

Die ökologische Interpretation geologischer Karten mit Hilfe der Datenbank bayerischer Bergwälder und terrestrisch kartierter Standortskarten

Ecological interpretation of geological maps based on the databank of Bavarian mountain forests and field-mapped site maps

Stefan B i n n e r, Jörg E w a l d, Steffen R o g g

Abstract

The European Natura 2000 network requires management plans for large protected areas. The delimitation of annex I habitat types poses a major challenge for the Bavarian forest administration. A large proportion of the protected area lies in mountain forests of the Alps, where only limited ecological information is available and field mapping would be extremely costly. To solve this and other tasks in managing and monitoring remote areas, the university of Applied Sciences Weihenstephan in cooperation with the Bavarian state institute for forestry establishes an ecological information system that links phytosociological relevé data (ca. 5,000 plots), species attributes (e. g. Ellenberg indicator values for soil reaction), and digital map layers of ground-mapped site types, geology and elevation. The coincidence between community attributes and physiographic geodata will be used to calibrate a model of those units of potential natural vegetation that form annex I habitat types. The approach is exemplified by an analysis of geological mapping units, which were classified according to their significance for soil nutrient supply, as indicated by the coincidence with classified relevés and mapped vegetation types. This calibration allows to predict the nutrient supply for 85 % of the Bavarian Alps. The model will be improved by predicting ecological properties of mixed pleistocene sediments (moraines, gravel) by making assumptions about their origin. The habitat modelling will be refined by taking elevation and relief into account. This project is sponsored by the Bavarian state forestry department.

Einführung

Die Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie der Europäischen Union von 1992 dient dem Ziel der Erhaltung und Förderung der biologischen Vielfalt. Sie bildet zusammen mit der Vogelschutz-Richtlinie die Grundlage für das Schutzsystem "Natura-2000", das die EU-Staaten dazu verpflichtet, einen länderübergreifenden Biotopverbund zu etablieren. In den Anhängen der Richtlinien wurde festgelegt, welche Arten und Lebensräume in Europa unter Schutz zu stellen sind (["Nature and Biodiversity" Homepage der EU](#)).

Bayern trägt aufgrund seiner geografischen Lage in Mitteleuropa vor allem für Waldlebensräume eine hohe Verantwortung. Wald ist daher auch mit etwa 450.000 ha (56%) deutlich überproportional an den gemeldeten FFH- und SPA-Gebieten beteiligt (["Natura-2000 im Wald"](#)), zwei Drittel davon in den Alpen (Abb. 1). In den bayerischen Waldgebieten spielen Informationen über den Standort als Entscheidungsgrundlage für die Ausscheidung von FFH-Lebensraumtypen eine entscheidende Rolle.

Fragestellung

Für die Bayerischen Alpen stehen Standortskarten bisher nur in sehr geringem Umfang zur Verfügung. Herkömmliche, terrestrische Kartierungen wurden aufgrund begrenzter finanzieller Ressourcen und der oftmals schwierigen Geländebedingungen nur auf wenigen Flächen durchgeführt. Somit fehlt auf großer Fläche eine wichtige Grundlage für die naturschutzfachlichen Planungen. Ziel des von der Fachhochschule Weihenstephan initiierten und von der Bayerischen Staatsforstverwaltung geförderten Projekts "Informationssystem für Hochgebirgsstandorte" ist es, bis Ende 2006 ein GIS-basiertes Standortmodell für die Bayerischen Alpen zu liefern. Die digitale geologische Karte GÜK 200 der [Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe](#) die digitale geologische Karte GK 25 des [Bayerischen Geologischen Landesamts](#) und digitale Höhenschichtlinien des [Bayerischen Landesamts für Umweltschutz](#) liefern flächendeckende Geodaten, aus denen im GIS Standortseinheiten vorhergesagt werden sollen. Digitalisierte, feinmaßstäbliche Standortskarten für ca. 34.000 ha Gebirgswald liegen bereits aus verschiedenen Projekten vor (z.B. BAUER & PFRIEM 2000, EWALD 1995, EWALD & MÄRKL 2000, KONNERT 2001, MAGES 1995, MAYR 1999). Diese Kartierungen wurden nach dem vegetationsgestützten Verfahren von EWALD (1997a, 1999)

durchgeführt. Sie dienen, zusammen mit rd. 4900 Vegetationsaufnahmen, die in der Vegetationsdatenbank BERGWALD (EWALD 1995) erfasst sind, der Eichung und späteren Validierung des Modells.

Das Bayerische Landesamt für Umweltschutz kartiert derzeit Flächen, die nach Art. 13d BayNatSchG geschützt sind ([Alpenbiotopkartierung in Bayern](#)). Diese Daten werden ebenfalls in das Modell integriert und unterstützen die Modellierung und genaue Abgrenzung bestimmter Standorte, wie zum Beispiel Moore.

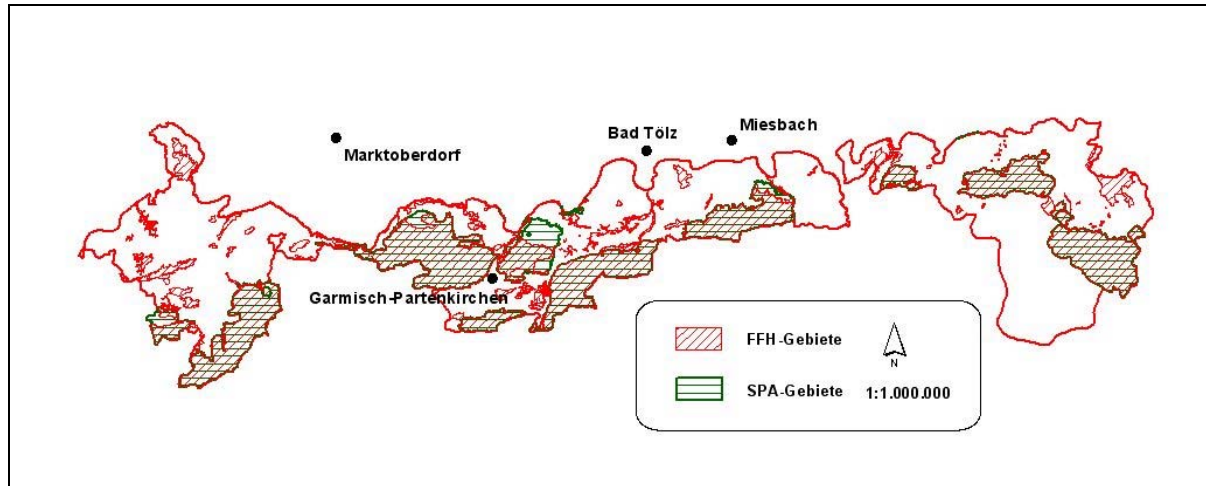


Abb. 1: Das forstliche Wuchsgebiet 15, Bayerische Alpen, umfasst ca. 460.000 ha. FFH- und SPA-Gebiete (ca. 305.000 ha) sind schraffiert dargestellt.

