INCLUDE
  /PLOT=PROFILE(Unterrichtsverfahren*Geschlecht)
  /PRINT=ETASQ
  /CRITERIA=ALPHA(.05)
  /DESIGN=Unterrichtsverfahren Geschlecht Unterrichtsverfahren*Geschlecht.

```

## Univariate Varianzanalyse

Anmerkungen		
Ausgabe erstellt		24-Okt-2013 08:14:53
Kommentare		
Eingabe	Daten	C:\Dokumente und Einstellungen\GIS-STATI-ON\Desktop\UnterrichtsverfahrenRIES.sav
	Aktiver Datensatz	DatenSet1
	Filter	<keine>
	Gewichtung	<keine>
	Aufgeteilte Datei	<keine>
	Anzahl der Zeilen in der Arbeitsdatei	286
Behandlung fehlender Werte	Definition für "fehlend"	Benutzerdefinierte fehlende Werte werden als fehlend behandelt.
	Verwendete Fälle	Die Statistik basiert auf allen Fällen mit gültigen Daten für alle Variablen im Modell.

Syntax	UNIANOVA SuevitGenese BY Unterrichtsverfahren Geschlecht /METHOD=SSTYPE(3) /INTERCEPT=INCLUDE  /PLOT=PROFILE(Unterrichtsverfahren* Geschlecht) /PRINT=ETASQ /CRITERIA=ALPHA(.05) /DESIGN=Unterrichtsverfahren Geschlecht Unterrichtsverfahren*Geschlecht.	
Ressourcen	Prozessorzeit	00 00:00:00,328
	Verstrichene Zeit	00 00:00:00,531

[DatenSet1] C:\Dokumente und Einstellungen\GIS-STATION\Desktop\UnterrichtsverfahrenRIES.sav

#### Zwischensubjektfaktoren

	Wertelabel	N
Unterrichtsverfahren	1 Lernzirkel	76
	2 Lernpfad	210
Geschlecht	1 weiblich	121
	2 männlich	165

#### Tests der Zwischensubjekteffekte

Abhängige Variable:SuevitGenese

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F
Korrigiertes Modell	1,332 <sup>a</sup>	3	,444	1,826
Konstanter Term	62,550	1	62,550	257,291
Unterrichtsverfahren	,169	1	,169	,695
Geschlecht	1,166	1	1,166	4,797
Unterrichtsverfahren * Geschlecht	,134	1	,134	,553
Fehler	68,557	282	,243	
Gesamt	158,563	286		
Korrigierte Gesamtvariation	69,889	285		

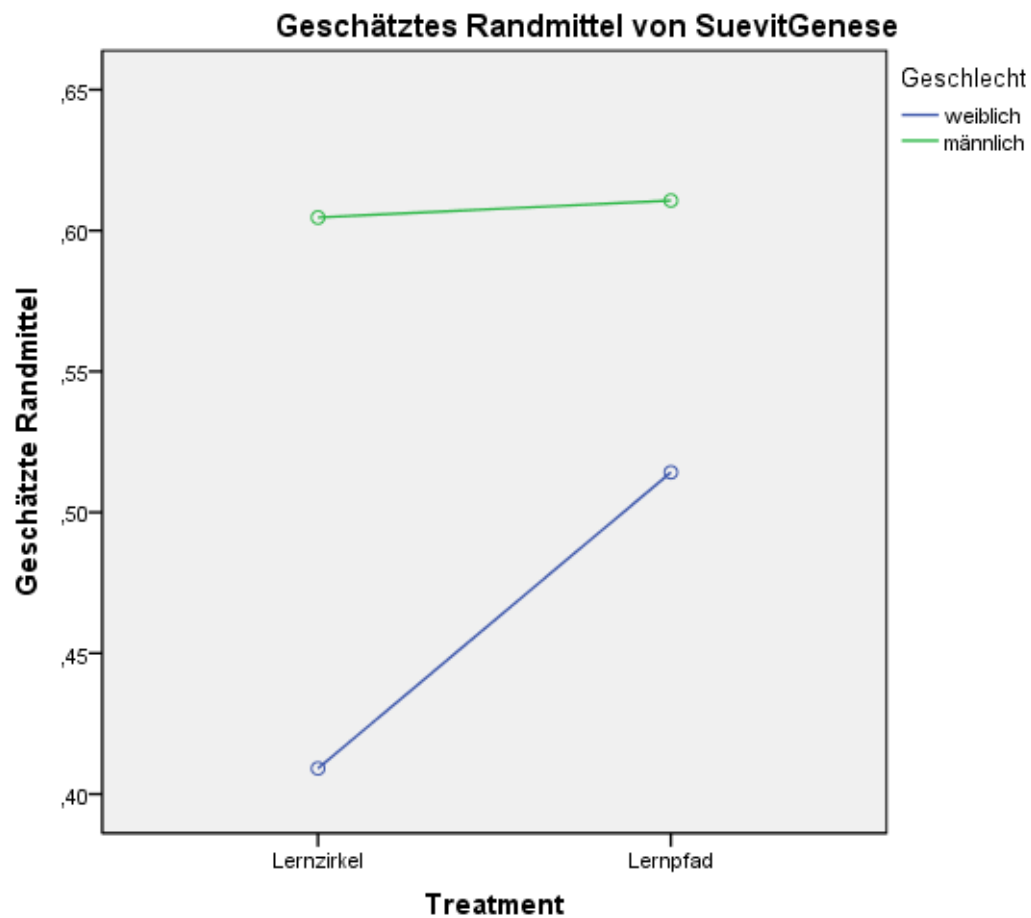
### Tests der Zwischensubjekteffekte

Abhängige Variable: SuevitGenese

Quelle	Sig.	Partielles Eta- Quadrat
Korrigiertes Modell	,143	,019
Konstanter Term	,000	,477
Unterrichtsverfahren	,405	,002
Geschlecht	,029	,017
Unterrichtsverfahren * Geschlecht	,458	,002

a. R-Quadrat = ,019 (korrigiertes R-Quadrat = ,009)

### Profildiagramm



```

GET
  FILE='C:\Dokumente und Einstellungen\GIS-
STATION\Desktop\UnterrichtsverfahrenRHEIN.sav'.
DATASET NAME DatenSet2 WINDOW=FRONT.
UNIANOVA Schlingel BY Unterrichtsverfahren Geschlecht
  /METHOD=SSTYPE(3)
  /INTERCEPT=INCLUDE
  /PLOT=PROFILE(Unterrichtsverfahren*Geschlecht)
  /PRINT=ETASQ
  /CRITERIA=ALPHA(.05)
  /DESIGN=Unterrichtsverfahren Geschlecht Unterrichtsverfahren*Geschlecht.

```

## Univariate Varianzanalyse

Anmerkungen		
Ausgabe erstellt		24-Okt-2013 08:15:37
Kommentare		
Eingabe	Daten	C:\Dokumente und Einstellungen\GIS-STATI-ON\Desktop\UnterrichtsverfahrenRHEIN.sav
	Aktiver Datensatz	DatenSet2
	Filter	<keine>
	Gewichtung	<keine>
	Aufgeteilte Datei	<keine>
	Anzahl der Zeilen in der Arbeitsdatei	155
Behandlung fehlender Werte	Definition für "fehlend"	Benutzerdefinierte fehlende Werte werden als fehlend behandelt.
	Verwendete Fälle	Die Statistik basiert auf allen Fällen mit gültigen Daten für alle Variablen im Modell.

Syntax	UNIANOVA Schlinge1 BY Unterrichts- verfahren Geschlecht /METHOD=SSTYPE(3) /INTERCEPT=INCLUDE  /PLOT=PROFILE(Unterrichtsverfahren* Geschlecht) /PRINT=ETASQ /CRITERIA=ALPHA(.05) /DESIGN=Unterrichtsverfahren Ge- schlecht Unterrichtsverfah- ren*Geschlecht.	
Ressourcen	Prozessorzeit	00 00:00:00,406
	Verstrichene Zeit	00 00:00:00,437

[DatenSet2] C:\Dokumente und Einstellungen\GIS-  
STATION\Desktop\UnterrichtsverfahrenRHEIN.sav

#### Zwischensubjektfaktoren

		Wertelabel	N
Unterrichts- verfahren	1	Lernzirkel	117
	2	Lernpfad	38
Geschlecht	1	Weiblich	102
	2	Männlich	53

#### Tests der Zwischensubjekteffekte

Abhängige Variable:Schlinge1

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quad- rate	F
Korrigiertes Modell	,072 <sup>a</sup>	3	,024	,546
Konstanter Term	97,444	1	97,444	2225,288
Unterrichtsverfahren	,036	1	,036	,819
Geschlecht	6,778E-5	1	6,778E-5	,002
Unterrichtsverfahren * Ge- schlecht	,042	1	,042	,967
Fehler	6,612	151	,044	
Gesamt	148,000	155		
Korrigierte Gesamtvariation	6,684	154		



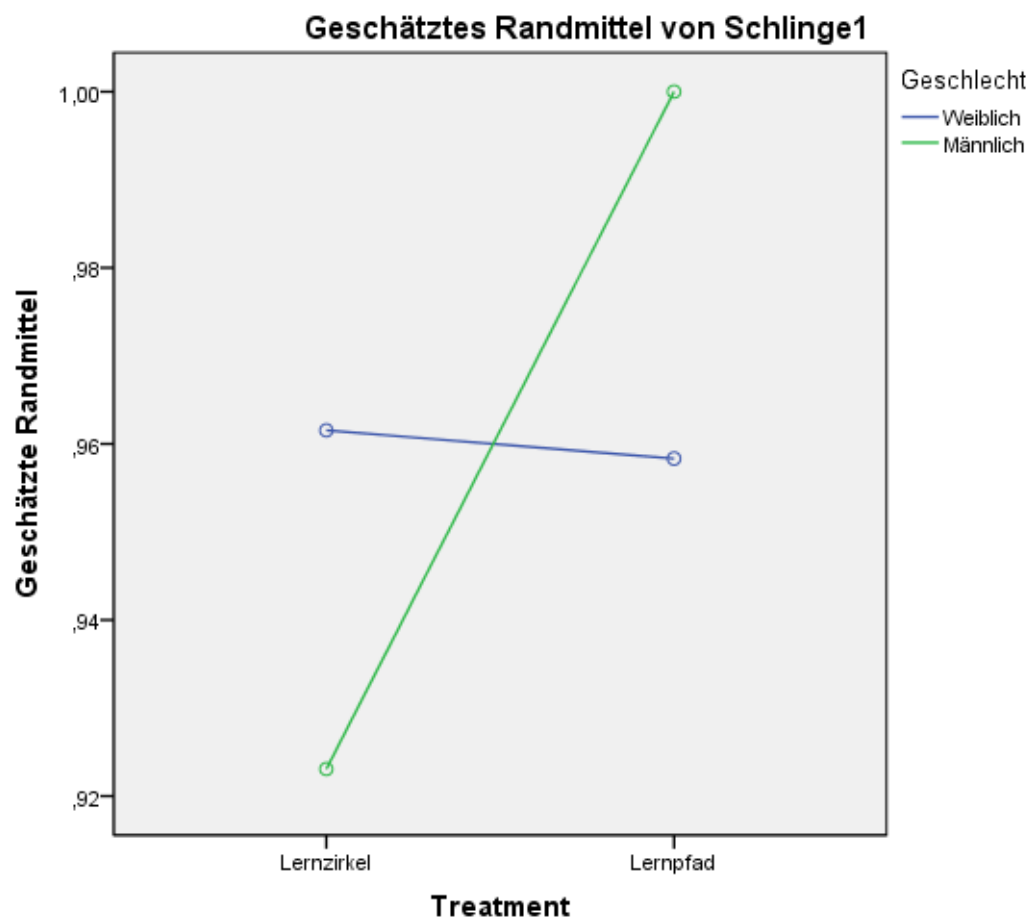
### Tests der Zwischensubjekteffekte

Abhängige Variable:Schlinge1

Quelle	Sig.	Partielles Eta- Quadrat
Korrigiertes Modell	,652	,011
Konstanter Term	,000	,936
Unterrichtsverfahren	,367	,005
Geschlecht	,969	,000
Unterrichtsverfahren * Geschlecht	,327	,006

a. R-Quadrat = ,011 (korrigiertes R-Quadrat = -,009)

### Profildiagramm



```

UNIANOVA Schlinge2 BY Unterrichtsverfahren Geschlecht
  /METHOD=SSTYPE(3)
  /INTERCEPT=INCLUDE
  /PLOT=PROFILE(Unterrichtsverfahren*Geschlecht)
  /PRINT=ETASQ
  /CRITERIA=ALPHA(.05)
  /DESIGN=Unterrichtsverfahren Geschlecht Unterrichtsverfahren*Geschlecht.

```

## Univariate Varianzanalyse

Anmerkungen		
Ausgabe erstellt		24-Okt-2013 08:15:55
Kommentare		
Eingabe	Daten	C:\Dokumente und Einstellungen\GIS-STATI-ON\Desktop\UnterrichtsverfahrenRHEI N.sav
	Aktiver Datensatz	DatenSet2
	Filter	<keine>
	Gewichtung	<keine>
	Aufgeteilte Datei	<keine>
	Anzahl der Zeilen in der Arbeitsdatei	155
Behandlung fehlender Werte	Definition für "fehlend"	Benutzerdefinierte fehlende Werte werden als fehlend behandelt.
	Verwendete Fälle	Die Statistik basiert auf allen Fällen mit gültigen Daten für alle Variablen im Modell.

Syntax	UNIANOVA Schlinge2 BY Unterrichts- verfahren Geschlecht /METHOD=SSTYPE(3) /INTERCEPT=INCLUDE  /PLOT=PROFILE(Unterrichtsverfahren* Geschlecht) /PRINT=ETASQ /CRITERIA=ALPHA(.05) /DESIGN=Unterrichtsverfahren Ge- schlecht Unterrichtsverfah- ren*Geschlecht.	
Ressourcen	Prozessorzeit	00 00:00:00,437
	Verstrichene Zeit	00 00:00:00,453

[DatenSet2] C:\Dokumente und Einstellungen\GIS-  
STATION\Desktop\UnterrichtsverfahrenRHEIN.sav

#### Zwischensubjektfaktoren

		Wertelabel	N
Unterrichts- verfahren	1	Lernzirkel	117
	2	Lernpfad	38
Geschlecht	1	Weiblich	102
	2	Männlich	53

#### Tests der Zwischensubjekteffekte

Abhängige Variable:Schlinge2

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quad- rate	F
Korrigiertes Modell	,243 <sup>a</sup>	3	,081	1,340
Konstanter Term	94,220	1	94,220	1561,341
Unterrichtsverfahren	,125	1	,125	2,077
Geschlecht	,008	1	,008	,136
Unterrichtsverfahren * Ge- schlecht	,093	1	,093	1,538
Fehler	9,112	151	,060	
Gesamt	145,000	155		
Korrigierte Gesamtvariation	9,355	154		

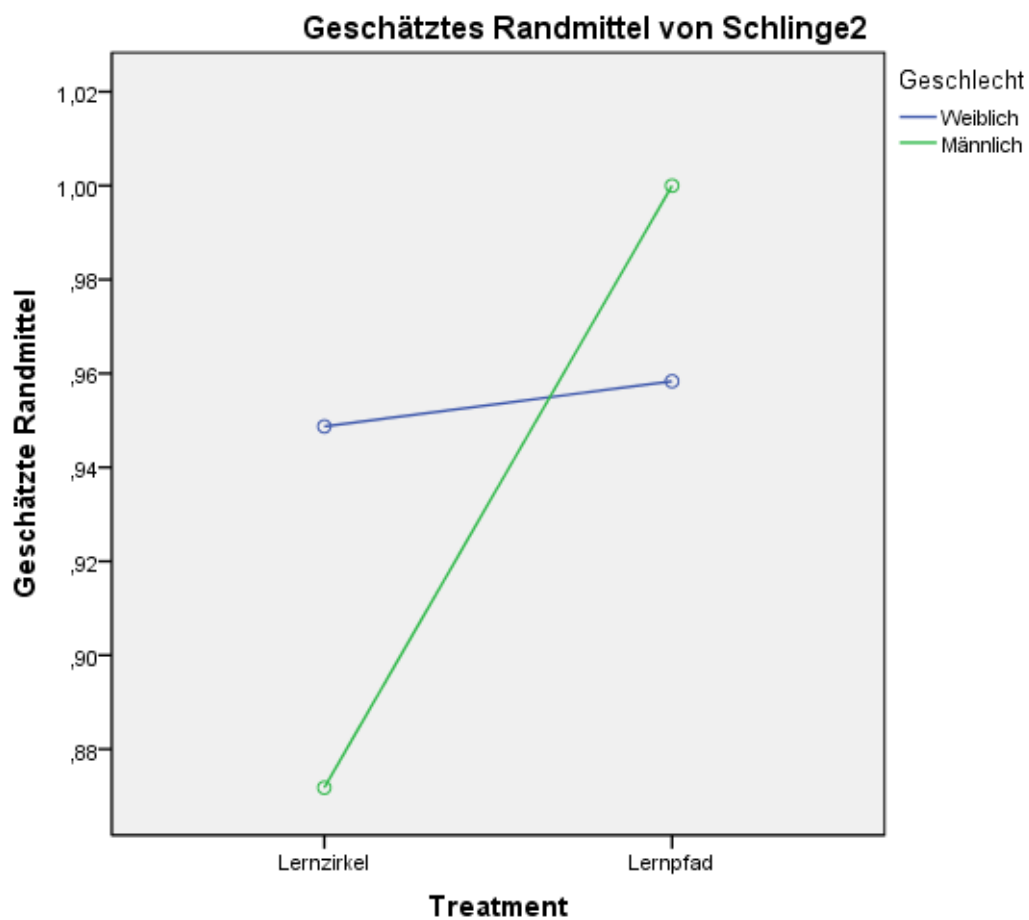
### Tests der Zwischensubjekteffekte

Abhängige Variable:Schlinge2

Quelle	Sig.	Partielles Eta- Quadrat
Korrigiertes Modell	,263	,026
Konstanter Term	,000	,912
Unterrichtsverfahren	,152	,014
Geschlecht	,713	,001
Unterrichtsverfahren *	,217	,010
Geschlecht		

a. R-Quadrat = ,026 (korrigiertes R-Quadrat = ,007)

### Profildiagramm



