

**Erkundung strategischer Konzepte
des Erosionsschutzes und der Sedimentrückhaltung
bei großen Speichern in semi-ariden Gebieten Algeriens**

Zur Erlangung des akademischen Grades eines

DOKTOR-INGENIEURS

von der Fakultät für

Bauingenieur- und Vermessungswesen
der Universität Fridericiana zu Karlsruhe (TH)

genehmigte

DISSERTATION

von

Dipl.-Ing. Helmut Honermann
aus Legden

Tag der mündlichen Prüfung: 23. Mai 2001
Hauptreferent: Univ.-Prof. Dr.-Ing. Werner Köhl
Korreferenten: Univ.-Prof. Dr.sc.agr. Dieter Prinz
Univ.-Prof. Dr.sc.techn. Bernd Scholl
Karlsruhe: 2001

Kurzfassung

Im Rahmen dieser Arbeit wurde für Zwecke der Regionalplanung eine Methodik zur Erkundung von Strategien des Erosionsschutzes und der Sedimentrückhaltung bei der Bewirtschaftung von Wassereinzugsgebieten großer Speicher erarbeitet. Sie gründet auf wirtschaftswissenschaftlichen Kenntnissen und besitzt ihre fachliche Gültigkeit in Gebieten mit Mergeln und semi-aridem Klima bei einer gemischten Nutzungsform aus Getreideanbau und Viehwirtschaft. Als praktisches Beispiel dient das Wassereinzugsgebiet des Staudamms Es Saada in Algerien.

Ein Hauptgrund für den Bau großer Speicher in Algerien wie auch in anderen Ländern des Maghreb ist die Tatsache, daß das Wasserdargebot für die soziale und wirtschaftliche Entwicklung ein stark limitierender Faktor ist. Ursache für den gestiegenen Wasserbedarf ist das hohe Bevölkerungswachstum in den letzten 30 Jahren von im Mittel ca. 3,1 % pro Jahr. Durch eine Kette von Speichern dient praktisch der gesamte Tell Atlas als Wassereinzugsgebiet. Das Konzept der konzentrierten Wassernutzung wird somit für den nördlichen Teil Algeriens zu einer mehr oder weniger flächendeckenden Maßnahme. Viele dieser Speicher sind durch eine zunehmende Verlandung gekennzeichnet. Der hohe Sedimenttransport ist Folge von Linienerosion in Mergeln. Der Verlust an Speicherkapazität reduziert die Rentabilität der Staudammvorhaben und gefährdet somit langfristig die politische Zielsetzung sowie das ökologische, ökonomische und soziale Gleichgewicht. Standorte für Speicher stellen ein wichtiges Gut dar, da sie von der Anzahl her begrenzt und nicht vermehrbar sind.

Die bisher in Algerien umgesetzten Maßnahmen zum Zwecke des Erosionsschutzes und der Sedimentrückhaltung waren sowohl aus technischer wie auch aus sozioökonomischer Sicht in vielen Situationen unausgewogen und ungeeignet. In vielen Fällen wurde versucht, Techniken aus anderen Ländern ohne Prüfung der physischen und sozialen Rahmenbedingungen sowie ohne Integration in regionale Planungskonzepte umzusetzen. Die bisherigen Ansätze zur Erfassung von Bodenerosion zielen vornehmlich auf die Abschätzung des Bodenabtrags unter Berücksichtigung physischer Einflußfaktoren ab. Für regionalplanerische Betrachtungen sind jedoch jene Einflußfaktoren von besonderer Bedeutung, die Prozesse von Bodenerosion fördern oder mindern. Wie gezeigt wird, sind die aktiven und beeinflussbaren Faktoren von Prozessen der Bodenerosion sozio-ökonomischer, politischer und kultureller Natur. Die empirischen Untersuchungen der Arbeit zeigen, daß Prozesse von Bodenerosion indirekt durch lokalübergreifende sozioökonomische Veränderungen, die dann zu einer negativ orientierten Änderung der Landnutzung führen können, entscheidend mitgeprägt werden. Selbst bei einer abnehmenden Bevölkerungsdichte im ländlichen Raum können durch die Änderung der Nutzungsform die ökologischen Folgewirkungen negativ ausgerichtet sein.

Strategische Aufgaben in der räumlichen Planung setzen sich aus einer gegebenen Problemsituation mit ihren Problemfeldern als Aktionsfeld sowie einer spezifischen Planungsleistung und spezifischen Ressourcen als Mitteln zur Umsetzung von Strategien zusammen. Die Strategieerkundung durch Inspektion und Analyse alternativer Lösungswege ist Voraussetzung zur Abstimmung von Strategien und kann als Problemfindungs- und Problemlösungsprozeß in komplexen Situationen unter Risiko und Unsicherheit bei unvollständiger Information charakterisiert werden. Strategien dienen somit der Lösung von Problemen und können nicht getrennt vom zu lösenden Problem betrachtet werden. Der Aktionsbereich der Strategie zielt darauf ab, das politische wie auch das lokale Handeln zu fördern.

Die Arbeit zeigt, daß ein Dualismus zwischen den Problemfeldern mit ihren Einflußfaktoren und den strategischen Aufgabenfeldern mit ihren Ressourcen besteht. Es ist daher zielführend, so schnell wie möglich mit ersten Lösungsversuchen einer Problemstellung zu beginnen. Die

Entwicklung von Strategien wird entscheidend durch die Möglichkeiten der Identifizierung und Strukturierung von Problemfeldern sowie der zur Verfügung stehenden Ressourcen und deren jeweiligen Interdependenzen geprägt. Da das Wirkungsgefüge der Ressourcen durch andere Mechanismen als jene der Problemsituation gesteuert wird, bedeutet dies auch, daß zusätzliche Erkenntnisse über Prozesse von Bodenerosion nicht zwangsläufig für die Erarbeitung von Konzepten des Erosionsschutzes genutzt werden können. Die in der Arbeit durchgeführte parallele Betrachtungsweise der Erfassung der Erosionsgefährdung und der Erkundung von Strategien stellt eine geeignete Vorgehensweise dar, planungsrelevante Informationsdefizite bei der Erkundung strategischer Konzepte aufzudecken.

Die Inspektion und Analyse alternativer Lösungswege zielt also darauf ab, das potentielle Aufgabenfeld zu erkunden, das heißt, den Spielraum möglicher Strategien offenzulegen. Durch den Pluralismus der Lösungswege entsteht eine Konkurrenzsituation, die das Risiko mindert, etwas Wichtiges zu vergessen. Bei der Strategieerkundung kann zwischen unterschiedlichen strategischen Ebenen unterschieden werden, die jeweils durch einen spezifischen Abstimmungsbedarf gekennzeichnet sind. Das Ziel der Erkundung alternativer Lösungswege besteht darin, die Konzepte des Erosionsschutzes und der Sedimentrückhaltung mit den Anforderungen anderer Schwerpunktthemen und der Umwelt abzustimmen. In dieser Planungsstufe werden die Wirkungen auf die Schutzgüter erfaßt wie auch Störereignisse und kritische Erfolgsfaktoren berücksichtigt und diskutiert. Die Strategieabstimmung zielt darauf ab, für das betrachtete Aufgaben- bzw. Problemfeld die Grundsätze für die angestrebte Lösungsrichtung zu umreißen und ein Aktionsprogramm zur operativen Umsetzung zu formulieren. Strategien sollten den Handlungsspielraum offenhalten, unnötige Risiken vermeiden und anpassungsfähig sein. Die Ausrichtung des Aktionsfeldes von Maßnahmen für ein betrachtetes Problem- bzw. Aufgabenfeld ergibt sich somit aus der Inspektion und der Analyse alternativer Lösungswege und kann nicht vorab definiert werden.

Zukünftige Untersuchungen zur Landnutzung sollten stärker darauf abzielen, die Mechanismen von Nutzungsänderungen besser erfassen zu können, das heißt, welche Faktoren Nutzungsänderungen beeinflussen und durch welche Faktoren sich Nutzungsänderungen beeinflussen lassen. Diese Kenntnisse könnten in das im Rahmen dieser Arbeit konzipierte Teilmodell zur Erfassung der Erosionsgefährdung einfließen. Neben physischen werden auch sozioökonomische Einflußfaktoren in den Ansatz integriert, so daß eine Unterscheidung zwischen beeinflussbaren und unbeeinflussbaren Gefährdungskomponenten möglich ist.