Parallel wird in Abstimmung mit der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft ein Regelwerk zur Ausscheidung von potentiellen Wald-Lebensraumtypen nach Anhang I der FFH-Richtlinie anhand der im GIS modellierten Standorte erstellt ([LANG, WALENTOWSKI, LORENZ 2004](#)). Das fein strukturierte Standortmodell kann damit auf die Ebene der FFH-Lebensraumtypen übertragen und eine vorläufige Lebensraumtypenkarte produziert werden.

Im nächsten Schritt überprüfen Spezialisten der Bayerischen Staatsforstverwaltung die Abgrenzung der vorläufigen Lebensraumtypen durch stereoskopische Interpretation von digitalen Farbinfrarotbildern (FISCHER et al. 2005). Eine Befliegung ausgewählter Testgebiete im Bayerischen Alpenraum wurde im Juni 2005 durchgeführt. Die aktuelle Baumartenzusammensetzung der Testgebiete (Ist-Zustand) wird unter Einsatz objektbasierter Segmentierungssoftware (eCognition) und anschließender automatisierter Klassifizierung der Luftbilder erfasst und mit der vorläufigen Lebensraumtypenkarte (Soll-Zustand) im GIS verglichen. Der Abgleich ermöglicht die Unterscheidung von FFH-Lebensraumtypen und sonstigem Lebensraum (z. B. Fichtenforst auf Bergmischwaldstandort). Die Grenzen der vorläufigen Lebensraumtypen werden bei Bedarf nachgebessert. Das Ergebnis stellt eine aktuelle Lebensraumtypenkarte dar, die stichprobenartig im Gelände überprüft werden wird.

Neben der Abgrenzung der aktuellen Lebensraumtypen können auch weitere Parameter für die Bewertung der Struktur von Waldbeständen und damit des Erhaltungszustandes des Gebiets aus den Luftbildern gewonnen werden (FISCHER et al. 2005). Diese Informationen sind hinsichtlich der Monitoring- und Berichtspflicht wichtig. Abbildung 2 zeigt die Arbeitsabläufe des Projekts im Überblick.

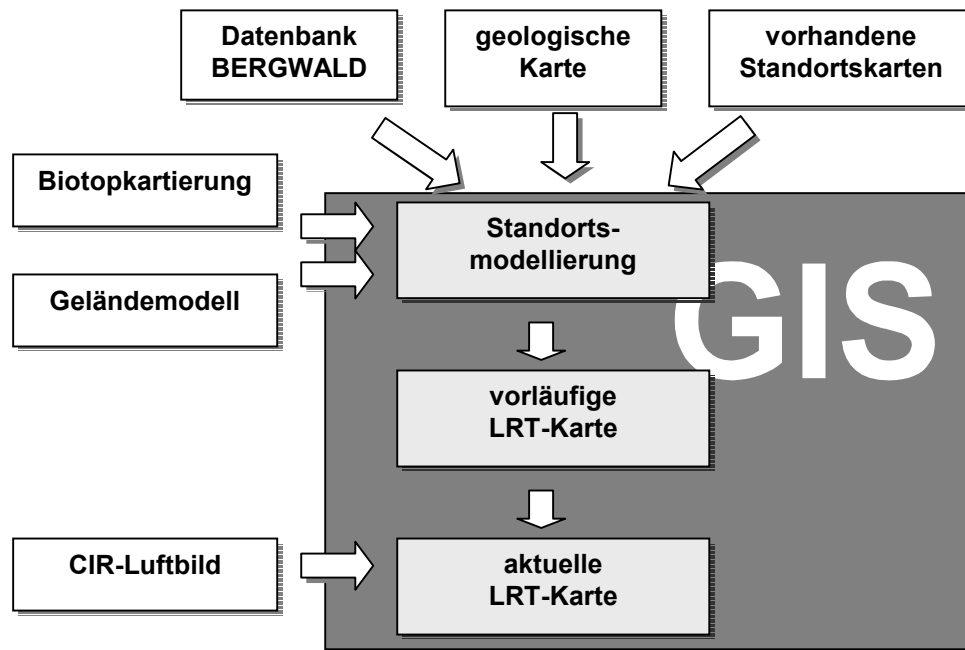


Abb. 2: Arbeitsabläufe im Projekt "Informationssystem für Hochgebirgsstandorte".

Das vegetationsgestützte Standortkartierungsverfahren

Der bestehende terrestrische Kartierschlüssel nach EWALD (1997b) differenziert Standorte unter Verwendung eines dreistelligen Codes. Dieser beschreibt den Substrattyp, die Hauptbaumarten in Kombination mit der Höhenstufe und den Wasserhaushalt des Standorts (Tab. 3, Anhang). Die Standorteinheiten entsprechen Pflanzengesellschaften der potentiellen natürlichen Vegetation (Tab. 4, Anhang), die nach pflanzensoziologischen Kriterien definiert wurden (EWALD 1998). Der in diesem Beitrag im Mittelpunkt stehende Basenhaushalt der Böden wird im Wesentlichen durch die in Tab. 1 dargestellten drei Substrattypen wiedergegeben. Weitere Typen bilden u.a. Lockergesteine oder alluviale Sedimente (Tab. 3, Anhang). Die Zuordnung der mehr als 100 verschiedenen Einheiten der geologischen Karten zu ökologischen Substrattypen ist ein wesentlicher Schritt der Modellierung im GIS.

Tab. 1: Die den Basenhaushalt kennzeichnenden Substrateinheiten des vegetationsgestützten Kartierverfahrens und ihre Bedeutung für die Unterscheidung von Lebensraumtypen in der montanen Bergmischwaldstufe.