```

UNIANOVA Schlinge3 BY Unterrichtsverfahren Geschlecht
  /METHOD=SSTYPE(3)
  /INTERCEPT=INCLUDE
  /PLOT=PROFILE(Unterrichtsverfahren*Geschlecht)
  /PRINT=ETASQ
  /CRITERIA=ALPHA(.05)
  /DESIGN=Unterrichtsverfahren Geschlecht Unterrichtsverfahren*Geschlecht.

```

## Univariate Varianzanalyse

Anmerkungen		
Ausgabe erstellt		24-Okt-2013 08:16:08
Kommentare		
Eingabe	Daten	C:\Dokumente und Einstellungen\GIS-STATI-ON\Desktop\UnterrichtsverfahrenRHEI N.sav
	Aktiver Datensatz	DatenSet2
	Filter	<keine>
	Gewichtung	<keine>
	Aufgeteilte Datei	<keine>
	Anzahl der Zeilen in der Arbeitsdatei	155
Behandlung fehlender Werte	Definition für "fehlend"	Benutzerdefinierte fehlende Werte werden als fehlend behandelt.
	Verwendete Fälle	Die Statistik basiert auf allen Fällen mit gültigen Daten für alle Variablen im Modell.

Syntax	UNIANOVA Schlinge3 BY Unterrichts- verfahren Geschlecht /METHOD=SSTYPE(3) /INTERCEPT=INCLUDE  /PLOT=PROFILE(Unterrichtsverfahren* Geschlecht) /PRINT=ETASQ /CRITERIA=ALPHA(.05) /DESIGN=Unterrichtsverfahren Ge- schlecht Unterrichtsverfah- ren*Geschlecht.	
Ressourcen	Prozessorzeit	00 00:00:00,390
	Verstrichene Zeit	00 00:00:00,390

[DatenSet2] C:\Dokumente und Einstellungen\GIS-  
STATION\Desktop\UnterrichtsverfahrenRHEIN.sav

#### Zwischensubjektfaktoren

		Wertelabel	N
Unterrichts- verfahren	1	Lernzirkel	117
	2	Lernpfad	38
Geschlecht	1	Weiblich	102
	2	Männlich	53

#### Tests der Zwischensubjekteffekte

Abhängige Variable:Schlinge3

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quad- rate	F
Korrigiertes Modell	,953 <sup>a</sup>	3	,318	2,064
Konstanter Term	75,730	1	75,730	492,038
Unterrichtsverfahren	,866	1	,866	5,623
Geschlecht	,015	1	,015	,099
Unterrichtsverfahren * Ge- schlecht	,269	1	,269	1,748
Fehler	23,240	151	,154	
Gesamt	125,000	155		
Korrigierte Gesamtvariation	24,194	154		

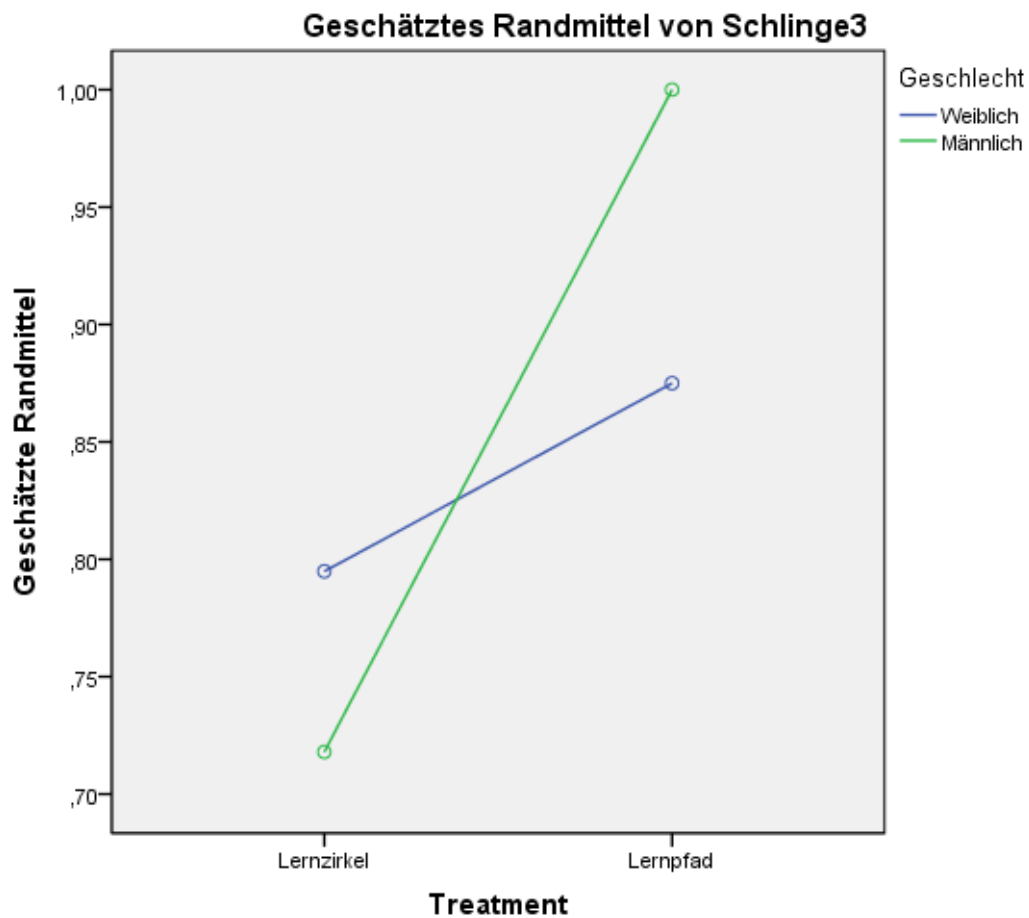
### Tests der Zwischensubjekteffekte

Abhängige Variable:Schlinge3

Quelle	Sig.	Partielles Eta- Quadrat
Korrigiertes Modell	,107	,039
Konstanter Term	,000	,765
Unterrichtsverfahren	,019	,036
Geschlecht	,753	,001
Unterrichtsverfahren * Geschlecht	,188	,011

a. R-Quadrat = ,039 (korrigiertes R-Quadrat = ,020)

### Profildiagramm



```

UNIANOVA Tulla BY Unterrichtsverfahren Geschlecht
  /METHOD=SSTYPE(3)
  /INTERCEPT=INCLUDE
  /PLOT=PROFILE(Unterrichtsverfahren*Geschlecht)
  /PRINT=ETASQ
  /CRITERIA=ALPHA(.05)
  /DESIGN=Unterrichtsverfahren Geschlecht Unterrichtsverfahren*Geschlecht.

```

## Univariate Varianzanalyse

Anmerkungen		
Ausgabe erstellt		24-Okt-2013 08:16:21
Kommentare		
Eingabe	Daten	C:\Dokumente und Einstellungen\GIS-STATI-ON\Desktop\UnterrichtsverfahrenRHEI N.sav
	Aktiver Datensatz	DatenSet2
	Filter	<keine>
	Gewichtung	<keine>
	Aufgeteilte Datei	<keine>
	Anzahl der Zeilen in der Arbeitsdatei	155
Behandlung fehlender Werte	Definition für "fehlend"	Benutzerdefinierte fehlende Werte werden als fehlend behandelt.
	Verwendete Fälle	Die Statistik basiert auf allen Fällen mit gültigen Daten für alle Variablen im Modell.



Syntax	UNIANOVA Tulla BY Unterrichtsverfahren Geschlecht /METHOD=SSTYPE(3) /INTERCEPT=INCLUDE  /PLOT=PROFILE(Unterrichtsverfahren* Geschlecht) /PRINT=ETASQ /CRITERIA=ALPHA(.05) /DESIGN=Unterrichtsverfahren Geschlecht Unterrichtsverfahren*Geschlecht.		
Ressourcen	Prozessorzeit		00 00:00:00,406
	Verstrichene Zeit		00 00:00:00,452

[DatenSet2] C:\Dokumente und Einstellungen\GIS-STATION\Desktop\UnterrichtsverfahrenRHEIN.sav

#### Zwischensubjektfaktoren

		Wertelabel	N
Unterrichtsverfahren	1	Lernzirkel	117
	2	Lernpfad	38
Geschlecht	1	Weiblich	102
	2	Männlich	53

#### Tests der Zwischensubjekteffekte

Abhängige Variable:Tulla

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F
Korrigiertes Modell	4,341 <sup>a</sup>	3	1,447	8,976
Konstanter Term	45,023	1	45,023	279,277
Unterrichtsverfahren	3,192	1	3,192	19,799
Geschlecht	,036	1	,036	,222
Unterrichtsverfahren * Geschlecht	,163	1	,163	1,010
Fehler	24,343	151	,161	
Gesamt	117,000	155		
Korrigierte Gesamtvariation	28,684	154		

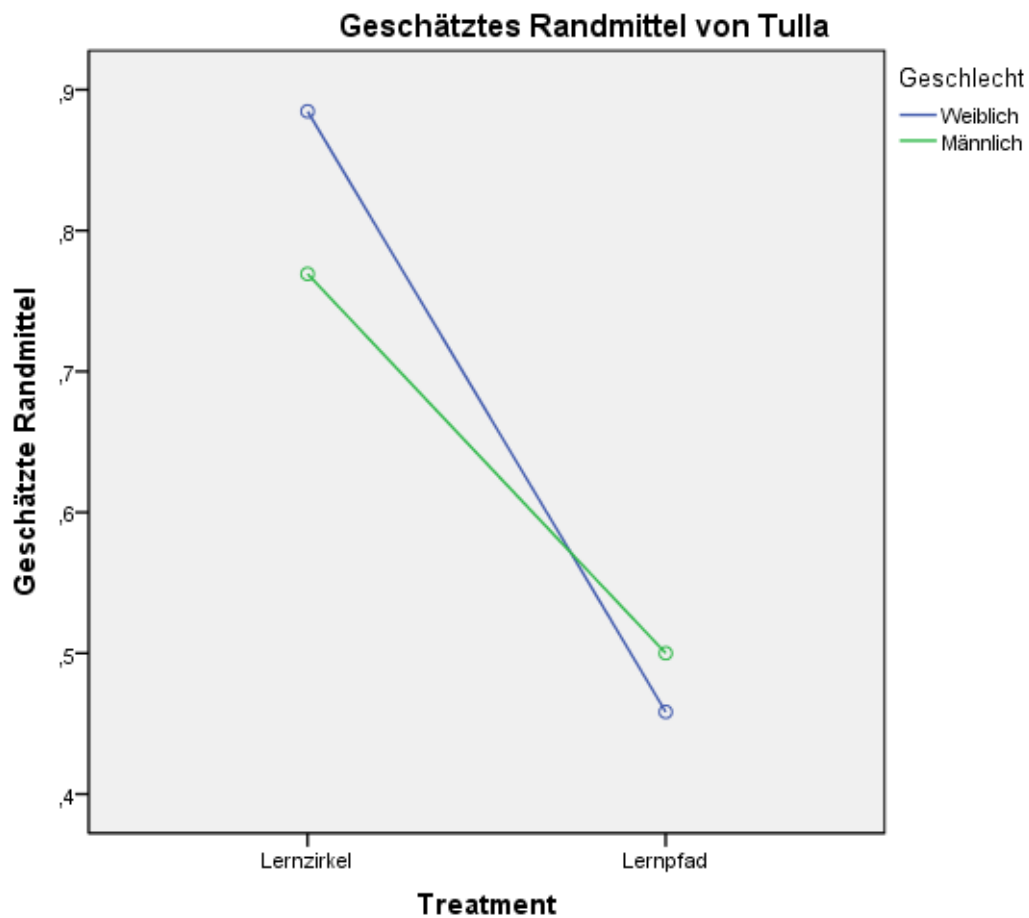
### Tests der Zwischensubjekteffekte

Abhängige Variable:Tulla

Quelle	Sig.	Partielles Eta- Quadrat
Korrigiertes Modell	,000	,151
Konstanter Term	,000	,649
Unterrichtsverfahren	,000	,116
Geschlecht	,638	,001
Unterrichtsverfahren * Geschlecht	,317	,007

a. R-Quadrat = ,151 (korrigiertes R-Quadrat = ,134)

### Profildiagramm



```

UNIANOVA Baggersee BY Unterrichtsverfahren Geschlecht
  /METHOD=SSTYPE(3)
  /INTERCEPT=INCLUDE
  /PLOT=PROFILE(Unterrichtsverfahren*Geschlecht)
  /PRINT=ETASQ
  /CRITERIA=ALPHA(.05)
  /DESIGN=Unterrichtsverfahren Geschlecht Unterrichtsverfahren*Geschlecht.

```

## Univariate Varianzanalyse

Anmerkungen		
Ausgabe erstellt		24-Okt-2013 08:16:32
Kommentare		
Eingabe	Daten	C:\Dokumente und Einstellungen\GIS-STATI-ON\Desktop\UnterrichtsverfahrenRHEI N.sav
	Aktiver Datensatz	DatenSet2
	Filter	<keine>
	Gewichtung	<keine>
	Aufgeteilte Datei	<keine>
	Anzahl der Zeilen in der Arbeitsdatei	155
Behandlung fehlender Werte	Definition für "fehlend"	Benutzerdefinierte fehlende Werte werden als fehlend behandelt.
	Verwendete Fälle	Die Statistik basiert auf allen Fällen mit gültigen Daten für alle Variablen im Modell.

Syntax	UNIANOVA Baggersee BY Unterrichts- verfahren Geschlecht /METHOD=SSTYPE(3) /INTERCEPT=INCLUDE  /PLOT=PROFILE(Unterrichtsverfahren* Geschlecht) /PRINT=ETASQ /CRITERIA=ALPHA(.05) /DESIGN=Unterrichtsverfahren Ge- schlecht Unterrichtsverfah- ren*Geschlecht.	
Ressourcen	Prozessorzeit	00 00:00:00,328
	Verstrichene Zeit	00 00:00:00,453

[DatenSet2] C:\Dokumente und Einstellungen\GIS-  
STATION\Desktop\UnterrichtsverfahrenRHEIN.sav

#### Zwischensubjektfaktoren

		Wertelabel	N
Unterrichts- verfahren	1	Lernzirkel	117
	2	Lernpfad	38
Geschlecht	1	Weiblich	102
	2	Männlich	53

#### Tests der Zwischensubjekteffekte

Abhängige Variable: Baggersee

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quad- rate	F
Korrigiertes Modell	2,636 <sup>a</sup>	3	,879	9,452
Konstanter Term	4,477	1	4,477	48,166
Unterrichtsverfahren	2,320	1	2,320	24,958
Geschlecht	,513	1	,513	5,520
Unterrichtsverfahren * Ge- schlecht	,612	1	,612	6,581
Fehler	14,035	151	,093	
Gesamt	19,000	155		
Korrigierte Gesamtvariation	16,671	154		

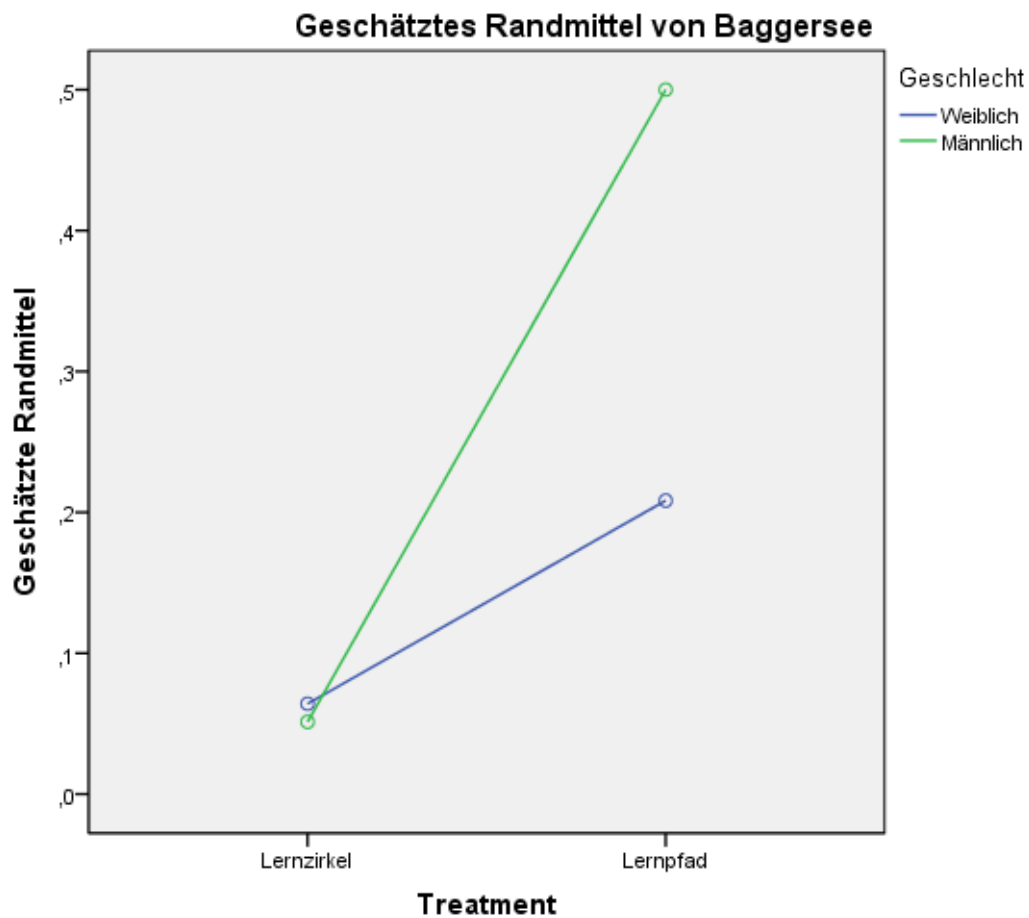
### Tests der Zwischensubjekteffekte

Abhängige Variable: Baggersee

Quelle	Sig.	Partielles Eta- Quadrat
Korrigiertes Modell	,000	,158
Konstanter Term	,000	,242
Unterrichtsverfahren	,000	,142
Geschlecht	,020	,035
Unterrichtsverfahren * Geschlecht	,011	,042

a. R-Quadrat = ,158 (korrigiertes R-Quadrat = ,141)

### Profildiagramm