Die praktischen Ergebnisse der Arbeit zeigen, daß im Hinblick auf die Verlandung von großen Speichern der Bau von Sedimentrückhaltebecken eine besondere Bedeutung besitzt, wodurch der Handlungsspielraum bei der Bewirtschaftung des Wasserdargebotes langfristig offengehalten werden kann. Erleichtert wird die Maßnahme, wenn der Bereich mit hohem Sedimenttransport klein ist und der Hauptteil des Wasserdargebotes von außerhalb dieses Bereiches stammt. Maßnahmen des Erosionsschutzes sollten darauf abzielen, mehr oder weniger intakte Gebiete, die durch Linienerosion in Mergeln potentiell gefährdet sind, zu schützen. Dabei besitzt die Regelung der Besitz- und Nutzungsverhältnisse eine besondere Bedeutung. Die Ergebnisse verdeutlichen, daß insbesondere in den Übergangsbereichen zwischen reinen Weidegebieten und Produktionsstandorten für den Getreideanbau erhebliche Risiken für das Erosionsgeschehen wie auch für die Umsetzung von Maßnahmen des Erosionsschutzes bestehen.

Abstract

Subject of this dissertation is the development of a methodology to be used in regional planning for the exploration of strategies to protect large reservoirs in cultivated water catchment areas from erosion and to restrain them from sediments. This methodology is based on economic knowledge and applies to areas of marl and semi-arid climate with a mixed form of land use such as grain cultivation and animal husbandry. The water catchment area of the Es Saada dam in Algeria is used as a practical example

Like in other Maghreb countries, one of the main reasons for the construction of large reservoirs in Algeria is the fact that the social and economic development is extremely limited by the available amount of water. The increased need of water is caused by the high average population growth of approx. 3,1 % per year during the last 30 years. With a chain of reservoirs, practically the entire Tell Atlas is used as a water catchment area. Therefore, for the northern part of Algeria, this concept of concentrated use of water has become a measure which more or less covers the whole area. Many of these reservoirs are subject to an increasing "sedimentation". The high sediment transport is the consequence of the line erosion in marls. The loss of storage capacity reduces the profitability of the dam project and, therefore, at long-term, endangers the political target as well as the ecological, economic and social balance. Locations of big dams represent an important possession, as their number is limited and can not be multiplied.

In many situations, the measures taken in Algeria until now with regard to erosion protection and sediment restraint have been unbalanced and inappropriate from the technical as well as from the socio-economic point of view. In many cases the attempt has been made to adapt techniques from other countries without verifying the physical and social conditions and without integrating the regional planning concepts. Previous efforts to register soil erosion have mainly been based on estimates considering physical influence factors. However, with regard to regional planning, influence factors which increase or reduce the soil erosion processes are of great importance. As mentioned, the active and influential factors of soil erosion processes are of socio-economic, political and cultural nature. The empiric investigations show that soil erosion processes are indirectly determined by locally overlapping socio-economic changes which can lead to a negatively oriented change of land use. Due to the changed form of utilization, even a reduced population density in rural areas can have negative ecological consequences.

Strategic tasks in regional planning are composed of a given situation with its problems fields as action field as well as a specific planning effort and specific resources as measures for the application of strategies. The exploration of strategies by inspecting and analysing alternative solutions is a prerequisite for the coordination of strategies and can be characterized as a problem-finding and problem-solving process in complex situations under risk and uncertainty by incomplete information. Therefore, strategies are used to solve problems and cannot be separated from the problem to be solved. The range of action of the strategy is supposed to support the political as well as the local action.

The results show that a dualism exists between the problem fields and its influence factors as well as the strategic tasks and its resources. It is therefore well mapped-out to start as soon as possible with the discussion of solutions for the problem to be solved. The development of strategies is decisively determined by the possibilities of identification and the structure of problem fields and available resources and their respective interdependences. Since the structure of action of the resources is controlled by mechanisms other than the mechanism of the

problem situation, this also signifies that additional knowledge about soil erosion processes cannot automatically be used to elaborate concepts of erosion protection. The observations described in the work concerning the registration of erosion and the exploration of strategies in a parallel way represent an appropriate procedure to find out planning information deficits when working out strategic concepts.

Therefore, the inspection and the analysis of alternative solutions focus on the exploration of the potential field of tasks, that means, reveal the scope of possible strategies. The pluralism of the different ways of solutions implies a competition reducing the risk to forget important elements. During the exploration of strategies, a difference between various strategic levels, characterized by a specific need of coordination, can be made. The objective of exploring alternative ways of solutions is to coordinate the concepts of erosion protection and sediment restraint with the requirements of other main subjects and the surrounding. In this planning stage, the effects on the goods of protection are registered and disturbing incidents and critical success factors are discussed and taken into consideration. The coordination of the strategies outline the principles of the required solution for the field of activities and formulates an action programme for the implementation of the first measures. Strategies should keep open the scope, avoid unnecessary risks and be adaptable. Therefore, the alignment of the action field of measures to be taken for a field of activities results from the inspection and the analysis of alternative ways of solutions and cannot be defined in advance.

Future investigations concerning land use should strive for a better registration of the mechanisms to change utilization, that means, the factors which influence change of utilization and the measures through which the change of land use can be influenced. This knowledge could be integrated into the part model for the registration of the erosion hazards. Besides physical factors, socio-economic influence factors are integrated into the attempt so that a difference between susceptible components of danger and components of danger which cannot be influenced can be made.

The practical results show that, with regard to the sedimentation of large reservoirs, the construction of sediment restraining basins are of special importance whereby the scope of use of the water quantity can be kept open at long-term. The measure is facilitated if the area with high sediment transport is small and the main part of the required quantity of water comes from outside this area. Erosion protection measures should be taken for more or less intact areas which are potentially endangered by line erosion in marl. The regulations concerning the right of possession and of use are of special importance. Especially in transitional pasture and grain cultivation areas (precipitation between 300 and 450 mm/year) considerable risks of erosion as well as risks with regard to measures of erosion protection exist.

Inhaltsverzeichnis

| | |
|---|-----------|
| 1 Einleitung | 11 |
| 1.1 Problemstellung | 11 |
| 1.2 Planungsbezug | 13 |
| 1.3 Aufbau der Arbeit | 16 |
| 2 Fachliche Grundlagen aus regionalplanerischer Sicht | 18 |
| 2.1 Ansätze und Wandel in der räumlichen Planung | 18 |
| 2.2 Erosionsformen, Bodenerosion und Erosionsgefährdung | 22 |
| 2.3 Vorgehensweisen zur Erfassung von Bodenabtrag, Oberflächenabfluß und Sedimenttransport | 24 |
| 2.4 Bedeutung sozioökonomischer Einflußfaktoren | 27 |
| 2.5 Bisher verfolgte Konzepte zum Zwecke des Erosionsschutzes in Algerien | 29 |
| 2.6 Formulierung von Anforderungen zum Problemfeld „Bodenerosion“ | 30 |
| 3 Komponenten und Vorgehen zur Erkundung von Strategien | 33 |
| 3.1 Strategieentwicklung | 34 |
| 3.1.1 Problemlösen | 35 |
| 3.1.2 Grundzüge der Entscheidungsfindung | 39 |
| 3.1.3 Überlegungen zu Arten strategischer Vorgehensweisen | 42 |
| 3.1.4 Entflechten der strategischen Aufgabe | 44 |
| 3.1.5 Strategische Planung | 48 |
| 3.1.6 Arbeitsschwerpunkte der Strategieerkundung | 51 |
| 3.2 Untersuchung von Systemen | 56 |
| 3.2.1 Natürliche und künstliche Systeme | 56 |
| 3.2.2 Wirkungsgefüge | 58 |
| 3.2.3 Grundlegende Begriffe der Meßtheorie | 60 |