1	"k"	stabile Böden aus Karbonatgestein, hohe Basensättigung (≈LRT 9130 Galio odorati-Fagenion/LRT 9150 Cephalanthero-Fagenion)
3	"s"	tiefgründige Böden aus Silikatgestein, mittlere Basensättigung (≈ LRT 9130 Galio odorati-Fagenion)
4	"S"	tiefgründige Böden aus Silikatgestein, niedrige Basensättigung (≈ LRT 9110 Luzulo-Fagenion)

Die ökologische Interpretation geologischer Karten

Zur ökologischen Interpretation der geologischen Karten wurden zwei verschiedene Ansätze gewählt (Abb. 3): Die Auswertung vorhandener, im Feld kartierter Standortskarten (Flächeninformation) und die Analyse der in der Datenbank BERGWALD gespeicherten Vegetationsaufnahmen (Punktinformation). Durch Verschneidung im GIS wurde jedem kartierten Standort bzw. jedem Aufnahmepunkt eine geologische Einheit zugewiesen. Auf der Basis der Flächenanteile der Kombinationen aus geologischer Einheit und Substrattyp wurde ein Präferenzindex p errechnet:

$$p_{ij} = \frac{k_{ij}}{\sum_i k_{ij}} - \frac{n_i}{\sum_i n_i}$$

i: Substratklassen

j: geologische Einheiten

k: Überschneidung von Substrattyp und geologischen Einheiten

n: Gesamtfläche bzw. Gesamtaufnahmezahl der Substratklassen

Dieser Index ermöglicht es, die Affinität eines Substrattyps zu einer bestimmten geologischen Einheit zu beschreiben. Er nimmt Werte > 0 an, wenn die Verschneidung mit einer geologischen Einheit die Erwartung bei zufälliger Verteilung übertrifft. Negative Werte treten auf, wenn sich Substrattyp und geologische Einheit weniger überlappen als bei zufälliger Verteilung. Da Standortskarten nur für kleine Flächen zur Verfügung stehen, konnte der Index auch nur für einen Teil der geologischen Einheiten berechnet werden (Tab. 5, Anhang).

Die komplexen Verschneidungsbeziehungen zwischen Substrattypen und geologischen Einheiten wurden mittels Hauptkomponentenanalyse zusammengefasst und grafisch dargestellt. Die Hauptkomponentenanalyse ist ein Ordinationsverfahren, das es erlaubt, Ähnlichkeiten zwischen Merkmalen aufzuzeigen und abzubilden. Im vorliegenden Falle bildeten die geologischen Einheiten die Zeilen (Objekte), die Substratklassen die Spalten (Merkmale) der Eingangsmatrix. Das Ergebnis erleichtert eine Unterteilung der geologischen Einheiten in ökologisch möglichst homogene Gruppen (Abb. 4).

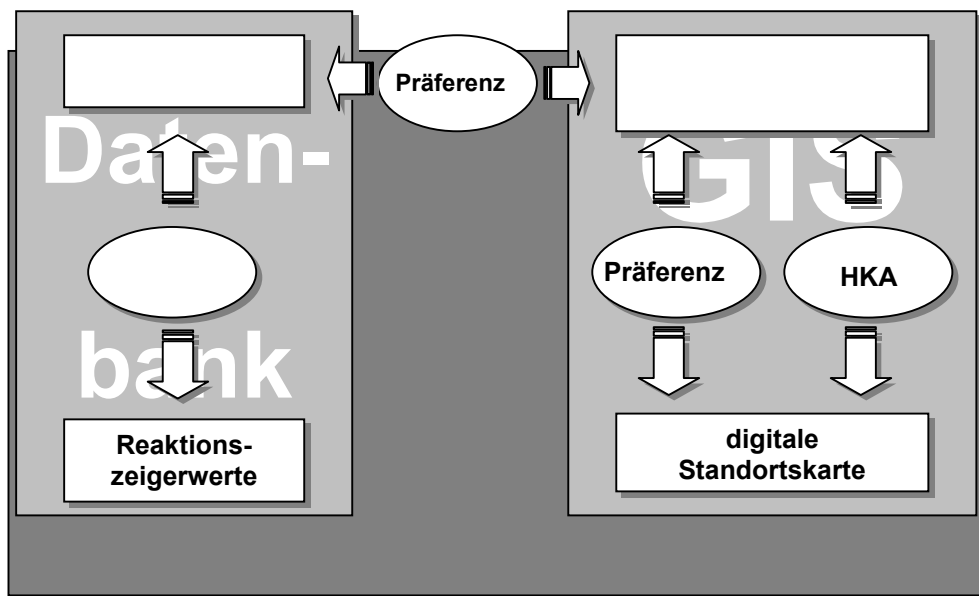


Abb. 3: Vorgehensweise bei der Interpretation der geologischen Einheiten.