```

UNIANOVA Vorteila BY Unterrichtsverfahren Geschlecht
  /METHOD=SSTYPE(3)
  /INTERCEPT=INCLUDE
  /PLOT=PROFILE(Unterrichtsverfahren*Geschlecht)
  /PRINT=ETASQ
  /CRITERIA=ALPHA(.05)
  /DESIGN=Unterrichtsverfahren Geschlecht Unterrichtsverfahren*Geschlecht.

```

## Univariate Varianzanalyse

Anmerkungen		
Ausgabe erstellt		24-Okt-2013 08:16:40
Kommentare		
Eingabe	Daten	C:\Dokumente und Einstellungen\GIS-STATI-ON\Desktop\UnterrichtsverfahrenRHEI N.sav
	Aktiver Datensatz	DatenSet2
	Filter	<keine>
	Gewichtung	<keine>
	Aufgeteilte Datei	<keine>
	Anzahl der Zeilen in der Arbeitsdatei	155
Behandlung fehlender Werte	Definition für "fehlend"	Benutzerdefinierte fehlende Werte werden als fehlend behandelt.
	Verwendete Fälle	Die Statistik basiert auf allen Fällen mit gültigen Daten für alle Variablen im Modell.

Syntax	UNIANOVA VorteilA BY Unterrichtsverfahren Geschlecht /METHOD=SSTYPE(3) /INTERCEPT=INCLUDE  /PLOT=PROFILE(Unterrichtsverfahren* Geschlecht) /PRINT=ETASQ /CRITERIA=ALPHA(.05) /DESIGN=Unterrichtsverfahren Geschlecht Unterrichtsverfahren*Geschlecht.		
Ressourcen	Prozessorzeit		00 00:00:00,297
	Verstrichene Zeit		00 00:00:00,313

[DatenSet2] C:\Dokumente und Einstellungen\GIS-STATION\Desktop\UnterrichtsverfahrenRHEIN.sav

#### Zwischensubjektfaktoren

		Wertelabel	N
Unterrichtsverfahren	1	Lernzirkel	117
	2	Lernpfad	38
Geschlecht	1	Weiblich	102
	2	Männlich	53

#### Tests der Zwischensubjekteffekte

Abhängige Variable:VorteilA

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadratur	F
Korrigiertes Modell	,624 <sup>a</sup>	3	,208	,827
Konstanter Term	34,348	1	34,348	136,506
Unterrichtsverfahren	,350	1	,350	1,391
Geschlecht	,331	1	,331	1,315
Unterrichtsverfahren * Geschlecht	,097	1	,097	,386
Fehler	37,995	151	,252	
Gesamt	82,000	155		
Korrigierte Gesamtvariation	38,619	154		

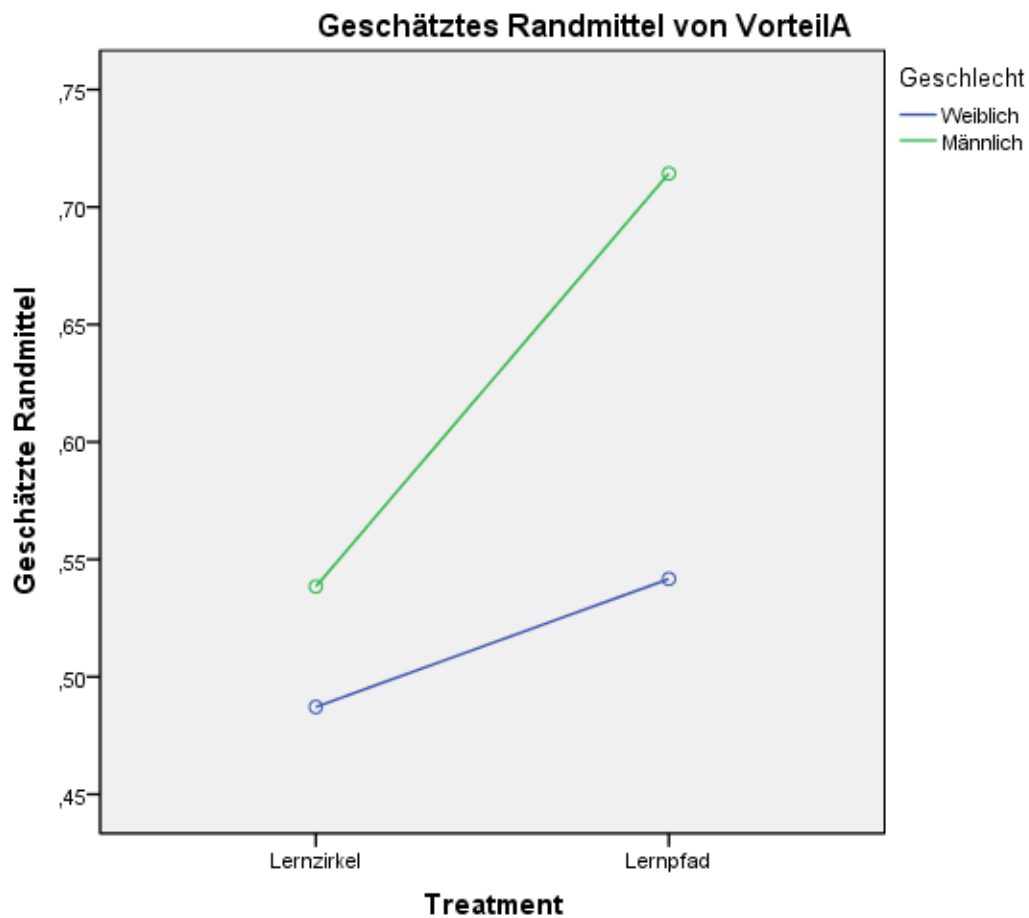
### Tests der Zwischensubjekteffekte

Abhängige Variable: VorteilA

Quelle	Sig.	Partielles Eta- Quadrat
Korrigiertes Modell	,481	,016
Konstanter Term	,000	,475
Unterrichtsverfahren	,240	,009
Geschlecht	,253	,009
Unterrichtsverfahren * Geschlecht	,535	,003

a. R-Quadrat = ,016 (korrigiertes R-Quadrat = -,003)

### Profildiagramm





```

UNIANOVA VorteilB BY Unterrichtsverfahren Geschlecht
  /METHOD=SSTYPE(3)
  /INTERCEPT=INCLUDE
  /PLOT=PROFILE(Unterrichtsverfahren*Geschlecht)
  /PRINT=ETASQ
  /CRITERIA=ALPHA(.05)
  /DESIGN=Unterrichtsverfahren Geschlecht Unterrichtsverfahren*Geschlecht.

```

## Univariate Varianzanalyse

Anmerkungen		
Ausgabe erstellt		24-Okt-2013 08:16:48
Kommentare		
Eingabe	Daten	C:\Dokumente und Einstellungen\GIS-STATI-ON\Desktop\UnterrichtsverfahrenRHEI N.sav
	Aktiver Datensatz	DatenSet2
	Filter	<keine>
	Gewichtung	<keine>
	Aufgeteilte Datei	<keine>
	Anzahl der Zeilen in der Arbeitsdatei	155
Behandlung fehlender Werte	Definition für "fehlend"	Benutzerdefinierte fehlende Werte werden als fehlend behandelt.
	Verwendete Fälle	Die Statistik basiert auf allen Fällen mit gültigen Daten für alle Variablen im Modell.

Syntax	UNIANOVA VorteilB BY Unterrichtsverfahren Geschlecht /METHOD=SSTYPE(3) /INTERCEPT=INCLUDE  /PLOT=PROFILE(Unterrichtsverfahren* Geschlecht) /PRINT=ETASQ /CRITERIA=ALPHA(.05) /DESIGN=Unterrichtsverfahren Geschlecht Unterrichtsverfahren*Geschlecht.		
Ressourcen	Prozessorzeit		00 00:00:00,328
	Verstrichene Zeit		00 00:00:00,375

[DatenSet2] C:\Dokumente und Einstellungen\GIS-STATION\Desktop\UnterrichtsverfahrenRHEIN.sav

#### Zwischensubjektfaktoren

		Wertelabel	N
Unterrichtsverfahren	1	Lernzirkel	117
	2	Lernpfad	38
Geschlecht	1	Weiblich	102
	2	Männlich	53

#### Tests der Zwischensubjekteffekte

Abhängige Variable:VorteilB

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadratrate	F
Korrigiertes Modell	,819 <sup>a</sup>	3	,273	1,221
Konstanter Term	13,106	1	13,106	58,659
Unterrichtsverfahren	,018	1	,018	,080
Geschlecht	,674	1	,674	3,017
Unterrichtsverfahren * Geschlecht	,009	1	,009	,042
Fehler	33,736	151	,223	
Gesamt	52,000	155		
Korrigierte Gesamtvariation	34,555	154		

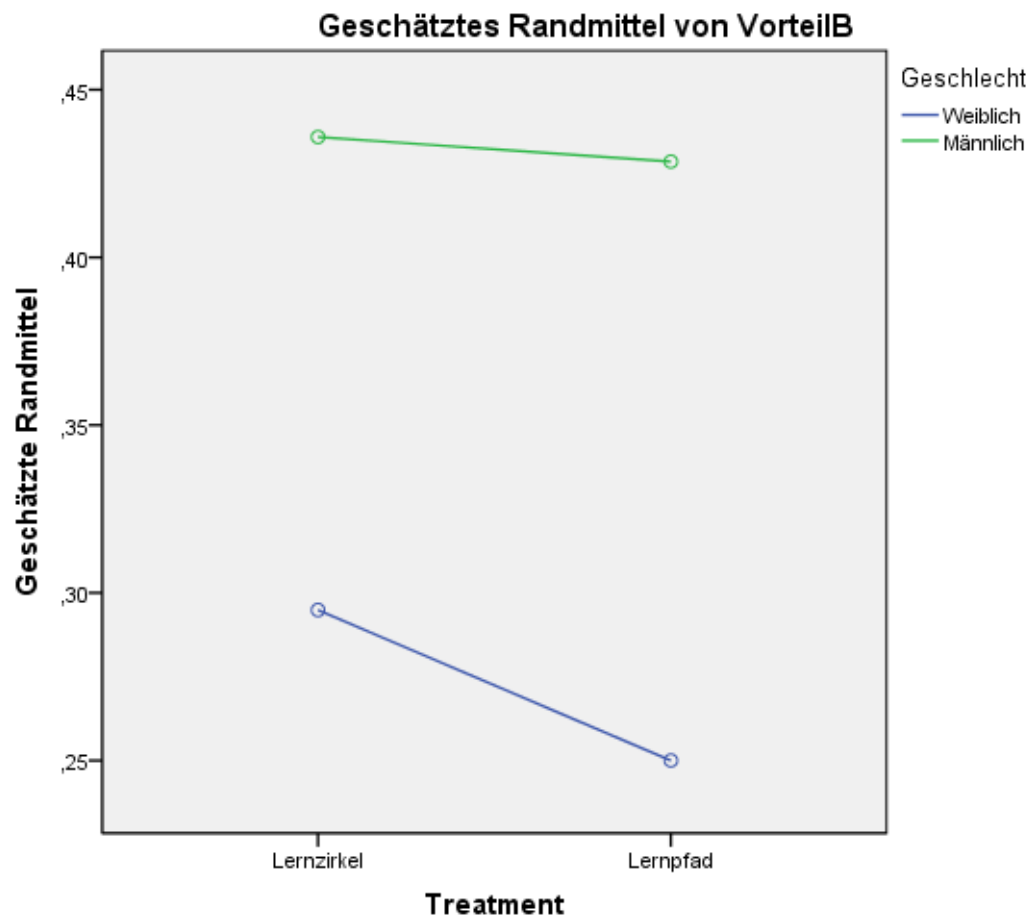
### Tests der Zwischensubjekteffekte

Abhängige Variable: VorteilB

Quelle	Sig.	Partielles Eta- Quadrat
Korrigiertes Modell	,304	,024
Konstanter Term	,000	,280
Unterrichtsverfahren	,777	,001
Geschlecht	,084	,020
Unterrichtsverfahren * Geschlecht	,839	,000

a. R-Quadrat = ,024 (korrigiertes R-Quadrat = ,004)

### Profildiagramm



```

UNIANOVA VorteilC BY Unterrichtsverfahren Geschlecht
  /METHOD=SSTYPE(3)
  /INTERCEPT=INCLUDE
  /PLOT=PROFILE(Unterrichtsverfahren*Geschlecht)
  /PRINT=ETASQ
  /CRITERIA=ALPHA(.05)
  /DESIGN=Unterrichtsverfahren Geschlecht Unterrichtsverfahren*Geschlecht.

```

## Univariate Varianzanalyse

Anmerkungen		
Ausgabe erstellt		24-Okt-2013 08:16:56
Kommentare		
Eingabe	Daten	C:\Dokumente und Einstellungen\GIS-STATI-ON\Desktop\UnterrichtsverfahrenRHEI N.sav
	Aktiver Datensatz	DatenSet2
	Filter	<keine>
	Gewichtung	<keine>
	Aufgeteilte Datei	<keine>
	Anzahl der Zeilen in der Arbeitsdatei	155
Behandlung fehlender Werte	Definition für "fehlend"	Benutzerdefinierte fehlende Werte werden als fehlend behandelt.
	Verwendete Fälle	Die Statistik basiert auf allen Fällen mit gültigen Daten für alle Variablen im Modell.

Syntax	UNIANOVA VorteilC BY Unterrichtsverfahren Geschlecht /METHOD=SSTYPE(3) /INTERCEPT=INCLUDE  /PLOT=PROFILE(Unterrichtsverfahren* Geschlecht) /PRINT=ETASQ /CRITERIA=ALPHA(.05) /DESIGN=Unterrichtsverfahren Geschlecht Unterrichtsverfahren*Geschlecht.		
Ressourcen	Prozessorzeit		00 00:00:00,375
	Verstrichene Zeit		00 00:00:00,453

[DatenSet2] C:\Dokumente und Einstellungen\GIS-STATION\Desktop\UnterrichtsverfahrenRHEIN.sav

#### Zwischensubjektfaktoren

		Wertelabel	N
Unterrichtsverfahren	1	Lernzirkel	117
	2	Lernpfad	38
Geschlecht	1	Weiblich	102
	2	Männlich	53

#### Tests der Zwischensubjekteffekte

Abhängige Variable:VorteilC

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F
Korrigiertes Modell	,107 <sup>a</sup>	3	,036	,250
Konstanter Term	75,648	1	75,648	530,514
Unterrichtsverfahren	,040	1	,040	,284
Geschlecht	,003	1	,003	,020
Unterrichtsverfahren * Geschlecht	,021	1	,021	,147
Fehler	21,532	151	,143	
Gesamt	129,000	155		
Korrigierte Gesamtvariation	21,639	154		

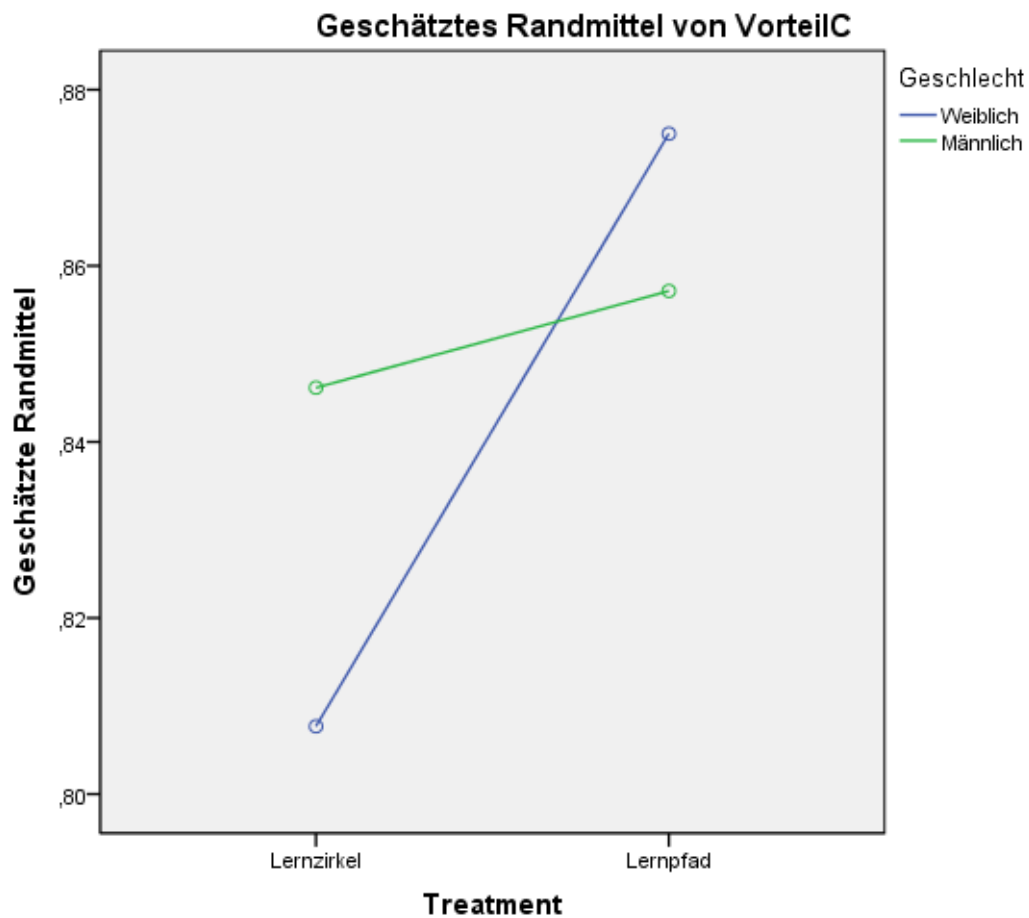
### Tests der Zwischensubjekteffekte

Abhängige Variable: VorteilC

Quelle	Sig.	Partielles Eta- Quadrat
Korrigiertes Modell	,861	,005
Konstanter Term	,000	,778
Unterrichtsverfahren	,595	,002
Geschlecht	,889	,000
Unterrichtsverfahren * Geschlecht	,702	,001

a. R-Quadrat = ,005 (korrigiertes R-Quadrat = -,015)

### Profildiagramm