| | |
|---|------------|
| 3.2.4 Typen und Eigenschaften von Elementen | 62 |
| 3.2.5 Relationen und Kopplungen | 65 |
| 3.2.6 Methoden zur Strukturierung von Systemen | 68 |
| 4 Teilsysteme und Wirkungsgefüge im Wassereinzugsgebiet | 70 |
| 4.1 Problemerkfassung und Strukturierung des Wassereinzugsgebietes | 74 |
| 4.1.1 Problem- und Konfliktfelder | 74 |
| 4.1.2 Vegetation und Landnutzung | 76 |
| 4.1.3 Bevölkerung und sozioökonomische Prozesse | 79 |
| 4.1.4 Unsicherheiten durch das Niederschlagsgeschehen | 84 |
| 4.1.5 Oberflächenabfluß und Sedimenttransport | 90 |
| 4.1.6 Verhandlungsprozeß und regulierbare Speicherkapazität | 93 |
| 4.2 Wirkungsgefüge in den ‚Tertiären Mergeln‘ mit hohem Sedimenttransport | 95 |
| 4.2.1 Erosionsformen und Empfindlichkeit der Mergel gegenüber Linienerosion | 95 |
| 4.2.2 Ackerbauliche Nutzungsmöglichkeiten und Abflußwirksamkeit der Böden | 99 |
| 4.2.3 Betriebs- und Nutzungssystem der Bergbauern im mittleren Bereich der ‚Tertiären Mergel‘ | 103 |
| 4.2.4 Abfluß- und Erosionsverhalten unterschiedlicher Nutzungselemente | 107 |
| 4.2.5 Aktuelle Bodennutzung und Tendenzen ihrer Änderung | 108 |
| 5 Erarbeitung regionalplanerischer Handlungsalternativen | 112 |
| 5.1 Räumlich-qualitativer Ansatz der Gefährdung der Mergel durch Linienerosion | 112 |
| 5.1.1 Teilmodell zur Erfassung der Gefährdung durch Linienerosion | 112 |
| 5.1.2 Komponenten der Gefährdung der Mergel durch Linienerosion | 114 |
| 5.1.3 Arten und Bereiche unterschiedlicher Gefährdung der Mergel durch Linienerosion | 116 |
| 5.2 Teilkonzept des Erosionsschutzes und der Sedimentrückhaltung | 120 |
| 5.2.1 Teilmodell zur Auswahl und räumlichen Zuordnung von Maßnahmen | 120 |
| 5.2.2 Auswahl und Einteilung von Maßnahmen | 121 |
| 5.2.3 Voruntersuchung der Eignung technischer Maßnahmen | 122 |
| 5.2.4 Räumliche Zuordnung von Zonen unterschiedlicher Eignung von technischen Maßnahmen | 126 |
| 5.2.5 Maßnahmenbündel des Erosionsschutzes und der Sedimentrückhaltung | 127 |

| | |
|--|------------|
| 5.3 Strategieerkundung | 132 |
| 5.3.1 Inspektion und Analyse alternativer Lösungswege | 132 |
| 5.3.2 Strategieabstimmung und Empfehlungen zur operativen Umsetzung | 136 |
| 5.3.3 Rolle der räumlichen Planung bei der Bewirtschaftung von Wassereinzugsgebieten | 137 |
| | |
| 6 Zusammenfassung und Ausblick | 141 |
| | |
| 7 Literatur | 143 |
| | |
| Abbildungs-, Tabellen- und Anhangsverzeichnis | |

1 Einleitung

1.1 Problemstellung

Viele Dinge in unserer Welt lagen in der Vergangenheit zunächst einmal beziehungslos nebeneinander. Durch die zunehmende Verdichtung und die menschlichen Aktivitäten bildeten und bilden sich immer mehr Verflechtungen heraus, die wir nicht bemerken und daher bei unseren Überlegungen nicht beachten. Früher lebten einzelne Menschengruppen in höherem Grade isoliert voneinander als heute [Dörner 1983:8/23]. Die Denkweise, zusammenhängende Systeme als eine heterogene Menge von Einzeldingen zu sehen, steht der Notwendigkeit entgegen, diese ständig steigende Komplexität besser zu erfassen. Bei der weiteren Anhäufung von immer mehr Detailwissen besteht die Gefahr, die globalen Zusammenhänge zu vernachlässigen [Müller 1994:45]. Prozesse, die sich durch Wechselwirkungen gegenseitig bedingen und verstärken, werden so nicht oder zu spät wahrgenommen. Die Folge ist, daß Eingriffe des Menschen im Nachhinein mit erheblichen negativen Folgewirkungen verbunden sein können. Da die Kenntnisse über die Ursachen der Wirkungen unzureichend sind, können Fehlentwicklungen nicht frühzeitig genug erkannt werden, und es bleibt nur noch die Möglichkeit, die negativen Wirkungen kurativ zu minimieren.

Komplexität in Systemen unterliegt einem zeitlichen Prozeß. Das bedeutet: Kenntnisse aus empirischen Untersuchungen über bestehende Verflechtungen können nur begrenzt für die Einschätzung erkennbarer zukünftiger Probleme herangezogen werden. Dies gilt insbesondere für sozioökonomische Prozesse. Planung, bezogen auf einen zukünftigen Zustand, findet in komplexen Systemen daher grundsätzlich unter Risiko und Unsicherheit bei unvollständiger Information statt [Sauer 1993:19].

Der Bau von großen Speichern und die punktuelle Nutzung des zurückgehaltenen Wasserdargebotes stellen sicherlich einen massiven Eingriff in Landschaft und Ökologie sowie in die sozialen und wirtschaftlichen Verhältnisse der Menschen dar. Die direkten oder indirekten Verflechtungen zwischen den natürlichen Ressourcen und der oberhalb bzw. unterhalb des Speichers lebenden Menschen haben sich weiter vernetzt. Ein Hauptgrund für den Bau großer Speicher in Algerien wie auch in anderen Ländern des Maghreb ist die Tatsache, daß das Wasserdargebot für die soziale und wirtschaftliche Entwicklung ein stark limitierender Faktor ist. Ursache für den gestiegenen Wasserbedarf ist das hohe Bevölkerungswachstum in den letzten 20 Jahren von im Mittel ca. 3,1 % pro Jahr mit den daraus resultierenden Bedürfnissen, z. B. an Trinkwasser und Nahrungsmitteln für die städtische Bevölkerung. Daher hat der algerische Staat bisher ca. 80 Staudämme bzw. Rückhaltebecken unterschiedlicher Größe gebaut, weitere sind im Bau oder geplant (siehe Abbildung 1-1). Durch eine Kette von Speichern dient praktisch der gesamte Tell Atlas als Wassereinzugsgebiet. Das Konzept der konzentrierten Wassernutzung wird somit für den nördlichen Teil Algeriens zu einer mehr oder weniger flächendeckenden Maßnahme mit der Wirkung einer relativ starken Abhängigkeit von diesem Potential. Diese Tatsache unterstreicht gleichzeitig die Bedeutung dieser Arbeit.

Störungen in diesem System sind mit erheblichen Konsequenzen verbunden oder gefährden sogar das Gesamtsystem. Viele dieser Speicher sind durch eine zunehmende Verlandung gekennzeichnet¹. Wie noch gezeigt wird, ist der hohe Sedimenttransport Folge von Linien-

¹ Im Abschnitt 4.1 wird noch näher auf andere Problem- und Konfliktfelder bei der Bewirtschaftung von Wassereinzugsgebieten eingegangen.

erosion in Mergeln². Der Verlust an Speicherkapazität reduziert die Lebensdauer bzw. die Rentabilität des Staudammvorhabens und gefährdet somit langfristig die politische Zielsetzung sowie das ökologische, ökonomische und soziale Gleichgewicht. Standorte für Speicher stellen ein wichtiges Gut dar, da sie von der Anzahl her begrenzt und nicht vermehrbar sind.

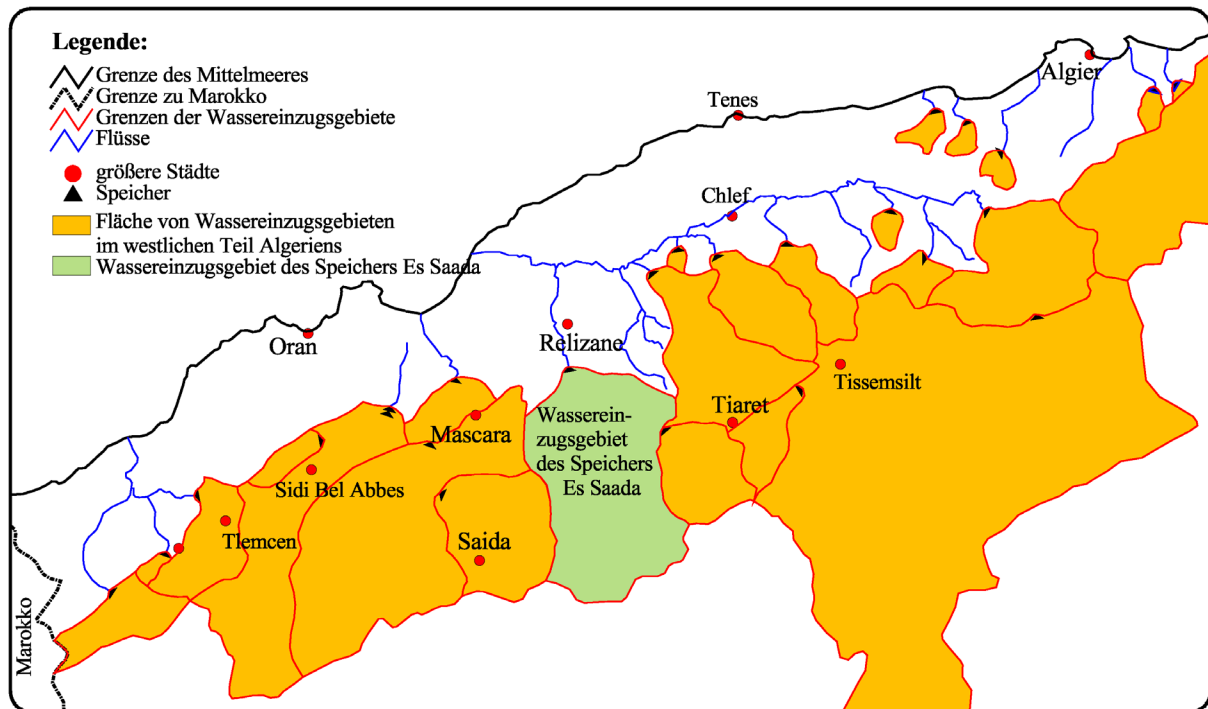


Abbildung 1-1: Realisierte Speicher mit den entsprechenden Wassereinzugsgebieten im Nordwesten von Algerien