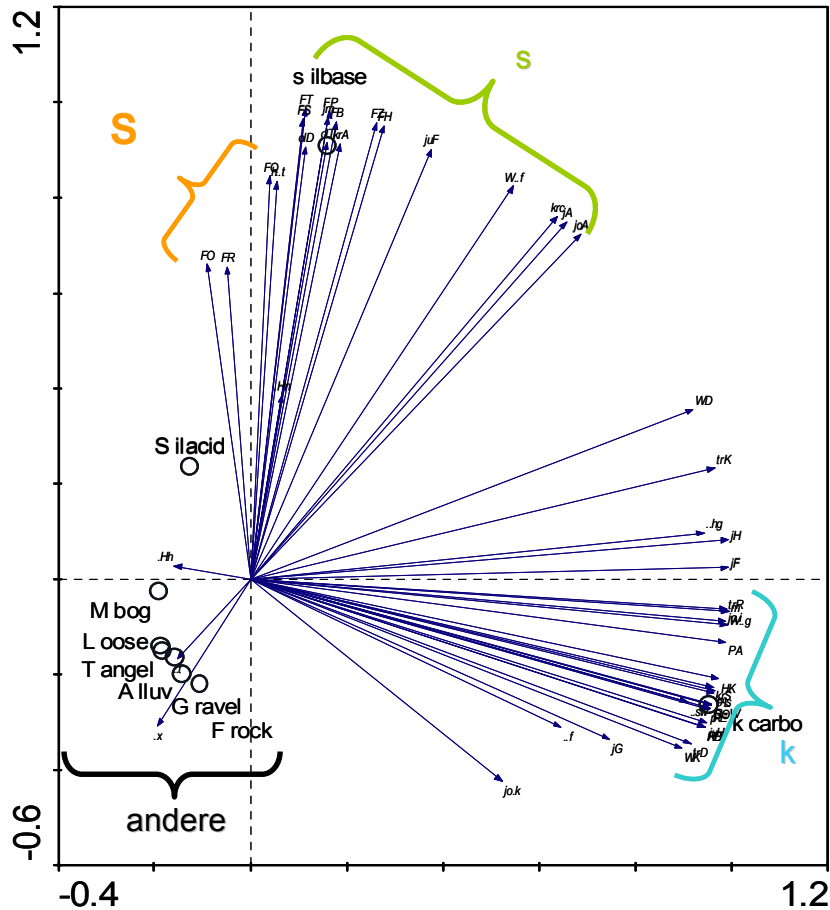


Abb. 4: Ordinationsdiagramm der Hauptkomponentenanalyse. Vier Gruppen von geologischen Substraten (Abkürzungen siehe Tab. 5 im Anhang) sind erkennbar, von denen drei auf Grund ihrer Präferenz den ökologischen Substrattypen "S", "s" und "k" (Tab. 1) zuzuordnen sind.

Neben den vorhandenen Standortskarten wurde die pflanzensoziologische Datenbank BERGWALD mit ihren punktförmigen Informationen zum Vorkommen von Zeigerarten ausgewertet. Alle Vegetationsaufnahmen, denen in der Datenbank noch kein Substrattyp zugeordnet war, wurden mit Hilfe der Ellenberg-Zeigerwerte für Bodenreaktion (R) nachträglich klassifiziert. Als Ausgangspunkt dienten die vorhandenen, klassifizierten Aufnahmen ($n = 2107$), aus denen die statistische Beziehung zwischen Substrattyp und der Häufigkeitsverteilung der Reaktionszeigerwerte (ELLENBERG et al. 2001) mittels Diskriminanzanalyse abgeleitet wurde. Die Genauigkeit des R-Wert-Modells wurde durch den Vergleich der Modell-Substrattypen mit den bereits klassifizierten Aufnahmen überprüft (Abb. 5, Tab. 2). Die errechneten Regeln zur Unterscheidung der Substrattypen k, s, S und T auf Grund ihrer R-Zeigerwertspektren wurden anschließend auf alle Aufnahmen in der Datenbank angewandt. Dadurch erhöhte sich die Anzahl der klassifizierten und georeferenzierten Vegetationsaufnahmen auf rd. 2.500.

Tab 2: Tabelle der Übereinstimmung von auf Basis der R-Zeigerwerte klassifizierten Substrattypen (Substrat x_DA) mit den pflanzensoziologisch bestimmten Substrattypen.

	Substrat k	Substrat s	Substrat S	Substrat T
Substrat k_DA	74,2%	3,2%	2,7%	
Substrat s_DA	11,6%	86,8%	2,7%	
Substrat S_DA	2,2%	5,9%	92,0%	3,3%
Substrat T_DA	12,0%	4,0%	2,7%	96,7%

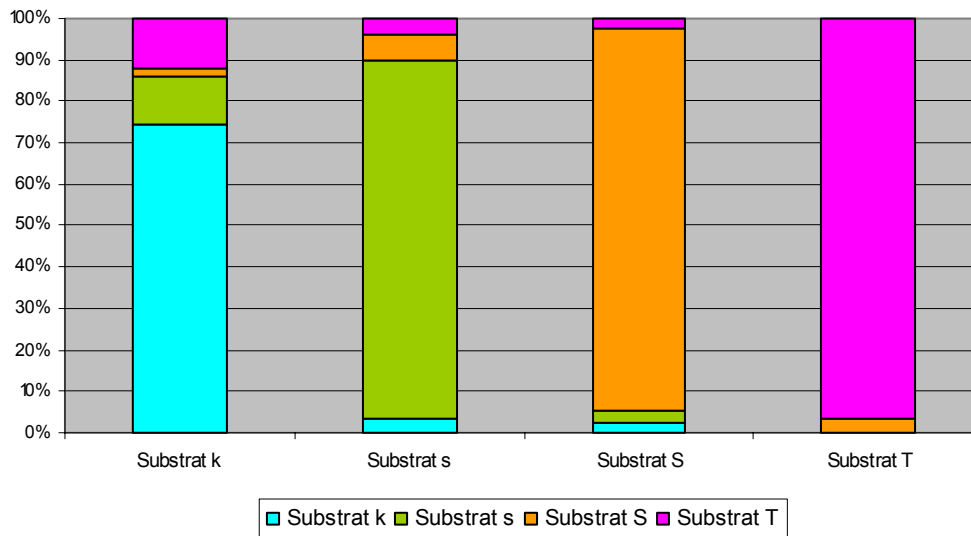


Abb. 5: Grafik der Übereinstimmung von auf Basis der R-Zeigerwerte klassifizierten Substrattypen mit den pflanzensoziologisch bestimmten Substrattypen.

Die georeferenzierten Datenbank-Plots wurden mit der geologischen Karte im GIS verschnitten und ebenfalls ein Präferenzindex errechnet.

Abschließend wurden die Ergebnisse der flächen- und der aufnahmebezogenen Analysen in einer Matrix zusammengefasst und den geologischen Einheiten auf Basis der positiven Präferenzindexwerte ein Substrattyp zugeordnet. Indexwerte wurden dabei nur dann in die Auswertung einbezogen, wenn sie mindestens 50% des maximalen Indexwerts einer geologischen Einheit betragen. Das Gesamtergebnis wurde von einem Experten des Geologischen Landesamtes überprüft, der auch indifferente und mit mangelhaften Basisdaten versehene Einheiten gutachtlich zuordnete. Für rd. 98% der Fläche des Wuchsgebiets 15 konnten auf diese Weise Substrattypen festgelegt werden (Tab. 5, Anhang).

Wie zu erwarten war, sind die Ergebnisse vor allem in den Gebieten eindeutig, in denen sich Böden aus dem anstehenden Gestein entwickelt haben und Erosion nicht zu einer stärkeren Verlagerung und Durchmischung von unterschiedlichen Ausgangsgesteinen geführt hat. In anderen Fällen, wie z.B. bei glazialen und periglazialen Lockersedimenten, kann die Zusammensetzung der bodenbildenden Gesteine sehr unterschiedlich sein. Wurde das erodierte Material nur sehr kleinflächig verteilt, entspricht der Substrattyp häufig dem der in der Umgebung anstehenden Gesteine (z. B. Hangschutt). Aufgrund der Lage im Kalkalpin ergab die Berechnung der Präferenzindizes in den Fällen, in denen Daten aus Aufnahmen und Kartierungen vorlagen, daher in den meisten Fällen den Substrattyp k (Tab. 1 und 4, Anhang).