```

UNIANOVA Vorteild BY Unterrichtsverfahren Geschlecht
  /METHOD=SSTYPE(3)
  /INTERCEPT=INCLUDE
  /PLOT=PROFILE(Unterrichtsverfahren*Geschlecht)
  /PRINT=ETASQ
  /CRITERIA=ALPHA(.05)
  /DESIGN=Unterrichtsverfahren Geschlecht Unterrichtsverfahren*Geschlecht.

```

## Univariate Varianzanalyse

Anmerkungen		
Ausgabe erstellt		24-Okt-2013 08:17:04
Kommentare		
Eingabe	Daten	C:\Dokumente und Einstellungen\GIS-STATI-ON\Desktop\UnterrichtsverfahrenRHEI N.sav
	Aktiver Datensatz	DatenSet2
	Filter	<keine>
	Gewichtung	<keine>
	Aufgeteilte Datei	<keine>
	Anzahl der Zeilen in der Arbeitsdatei	155
Behandlung fehlender Werte	Definition für "fehlend"	Benutzerdefinierte fehlende Werte werden als fehlend behandelt.
	Verwendete Fälle	Die Statistik basiert auf allen Fällen mit gültigen Daten für alle Variablen im Modell.

Syntax	UNIANOVA VorteilD BY Unterrichtsverfahren Geschlecht /METHOD=SSTYPE(3) /INTERCEPT=INCLUDE  /PLOT=PROFILE(Unterrichtsverfahren* Geschlecht) /PRINT=ETASQ /CRITERIA=ALPHA(.05) /DESIGN=Unterrichtsverfahren Geschlecht Unterrichtsverfahren*Geschlecht.		
Ressourcen	Prozessorzeit		00 00:00:00,391
	Verstrichene Zeit		00 00:00:00,468

[DatenSet2] C:\Dokumente und Einstellungen\GIS-STATION\Desktop\UnterrichtsverfahrenRHEIN.sav

#### Zwischensubjektfaktoren

		Wertelabel	N
Unterrichtsverfahren	1	Lernzirkel	117
	2	Lernpfad	38
Geschlecht	1	Weiblich	102
	2	Männlich	53

#### Tests der Zwischensubjekteffekte

Abhängige Variable:VorteilD

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadratrate	F
Korrigiertes Modell	,171 <sup>a</sup>	3	,057	,644
Konstanter Term	,737	1	,737	8,321
Unterrichtsverfahren	,004	1	,004	,046
Geschlecht	,052	1	,052	,588
Unterrichtsverfahren * Geschlecht	,028	1	,028	,315
Fehler	13,377	151	,089	
Gesamt	15,000	155		
Korrigierte Gesamtvariation	13,548	154		



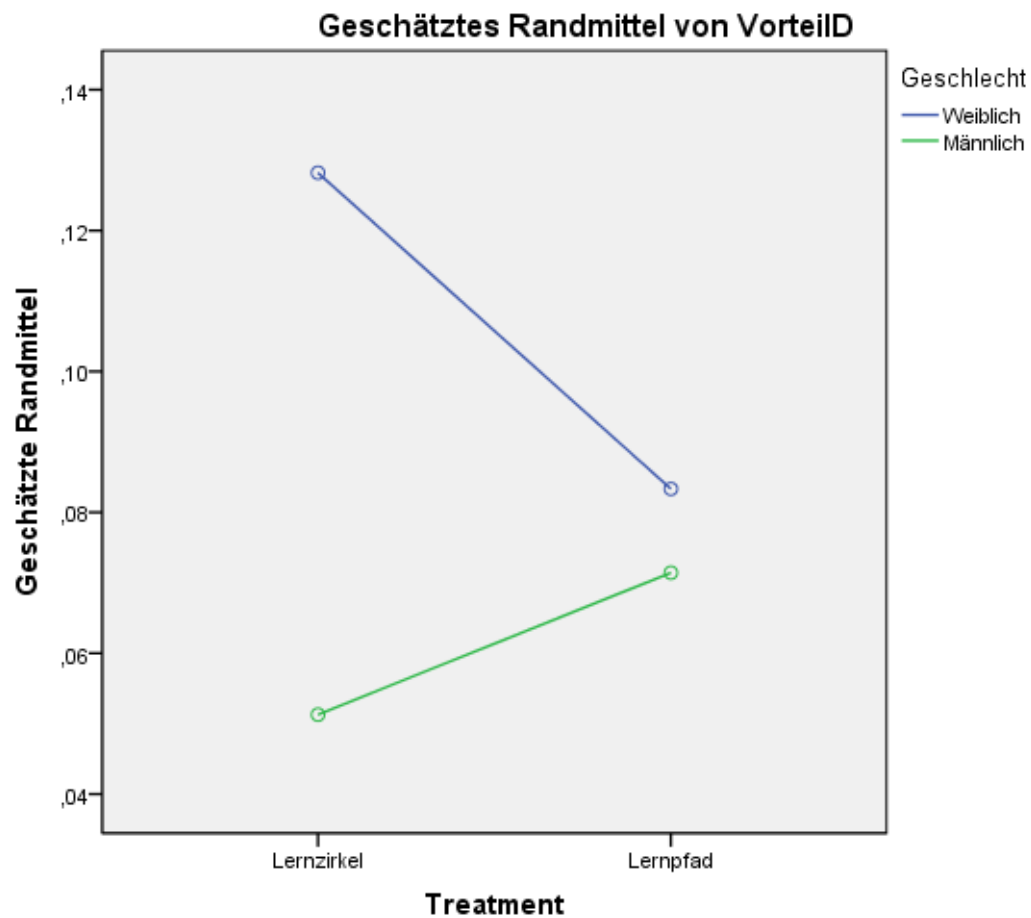
### Tests der Zwischensubjekteffekte

Abhängige Variable: VorteilD

Quelle	Sig.	Partielles Eta- Quadrat
Korrigiertes Modell	,588	,013
Konstanter Term	,004	,052
Unterrichtsverfahren	,831	,000
Geschlecht	,445	,004
Unterrichtsverfahren * Geschlecht	,576	,002

a. R-Quadrat = ,013 (korrigiertes R-Quadrat = -,007)

### Profildiagramm



```

UNIANOVA Vorteile BY Unterrichtsverfahren Geschlecht
  /METHOD=SSTYPE(3)
  /INTERCEPT=INCLUDE
  /PLOT=PROFILE(Unterrichtsverfahren*Geschlecht)
  /PRINT=ETASQ
  /CRITERIA=ALPHA(.05)
  /DESIGN=Unterrichtsverfahren Geschlecht Unterrichtsverfahren*Geschlecht.

```

## Univariate Varianzanalyse

Anmerkungen		
Ausgabe erstellt		24-Okt-2013 08:17:11
Kommentare		
Eingabe	Daten	C:\Dokumente und Einstellungen\GIS-STATI-ON\Desktop\UnterrichtsverfahrenRHEI N.sav
	Aktiver Datensatz	DatenSet2
	Filter	<keine>
	Gewichtung	<keine>
	Aufgeteilte Datei	<keine>
	Anzahl der Zeilen in der Arbeitsdatei	155
Behandlung fehlender Werte	Definition für "fehlend"	Benutzerdefinierte fehlende Werte werden als fehlend behandelt.
	Verwendete Fälle	Die Statistik basiert auf allen Fällen mit gültigen Daten für alle Variablen im Modell.

Syntax	UNIANOVA VorteilE BY Unterrichtsverfahren Geschlecht /METHOD=SSTYPE(3) /INTERCEPT=INCLUDE  /PLOT=PROFILE(Unterrichtsverfahren* Geschlecht) /PRINT=ETASQ /CRITERIA=ALPHA(.05) /DESIGN=Unterrichtsverfahren Geschlecht Unterrichtsverfahren*Geschlecht.		
Ressourcen	Prozessorzeit		00 00:00:00,281
	Verstrichene Zeit		00 00:00:00,328

[DatenSet2] C:\Dokumente und Einstellungen\GIS-STATION\Desktop\UnterrichtsverfahrenRHEIN.sav

#### Zwischensubjektfaktoren

		Wertelabel	N
Unterrichtsverfahren	1	Lernzirkel	117
	2	Lernpfad	38
Geschlecht	1	Weiblich	102
	2	Männlich	53

#### Tests der Zwischensubjekteffekte

Abhängige Variable:VorteilE

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadratrate	F
Korrigiertes Modell	7,553 <sup>a</sup>	3	2,518	12,824
Konstanter Term	24,869	1	24,869	126,664
Unterrichtsverfahren	3,721	1	3,721	18,950
Geschlecht	,013	1	,013	,065
Unterrichtsverfahren * Geschlecht	1,519	1	1,519	7,738
Fehler	29,647	151	,196	
Gesamt	93,000	155		
Korrigierte Gesamtvariation	37,200	154		

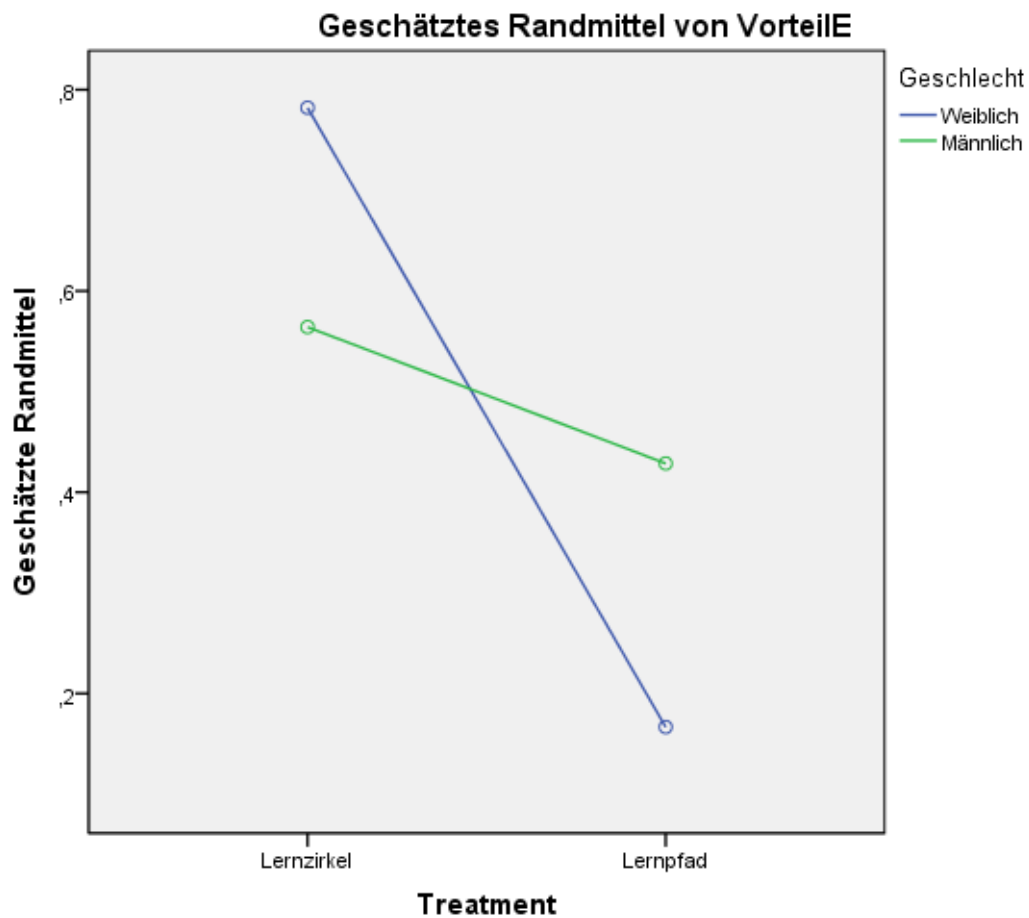
### Tests der Zwischensubjekteffekte

Abhängige Variable: VorteilE

Quelle	Sig.	Partielles Eta- Quadrat
Korrigiertes Modell	,000	,203
Konstanter Term	,000	,456
Unterrichtsverfahren	,000	,112
Geschlecht	,799	,000
Unterrichtsverfahren * Geschlecht	,006	,049

a. R-Quadrat = ,203 (korrigiertes R-Quadrat = ,187)

### Profildiagramm



```

UNIANOVA NachteileA BY Unterrichtsverfahren Geschlecht
  /METHOD=SSTYPE(3)
  /INTERCEPT=INCLUDE
  /PLOT=PROFILE(Unterrichtsverfahren*Geschlecht)
  /PRINT=ETASQ
  /CRITERIA=ALPHA(.05)
  /DESIGN=Unterrichtsverfahren Geschlecht Unterrichtsverfahren*Geschlecht.

```

## Univariate Varianzanalyse

Anmerkungen		
Ausgabe erstellt		24-Okt-2013 08:17:22
Kommentare		
Eingabe	Daten	C:\Dokumente und Einstellungen\GIS-STATI-ON\Desktop\UnterrichtsverfahrenRHEI N.sav
	Aktiver Datensatz	DatenSet2
	Filter	<keine>
	Gewichtung	<keine>
	Aufgeteilte Datei	<keine>
	Anzahl der Zeilen in der Arbeitsdatei	155
Behandlung fehlender Werte	Definition für "fehlend"	Benutzerdefinierte fehlende Werte werden als fehlend behandelt.
	Verwendete Fälle	Die Statistik basiert auf allen Fällen mit gültigen Daten für alle Variablen im Modell.

Syntax	UNIANOVA NachteileA BY Unterrichtsverfahren Geschlecht /METHOD=SSTYPE(3) /INTERCEPT=INCLUDE  /PLOT=PROFILE(Unterrichtsverfahren* Geschlecht) /PRINT=ETASQ /CRITERIA=ALPHA(.05) /DESIGN=Unterrichtsverfahren Geschlecht Unterrichtsverfahren*Geschlecht.	
Ressourcen	Prozessorzeit	00 00:00:00,390
	Verstrichene Zeit	00 00:00:00,454

[DatenSet2] C:\Dokumente und Einstellungen\GIS-STATION\Desktop\UnterrichtsverfahrenRHEIN.sav

#### Zwischensubjektfaktoren

	Wertelabel	N
Unterrichtsverfahren	1 Lernzirkel	117
	2 Lernpfad	38
Geschlecht	1 Weiblich	102
	2 Männlich	53

#### Tests der Zwischensubjekteffekte

Abhängige Variable:Nachteila

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F
Korrigiertes Modell	2,675 <sup>a</sup>	3	,892	3,794
Konstanter Term	36,946	1	36,946	157,182
Unterrichtsverfahren	1,296	1	1,296	5,515
Geschlecht	1,071	1	1,071	4,557
Unterrichtsverfahren * Geschlecht	,096	1	,096	,410
Fehler	35,493	151	,235	
Gesamt	87,000	155		
Korrigierte Gesamtvariation	38,168	154		

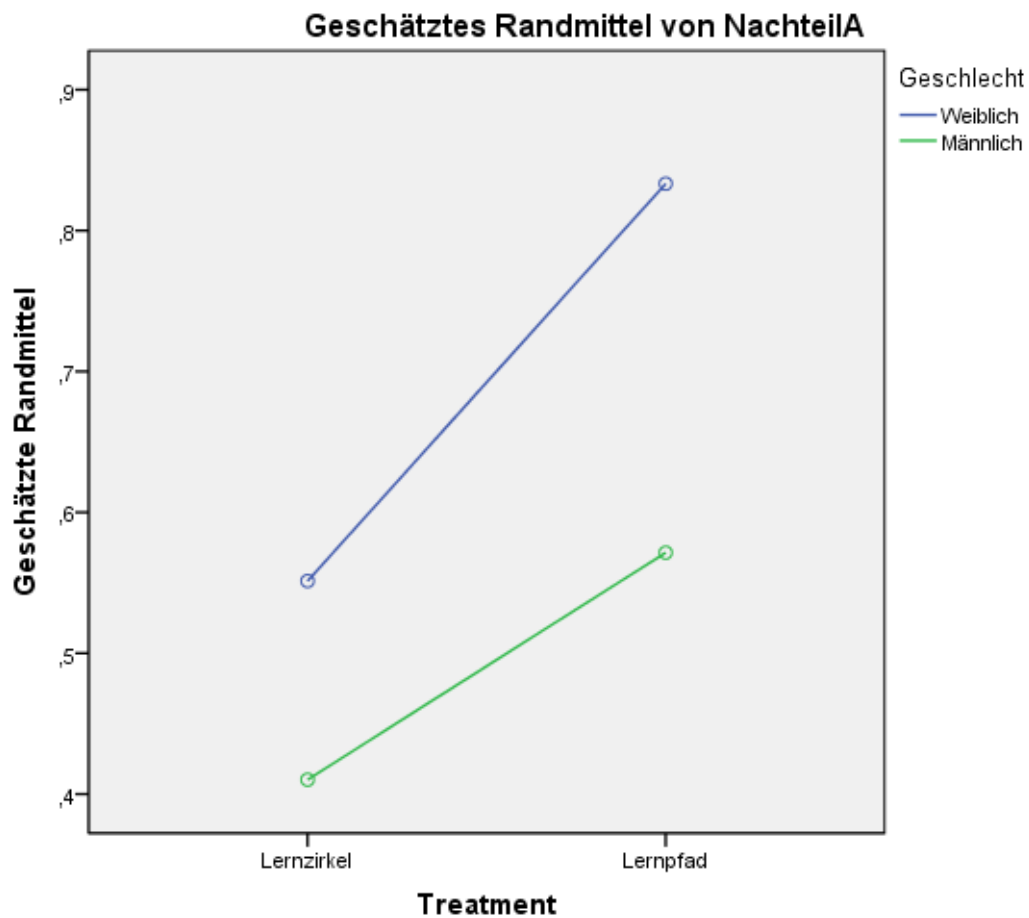
### Tests der Zwischensubjekteffekte

Abhängige Variable:NachteilA

Quelle	Sig.	Partielles Eta- Quadrat
Korrigiertes Modell	,012	,070
Konstanter Term	,000	,510
Unterrichtsverfahren	,020	,035
Geschlecht	,034	,029
Unterrichtsverfahren * Geschlecht	,523	,003

a. R-Quadrat = ,070 (korrigiertes R-Quadrat = ,052)

### Profildiagramm