In der Vergangenheit ging man häufig von der Hypothese aus, daß das Wassereinzugsgebiet als Lieferant für das Wasserdargebot von Speichern dienen sollte und die menschlichen Aktivitäten entsprechend eingeschränkt werden müßten. Die Tatsache, daß der größte Teil des nördlichen Algerien als Wassereinzugsgebiet dient, führt dieses Gedankenmodell ad absurdum. Die bisher in Algerien umgesetzten Maßnahmen zum Zwecke des Erosionsschutzes und der Sedimentrückhaltung waren sowohl aus technischer wie auch aus sozioökonomischer Sicht in vielen Situationen unausgewogen und ungeeignet und führten somit zu einem völligen Fehlschlag [Taabni/Kouti 1993; Rose 1994]. Es wurde versucht, Techniken aus anderen Ländern ohne Prüfung der physischen und sozialen Rahmenbedingungen sowie ohne Integration in regionale Planungskonzepte umzusetzen. Die bisherigen Ansätze zur Erfassung von Bodenerosion zielen vornehmlich auf die Abschätzung des Bodenabtrags unter Berücksichtigung physischer Einflußfaktoren ab. Für regionalplanerische Betrachtungen sind jedoch jene Einflußfaktoren von besonderer Bedeutung, die Prozesse von Bodenerosion fördern oder mindern. Wie noch gezeigt wird, sind die aktiven und beeinflussbaren Faktoren von Prozessen der Bodenerosion sozio-ökonomischer, politischer und kultureller Natur.

Die empirischen Untersuchungen der Arbeit zeigen, daß Prozesse von Bodenerosion indirekt durch lokalübergreifende sozioökonomische Veränderungen, die dann zu einer negativ orientierten Änderung der Landnutzung führen können, entscheidend mitgeprägt werden. Selbst bei einer abnehmenden Bevölkerungsdichte im ländlichen Raum können durch die Änderung der Nutzungsform die ökologischen Folgewirkungen negativ ausgerichtet sein. In Gebieten

² Bodenerosion durch Wind besitzt in diesem Zusammenhang eine untergeordnete Bedeutung und wird daher im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht behandelt.

mit besseren landwirtschaftlichen Bedingungen verstärken sich Prozesse von Bodenerosion durch die zunehmende Intensivierung der landwirtschaftlichen Nutzung. Da sich die Bevölkerung in Algerien in den nächsten Jahrzehnten wieder verdoppeln wird (siehe Abbildung 1-2) nehmen der Bedarf an Nahrungsmitteln und die Gefahr von erosionsfördernden Änderungen der Nutzungsform des Bodens voraussichtlich weiter zu.

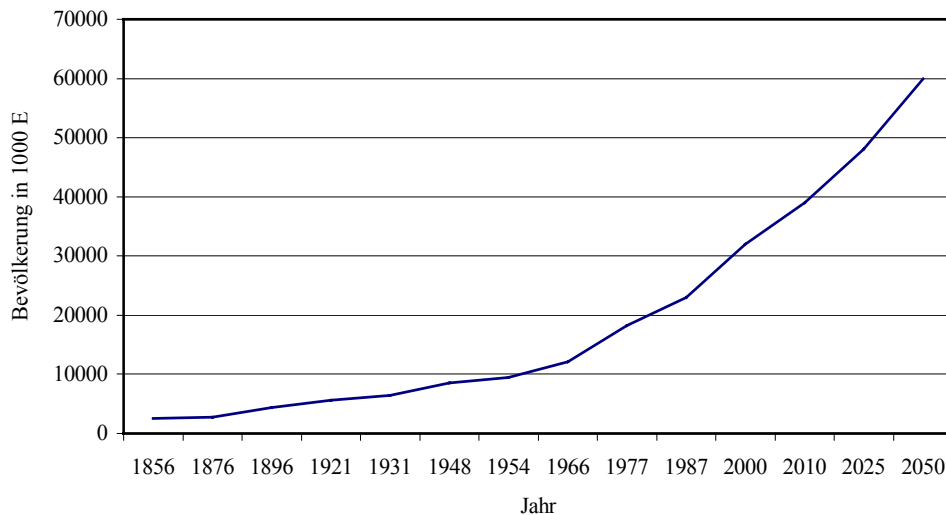


Abbildung 1-2: Zunahme der Bevölkerung in Algerien [Arnold 1995]

Die aufgezeigten und sich verstärkenden konkurrierenden Nutzungsinteressen führen zu gesellschaftlichen Konflikten [GTZ 1995:19], die sowohl lokale wie auch regionale Lösungsansätze erfordern. Dabei geht es mehr darum, auf die Zukunft vorbereitet zu sein, als diese vorherzusagen zu wollen. Die Politik steht dieser Dynamik mehr oder weniger machtlos gegenüber, da sie keine alternativen Lösungswege aufzeigen kann. Da die Mittel begrenzt sind, ist es notwendig, mit Hilfe von Strategien Prioritäten zu formulieren, was nur durch den Entwurf, die Inspektion und die Analyse alternativer Lösungswege möglich ist. Die vorliegende Arbeit setzt sich das Ziel, dazu eine Methodik aufzuzeigen.

1.2 Planungsbezug

Bevor auf den Inhalt der Arbeit eingegangen wird, soll vorab der Begriff der „Strategie“ in den Planungskontext integriert werden. Nach Heidemann [1993:94f] ist Planung im ganz allgemeinen Sinne als Gestaltung zukünftiger Ereignisse aufzufassen, das heißt als gemeinsame Verfertigung von Anleitungen als Vorbereitung von Handlungen zur Beeinflussung von Angelegenheiten. Planung hat den weiteren Verlauf der Vorgänge in der Lebenswelt vorauszusagen und die Auswirkungen der in Betracht gezogenen Eingriffe auf die Gegebenheiten der Lebenswelt vorherzusagen. Dabei treten Unschärfen und Unsicherheiten auf. Sicherzustellen ist jedoch, daß es nicht zu Verzerrungen kommt, die die weiteren Anstrengungen in eine falsche Richtung lenken. Planung ist somit bewußtes, willentliches, ausschließlich menschliches Tun [Voigt 1992:6] und vollzieht sich nach bestimmten Regeln und Wertvorstellungen.

Planung läßt sich auch als Informationsverarbeitungsprozeß charakterisieren, bei dem aus Kenntnissen über Sachverhalte (Informationen) unter Verwendung geeigneter Planungs- und Entscheidungsinstrumente (Transformationen) Anweisungen zur Ausführung von Handlungen (Instruktionen) erzeugt werden, das heißt, Planung kann als methodengeleitetes Hantieren mit Informationen aufgefaßt werden. Dabei gilt es zu unterscheiden zwischen Methoden zur Untersuchung von Systemen, zur Modellbildung, zur Informationsverarbeitung und jenen zur

Strukturierung von Planungs- und Entscheidungsprozessen. Inhaltlich beziehen sich die Betrachtungen auf technisch-wissenschaftliche und auf sozio-politische Aspekte, die wiederum in einem wechselseitigen Zusammenhang stehen. Dies bedeutet, Planung findet nicht außerhalb, sondern innerhalb der Gesellschaft statt und muß vor allem auch gesellschaftliche Aspekte erfassen und Auswirkungen auf diese haben [Heidemann 1995:47].

Planungsgründe resultieren aus Problemen bzw. Mißständen und aus der Möglichkeit der Nutzung von Potentialen zur Erhaltung oder Erweiterung des zukünftigen Handlungsspielraums bzw. der Erfolgsaussichten. Probleme haben Ursachen und sind durch Unzulänglichkeiten der Gegenwart oder plausibel befürchtete Unzulänglichkeiten der Zukunft und durch Unklarheiten über die Gegenwart, die Zukunft oder im Übergang von der Gegenwart in die Zukunft gekennzeichnet [Köhl 1997a:126]. Für eine gegebene Situation ergibt sich der Handlungsspielraum aus dem Gefüge bestehender und möglicher zukünftiger Erfolgspotentiale. Erfolgspotentiale entstehen aus der zielführenden Nutzung von Mitteln in Form von Stärken, Chancen, Eignungen und Ressourcen, um den langfristigen Erfolg zum Beispiel in Form eines nachhaltigen Ressourcenschutzes zu ermöglichen oder zu gewährleisten. Nach Kühn/Grünig [1998:73] sind Erfolgspotentiale das gesamte Gefüge aller erfolgsrelevanten Voraussetzungen, die spätestens dann bestehen, wenn es um die Erfolgsrealisierung geht.