Die Zuordnung von Lockersedimenten kann durch GIS-Prozeduren weiter verbessert werden. So soll die Zusammensetzung von über kurze Strecken verlagerten Sedimenten aus den in der Nachbarschaft anstehenden Festgesteinen abgeschätzt und der wahrscheinlichste ökologische Substrattyp automatisch zugewiesen werden.

Über weitere Strecken verfrachtete Lockergesteine wie Moränen oder Glazialschotter, die häufig Gemenge von zentralalpinen und kalkalpinen Gesteinen darstellen, lassen sich dagegen nur schwer ökologisch charakterisieren. Dies bedarf sehr aufwendiger Modelle, die die Ursprungsgebiete und das Fließverhalten von Gletschern simulieren.

Ausblick

Die bisherigen Erfahrungen im Projekt zeigen, dass vor allem die Qualität der Ausgangsdaten eine entscheidende Rolle spielt. Da digitale geologische Informationen flächendeckend nur in Form einer relativ kleinmaßstäblichen geologische Karte (1 : 200.000) vorliegen, kann auch das Resultat der Modellierung, die vorläufige Lebensraumtypen-Karte, nur eine Übersicht in einem entsprechendem

Maßstab bieten. Großmaßstäbige Detailkarten können zwar im GIS produziert werden, aufgrund der sich ergebenden Lageungenauigkeiten fehlt aber die für Geländearbeiten benötigte Detailschärfe. Die geologischen Karten des Bayerischen Geologischen Landesamtes im Maßstab 1 : 25.000 bieten zwar eine hohe Auflösung, sind aber leider nur für ca. 30% des Bayerischen Alpenraums verfügbar. Trotz dieser Beschränkung bietet die Standortmodellierung im GIS die Möglichkeit für große, schwer zugängliche Gebiete wie den Bayerischen Alpen kostengünstige und reproduzierbare Informationen über die standortkundlichen Verhältnisse zu liefern. Bis Ende 2006 werden die Arbeiten am Informationssystem für Hochgebirgsstandorte in Bayern voraussichtlich abgeschlossen sein und die Ergebnisse werden in die naturschutzfachlichen Planungen der staatlichen Forstbehörden eingehen. Das standortkundliche Informationssystem bietet neben der Möglichkeit Lebensraumtypen effizient abzugrenzen, eine Grundlage für weitere Bewertungen, Planungen, Entscheidungen und Prognosen, z.B. im Waldbau in der Schutzwaldsanierung und im Management von Naturgefahren.

Danksagung

Diese Forschung wird gefördert vom Bayerischen Staatsministerium für Landwirtschaft und Forsten. Wir danken den Projektpartnern der Bayerischen Landesanstalt für Wald und Forstwirtschaft und der Bayerischen Staatsforstverwaltung, insbesondere Rudolf Seitz für konstruktive Kommentare und Unterstützung.

Literatur

- ELLENBERG, H., WEBER, H.E., DÜLL, R., WIRTH, V., WERNER, W., PAULISSEN, D. (1991): Zeigerwerte von Pflanzen in Mitteleuropa. *Scripta Geobotanica* **18**. Goltzke: Göttingen, 248 pp.
- EWALD, J. (1995): Eine vegetationskundliche Datenbank bayerischer Bergwälder. *Hoppea, Denkschr. Regensb. Bot. Ges.* **56**: 453-465.
- EWALD, J. (1997a): Standorterkundung im Hochgebirge Oberbayerns. *AFZ/Der Wald* **23**: 1274-1276.
- EWALD, J. (1997b): Die Standortbindung der Waldgesellschaften der oberbayerischen Alpen - Ermittlung des Beitrages der Vegetationskunde zur Standortkartierung im Hochgebirge. Unveröff. Forschungsbericht der LWF, Freising.
- EWALD, J. (1998): Anleitung zur vegetationsgestützten Standortkartierung im Halblechgebiet, unveröffentlicht.
- EWALD, J. (1999): Die standortsökologisch fundierte Pflanzensoziologie als Erkenntnisquelle für den naturnahen Waldbau - das Beispiel der Standortgliederung für das bayerische Hochgebirge. *Freiburger Forstliche Forschung Berichte* **16**: 27-38.
- EWALD, J. & MÄRKEL, G. (2000): Erläuterungsband zur Standortserkundung Waldkörperschaft Buching-Trauchgau, Halblech. Verein für Forstliche Standortserkundung, München.
- FISCHER, M., MÜLLER-KROEHLING, S., GULDER, H.-J. (2002): Managementplan für das FFH-Gebiet "Hienheimer Wald mit Ludwigshain und Hangkante Altmühltal" (Nr. 7036-302). Forstdirektion Niederbayern-Oberpfalz: Regensburg, 56 S. + Anh.
- FISCHER, M., SEITZ, R., STANGL, J., KOCH, M. (2005): Kartierung und Bewertung von Natura-2000-Gebieten im Hochgebirge. *AFZ-DerWald* **12**: 623-624.
- KONNERT, V. (2001): Standortkarte Nationalpark Berchtesgaden. Unveröff. Abschlussbericht, TU München, Freising.
- LANG, A., WALENTOWSKI, H., LORENZ, W. (2004): Kartieranleitung für die Lebensraumtypen nach Anhang I der Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie in Bayern, 5. Entwurf. München und Freising.
http://www.lwf.bayern.de/imperia/md/content/lwf-internet/veroeffentlichungen/natura2000/02/natura2000_02.pdf
- MAGES, H. (1995): Kartierung der Standorte und der potentiell natürlichen Waldgesellschaften der Muldenzone im Forstamt Kreuth (Mittlere Bayerische Kalkalpen). Unveröff. Diplomarbeit LMU München, Freising.
- MAYR, A. (1999): Kartierung der Standorte und potentiellen natürlichen Waldgesellschaften im Hochgebirge (im Forstamt Garmisch-Partenkirchen). Diplomarbeit FH Weihenstephan, Freising.
- PFRIEM, S., BAUER, CH. (2000): Vegetationsgestützte Standortkartierung in einem waldbaulichen Problemgebiet: Der Setzberg in den Tegernseer Alpen (Forstamt Kreuth). Diplomarbeit FH Weihenstephan, Freising.