```

UNIANOVA Nachteile1B BY Unterrichtsverfahren Geschlecht
  /METHOD=SSTYPE(3)
  /INTERCEPT=INCLUDE
  /PLOT=PROFILE(Unterrichtsverfahren*Geschlecht)
  /PRINT=ETASQ
  /CRITERIA=ALPHA(.05)
  /DESIGN=Unterrichtsverfahren Geschlecht Unterrichtsverfahren*Geschlecht.

```

## Univariate Varianzanalyse

Anmerkungen		
Ausgabe erstellt		24-Okt-2013 08:17:29
Kommentare		
Eingabe	Daten	C:\Dokumente und Einstellungen\GIS-STATI-ON\Desktop\UnterrichtsverfahrenRHEI N.sav
	Aktiver Datensatz	DatenSet2
	Filter	<keine>
	Gewichtung	<keine>
	Aufgeteilte Datei	<keine>
	Anzahl der Zeilen in der Arbeitsdatei	155
Behandlung fehlender Werte	Definition für "fehlend"	Benutzerdefinierte fehlende Werte werden als fehlend behandelt.
	Verwendete Fälle	Die Statistik basiert auf allen Fällen mit gültigen Daten für alle Variablen im Modell.



Syntax	UNIANOVA NachteileB BY Unterrichtsverfahren Geschlecht /METHOD=SSTYPE(3) /INTERCEPT=INCLUDE  /PLOT=PROFILE(Unterrichtsverfahren* Geschlecht) /PRINT=ETASQ /CRITERIA=ALPHA(.05) /DESIGN=Unterrichtsverfahren Geschlecht Unterrichtsverfahren*Geschlecht.	
Ressourcen	Prozessorzeit	00 00:00:00,359
	Verstrichene Zeit	00 00:00:00,610

[DatenSet2] C:\Dokumente und Einstellungen\GIS-STATION\Desktop\UnterrichtsverfahrenRHEIN.sav

#### Zwischensubjektfaktoren

		Wertelabel	N
Unterrichtsverfahren	1	Lernzirkel	117
	2	Lernpfad	38
Geschlecht	1	Weiblich	102
	2	Männlich	53

#### Tests der Zwischensubjekteffekte

Abhängige Variable:NachteiB

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F
Korrigiertes Modell	6,697 <sup>a</sup>	3	2,232	10,636
Konstanter Term	34,472	1	34,472	164,254
Unterrichtsverfahren	5,985	1	5,985	28,516
Geschlecht	,015	1	,015	,071
Unterrichtsverfahren * Geschlecht	,015	1	,015	,071
Fehler	31,690	151	,210	
Gesamt	70,000	155		
Korrigierte Gesamtvariation	38,387	154		

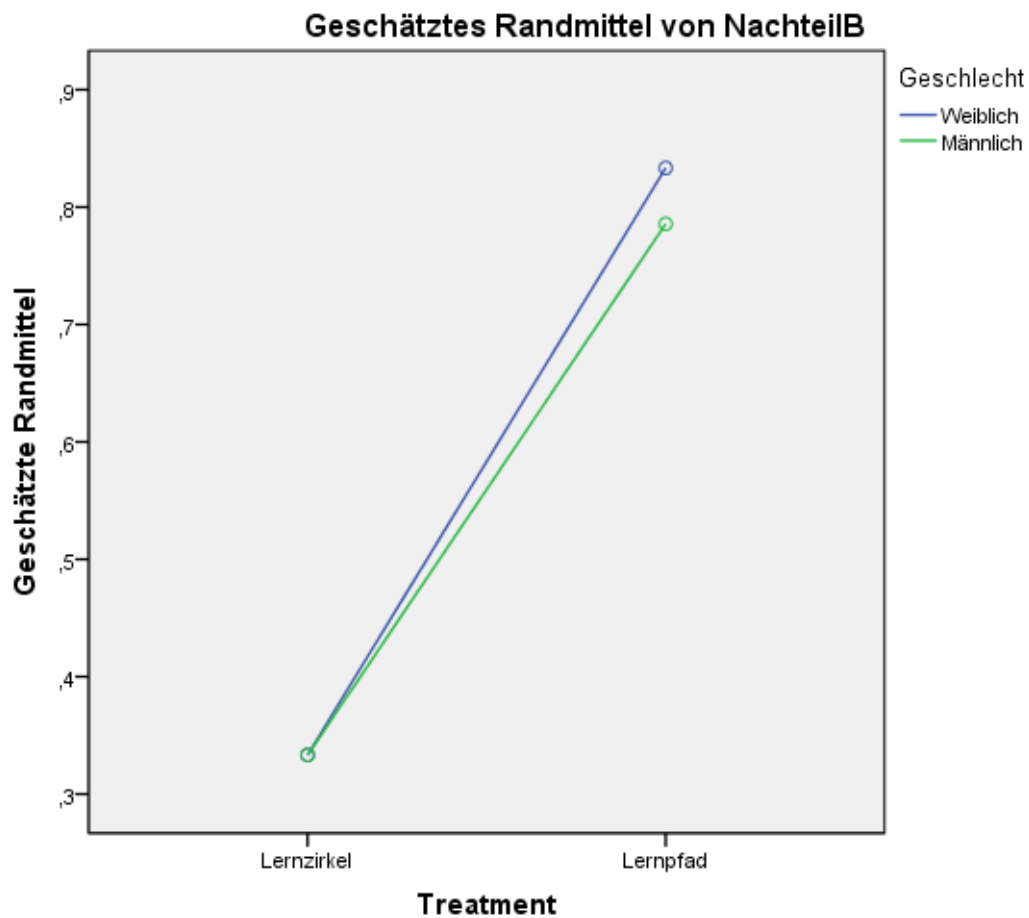
### Tests der Zwischensubjekteffekte

Abhängige Variable:NachteilB

Quelle	Sig.	Partielles Eta- Quadrat
Korrigiertes Modell	,000	,174
Konstanter Term	,000	,521
Unterrichtsverfahren	,000	,159
Geschlecht	,790	,000
Unterrichtsverfahren *	,790	,000
Geschlecht		

a. R-Quadrat = ,174 (korrigiertes R-Quadrat = ,158)

### Profildiagramm



```

UNIANOVA Nachteile1C BY Unterrichtsverfahren Geschlecht
  /METHOD=SSTYPE(3)
  /INTERCEPT=INCLUDE
  /PLOT=PROFILE(Unterrichtsverfahren*Geschlecht)
  /PRINT=ETASQ
  /CRITERIA=ALPHA(.05)
  /DESIGN=Unterrichtsverfahren Geschlecht Unterrichtsverfahren*Geschlecht.

```

## Univariate Varianzanalyse

Anmerkungen		
Ausgabe erstellt		24-Okt-2013 08:17:37
Kommentare		
Eingabe	Daten	C:\Dokumente und Einstellungen\GIS-STATI-ON\Desktop\UnterrichtsverfahrenRHEI N.sav
	Aktiver Datensatz	DatenSet2
	Filter	<keine>
	Gewichtung	<keine>
	Aufgeteilte Datei	<keine>
	Anzahl der Zeilen in der Arbeitsdatei	155
Behandlung fehlender Werte	Definition für "fehlend"	Benutzerdefinierte fehlende Werte werden als fehlend behandelt.
	Verwendete Fälle	Die Statistik basiert auf allen Fällen mit gültigen Daten für alle Variablen im Modell.

Syntax	UNIANOVA NachteilC BY Unterrichts- verfahren Geschlecht /METHOD=SSTYPE(3) /INTERCEPT=INCLUDE  /PLOT=PROFILE(Unterrichtsverfahren* Geschlecht) /PRINT=ETASQ /CRITERIA=ALPHA(.05) /DESIGN=Unterrichtsverfahren Ge- schlecht Unterrichtsverfah- ren*Geschlecht.	
Ressourcen	Prozessorzeit	00 00:00:00,297
	Verstrichene Zeit	00 00:00:00,468

[DatenSet2] C:\Dokumente und Einstellungen\GIS-  
STATION\Desktop\UnterrichtsverfahrenRHEIN.sav

#### Zwischensubjektfaktoren

	Wertelabel	N
Unterrichts- verfahren	1 Lernzirkel	117
	2 Lernpfad	38
Geschlecht	1 Weiblich	102
	2 Männlich	53

#### Tests der Zwischensubjekteffekte

Abhängige Variable:NachteilC

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quad- rate	F
Korrigiertes Modell	,690 <sup>a</sup>	3	,230	,955
Konstanter Term	30,746	1	30,746	127,614
Unterrichtsverfahren	,265	1	,265	1,099
Geschlecht	,044	1	,044	,183
Unterrichtsverfahren * Ge- schlecht	,100	1	,100	,417
Fehler	36,381	151	,241	
Gesamt	88,750	155		
Korrigierte Gesamtvariation	37,071	154		

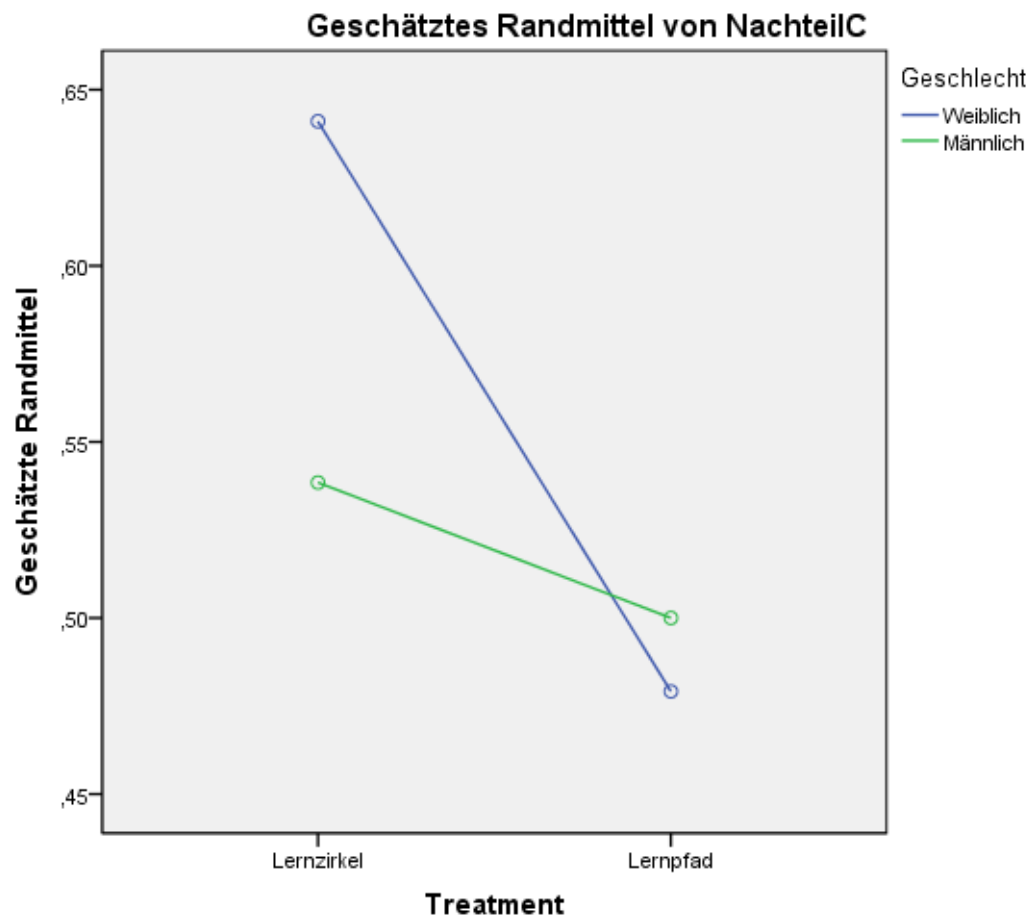
### Tests der Zwischensubjekteffekte

Abhängige Variable:NachteilC

Quelle	Sig.	Partielles Eta- Quadrat
Korrigiertes Modell	,416	,019
Konstanter Term	,000	,458
Unterrichtsverfahren	,296	,007
Geschlecht	,669	,001
Unterrichtsverfahren * Geschlecht	,519	,003

a. R-Quadrat = ,019 (korrigiertes R-Quadrat = -,001)

### Profildiagramm



```

UNIANOVA Nachteild BY Unterrichtsverfahren Geschlecht
  /METHOD=SSTYPE(3)
  /INTERCEPT=INCLUDE
  /PLOT=PROFILE(Unterrichtsverfahren*Geschlecht)
  /PRINT=ETASQ
  /CRITERIA=ALPHA(.05)
  /DESIGN=Unterrichtsverfahren Geschlecht Unterrichtsverfahren*Geschlecht.

```

## Univariate Varianzanalyse

Anmerkungen		
Ausgabe erstellt		24-Okt-2013 08:18:02
Kommentare		
Eingabe	Daten	C:\Dokumente und Einstellungen\GIS-STATI-ON\Desktop\UnterrichtsverfahrenRHEI N.sav
	Aktiver Datensatz	DatenSet2
	Filter	<keine>
	Gewichtung	<keine>
	Aufgeteilte Datei	<keine>
	Anzahl der Zeilen in der Arbeitsdatei	155
Behandlung fehlender Werte	Definition für "fehlend"	Benutzerdefinierte fehlende Werte werden als fehlend behandelt.
	Verwendete Fälle	Die Statistik basiert auf allen Fällen mit gültigen Daten für alle Variablen im Modell.

Syntax	UNIANOVA NachteileID BY Unterrichts- verfahren Geschlecht /METHOD=SSTYPE(3) /INTERCEPT=INCLUDE  /PLOT=PROFILE(Unterrichtsverfahren* Geschlecht) /PRINT=ETASQ /CRITERIA=ALPHA(.05) /DESIGN=Unterrichtsverfahren Ge- schlecht Unterrichtsverfah- ren*Geschlecht.	
Ressourcen	Prozessorzeit	00 00:00:00,422
	Verstrichene Zeit	00 00:00:00,532

[DatenSet2] C:\Dokumente und Einstellungen\GIS-  
STATION\Desktop\UnterrichtsverfahrenRHEIN.sav

#### Zwischensubjektfaktoren

		Wertelabel	N
Unterrichts- verfahren	1	Lernzirkel	117
	2	Lernpfad	38
Geschlecht	1	Weiblich	102
	2	Männlich	53

#### Tests der Zwischensubjekteffekte

Abhängige Variable:Nachteild

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quad- rate	F
Korrigiertes Modell	1,304 <sup>a</sup>	3	,435	1,875
Konstanter Term	12,326	1	12,326	53,187
Unterrichtsverfahren	,032	1	,032	,136
Geschlecht	,129	1	,129	,555
Unterrichtsverfahren * Ge- schlecht	,483	1	,483	2,085
Fehler	34,993	151	,232	
Gesamt	58,000	155		
Korrigierte Gesamtvariation	36,297	154		

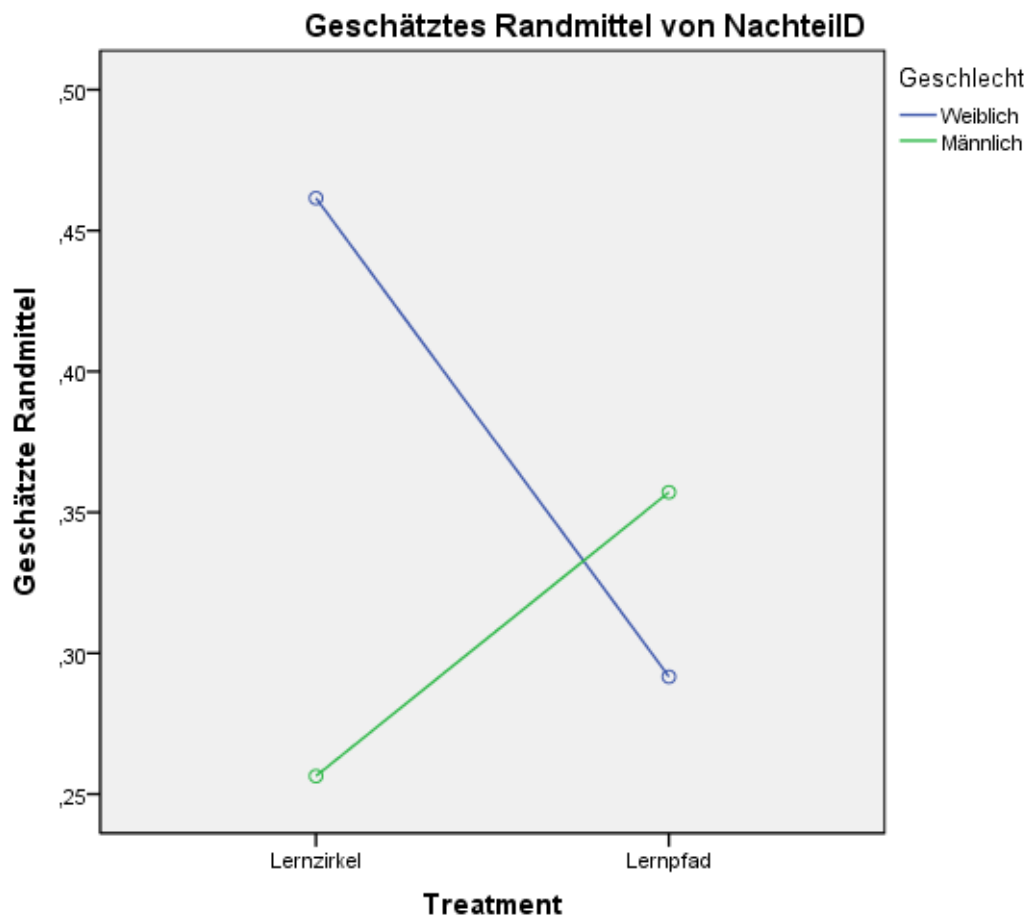
### Tests der Zwischensubjekteffekte

Abhängige Variable:NachteilD

Quelle	Sig.	Partielles Eta- Quadrat
Korrigiertes Modell	,136	,036
Konstanter Term	,000	,260
Unterrichtsverfahren	,713	,001
Geschlecht	,457	,004
Unterrichtsverfahren * Geschlecht	,151	,014

a. R-Quadrat = ,036 (korrigiertes R-Quadrat = ,017)

### Profildiagramm