Planung hat primär zwei Hauptaufgaben: das Erkennen und Benennen von Konflikten und das Konzipieren und Durchsetzen von verbindlichen Konfliktregelungsmechanismen [Treuner 1994:57; Köhl 1997a:126]. Nach Scholl [1995:191] ist das Erkunden verfolgungswerter Lösungen immer auch mit Konflikterkundung verbunden. Sie wird um so ergiebiger ausfallen, je besser das jeweilige Konfliktumfeld mit seinen Ursachen- und Wirkungsbeziehungen bekannt ist. Konflikterkundung kann durch geeignete Verfahren eingeleitet und in Klärungsprozesse eingebettet werden. Planung ist somit stets das Ergebnis eines Abstimmungsprozesses. Sind Dritte, wie das beim Ressourcenschutz gegeben ist, von Handlungsanweisungen betroffen oder wird sogar ihre Beteiligung benötigt, so sind diese von Beginn an in den Planungs- und Entscheidungsprozeß einzubeziehen. Je mehr Handlungsanweisungen zur Konfliktlösung ausgehandelt sind und damit Zustimmung finden, desto mehr dürften befolgt werden. Also gehört das Aushandeln mit zur Planung dazu. Aushandeln heißt Anregen und Verhandeln über verschiedene mögliche Problemlösungen [Köhl 1997a:130].

Planung setzt sich in der Regel aus einem mehrstufigen rekursiven Planungs-, Kommunikations- und Entscheidungsprozeß zusammen. Üblicherweise wird dabei zwischen der strategischen und der operativ/taktischen Planung unterschieden. Die operative Planung ist projektbezogen und bezieht sich auf die konkrete Umsetzung von Maßnahmen. Von strategischer Planung spricht man, wenn Entscheidungsträger, Betroffene und/oder Beteiligte danach streben, den Prozeß der Strategieentwicklung systematisch anzugehen und die auf diesem Weg entstehenden Strategien rational, datengestützt zu begründen [Grünig/Kühn 2000:39]. Die so erarbeitete Strategie wird als explizite Strategie bezeichnet, da sie einer Objektivierung zugänglich ist [Hinterhuber 1990²:181]. Demgegenüber ergeben sich implizite Strategien unbewußt und sind nicht in einem Dokument formalisiert. Strategische Planung kann somit als Prozeß der Strategieentwicklung aufgefaßt werden, wobei sich im Zeitablauf sowohl die Ziele als auch die Mittel verändern können. Nach Rabl [1990:20-22] ist strategische Planung durch folgende Prämissen gekennzeichnet: die Existenz eines Handlungsspielraumes, die Orientierung an der Umsetzung, die Offenheit, die Unsicherheit, die Vereinfachung, die Berücksichtigung von Lernprozessen sowie die Konzeption als iterativer und rekursiver Planungsprozeß. Die Bedeutung der strategischen Planung resultiert aus der Wichtigkeit der Sicherung von Erfolgspotentialen sowie den mit Strategien zumeist verbundenen hohen Investitionen und gravierenden, kaum revidierbaren Veränderungen.

Der Begriff ‚Strategie‘ läßt sich etymologisch auf die altgriechischen Wörter ‚strategos‘ (Heerführer, Feldherr) und ‚strategia‘ (Feldherrnkunst) zurückführen, die sich beide aus ‚stratos‘ (Heer) und ‚agein‘ (führen) zusammensetzen [Voigt 1992:216]. Carl v. Clausewitz [1832/1957:155] definierte den Begriff ‚Strategie‘ im militärischen Sinn wie folgt: „Die Strategie ist der Gebrauch des Gefechts zum Zwecke des Krieges, sie entwirft den Kriegsplan, und an dieses Ziel knüpft sie die Reihe der Handlungen an, welche zu demselben führen sollen, d. h. sie macht die Entwürfe zu den einzelnen Feldzügen und ordnet in diesen die einzelnen Gefechte an“. Im Gegensatz hierzu wird unter ‚Taktik‘ die Lehre vom Gebrauch der Streitkräfte im Gefechte, das heißt, das Verhalten der Truppenführung und der Truppe auf dem Kampffeld verstanden [Clausewitz 1832/1957:26]. Im heutigen Sinn kann man den Begriff ‚Taktik‘ mit Kommunikation und Partizipation in Beziehung setzen, um Vereinbarungen zur Umsetzung von Maßnahmen auszuhandeln. In der Strategie gibt es keinen Sieg. Der strategische Erfolg ist von der einen Seite die glückliche Vorbereitung des taktischen Sieges; je größer dieser Erfolg ist, um so unbezweifelnder wird der Sieg im Gefecht. Von der anderen Seite ist der strategische Erfolg die Benutzung des erfolgten Sieges [Clausewitz 1832/1957:403]. Daraus folgt, daß es in der Strategie immer ein ‚morgen‘ gibt, in der Taktik kann der Mißerfolg entscheidend sein [Hinterhuber 1990²:59].

Strategie und Taktik lassen sich, um mit Clausewitz zu reden, nach den Gesichtspunkten des Zieles und der Mittel voneinander abgrenzen. Wie die Strategie das Mittel zur Umsetzung globaler Ziele oder Grundsätze (Politik des Ressourcenschutzes, Unternehmenspolitik, etc.) ist, so ist die Taktik das Mittel zur Umsetzung der Strategie [Hinterhuber 1990²:62]. Die Strategie ist im Gegensatz zur Taktik gekennzeichnet durch ein Gesamtkonzept zur Erreichung eines Zieles, die Auslegung auf größere Raum- und Zeiteinheiten und durch aggregierte Größen [Clausewitz 1832/1957:318; Voigt 1992:216]. Die Aufgabe der Strategien ist es, aufzuzeigen, was machbar ist und was nicht, sowie klar zu machen, welche Folgen damit verbunden sind [Hinterhuber 1990²:57]. Die Auswahl oder Abstimmung von Strategien soll sich dabei an folgenden Anforderungen orientieren [Sauer 1993:18; Götze 1994:112; Götze/Rudolf 1994:9]:

- die Schaffung, Nutzung und langfristige Erhaltung der Erfolgspotentiale fördern, die eine Bandbreite möglicher Entwicklungspfade zugesteht und einen möglichst großen Handlungsspielraum einräumt. Dies bedeutet: Aufbau von Stärken, Vermeidung von Schwächen, Konzentration der Kräfte sowie Aufbau und Ausnutzung von Synergieeffekten,
- unnötige Risiken vermeiden sowie die Risikostreuung der Handlungen anstreben und
- eine hohe Flexibilität und Anpassungsfähigkeit an die Grundsätze verschiedener alternativer Lösungswege aufweisen.

Für den Erosionsschutz und die Sedimentrückhaltung bedeutet dies, daß durch die Nutzung von Mitteln Rahmenbedingungen geschaffen werden, die eine möglichst schonende und nachhaltige Nutzung der natürlichen Ressourcen ermöglichen. Die Strategie bestimmt das Gebiet, auf dem, die Zeit, innerhalb derer, und die Mittel, mit denen Erosionsschutz und Sedimentrückhaltung erfolgen soll. Wie noch im Abschnitt 3.1 gezeigt wird, ist die Erkundung alternativer Lösungswege Voraussetzung für die Entwicklung von Strategien. Insbesondere durch langfristig orientierte Strategien sind die Prinzipien der Vorsorge und Nachhaltigkeit gewährleistet, die eine wesentliche Säule der präventiven Umweltpolitik darstellen. Die praktische Umweltpolitik beschränkte sich zumeist auf Nachsorge, Symptombekämpfung und Schadensabwehr [Eberhardt/Ewen 1994:3].

1.3 Aufbau der Arbeit

Die vorliegende Arbeit stellt sich die Aufgabe, für regionalplanerische Zwecke eine Methodik zur Erkundung von Strategien zum Zwecke des Erosionsschutzes und der Sedimentrückhaltung bei der Bewirtschaftung von Wassereinzugsgebieten großer Speicher in semi-ariden Gebieten aufzuzeigen. Die Arbeit gliedert sich in sechs Kapitel (siehe Abbildung 1-3).