submitted: 23.06.2005
 reviewed: 16.08.2005
 accepted: 18.09.2005

Autorenanschrift:

Stefan Binner

Fachhochschule Weihenstephan, Fachbereich Wald und Forstwirtschaft
 Botanik, Vegetationskunde
 Am Hochanger 5, D-85350 Freising,
stefan.binner@fh-weihenstephan.de

Prof. Dr. Jörg Ewald

Fachhochschule Weihenstephan, Fachbereich Wald und Forstwirtschaft
 Botanik, Vegetationskunde
 Am Hochanger 5, D-85350 Freising,
joerg.ewald@fh-weihenstephan.de

Prof. Dr. Steffen Rogg

Fachhochschule Weihenstephan, Fachbereich Wald und Forstwirtschaft
 Forstliche Informatik, Forstliche Biometrie, Waldmessenlehre, Umweltinformatik
 Am Hochanger 5, D-85350 Freising,
stefan.rogg@fh-weihenstephan.de

Tab. 3: Dreistelliger Code des vegetationsgestützten Kartierverfahrens nach EWALD.

Substrat		Baumartenkombination (Höhenstufe)		ökologische Feuchtestufe
k	Kalk / Dolomit	B	Buchenreicher Bergmischwald (montan)	1 trocken
K	grobes Kalkgestein (Blöcke)	b	Nadelholzreicher Bergmischwald (hochmontan)	2 mäßig trocken
s	Silikatgestein (basenreich, Mull)	T	Tannenreicher Bergmischwald (montan bis hochmontan)	3 mäßig frisch
S	Silikatgestein (sauer, Moder)	F	Fichtenwald (subalpin)	4 frisch
L	Lockergestein	f	Fichtenreicher Mischwald	5 sehr frisch bis hangfeucht
M	Moor	Z	(Lärchen-) Zirbenwald (hochsubalpin)	6 wechsell trocken
A	Auensediment	A	Ahorn-Edellaub-Mischwald (montan bis hochmontan)	8 feucht
T	Tangelhumus	e	Grauerlen-Sumpfwälder, montan	9 nass
G	Geröll	E	Esche (tiefmontan)	
F	Fels	K	Wald-Kiefer (montan bis hochmontan)	
		k	Latsche (subalpin)	
		W	Weidenarten alpischer Fluss- u. Wildbachauen	
		P	Pioniergehölze	

Tab. 4: Regionale Standortseinheiten im Bayerischen Alpenraum nach EWALD.

AA4	Frischer Edellaubmischwald auf Terrassenschotter
Ae4	Frischer Grauerlenwald der feinerdereichen Aue
Af2	Mäßig trockener Nadelmischwald auf Terrassenschotter
Ap1	Wildbachschotter
AW2	Mäßig trockenes Weidengebüsch der Schotterau
EIS	Eis
Fp1	Fels
GEW	Gewässer
Gp1	Geröll
KA3	Blockschutt-Edellaubwald
kA5	Hangfuß-Edellaubwald
kB1	Felshang-Bergmischwald
kB2	Mäßig trockener Karbonat-Bergmischwald
kB3	Mäßig frischer Karbonat-Bergmischwald
kb3	Mäßig frischer hochmontaner Karbonat-Bergmischwald
kb4	Frischer hochmontaner Karbonat-Bergmischwald
kE8	Feuchter Karbonat-Erlenwald mit Esche
kF2	Mäßig trockener subalpiner Karbonat-Fichtenwald
kF3	Mäßig frischer subalpiner Karbonat-Fichtenwald
KIE	Kiesgrube
kK1	Trocken-Kiefernwald
kk2	Trockenes Latschengebüsch
kk3	Frisches Latschengebüsch
kp1	Trockener Karbonat-Lahner
kp3	Frischer Karbonat-Lahner
kp9	Quellmoor
kT8	Feuchter Karbonat-Tannen-Edellaubwald
kZ2	Trockener Lärchen-Zirbenwald
kZ3	Frischer Lärchen-Zirbenwald
Lp6	Sukzession auf Murschuttkegel
Me9	Nasser Erlen-Fichtenwald
MF9	Moorrand-Fichtenwald
Mk9	Hochmoor-Latschengebüsch
sA4	Mischwald steiler Einhänge und Schluchten
sB3	Mergelsteilhang-Bergmischwald
SB4	Frischer Silikat-Moder-Bergmischwald
sB4	Frischer Silikat-Mull-Bergmischwald
sb4	Frischer hochmontaner Silikat-Mull-Bergmischwald
Sb5	Sehr frischer hochmontaner Silikat-Moder-Bergmischwald
sB5	Sehr frischer Silikat-Mull-Bergmischwald
sb5	Sehr frischer hochmontaner Silikat-Mull-Bergmischwald
sE8	Feuchter Erlen-Eschenwald
Sf4	Kaltluftbeeinflusster nährstoffarmer Silikat-Nadelmischwald
sf4	Kaltluftbeeinflusster nährstoffreicher Silikat-Nadelmischwald
SF5	Sehr frischer subalpiner Silikat-Fichtenwald
sF5	Hangfeuchter subalpiner Silikat-Fichtenwald
SF8	Nährstoffarmer subalpiner Silikat-Fichtenwald
Sk5	Feuchtes Latschengebüsch
SoF	Sonstige Flächen
sp4	Frischer Silikat-Lahner

Tab. 5: Zusammenstellung der Ergebnisse aus der Berechnung der Präferenzindizes für Standortskarten und Plots der Datenbank "Bergwald". Die Spalte "Einwertung" zeigt den zugeordneten Substrattyp.