```

UNIANOVA Nachteile BY Unterrichtsverfahren Geschlecht
  /METHOD=SSTYPE(3)
  /INTERCEPT=INCLUDE
  /PLOT=PROFILE(Unterrichtsverfahren*Geschlecht)
  /PRINT=ETASQ
  /CRITERIA=ALPHA(.05)
  /DESIGN=Unterrichtsverfahren Geschlecht Unterrichtsverfahren*Geschlecht.

```

## Univariate Varianzanalyse

Anmerkungen		
Ausgabe erstellt		24-Okt-2013 08:18:17
Kommentare		
Eingabe	Daten	C:\Dokumente und Einstellungen\GIS-STATI-ON\Desktop\UnterrichtsverfahrenRHEI N.sav
	Aktiver Datensatz	DatenSet2
	Filter	<keine>
	Gewichtung	<keine>
	Aufgeteilte Datei	<keine>
	Anzahl der Zeilen in der Arbeitsdatei	155
Behandlung fehlender Werte	Definition für "fehlend"	Benutzerdefinierte fehlende Werte werden als fehlend behandelt.
	Verwendete Fälle	Die Statistik basiert auf allen Fällen mit gültigen Daten für alle Variablen im Modell.

Syntax	UNIANOVA Nachteile BY Unterrichtsverfahren Geschlecht /METHOD=SSTYPE(3) /INTERCEPT=INCLUDE  /PLOT=PROFILE(Unterrichtsverfahren* Geschlecht) /PRINT=ETASQ /CRITERIA=ALPHA(.05) /DESIGN=Unterrichtsverfahren Geschlecht Unterrichtsverfahren*Geschlecht.	
Ressourcen	Prozessorzeit	00 00:00:00,375
	Verstrichene Zeit	00 00:00:00,390

[DatenSet2] C:\Dokumente und Einstellungen\GIS-STATION\Desktop\UnterrichtsverfahrenRHEIN.sav

#### Zwischensubjektfaktoren

	Wertelabel	N
Unterrichtsverfahren	1 Lernzirkel	117
	2 Lernpfad	38
Geschlecht	1 Weiblich	102
	2 Männlich	53

#### Tests der Zwischensubjekteffekte

Abhängige Variable:NachteilE

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F
Korrigiertes Modell	,153 <sup>a</sup>	3	,051	,839
Konstanter Term	,770	1	,770	12,633
Unterrichtsverfahren	,081	1	,081	1,329
Geschlecht	,063	1	,063	1,040
Unterrichtsverfahren * Geschlecht	,003	1	,003	,048
Fehler	9,201	151	,061	
Gesamt	10,000	155		
Korrigierte Gesamtvariation	9,355	154		

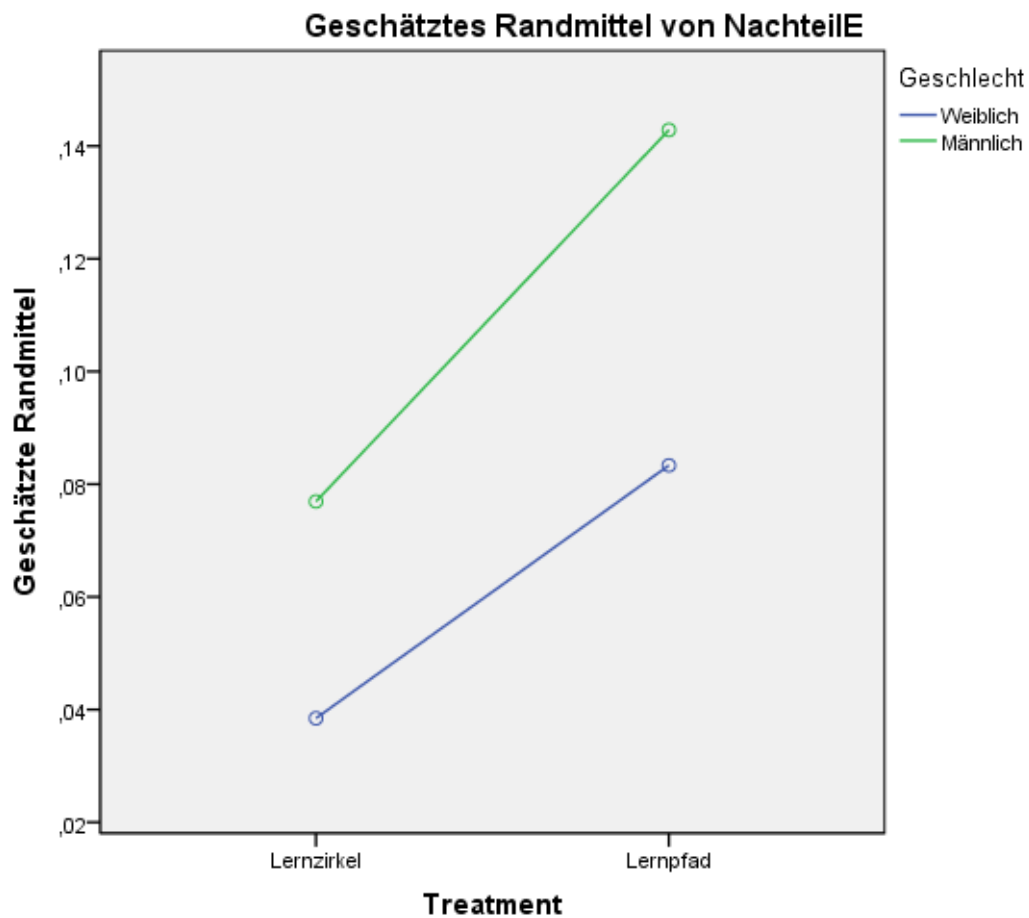
### Tests der Zwischensubjekteffekte

Abhängige Variable:NachteilE

Quelle	Sig.	Partielles Eta- Quadrat
Korrigiertes Modell	,474	,016
Konstanter Term	,001	,077
Unterrichtsverfahren	,251	,009
Geschlecht	,310	,007
Unterrichtsverfahren * Geschlecht	,827	,000

a. R-Quadrat = ,016 (korrigiertes R-Quadrat = -,003)

### Profildiagramm



```

UNIANOVA RetentionA BY Unterrichtsverfahren Geschlecht
  /METHOD=SSTYPE(3)
  /INTERCEPT=INCLUDE
  /PLOT=PROFILE(Unterrichtsverfahren*Geschlecht)
  /PRINT=ETASQ
  /CRITERIA=ALPHA(.05)
  /DESIGN=Unterrichtsverfahren Geschlecht Unterrichtsverfahren*Geschlecht.

```

## Univariate Varianzanalyse

Anmerkungen		
Ausgabe erstellt		24-Okt-2013 08:18:30
Kommentare		
Eingabe	Daten	C:\Dokumente und Einstellungen\GIS-STATI-ON\Desktop\UnterrichtsverfahrenRHEI N.sav
	Aktiver Datensatz	DatenSet2
	Filter	<keine>
	Gewichtung	<keine>
	Aufgeteilte Datei	<keine>
	Anzahl der Zeilen in der Arbeitsdatei	155
Behandlung fehlender Werte	Definition für "fehlend"	Benutzerdefinierte fehlende Werte werden als fehlend behandelt.
	Verwendete Fälle	Die Statistik basiert auf allen Fällen mit gültigen Daten für alle Variablen im Modell.

Syntax	UNIANOVA RetentionA BY Unterrichtsverfahren Geschlecht /METHOD=SSTYPE(3) /INTERCEPT=INCLUDE  /PLOT=PROFILE(Unterrichtsverfahren* Geschlecht) /PRINT=ETASQ /CRITERIA=ALPHA(.05) /DESIGN=Unterrichtsverfahren Geschlecht Unterrichtsverfahren*Geschlecht.	
Ressourcen	Prozessorzeit	00 00:00:00,391
	Verstrichene Zeit	00 00:00:00,437

[DatenSet2] C:\Dokumente und Einstellungen\GIS-STATION\Desktop\UnterrichtsverfahrenRHEIN.sav

#### Zwischensubjektfaktoren

	Wertelabel	N
Unterrichtsverfahren	1 Lernzirkel	117
	2 Lernpfad	38
Geschlecht	1 Weiblich	102
	2 Männlich	53

#### Tests der Zwischensubjekteffekte

Abhängige Variable:RetentionA

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F
Korrigiertes Modell	,555 <sup>a</sup>	3	,185	1,214
Konstanter Term	5,031	1	5,031	33,000
Unterrichtsverfahren	,438	1	,438	2,876
Geschlecht	,063	1	,063	,412
Unterrichtsverfahren * Geschlecht	,264	1	,264	1,733
Fehler	23,019	151	,152	
Gesamt	29,000	155		
Korrigierte Gesamtvariation	23,574	154		

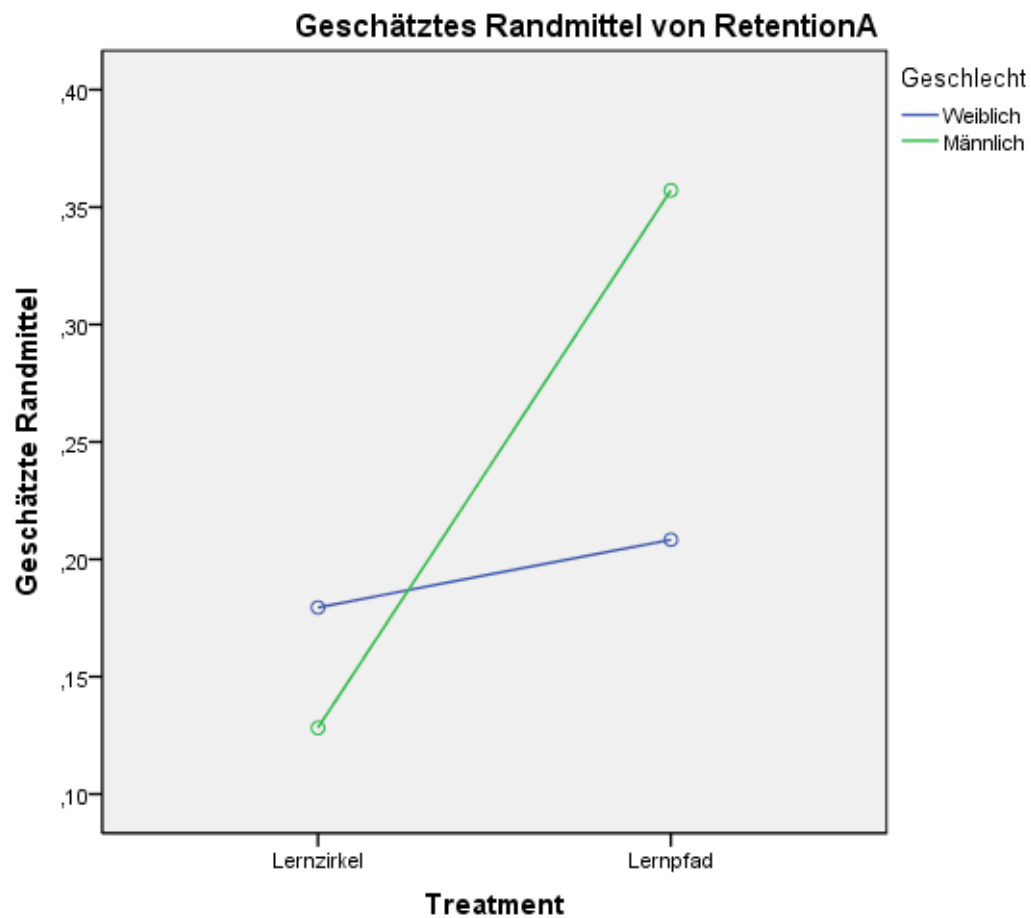
### Tests der Zwischensubjekteffekte

Abhängige Variable:RetentionA

Quelle	Sig.	Partielles Eta- Quadrat
Korrigiertes Modell	,307	,024
Konstanter Term	,000	,179
Unterrichtsverfahren	,092	,019
Geschlecht	,522	,003
Unterrichtsverfahren * Geschlecht	,190	,011

a. R-Quadrat = ,024 (korrigiertes R-Quadrat = ,004)

### Profildiagramm



```

UNIANOVA RetentionB BY Unterrichtsverfahren Geschlecht
  /METHOD=SSTYPE(3)
  /INTERCEPT=INCLUDE
  /PLOT=PROFILE(Unterrichtsverfahren*Geschlecht)
  /PRINT=ETASQ
  /CRITERIA=ALPHA(.05)
  /DESIGN=Unterrichtsverfahren Geschlecht Unterrichtsverfahren*Geschlecht.

```

## Univariate Varianzanalyse

Anmerkungen		
Ausgabe erstellt		24-Okt-2013 08:18:42
Kommentare		
Eingabe	Daten	C:\Dokumente und Einstellungen\GIS-STATI-ON\Desktop\UnterrichtsverfahrenRHEI N.sav
	Aktiver Datensatz	DatenSet2
	Filter	<keine>
	Gewichtung	<keine>
	Aufgeteilte Datei	<keine>
	Anzahl der Zeilen in der Arbeitsdatei	155
Behandlung fehlender Werte	Definition für "fehlend"	Benutzerdefinierte fehlende Werte werden als fehlend behandelt.
	Verwendete Fälle	Die Statistik basiert auf allen Fällen mit gültigen Daten für alle Variablen im Modell.

Syntax	UNIANOVA RetentionB BY Unterrichtsverfahren Geschlecht /METHOD=SSTYPE(3) /INTERCEPT=INCLUDE  /PLOT=PROFILE(Unterrichtsverfahren* Geschlecht) /PRINT=ETASQ /CRITERIA=ALPHA(.05) /DESIGN=Unterrichtsverfahren Geschlecht Unterrichtsverfahren*Geschlecht.		
Ressourcen	Prozessorzeit		00 00:00:00,360
	Verstrichene Zeit		00 00:00:00,500

[DatenSet2] C:\Dokumente und Einstellungen\GIS-STATION\Desktop\UnterrichtsverfahrenRHEIN.sav

#### Zwischensubjektfaktoren

		Wertelabel	N
Unterrichtsverfahren	1	Lernzirkel	117
	2	Lernpfad	38
Geschlecht	1	Weiblich	102
	2	Männlich	53

#### Tests der Zwischensubjekteffekte

Abhängige Variable:RetentionB

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F
Korrigiertes Modell	,613 <sup>a</sup>	3	,204	1,837
Konstanter Term	3,079	1	3,079	27,668
Unterrichtsverfahren	,324	1	,324	2,912
Geschlecht	,253	1	,253	2,277
Unterrichtsverfahren * Geschlecht	,012	1	,012	,105
Fehler	16,806	151	,111	
Gesamt	20,000	155		
Korrigierte Gesamtvariation	17,419	154		



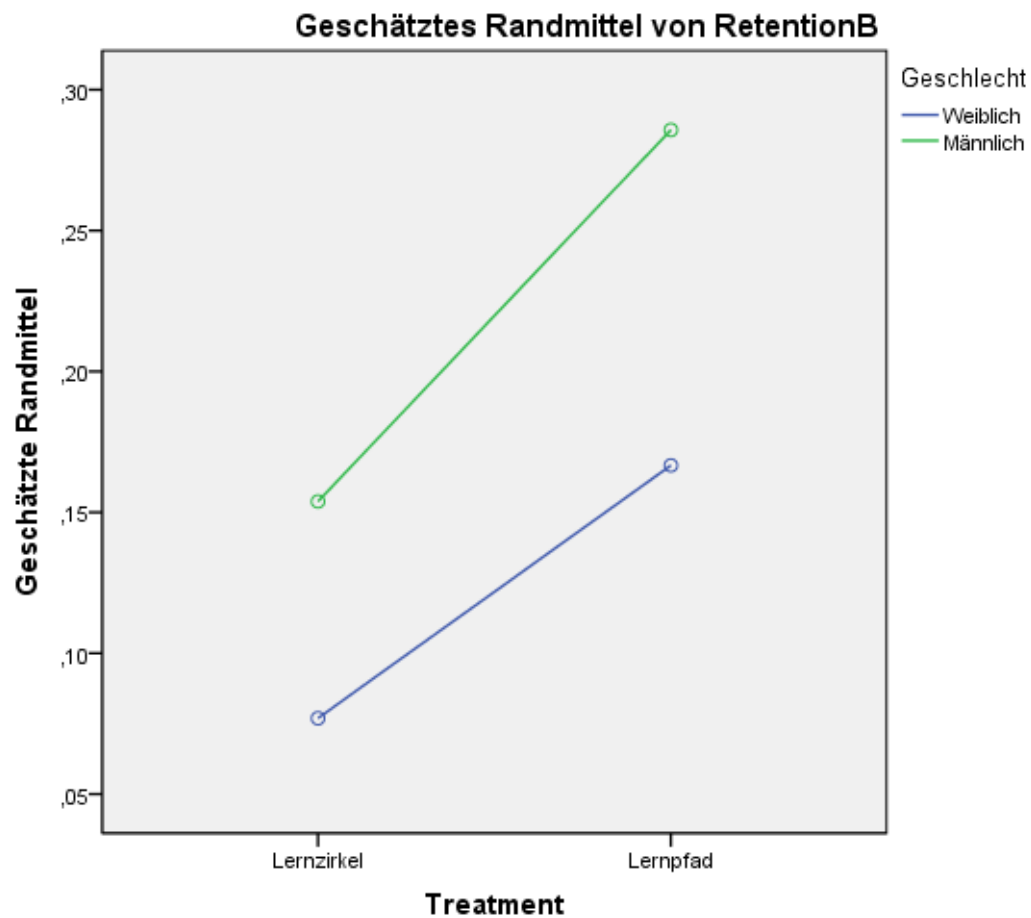
### Tests der Zwischensubjekteffekte

Abhängige Variable:RetentionB

Quelle	Sig.	Partielles Eta- Quadrat
Korrigiertes Modell	,143	,035
Konstanter Term	,000	,155
Unterrichtsverfahren	,090	,019
Geschlecht	,133	,015
Unterrichtsverfahren * Geschlecht	,746	,001

a. R-Quadrat = ,035 (korrigiertes R-Quadrat = ,016)

### Profildiagramm