Nach der Einführung in die Thematik (Kapitel 1) werden im zweiten Kapitel die fachlichen Grundlagen aus regionalplanerischer Sicht erläutert. Dazu gehören Ausführungen zu Ansätzen und dem Wandel in der räumlichen Planung, Begriffe zur Bodenerosion, ein Überblick über Vorgehensweisen zur Erfassung von Bodenerosion, die Bedeutung sozioökonomischer Einflußfaktoren und über bisherige Konzepte des Erosionsschutzes in Algerien. Abschließend werden daraus Anforderungen zum Problemfeld ‚Bodenerosion‘ abgeleitet.

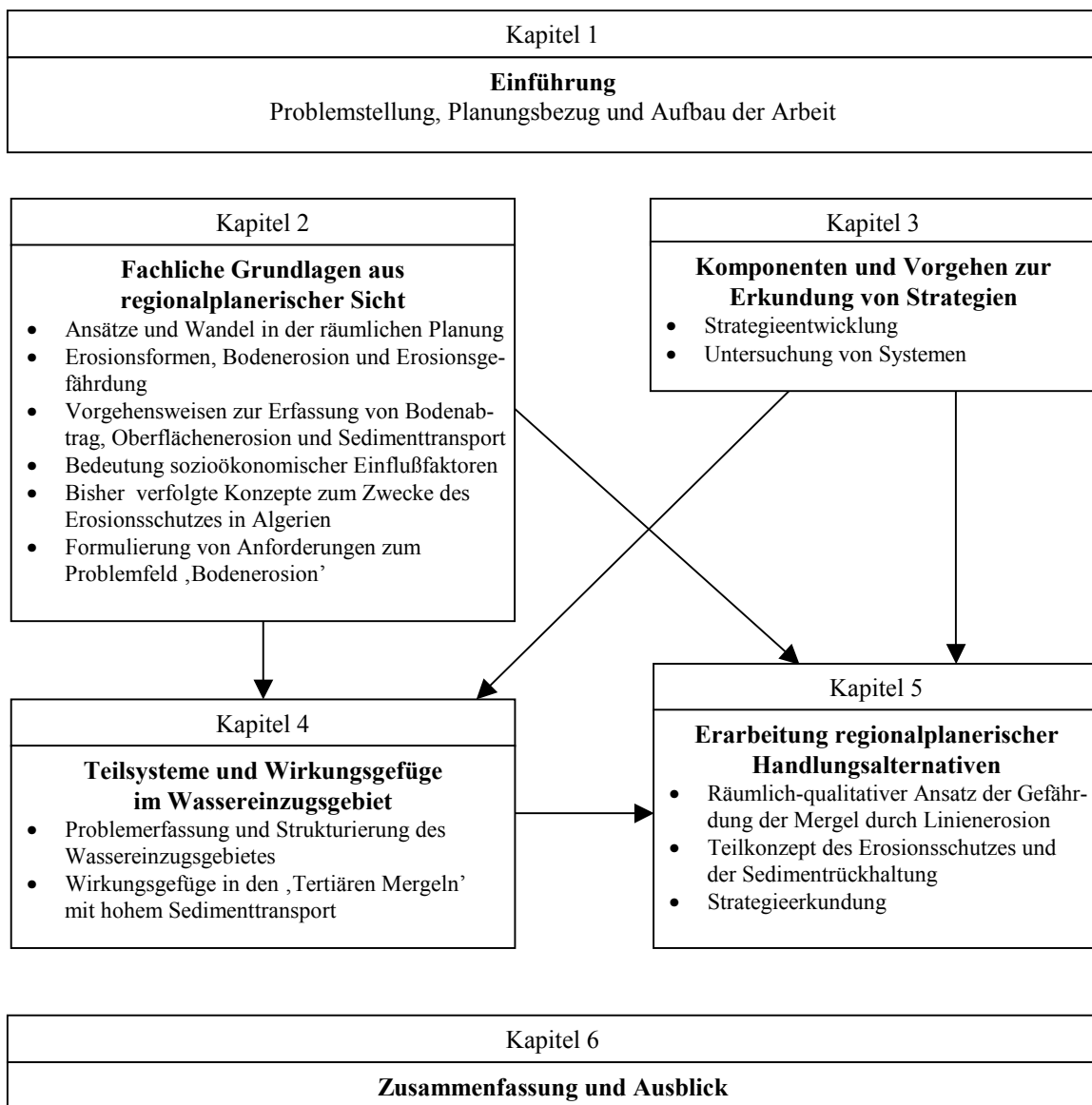


Abbildung 1-3: Schema zum Aufbau der Arbeit

Das dritte Kapitel zielt darauf ab, die Komponenten und das Vorgehen zur Erkundung von Strategien darzustellen. Es gliedert sich in zwei Bereiche: Strategieentwicklung und Untersuchung von Systemen.

In Kapitel 4 wird für das Problemfeld ‚Linienerosion und Verlandung von Speichern‘ in einer abgestuften Vorgehensweise die Bedeutung von Planungsgrundlagen mit ihren Ursachen- und Wirkungsbeziehungen aufgearbeitet. Dabei wird unterschieden zwischen der Grobstrukturierung des Wassereinzugsgebietes in einzelne Teilsysteme (Abschnitt 4.1) und der Darstellung der Wirkungszusammenhänge im Bereich der ‚Tertiären Mergel‘ mit hohem Sedimenttransport (Abschnitt 4.2). Das Analyseinteresse ist dabei auf das Zusammenspiel von anthropogen verursachten und naturräumlich gegebenen Mechanismen ausgerichtet.

Im fünften Kapitel wird die Vorgehensweise zur Erarbeitung regionalplanerischer Handlungsalternativen zum Zwecke des Erosionsschutzes und der Sedimentrückhaltung in Mergeln aufgezeigt. Ein räumlich-qualitativer Ansatz zur Identifizierung von Zonen unterschiedlicher Erosionsgefährdung wird im Abschnitt 5.1 vorgestellt. Neben physischen werden auch sozio-ökonomische Einflußfaktoren in den Ansatz integriert. Die Vorgehensweise zur Erarbeitung eines Teilkonzeptes des Erosionsschutzes und der Sedimentrückhaltung zeigt der Abschnitt 5.2. Im Abschnitt 5.3 erfolgt die Strategieerkundung durch Inspektion und Analyse alternativer Lösungswege sowie die Strategieabstimmung.

Kapitel 6 faßt die Ergebnisse zusammen und gibt einen Ausblick für die wissenschaftliche und praktische Arbeit.

Als praktisches Beispiel dient das Wassereinzugsgebiet des Staudamms Es Saada. Im Rahmen der technischen Zusammenarbeit zwischen der Volksrepublik Algerien und der Bundesrepublik Deutschland sollten unter dem Projekttitel „Integrierter Erosionsschutz im Einzugsgebiet des Oued Mina“ Möglichkeiten des Erosionsschutzes und der Sedimentrückhaltung untersucht werden. Der Autor arbeitete als Mitarbeiter der Deutschen Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) und in enger Zusammenarbeit mit dem Institut für Städtebau und Landesplanung der Universität Karlsruhe über mehrere Jahre in diesem Projekt.

2 Fachliche Grundlagen aus regionalplanerischer Sicht

Die Vielfalt der Erscheinungsformen von Bodenerosion spiegelt sich sowohl in der Menge der unterschiedlichen Vorgehensweisen zu seiner Erfassung als auch in der Anzahl der Fachdisziplinen wider, die sich mit diesem Problem beschäftigen. Zu seiner Bekämpfung gibt es in der Literatur eine Fülle von technischen Vorschlägen [Nahal 1975; Leblond/Guérin 1984; Hurni 1986; Rose 1994; GTZ 1996]. Regionalplanerische Untersuchungen zur Bodenerosion und zum Erosionsschutz gibt es bisher kaum.

Die folgende Frage soll die Komplexität des Problems verdeutlichen. Ist es eigentlich sinnvoller, die Bereiche, die schon weitgehend zerstört sind und unter Umständen einen hohen Sedimenttransport aufweisen, zu behandeln, oder ist es logischer und zweckmäßiger, das Fortschreiten von Bodenerosion zu begrenzen, das heißt, die Bereiche zu schützen, die voraussichtlich in Zukunft einer Zerstörung unterliegen? Die beiden Fälle sind sowohl hinsichtlich der Prozesse mit ihren Ursachen- und Wirkungsbeziehungen wie auch in den Maßnahmenbündeln völlig unterschiedlich und bedingen somit andere Vorgehensweisen. Diese Frage zeigt zudem auf, daß die Bedeutung und Gefahr von Bodenerosion sich nicht nur aus der Größe des Bodenabtrags ableiten läßt, sondern vielmehr aus den sich ergebenden on- und off-site Wirkungen. Die pauschale Festlegung von Grenzwerten des tolerierbaren Bodenabtrages ist somit als problematisch anzusehen.