Einheit	Übersetzung	Anzahl	Fläche	Anteil %	Präferenz Standortskarten										Präferenz Plots				Einwertung g
					k	s	S	T	A	F	G	K	L	M	k	s	S	T	
HD	Hauptdolomit	297	97.441,1	21,1807	44	-29	-14	0	-3	9	0	-1	-1	-5	18	-21	-5	9	k
W,,g	Glaziale Ablagerungen, wülm-, spätwürmzeitlich	577	62.320,3	13,5465	38	-16	-13	0	-3	-4	1	0	-1	-3	21	-9	-10	-2	k
„hg	Hang- und Verwitterungsschutt	559	35.897,3	7,8030	13	-8	-13	0	-2	-2	12	0	2	-3	6	-12	-6	11	k
„f	Talfüllung	196	24.498,5	5,3252	5	-25	-14	1	32	-5	6	0	5	-4	25	-10	-12	-4	k
WK	Wettersteinkalk und -dolomit	157	22.317,6	4,8512	27	-28	-14	0	-4	18	6	0	0	-5	15	-21	-5	11	k
PL	Plattenkalk	130	19.671,6	4,2760	54	-26	-13	1	-3	-4	-3	-1	-1	-5	-5	-19	1	22	k
trD	gebankter Dachsteinkalk, Rhät	65	15.517,6	3,3731	35	-29	-14	1	-3	14	1	0	0	-5	23	-20	-8	6	k
RB	Raibl-Schichten	160	8.656,9	1,8817	37	-27	-14	1	-4	10	3	-1	-1	-5	-12	-18	-4	34	k
„sw	Schwemmkegel	186	8.075,2	1,7553	32	-25	-14	-1	13	-5	1	3	0	-4	20	4	-11	-12	k
trR	Oberrhätalk, Rhät-Lias	111	7.200,9	1,5653	26	-14	-6	3	-4	4	-2	-1	-1	-5	9	-4	-5	-1	k
qh,,t	Fluviatile Ablagerungen, postglazial	29	3.275,0	0,7119											53	-24	-15	-14	k
PA	Partnach-Schichten	30	2.767,3	0,6015	33	-16	-14	1	-4	-1	3	1	-1	-3	3	-5	-15	18	k
juH	Hierlatzkalk, bunte Jurakalke	104	1.906,4	0,4144	36	-27	-12	1	-4	5	4	0	0	-5	25	-2	-10	-14	k
RE	Reichenhaller und Gutensteiner Schichten	54	1.599,8	0,3477	52	-29	-14	0	-2	-3	-2	1	2	-5	43	-24	-12	-7	k
„t	Fluviatile Ablagerungen (spät- bis postglazial)	25	1.249,0	0,2715	-36	-29	-14	-1	94	-5	-3	0	-1	-5	53	-24	-15	-14	k
R-W	Fluviatile Ablagerungen (Interglazial Riß-Wülm)	19	867,6	0,1886	61	-29	-14	-1	-4	-5	-3	-1	0	-5	26	0	-15	-11	k
HK	Hallstatt-Buntkalke	30	789,1	0,1715	48	-25	-14	-1	-4	-5	-3	9	-1	-5	53	-24	-15	-14	k
GO	Gosau	13	586,6	0,1275	62	-29	-14	-1	-4	-5	-3	-1	-1	-5					k
trD,m	massiger Dachsteinkalk, Rhät	2	474,6	0,1032	10	-29	-14	-1	-4	47	-2	-1	-1	-5					k
jo,k	Bunter Oberjurakalk, Plassenkalk, Trssensteinkalk, Oberalmer Schichten	18	340,3	0,0740	1	-28	-14	0	-4	25	26	-1	-1	-5					k
jG	Geiselsteinkalk, Unterlias	4	237,1	0,0515	2	-26	-6	9	-4	27	1	3	-1	-5	53	-24	-15	-14	k
krS	Schrambach-Schichten	12	182,1	0,0396	36	-24	-14	1	5	-5	-3	6	2	-5	-47	-24	-15	86	k
jo,i	Basis Malm; Radiolarit, Kieselkalk	9	90,9	0,0197	42	-16	-8	-1	-3	-5	-3	-1	-1	-5					k
WD	Wettersteindolomit	1	10,9	0,0024	20	13	-14	-1	-4	-5	-3	-1	-1	-5					k
„Hh	Hochmoor	21	862,0	0,1874	-35	-24	-14	-1	-4	-5	-3	-1	-1	87					M
FZ	Zementmergel-Serie	97	12.348,4	2,6842	-28	36	7	-1	-3	-4	-3	-1	0	-4	-34	36	7	-9	s
juF	Fleckenmergel, Lias und Dogger	103	7.902,7	1,7178	1	14	-4	3	-2	-4	-3	-1	0	-4	-2	6	-2	-2	s
ja	Allgäu-Schichten, Jura in Beckenfacies	75	7.594,8	1,6509	-7	21	0	0	-4	-3	-3	0	0	-4	-3	15	-4	-8	s
trK	Kössen-Schichten, Rhät	164	7.588,1	1,6494	22	3	-13	1	-3	-4	-1	-1	0	-3	-16	15	-11	12	s
W,,f	Fluviatile Ablagerungen, wülm-, spätwürmzeitlich	100	5.810,0	1,2629	-14	17	-2	-1	1	-5	-3	-1	4	3	-10	7	-9	11	s
FS	Reiselsberg-Sandstein (Schwabbrunnen-Serie)	71	5.568,3	1,2104	-34	24	19	-1	-2	-5	-3	-1	2	1	-29	23	20	-14	S
krc	Cenoman	112	5.375,8	1,1685	-12	22	0	1	-4	-1	-2	0	-1	-3	-35	32	-3	5	s
FQ	Quarzit-Schichten, Flysch-Gault	83	3.665,2	0,7967	-35	16	36	-1	-3	-5	-3	-1	-1	-3	-42	7	48	-14	S