```

UNIANOVA RetentionC BY Unterrichtsverfahren Geschlecht
  /METHOD=SSTYPE(3)
  /INTERCEPT=INCLUDE
  /PLOT=PROFILE(Unterrichtsverfahren*Geschlecht)
  /PRINT=ETASQ
  /CRITERIA=ALPHA(.05)
  /DESIGN=Unterrichtsverfahren Geschlecht Unterrichtsverfahren*Geschlecht.

```

## Univariate Varianzanalyse

Anmerkungen		
Ausgabe erstellt		24-Okt-2013 08:18:52
Kommentare		
Eingabe	Daten	C:\Dokumente und Einstellungen\GIS-STATI-ON\Desktop\UnterrichtsverfahrenRHEI N.sav
	Aktiver Datensatz	DatenSet2
	Filter	<keine>
	Gewichtung	<keine>
	Aufgeteilte Datei	<keine>
	Anzahl der Zeilen in der Arbeitsdatei	155
Behandlung fehlender Werte	Definition für "fehlend"	Benutzerdefinierte fehlende Werte werden als fehlend behandelt.
	Verwendete Fälle	Die Statistik basiert auf allen Fällen mit gültigen Daten für alle Variablen im Modell.

Syntax	UNIANOVA RetentionC BY Unterrichtsverfahren Geschlecht /METHOD=SSTYPE(3) /INTERCEPT=INCLUDE  /PLOT=PROFILE(Unterrichtsverfahren* Geschlecht) /PRINT=ETASQ /CRITERIA=ALPHA(.05) /DESIGN=Unterrichtsverfahren Geschlecht Unterrichtsverfahren*Geschlecht.	
Ressourcen	Prozessorzeit	00 00:00:00,359
	Verstrichene Zeit	00 00:00:00,469

[DatenSet2] C:\Dokumente und Einstellungen\GIS-STATION\Desktop\UnterrichtsverfahrenRHEIN.sav

#### Zwischensubjektfaktoren

	Wertelabel	N
Unterrichtsverfahren	1 Lernzirkel	117
	2 Lernpfad	38
Geschlecht	1 Weiblich	102
	2 Männlich	53

#### Tests der Zwischensubjekteffekte

Abhängige Variable:RetentionC

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F
Korrigiertes Modell	4,271 <sup>a</sup>	3	1,424	6,954
Konstanter Term	19,640	1	19,640	95,926
Unterrichtsverfahren	3,721	1	3,721	18,172
Geschlecht	,196	1	,196	,955
Unterrichtsverfahren * Geschlecht	,002	1	,002	,011
Fehler	30,916	151	,205	
Gesamt	54,000	155		
Korrigierte Gesamtvariation	35,187	154		

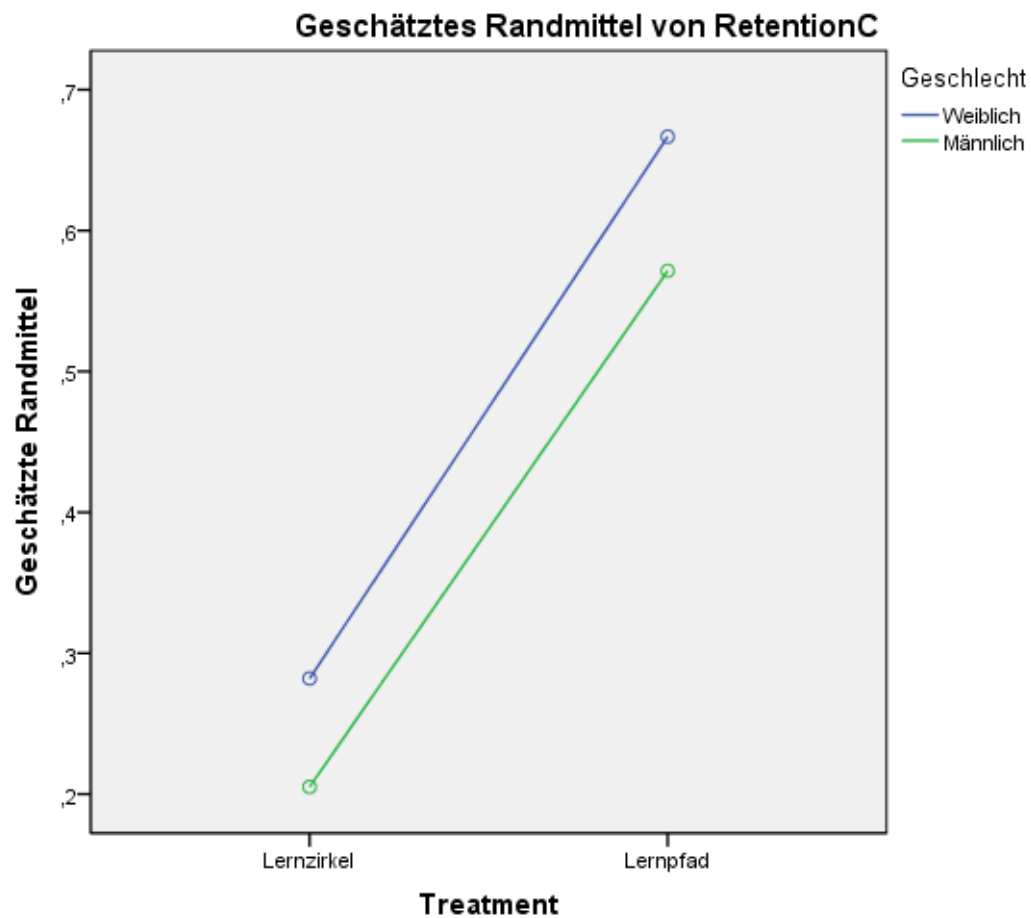
### Tests der Zwischensubjekteffekte

Abhängige Variable:RetentionC

Quelle	Sig.	Partielles Eta- Quadrat
Korrigiertes Modell	,000	,121
Konstanter Term	,000	,388
Unterrichtsverfahren	,000	,107
Geschlecht	,330	,006
Unterrichtsverfahren *	,917	,000
Geschlecht		

a. R-Quadrat = ,121 (korrigiertes R-Quadrat = ,104)

### Profildiagramm



```

UNIANOVA RetentionD BY Unterrichtsverfahren Geschlecht
  /METHOD=SSTYPE(3)
  /INTERCEPT=INCLUDE
  /PLOT=PROFILE(Unterrichtsverfahren*Geschlecht)
  /PRINT=ETASQ
  /CRITERIA=ALPHA(.05)
  /DESIGN=Unterrichtsverfahren Geschlecht Unterrichtsverfahren*Geschlecht.

```

## Univariate Varianzanalyse

Anmerkungen		
Ausgabe erstellt		24-Okt-2013 08:19:03
Kommentare		
Eingabe	Daten	C:\Dokumente und Einstellungen\GIS-STATI-ON\Desktop\UnterrichtsverfahrenRHEI N.sav
	Aktiver Datensatz	DatenSet2
	Filter	<keine>
	Gewichtung	<keine>
	Aufgeteilte Datei	<keine>
	Anzahl der Zeilen in der Arbeitsdatei	155
Behandlung fehlender Werte	Definition für "fehlend"	Benutzerdefinierte fehlende Werte werden als fehlend behandelt.
	Verwendete Fälle	Die Statistik basiert auf allen Fällen mit gültigen Daten für alle Variablen im Modell.

Syntax	UNIANOVA RetentionD BY Unterrichtsverfahren Geschlecht /METHOD=SSTYPE(3) /INTERCEPT=INCLUDE  /PLOT=PROFILE(Unterrichtsverfahren* Geschlecht) /PRINT=ETASQ /CRITERIA=ALPHA(.05) /DESIGN=Unterrichtsverfahren Ge- schlecht Unterrichtsverfah- ren*Geschlecht.		
Ressourcen	Prozessorzeit		00 00:00:00,453
	Verstrichene Zeit		00 00:00:00,453

[DatenSet2] C:\Dokumente und Einstellungen\GIS-  
STATION\Desktop\UnterrichtsverfahrenRHEIN.sav

#### Zwischensubjektfaktoren

		Wertelabel	N
Unterrichts- verfahren	1	Lernzirkel	117
	2	Lernpfad	38
Geschlecht	1	Weiblich	102
	2	Männlich	53

#### Tests der Zwischensubjekteffekte

Abhängige Variable:RetentionD

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quad- rate	F
Korrigiertes Modell	,585 <sup>a</sup>	3	,195	12,487
Konstanter Term	,303	1	,303	19,409
Unterrichtsverfahren	,303	1	,303	19,409
Geschlecht	,303	1	,303	19,409
Unterrichtsverfahren * Ge- schlecht	,303	1	,303	19,409
Fehler	2,357	151	,016	
Gesamt	3,000	155		
Korrigierte Gesamtvariation	2,942	154		

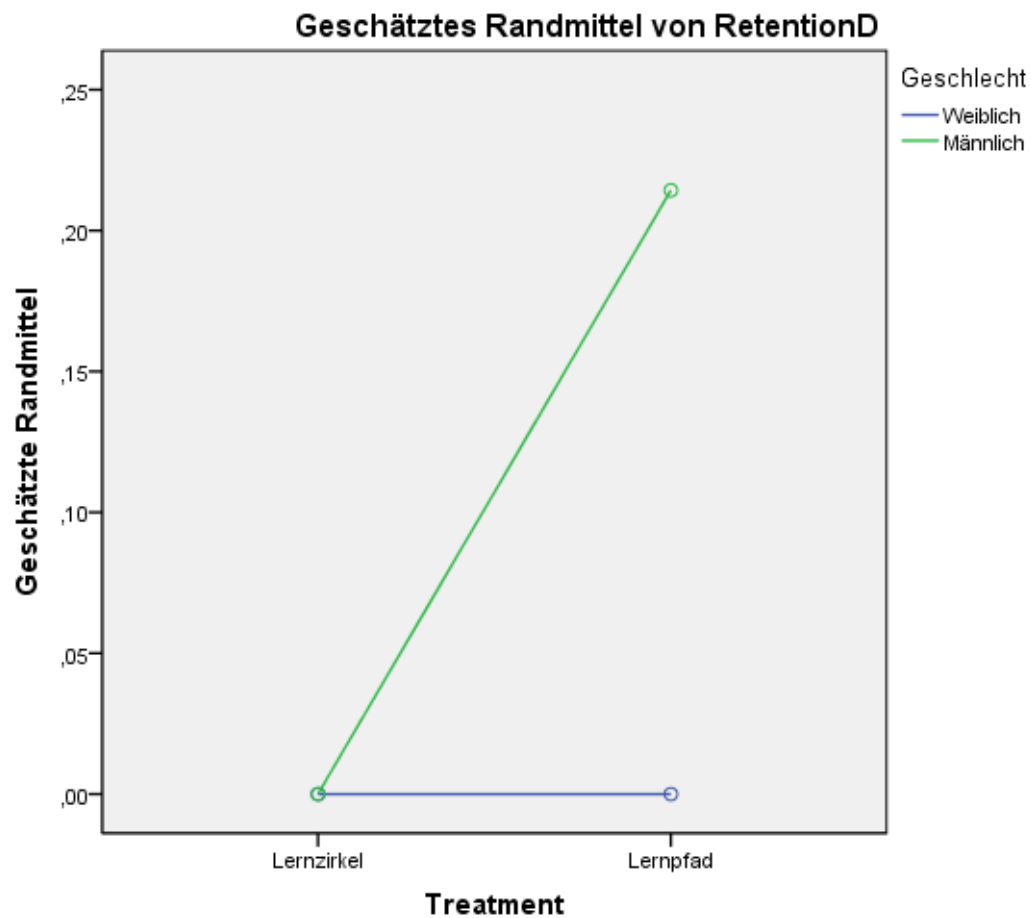
### Tests der Zwischensubjekteffekte

Abhängige Variable:RetentionD

Quelle	Sig.	Partielles Eta- Quadrat
Korrigiertes Modell	,000	,199
Konstanter Term	,000	,114
Unterrichtsverfahren	,000	,114
Geschlecht	,000	,114
Unterrichtsverfahren *	,000	,114
Geschlecht		

a. R-Quadrat = ,199 (korrigiertes R-Quadrat = ,183)

### Profildiagramm



```

UNIANOVA Fachbegriffe BY Unterrichtsverfahren Geschlecht
  /METHOD=SSTYPE(3)
  /INTERCEPT=INCLUDE
  /PLOT=PROFILE(Unterrichtsverfahren*Geschlecht)
  /PRINT=ETASQ
  /CRITERIA=ALPHA(.05)
  /DESIGN=Unterrichtsverfahren Geschlecht Unterrichtsverfahren*Geschlecht.

```

## Univariate Varianzanalyse

Anmerkungen		
Ausgabe erstellt		24-Okt-2013 08:19:17
Kommentare		
Eingabe	Daten	C:\Dokumente und Einstellungen\GIS-STATI-ON\Desktop\UnterrichtsverfahrenRHEI N.sav
	Aktiver Datensatz	DatenSet2
	Filter	<keine>
	Gewichtung	<keine>
	Aufgeteilte Datei	<keine>
	Anzahl der Zeilen in der Arbeitsdatei	155
Behandlung fehlender Werte	Definition für "fehlend"	Benutzerdefinierte fehlende Werte werden als fehlend behandelt.
	Verwendete Fälle	Die Statistik basiert auf allen Fällen mit gültigen Daten für alle Variablen im Modell.



Syntax	UNIANOVA Fachbegriffe BY Unterrichtsverfahren Geschlecht /METHOD=SSTYPE(3) /INTERCEPT=INCLUDE  /PLOT=PROFILE(Unterrichtsverfahren* Geschlecht) /PRINT=ETASQ /CRITERIA=ALPHA(.05) /DESIGN=Unterrichtsverfahren Geschlecht Unterrichtsverfahren*Geschlecht.	
Ressourcen	Prozessorzeit	00 00:00:00,313
	Verstrichene Zeit	00 00:00:00,328

[DatenSet2] C:\Dokumente und Einstellungen\GIS-STATION\Desktop\UnterrichtsverfahrenRHEIN.sav

#### Zwischensubjektfaktoren

	Wertelabel	N
Unterrichtsverfahren	1 Lernzirkel	117
	2 Lernpfad	38
Geschlecht	1 Weiblich	102
	2 Männlich	53

#### Tests der Zwischensubjekteffekte

Abhängige Variable:Fachbegriffe

Quelle	Quadratsumme vom Typ III	df	Mittel der Quadrate	F
Korrigiertes Modell	1,201 <sup>a</sup>	3	,400	1,546
Konstanter Term	5,105	1	5,105	19,716
Unterrichtsverfahren	1,153	1	1,153	4,454
Geschlecht	,001	1	,001	,003
Unterrichtsverfahren * Geschlecht	,134	1	,134	,517
Fehler	39,096	151	,259	
Gesamt	45,000	155		
Korrigierte Gesamtvariation	40,297	154		

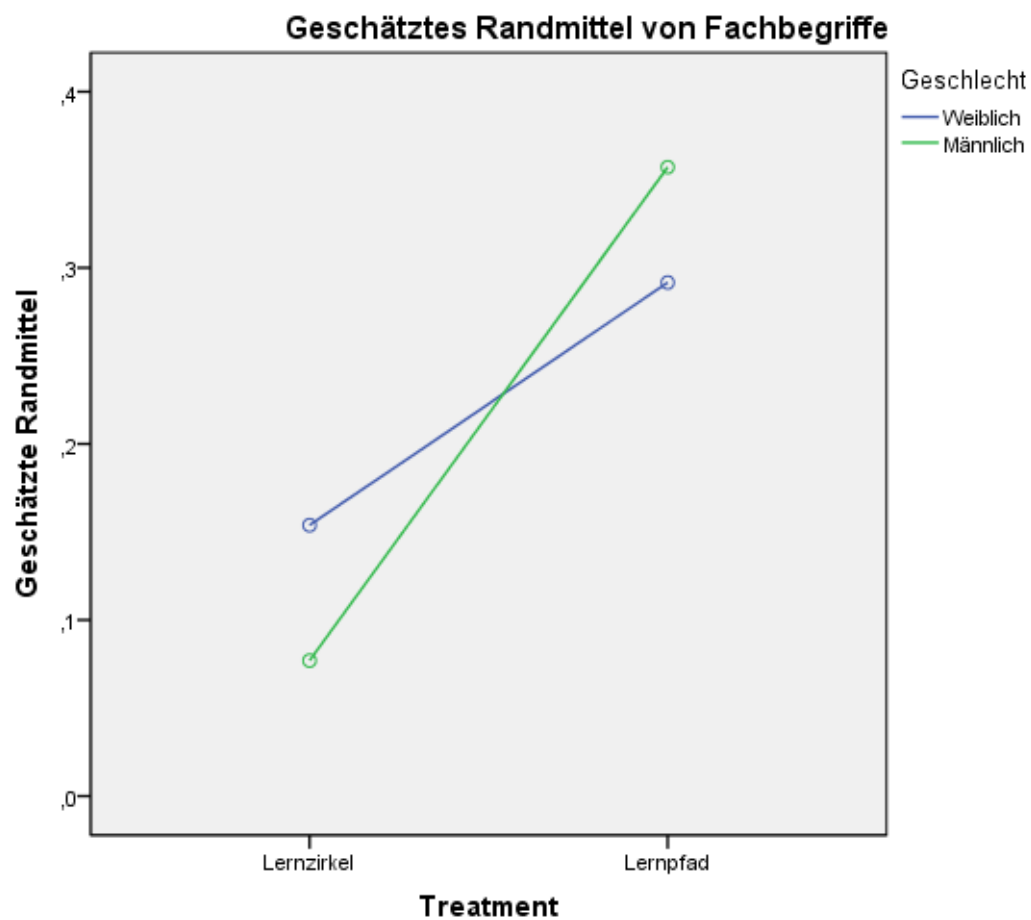
### Tests der Zwischensubjekteffekte

Abhängige Variable: Fachbegriffe

Quelle	Sig.	Partielles Eta- Quadrat
Korrigiertes Modell	,205	,030
Konstanter Term	,000	,115
Unterrichtsverfahren	,036	,029
Geschlecht	,954	,000
Unterrichtsverfahren * Geschlecht	,473	,003

a. R-Quadrat = ,030 (korrigiertes R-Quadrat = ,011)

### Profildiagramm



## 12.5. Univariate Varianzanalyse ONEWAY