Bei der Bewirtschaftung von Wassereinzugsgebieten sind beide Probleme, die Zerstörung von landwirtschaftlich nutzbaren Flächen (on-site-Wirkungen) und der Sedimenttransport in den Speicher (off-site-Wirkungen) zu untersuchen. Wie später noch gezeigt wird, stammt der Hauptteil der Sedimente, die in den Speicher Es Saada eingetragen werden, nicht von den ackerbaulich genutzten Flächen, verursacht durch Oberflächenerosion, sondern ist Folge von Linienerosion durch Wasser in Mergeln³.

In den folgenden Abschnitten werden Grundlagen und Kenntnisstand zur Bodenerosion und zu bisherigen Konzepten des Erosionsschutzes in Algerien diskutiert. Diese Informationen dienen dazu, Anforderungen an strategische Konzepte des Erosionsschutzes abzuleiten. Die Ausführungen beziehen sich dabei auf die regionalplanerischen fachlichen Gesichtspunkte. Vorab sollen jedoch im nächsten Abschnitt noch Ansätze und der Wandel in der räumlichen Planung dargestellt werden.

2.1 Ansätze und Wandel in der räumlichen Planung

Planungssysteme sind ein Produkt gesellschaftlicher Entwicklungen, die länderspezifisch sehr unterschiedlich sein können [GTZ 1995:17]. Planungssysteme sollten dort greifen und Planungskonzepte dort in die Tiefe gehen, wo Schwächen oder Uneinigkeit der Akteure eine Problemlösung unwahrscheinlich machen. Ein Planungssystem schafft die Struktur und den institutionellen Rahmen für die Planung. Es setzt sich in der Regel aus den rechtlichen Grundlagen, der Aufbau- und Ablauforganisation der Planung, den relevanten Planarten und deren Arbeitsteilung, den Planungskonzepten und -instrumenten, den systemspezifischen Methoden der Planung sowie der Planungsinfrastruktur zusammen [Heer/Scholich 1997:164]. In der Vergangenheit waren Planungssysteme stark im Rechtsstaat und somit im formellen System verankert. Nach Hoffmann-Bohner/Wagner [1997:66ff] waren und sind informelle Prozedu-

³ Auf die Konsequenzen wird im Abschnitt 4.2 näher eingegangen.

ren auch noch teilweise heute vernachlässigte Pfeiler bisheriger Planungssysteme. Planungssysteme sind üblicherweise vertikal und horizontal in Planungsebenen und in Planungssektoren bzw. Fachgebiete untergliedert, wobei sie eine mehr oder weniger ausgeprägte zentrale, dezentrale oder heterogene Struktur aufweisen können. Die Koordinationsaufgabe läßt sich in zeitliche, sachliche und räumliche Komponenten zerlegen [Bea/Haas 1997:184]. In Abhängigkeit von der Struktur sind den Ebenen des Planungssystems typische Planungsaufgaben zugewiesen.

Planungsaufgaben

Die Regionalplanung, die der strategischen Planung zuzuordnen ist, ist die zusammenfassende, überfachliche und überörtliche räumliche Gesamtplanung für einen zukünftigen Zeithorizont auf der Ebene einer Region. Regionen sind Verbundgebilde aus Gesellschaften und Territorien unterschiedlicher Größe, genauer: aus gesellschaftlichen Nutzungen und naturbedingten Eignungen [Heidemann 1993:91]. Nur in Ausnahmefällen, wie auch bei Wassereinzugsgebieten, entspricht der regionale Planungsraum dem funktionalen Verflechtungsraum [Wiechmann 1998:304]. Da die Regionalplanung das Instrument ist, mit dem regionale und lokale Ansprüche gegeneinander abgewogen werden müssen, besitzt sie für die Bewirtschaftung von Wassereinzugsgebieten eine besondere Bedeutung.

Im Rahmen der technischen Zusammenarbeit nimmt die Landnutzungsplanung eine zentrale Rolle im Management natürlicher Ressourcen ein. Landnutzungsplanung ist ein iterativer, auf Dialog zwischen allen Beteiligten basierender Prozeß zur Festlegung von Entscheidungen für eine nachhaltige Form der Flächeninanspruchnahme im ländlichen Raum und zur Initiierung und Begleitung von deren Umsetzung. Überall dort, wo Gruppen von Menschen Land und die dazugehörenden Landressourcen nutzen, wird Landnutzung bewußt oder unbewußt geplant. Landnutzung erfolgt nicht notwendigerweise erst durch Intervention staatlicher Behörden [GTZ 1995:1f]. Durch die Landnutzungsplanung werden strategische Überlegungen auf eine Umsetzungsebene überführt [GTZ 1995:146], das heißt, die Landnutzungsplanung ist eher der taktisch/operativen Planung zuzurechnen. Sie ermöglicht Interessenausgleich und Konfliktregelung bei konkurrierenden Nutzungsansprüchen und -konflikten, um dadurch zu ressourcenschonenden Nutzungsvereinbarungen zu gelangen. Landnutzungsplanung folgt dabei einem integrierten Planungsansatz, durch den verschiedene sektorale Konzepte verknüpft werden, und steht zugleich in enger Verbindung mit anderen Instrumenten des Ressourcenmanagements, wie z. B. der Bodenordnung und des Bodenrechts [GTZ 1995]⁴.

Scholl [1995:32f; 1996] untergliedert Planungsaufgaben in Routineaufgaben, Projektaufgaben und komplexe Schwerpunktaufgaben, die durch spezifische Merkmale und Organisationsformen gekennzeichnet sind (siehe Abbildung 2-1). Vorgehensweisen richten sich nach den Anforderungen der zu lösenden Probleme und Aufgabenstellung. Von Routinen wird gesprochen, wenn wiederkehrende Aufgaben durch bereits erprobte und auf Abruf verfügbare Vorgehensweisen erledigt werden können, anstatt jedes Mal darüber nachzudenken, wie die Aufgaben gelöst werden. Die Abfolge der einzelnen zu erledigenden Arbeitsschritte ist klar geregelt, und es besteht weitgehende Übereinstimmung über zu erzielende Arbeitsergebnisse. Für diese Art von Aufgaben mit wenig horizontaler Kommunikation eignet sich besonders die Stab-/Linienorganisation. Projektaufgaben sind als einmalige Vorhaben in einem bestimmten Zeitraum zu verwirklichen und durchlaufen in der Regel eine Abfolge unterschiedlicher Phasen. Dabei besteht meist eine Vorstellung vom ungefähren Ergebnis.

Im Gegensatz zu Projektaufgaben sind nach Scholl Schwerpunktaufgaben dadurch gekennzeichnet, daß eine verwirrende Problemsituation besteht, daß weder die grundsätzlichen Lö-

⁴ Zum weiteren Grundverständnis und zu den Grundsätzen der Landnutzungsplanung siehe GTZ [1995].

sungsrichtungen noch die auf dem Wege dahin zu bewältigenden Probleme und Schwierigkeiten bekannt sind, daß viele Akteure – in der Regel mit überlappenden Zuständigkeiten – beteiligt sind und zum Teil einander widersprechende gesetzliche Grundlagen bestehen. Schwerpunktaufgaben können nicht sektoral gelöst werden, sondern bedürfen der übergreifenden fachlichen und organisatorischen Zusammenarbeit, häufig zwischen verschiedenen staatlichen Ebenen.

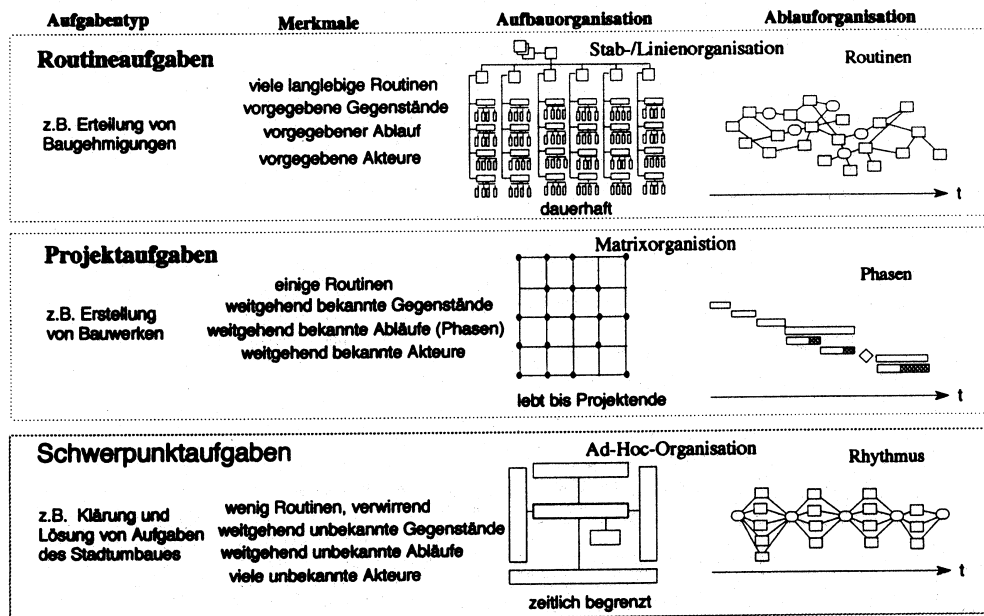


Abbildung 2-1: Grundzüge der verschiedenen Aufgabentypen [Scholl 1996]