Einheit	Übersetzung	Anzahl	Fläche	Anteil %	Präferenz Standortkarten										Präferenz Plots				Einwertun g
					k	s	S	T	A	F	G	K	L	M	k	s	S	T	
joA	Malm-Aptychen-Schichten, Oberjura	78	3.403,7	0,7399	-15	22	5	-1	-4	-5	-2	1	2	-3	-31	15	17	-2	s
FP	Piesenkopf-Serie	58	2.427,6	0,5277	-33	34	5	-1	-1	-5	-3	-1	0	4	-38	37	11	-9	s
krA	Neokom-Aptychen-Schichten	78	2.235,5	0,4859	-11	39	-14	-1	-4	-5	-3	1	1	-4	-27	-4	5	26	s
FR	Reiselsberg-Sandstein	28	1.819,9	0,3956	-38	3	52	-1	-4	-5	-3	-1	-1	-4	-39	-5	58	-14	S
FT	Tristel-Schichten	38	1.762,5	0,3831	-37	44	9	-1	-4	-5	-3	-1	-1	-2	-47	43	18	-14	s
jm	Mitteljura, Dogger	52	1.738,7	0,3779	-32	34	17	-1	-4	-5	-3	-1	-1	-4	-27	12	9	6	s
FH	Hällritzen Serie	16	1.243,4	0,2703	-27	31	11	-1	-2	-5	-3	0	0	-5	-20	21	3	-4	s
kruG	Gault-Grünsand	3	41,8	0,0091											-47	43	18	-14	s
h,,f	Postglazialer Schotter	32	2.795,6	0,6077	-36	29	-14	-1	7	-5	-3	-1	-1	24	28	-24	10	-14	s,k
p-s	Werfener-, Mitterberger-, Fellersbacher-, Präbichl-Schichten	17	444,7	0,0967	43	-26	-14	6	-2	-5	-1	1	3	-5	-11	30	-6	-14	s,k
oIT	Tonmergel-Schichten, Rupel, UMM	22	427,6	0,0930	-38	70	-14	-1	-3	-5	-3	-1	-1	-5	53	-24	-15	-14	s,k
p	Haselgebirge, Perm	39	400,2	0,0870	47	-28	-14	0	5	-4	-3	3	-1	-5	-4	4	-1	1	s,k
oID	Deutenhauser Schichten, UMM	5	169,9	0,0369	-37	49	-14	-1	-4	-5	-3	-1	-1	16	20	9	-15	-14	s,k
FO	Ofterschwanger Schichten	38	803,8	0,1747	-38	-1	44	-1	-4	-5	-3	-1	-1	8	-47	76	-15	-14	s,S
„,x	Blockschutt	15	1.998,5	0,4344	-38	-29	-14	-1	-4	37	56	-1	-1	-5	-34	-19	-4	56	t
WA	Walserberg-Folge	1	2,1	0,0005															
oIC	Cyrenen-Schichten	1	2,7	0,0006															
G,,f	fluviatile Ablagerungen aus der Günz-Kaltzeit	1	7,1	0,0015															
MI-R	Fluviatile Ablagerungen (Interglazial Mindel-Riß)	1	7,7	0,0017															
eoK	Kressenberg-Schichten, Eozän	3	8,9	0,0019															
krL	"Cenoman-Serie": Lechtal- Kreideschiefer, Apt-Alp	2	13,2	0,0029															
s	Alpiner buntsandstein Skyth	2	16,0	0,0035															
MI,,g	Glaziale Ablagerungen aus der Mindel-Kaltzeit	2	27,8	0,0060															
FG	Untere Bunte Schiefer, Flysch-Gault	4	28,7	0,0062															
,D	Diabasporphyrit, ? Cenoman	6	56,4	0,0123															
GO,k	Gosau, Rudistenkalke	6	76,7	0,0167															
TF	Teisendorfer Facies mit Achtal- Sandstein	8	81,9	0,0178															
eoSS	Stadschieder, Eozän	4	84,2	0,0183															
eoO	Obereozän von Oberaudorf	2	104,1	0,0226															
eoST	Stockletten, Eozän	9	107,4	0,0233															
eo	Obereozän von Salzburg	8	111,2	0,0242															
GO,c	Gosau, Grundkonglomerate und - breccien, Coniac-Serie	5	115,8	0,0252															
tR	Kalkandstein	3	122,5	0,0266															
K	Kieselkalk und Diphyoideskalk, Obervalangin	7	125,5	0,0273															
„,r	Rutschmasse	4	166,7	0,0362															

Einheit	Übersetzung	Anzahl	Fläche	Anteil %	Präferenz Standortkarten										Präferenz Plots				Einwertun g	
					k	s	S	T	A	F	G	K	L	M	k	s	S	T		
NZ	Gosau: Nierental-Schichten	5	172,9	0,0376																
„t	fluviatile Ablagerungen (spät-, postglazial)	7	188,2	0,0409																
joR	Roter Knollenflaserkalk	3	188,3	0,0409																
R,,f	Fluviatile Ablagerungen (Riss-Kaltzeit)	2	202,3	0,0440																
eoN	Nummuliten- und Lithothamnienkalk, Eozän	14	242,6	0,0527																
PL-D	Übergang Plattenkalk-Dachsteinkalk	3	246,4	0,0536																
UMM	Untere Meeresmolasse	5	257,8	0,0560																
oIB	Baustein-Schichten, UMM	15	261,5	0,0568																
BM	Buntmergel-Folge	10	272,7	0,0593																
A	Aptychen-Schichten	12	274,9	0,0598																
„x	Gesteinsschutt	9	322,5	0,0701																
„l	Limnische Ablagerungen	15	325,8	0,0708																
„Hm	Anmoor	15	567,3	0,1233																
krR	Roßfeld-Schichten	5	656,3	0,1427																
miH	Hauchenberg-Schichten	5	772,8	0,1680																
L	Leimern-Schichten	32	784,9	0,1706																
DR	Drusberg-Schichten und Schrattekalk	24	848,6	0,1845																
R,,g	Glaziale Ablagerungen (Riß-Kaltzeit)	29	1.251,4	0,2720																
F	Gesteine der Feuerstätter Decke und Schmiedebach-Serie	36	1.430,1	0,3109																
ju,k	Lias-Kieselkalk	22	1.479,2	0,3215																
W	Wang-Schichten und Dreiangel-Serie	23	1.626,8	0,3536																
AM	Amden-Schichten	63	1.740,1	0,3782																
SE	Seewen-Kalk und Grünsand-Schichten	55	1.770,7	0,3849																
OMM	Obere Meeresmolasse	14	1.817,1	0,3950																
„Hn	Niedermoor	79	1.874,4	0,4074																
m	Muschelkalk, Anis	56	2.264,0	0,4921																
SK	Drusberg-Schichten und Schrattekalk	40	2.977,5	0,6472																
GM	Granitische Molasse, Eger	37	3.502,2	0,7613																
oIW	Weißach-Schichten, USM	52	3.702,2	0,8048																
miKo	Kojen-Schichten, Obereger	17	4.405,9	0,9577																
OSM	Obere Süßwassermolasse	28	9.110,4	1,9803																
oIST	Steigbach-Schichten, USM	63	10.305,4	2,2401																
ZL	Hallstadt-Facies: Zlambach-Schichten	1	9,1	0,0020																
Gewässer	Gewässer	112	5.176,6	1,1252																