```
ONEWAY Heimatort Ries Durchmesser Riesereignis Hexenfelsen Kalk SuevitFarbe
SuevitMerkmal SuevitGenese BY Treatment
  /STATISTICS DESCRIPTIVES
  /MISSING ANALYSIS.
```

### Univariat

Anmerkungen		
Ausgabe erstellt		17-DEC-2013 18:19:52
Kommentare		
	Daten	F:\TreatmentRIES.sav
	Aktiver Datensatz	DatenSet1
	Filter	<keine>
Eingabe	Gewichtung	<keine>
	Aufgeteilte Datei	<keine>
	Anzahl der Zeilen in der Arbeitsdatei	286
	Definition von Fehlend	Benutzerdefinierte fehlende Werte werden als fehlend behandelt.
Behandlung fehlender Werte		Die Statistiken für jede Ana- lyse basieren auf den Fällen, die für keine Variable in der Analyse fehlende Daten aufweisen.
	Verwendete Fälle	ONEWAY Heimatort Ries Durchmesser Riesereignis Hexenfelsen Kalk SuevitFar- be SuevitMerkmal Suevit- Genese BY Treatment /STATISTICS DESCRIPTI- VES /MISSING ANALYSIS.
Syntax		
Ressourcen	Prozessorzeit	00:00:00,00
	Verstrichene Zeit	00:00:00,00

[DatenSet1] F:\TreatmentRIES.sav

#### ONEWAY deskriptive Statistiken

	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler	95%- Konfidenzinter- vall für den Mit- telwert

						Untergrenze
Heimatort	Lernzirkel	76	,421	,4970	,0570	,307
	Lernpfad	210	,576	,4953	,0342	,509
	Gesamt	286	,535	,4997	,0295	,477
Ries	Lernzirkel	76	,382	,4890	,0561	,270
	Lernpfad	210	,543	,4994	,0345	,475
	Gesamt	286	,500	,5009	,0296	,442
Durchmesser	Lernzirkel	76	,684	,4679	,0537	,577
	Lernpfad	210	,750	,4327	,0299	,691
	Gesamt	286	,733	,4424	,0262	,681
Riesereignis	Lernzirkel	76	,974	,1611	,0185	,937
	Lernpfad	210	,979	,1410	,0097	,959
	Gesamt	286	,977	,1463	,0087	,960
Hexenfelsen	Lernzirkel	76	,171	,3791	,0435	,084
	Lernpfad	210	,317	,4650	,0321	,253
	Gesamt	286	,278	,4478	,0265	,226
Kalk	Lernzirkel	76	,138	,3425	,0393	,060
	Lernpfad	210	,498	,5000	,0345	,430
	Gesamt	286	,402	,4894	,0289	,345
SuevitFarbe	Lernzirkel	76	,691	,4470	,0513	,589
	Lernpfad	210	,750	,3876	,0267	,698
	Gesamt	286	,735	,4043	,0239	,688
SuevitMerkmal	Lernzirkel	76	,461	,5018	,0576	,346
	Lernpfad	210	,503	,4969	,0343	,435
	Gesamt	286	,491	,4976	,0294	,434
SuevitGenese	Lernzirkel	76	,520	,4996	,0573	,406
	Lernpfad	210	,570	,4941	,0341	,503
	Gesamt	286	,557	,4952	,0293	,499

#### ONEWAY deskriptive Statistiken

		95%-Konfidenzintervall für den Mittelwert	Minimum	Maximum
		Obergrenze		
Heimatort	Lernzirkel	,535	,0	1,0
	Lernpfad	,644	,0	1,0
	Gesamt	,593	,0	1,0
Ries	Lernzirkel	,493	,0	1,0
	Lernpfad	,611	,0	1,0
	Gesamt	,558	,0	1,0
Durchmesser	Lernzirkel	,791	,0	1,0
	Lernpfad	,809	,0	1,0
	Gesamt	,784	,0	1,0
Riesereignis	Lernzirkel	1,011	,0	1,0

	Lernpfad	,998	,0	1,0
	Gesamt	,994	,0	1,0
	Lernzirkel	,258	,0	1,0
Hexenfelsen	Lernpfad	,380	,0	1,0
	Gesamt	,330	,0	1,0
	Lernzirkel	,216	,0	1,0
Kalk	Lernpfad	,566	,0	1,0
	Gesamt	,459	,0	1,0
	Lernzirkel	,793	,0	1,0
SuevitFarbe	Lernpfad	,803	,0	1,0
	Gesamt	,782	,0	1,0
	Lernzirkel	,575	,0	1,0
SuevitMerkmal	Lernpfad	,570	,0	1,0
	Gesamt	,549	,0	1,0
	Lernzirkel	,634	,0	1,0
SuevitGenese	Lernpfad	,637	,0	1,0
	Gesamt	,614	,0	1,0

#### Einfaktorielle ANOVA

		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F
Heimatort	Zwischen den Gruppen	1,343	1	1,343	5,464
	Innerhalb der Gruppen	69,807	284	,246	
	Gesamt	71,150	285		
Ries	Zwischen den Gruppen	1,452	1	1,452	5,885
	Innerhalb der Gruppen	70,048	284	,247	
	Gesamt	71,500	285		
Durchmesser	Zwischen den Gruppen	,242	1	,242	1,235
	Innerhalb der Gruppen	55,546	284	,196	
	Gesamt	55,788	285		
Riesereignis	Zwischen den Gruppen	,001	1	,001	,062
	Innerhalb der Gruppen	6,101	284	,021	
	Gesamt	6,102	285		
Hexenfelsen	Zwischen den Gruppen	1,183	1	1,183	6,004
	Innerhalb der Gruppen	55,968	284	,197	
	Gesamt	57,151	285		
Kalk	Zwischen den Gruppen	7,211	1	7,211	33,544
	Innerhalb der Gruppen	61,048	284	,215	
	Gesamt	68,259	285		
SuevitFarbe	Zwischen den Gruppen	,199	1	,199	1,217
	Innerhalb der Gruppen	46,389	284	,163	
	Gesamt	46,587	285		
SuevitMerkmal	Zwischen den Gruppen	,099	1	,099	,398

	Innerhalb der Gruppen	70,483	284	,248	
	Gesamt	70,582	285		
	Zwischen den Gruppen	,142	1	,142	,580
SuevitGenese	Innerhalb der Gruppen	69,747	284	,246	
	Gesamt	69,889	285		

### Einfaktorielle ANOVA

		Signifikanz
Heimatort	Zwischen den Gruppen	,020
	Innerhalb der Gruppen	
	Gesamt	
Ries	Zwischen den Gruppen	,016
	Innerhalb der Gruppen	
	Gesamt	
Durchmesser	Zwischen den Gruppen	,267
	Innerhalb der Gruppen	
	Gesamt	
Riesereignis	Zwischen den Gruppen	,803
	Innerhalb der Gruppen	
	Gesamt	
Hexenfelsen	Zwischen den Gruppen	,015
	Innerhalb der Gruppen	
	Gesamt	
Kalk	Zwischen den Gruppen	,000
	Innerhalb der Gruppen	
	Gesamt	
SuevitFarbe	Zwischen den Gruppen	,271
	Innerhalb der Gruppen	
	Gesamt	
SuevitMerkmal	Zwischen den Gruppen	,528
	Innerhalb der Gruppen	
	Gesamt	
SuevitGenese	Zwischen den Gruppen	,447
	Innerhalb der Gruppen	
	Gesamt	

GET

```
FILE='F:\TreatmentRHEIN.sav'.
DATASET NAME DatenSet1 WINDOW=FRONT.
DESCRIPTIVES VARIABLES=Schlinge1 Schlinge2 Schlinge3 Tulla Baggersee Vor-
teilA VorteilB VorteilC VorteilD Vorteile NachteileA NachteilB NachteilC
NachteilD Nachteile RetentionA RetentionB RetentionC RetentionD Fachbegrif-
fe
```

```
/STATISTICS=MEAN STDDEV VARIANCE MIN MAX SEMEAN.
```

## Deskriptive Statistik

Anmerkungen		
Ausgabe erstellt		17-DEC-2013 14:35:54
Kommentare		
	Daten	F:\TreatmentRHEIN.sav
	Aktiver Datensatz	DatenSet1
	Filter	<keine>
Eingabe	Gewichtung	<keine>
	Aufgeteilte Datei	<keine>
	Anzahl der Zeilen in der Arbeitsdatei	155
Behandlung fehlender Werte	Definition von fehlenden Werten	Benutzerdefinierte fehlende Werte werden als Fehlend behandelt.
	Verwendete Fälle	Alle nicht fehlenden Daten werden verwendet. DESCRIPTIVES VARIAB- LES=Schlinge1 Schlinge2 Schlinge3 Tulla Baggersee VorteilA VorteilB VorteilC VorteilD VorteilE NachteilA NachteilB NachteilC Nach- teilD NachteilE RetentionA RetentionB RetentionC Re- tentionD Fachbegriffe /STATISTICS=MEAN STDDEV VARIANCE MIN MAX SEMEAN.
Syntax		
Ressourcen	Prozessorzeit	00:00:00,02
	Verstrichene Zeit	00:00:00,01

[DatenSet1] F:\TreatmentRHEIN.sav

### Deskriptive Statistik

	N	Minimum	Maximum	Mittelwert	
	Statistik	Statistik	Statistik	Statistik	Standardfehler
Schlinge1	155	0	1	,95	,017
Schlinge2	155	0	1	,94	,020
Schlinge3	155	0	1	,81	,032
Tulla	155	0	1	,75	,035
Baggersee	155	0	1	,12	,026
VorteilA	155	0	1	,53	,040

VorteilB	155	0	1	,34	,038
VorteilC	155	0	1	,83	,030
VorteilD	155	0	1	,10	,024
VorteilE	155	0	1	,60	,039
NachteilA	155	0	1	,56	,040
NachteilB	155	0	1	,45	,040
NachteilC	155	0	1	,58	,039
NachteilD	155	0	1	,37	,039
NachteilE	155	0	1	,06	,020
RetentionA	155	0	1	,19	,031
RetentionB	155	0	1	,13	,027
RetentionC	155	0	1	,35	,038
RetentionD	155	0	1	,02	,011
Fachbegriffe	155	0	2	,17	,041
Gültige Werte (Listenweise)	155				

#### Deskriptive Statistik

	Standardabweichung	Varianz
	Statistik	Statistik
Schlinge1	,208	,043
Schlinge2	,246	,061
Schlinge3	,396	,157
Tulla	,432	,186
Baggersee	,329	,108
VorteilA	,501	,251
VorteilB	,474	,224
VorteilC	,375	,141
VorteilD	,297	,088
VorteilE	,491	,242
NachteilA	,498	,248
NachteilB	,499	,249
NachteilC	,491	,241
NachteilD	,485	,236
NachteilE	,246	,061
RetentionA	,391	,153
RetentionB	,336	,113
RetentionC	,478	,228
RetentionD	,138	,019
Fachbegriffe	,512	,262
Gültige Werte (Listenweise)		

```

ONEWAY Schlinge1 Schlinge2 Schlinge3 Tulla Baggersee VorteilA VorteilB Vor-
teilC VorteilD Vorteile NachteileA NachteilB NachteilC NachteilD NachteileE
RetentionA RetentionB RetentionC RetentionD Fachbegriffe BY Treatment
/MISSING ANALYSIS.

```



## Univariat

### Anmerkungen

Ausgabe erstellt		17-DEC-2013 14:37:02
Kommentare		
	Daten	F:\TreatmentRHEIN.sav
	Aktiver Datensatz	DatenSet1
	Filter	<keine>
Eingabe	Gewichtung	<keine>
	Aufgeteilte Datei	<keine>
	Anzahl der Zeilen in der Arbeitsdatei	155
	Definition von Fehlend	Benutzerdefinierte fehlende Werte werden als fehlend behandelt.
Behandlung fehlender Werte	Verwendete Fälle	Die Statistiken für jede Analyse basieren auf den Fällen, die für keine Variable in der Analyse fehlende Daten aufweisen.
		ONEWAY Schlinge1 Schlinge2 Schlinge3 Tulla Baggersee VorteilA VorteilB VorteilC VorteilD VorteilE NachteilA NachteilB NachteilC NachteilD NachteilE RetentionA RetentionB RetentionC RetentionD Fachbegriffe BY Treatment /MISSING ANALYSIS.
Syntax		
Ressourcen	Prozessorzeit	00:00:00,00
	Verstrichene Zeit	00:00:00,00

[DatenSet1] F:\TreatmentRHEIN.sav

### Einfaktorielle ANOVA

		Quadratsumme	df	Mittel der Quadratrate	F
Schlinge1	Zwischen den Gruppen	,018	1	,018	,410
	Innerhalb der Gruppen	6,666	153	,044	
	Gesamt	6,684	154		
Schlinge2	Zwischen den Gruppen	,073	1	,073	1,211
	Innerhalb der Gruppen	9,281	153	,061	
	Gesamt	9,355	154		
Schlinge3	Zwischen den Gruppen	,661	1	,661	4,299

	Innerhalb der Gruppen	23,532	153	,154	
	Gesamt	24,194	154		
	Zwischen den Gruppen	3,979	1	3,979	24,645
Tulla	Innerhalb der Gruppen	24,704	153	,161	
	Gesamt	28,684	154		
	Zwischen den Gruppen	1,879	1	1,879	19,438
Baggersee	Innerhalb der Gruppen	14,792	153	,097	
	Gesamt	16,671	154		
	Zwischen den Gruppen	,293	1	,293	1,168
VorteilA	Innerhalb der Gruppen	38,327	153	,251	
	Gesamt	38,619	154		
	Zwischen den Gruppen	,020	1	,020	,087
VorteilB	Innerhalb der Gruppen	34,535	153	,226	
	Gesamt	34,555	154		
	Zwischen den Gruppen	,066	1	,066	,467
VorteilC	Innerhalb der Gruppen	21,573	153	,141	
	Gesamt	21,639	154		
	Zwischen den Gruppen	,016	1	,016	,181
VorteilD	Innerhalb der Gruppen	13,532	153	,088	
	Gesamt	13,548	154		
	Zwischen den Gruppen	5,712	1	5,712	27,754
VorteilE	Innerhalb der Gruppen	31,488	153	,206	
	Gesamt	37,200	154		
	Zwischen den Gruppen	1,551	1	1,551	6,483
NachteilA	Innerhalb der Gruppen	36,616	153	,239	
	Gesamt	38,168	154		
	Zwischen den Gruppen	6,677	1	6,677	32,214
NachteilB	Innerhalb der Gruppen	31,711	153	,207	

#### Einfaktorielle ANOVA

		Signifikanz
Schlinge1	Zwischen den Gruppen	,523
	Innerhalb der Gruppen	
	Gesamt	
Schlinge2	Zwischen den Gruppen	,273
	Innerhalb der Gruppen	
	Gesamt	
Schlinge3	Zwischen den Gruppen	,040
	Innerhalb der Gruppen	
	Gesamt	
Tulla	Zwischen den Gruppen	,000
	Innerhalb der Gruppen	
	Gesamt	
Baggersee	Zwischen den Gruppen	,000

	Innerhalb der Gruppen	
	Gesamt	
	Zwischen den Gruppen	,282
VorteilA	Innerhalb der Gruppen	
	Gesamt	
	Zwischen den Gruppen	,769
VorteilB	Innerhalb der Gruppen	
	Gesamt	
	Zwischen den Gruppen	,495
VorteilC	Innerhalb der Gruppen	
	Gesamt	
	Zwischen den Gruppen	,671
VorteilD	Innerhalb der Gruppen	
	Gesamt	
	Zwischen den Gruppen	,000
VorteilE	Innerhalb der Gruppen	
	Gesamt	
	Zwischen den Gruppen	,012
NachteilA	Innerhalb der Gruppen	
	Gesamt	
	Zwischen den Gruppen	,000
NachteilB	Innerhalb der Gruppen	

#### Einfaktorielle ANOVA

		Signifikanz
NachteilB	Gesamt	
	Zwischen den Gruppen	,191
NachteilC	Innerhalb der Gruppen	
	Gesamt	
	Zwischen den Gruppen	,395
NachteilD	Innerhalb der Gruppen	
	Gesamt	
	Zwischen den Gruppen	,242
NachteilE	Innerhalb der Gruppen	
	Gesamt	
	Zwischen den Gruppen	,169
RetentionA	Innerhalb der Gruppen	
	Gesamt	
	Zwischen den Gruppen	,086
RetentionB	Innerhalb der Gruppen	
	Gesamt	
	Zwischen den Gruppen	,000
RetentionC	Innerhalb der Gruppen	
	Gesamt	
	Zwischen den Gruppen	,002
RetentionD	Zwischen den Gruppen	

Fachbegriffe	Innerhalb der Gruppen	
	Gesamt	
	Zwischen den Gruppen	,049
	Innerhalb der Gruppen	
	Gesamt	