Zur Behandlung von Schwerpunktthemen hat sich nach Scholl [1995; 1996] der Einsatz von zeitlich begrenzten Ad-Hoc-Organisationen bewährt, die sich durch radikal vereinfachte Formen des Aufbaus und des Ablaufs und der Gliederung nach Rollen auszeichnen. Ad-Hoc-Organisationen sind das organisatorische Herzstück von Aktionsplanung und ergänzen bestehende Organisationen für eine begrenzte Dauer. Die Aufgabe derartiger Ad-Hoc-Organisationen besteht darin, bei verwickelten und oft strittigen Vorhaben zu helfen, daß Probleme mit einem größtmöglichen Maß an Vernunft geklärt und die ihrer Bewältigung dienlichen Vorgehensweisen aufgezeigt werden. Aus verwirrenden Problemsituationen sollen machbare Projekte entstehen, die dann mit gewohnten Verfahren und Organisationen verwirklicht werden können. [Scholl 1995:119].

Nervenzentrale einer Ad-Hoc-Organisation ist das Leitungsgremium, das in seiner Mehrzahl aus unabhängigen und anerkannten Fachleuten bestehen soll. Die Ablauforganisation ist durch einen Rhythmus von Handlungen und Entscheidungen gekennzeichnet, um Klärungsprozesse in geordneten Bahnen zu halten. Durch regelmäßige Kupplungen (quartalsweise von 2 bis 4 Tagen Dauer) wird der Arbeitsablauf rhythmisiert und damit ein Zeitduktus eingeführt, der zu einer Abfolge von wohlgegliederten und verlässlich zu bewältigenden Arbeitsetappen und einer erschöpfenden Auswertung der darin erreichten Ergebnisse führt, die in Aktionsprogramme münden. Aktionsplanung erfordert die Hervorhebung von sehr wenigen Vorhaben als raumbedeutsame Schwerpunktaufgaben und ihre tatkräftige Verfolgung. Nach Scholl [1995:143] sucht Aktionsplanung Gelegenheiten für rasches Realisieren, um fehlendes Wis-

sen zur Lösung komplexer Aufgaben durch ‚Ausprobieren‘ zu erzeugen, Folgeprobleme zu erkennen und so eine verfolgenswerte Lösungsrichtung schrittweise zu verbessern⁵.

Strategische Planung ist ein kontinuierlicher Prozeß, und Strategien sind für größere Raum- und Zeiteinheiten ausgelegt. Von der Aufgabe her ist es sinnvoll und zweckmäßig, zwischen der Umsetzung, der Verfolgung und der Entwicklung von Strategien zu unterscheiden. Die Strategieumsetzung setzt sich aus der Anpassung von Strategien und der Koordination der entsprechenden Maßnahmen zusammen. Die praktische Umsetzung von Strategien bzw. Maßnahmen erfolgt in der Regel durch die einzelnen Fachbehörden. Die Strategieverfolgung läßt sich in die Kontrolle der bestehenden Strategie sowie die Früherkennung untergliedern. Die Umsetzung und die Verfolgung von Strategien ist somit eher mit einer Managementaufgabe bzw. einer permanenten bedeutenden fächerübergreifenden Routineaufgabe als mit einer Projektaufgabe vergleichbar. Bei der Strategieentwicklung wird eine Strategie neu erarbeitet oder eine bestehende grundsätzlich überprüft bzw. überarbeitet. Der Zusammenhang zwischen Umsetzung, Verfolgung und Entwicklung von Strategien sowie die Arbeitsschwerpunkte bei der Strategieentwicklung werden in den Abschnitten 3.1.5 und 3.1.6 weiter vertieft.

Wandel in der räumlichen Planung

Planungssysteme und hier insbesondere die Regionalplanung unterliegen in den letzten Jahren erheblicher Kritik [Heidemann 1993:88; Maurer 1997]. Die Gründe dafür sind unter anderem:

- **Schneller Wandel der Rahmenbedingungen:** Die räumliche Planung und vor allem deren Konzepte konnten dem zunehmenden Wandel der wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Prozesse nicht folgen. Ein Verlust an Relevanz innerhalb des gesellschaftspolitischen Systems ist feststellbar. Häufig hat die Raumplanung, nachdem das Planungskonzept entwickelt war, selbstzufrieden die Hände hinter dem Kopf verschränkt, statt nach geeigneten Maßnahmen für die Verwirklichung ihrer konzeptionellen Gedanken Ausschau zu halten. [Heer/Schlich 1997:164].
- **Mangelnde Effizienz hierarchischer Planung:** Streng hierarchisch aufgebaute Planungssysteme unterliegen der Gefahr, durch eine gewisse Starrheit an Effizienz zu verlieren, um auf den Wandel der Rahmenbedingungen entsprechend zu reagieren. Konventionelle (Top-down) Planungsansätze haben nur recht magere Erfolge gebracht [GTZ 1995:89]. Die Regionalplanung steht in einem besonderen Spannungsfeld, da sie sich ungleich stärkeren Landes-, Kommunal- und Fachplanungen gegenüber sieht, die ihrerseits darauf bedacht sind, Kompetenzverluste zu vermeiden [Wiechmann 1998:48].
- **Mangelnde Präzision und Aktualität der Planaussagen:** Generalistisch angelegte Planwerke waren in der Vergangenheit zu wenig an der Umsetzung orientiert, wiesen dadurch bei der konkreten Problemlösung einen zu geringen Grad an Präzision auf und konnten damit nur geringe planerische Unterstützung bieten. Eine saubere Benennung der Konflikte, denen dann Konfliktlösungen zuzuordnen sind, war meist unzureichend [Köhl 1997a:127]. Darüber hinaus zeigte die Vergangenheit, daß ein Plan im Augenblick seiner Festsetzung bereits überholt ist [Schretzenmayr 1997:119].
- **Unzureichende Kompetenzen der Regionalplanung:** Im Abstimmungsprozeß zwischen unterschiedlichen Planungsträgern ist die Regionalplanung strukturell benachteiligt, wenn sie einen nachrangigen politischen Stellenwert besitzt und weder über Umsetzungs- noch über Fördermittelkompetenzen verfügt [Wiechmann 1998:304].
- **Verselbständigung der Fachplanungen:** Fachplanungen verselbständigten sich mehr und mehr, wenn auch teilweise auf einem deutlich höheren Niveau des Bewußtseins der räumlichen Bedeutung ihrer Entscheidungen und Festlegungen [Schmitz/Treuner 1990:9]. Raumplanerischen Konzepten wurde auf diesem Wege die notwendige Rückkopplung aus der Realisierung zum Zwecke der Überprüfung, Anpassung und Weiterentwicklung der Konzepte entzogen [Schretzenmayr 1997:141].
- **Unzureichende Koordination zwischen den Beteiligten:** Sektorale und ebenenübergreifende Koordination zwischen betroffenen Organisationen war in vielen Bereichen zu vermissen. Dabei spielt die Überlagerung von Kompetenzen und Machtinteressen eine wichtige Rolle [GTZ 1995:25].

⁵ Weitere Ausführungen zur Aktionsplanung können bei Scholl [1995; 1996] nachgelesen werden.

Bei der Betrachtung eines größeren Zeitraums zeigt sich, daß räumliche Fragestellungen für die Gesellschaft meist nur dann und dort relevant waren, wo es um die Bewältigung von Wachstum ging. Nach Schneider [1997:101ff] läßt sich die zukünftige Aufgabe der räumlichen Planung ungefähr umschreiben mit „Animation der Entwicklung, Begleitung der Umgestaltung bzw. Moderatorin nachhaltiger Entwicklung“ (siehe auch Wiechmann [1998:23]). Die Rolle als Lenker wird reduziert und ergänzt durch die Rolle als Akteur und Initiator [Zalad 1997:91]. Nach Wiechmann [1998:290] gliedert sich das Spektrum zeitgemäßer Regionalplanung in drei große Aufgabenbereiche: Konzeption, Koordination und Kooperation. Deshalb müssen Planungssysteme neben starren Regulierungsinstrumenten auch immer flexible, situativ anwendbare Organisationsformen und Elemente wie informelle Beteiligungsverfahren, Runde Tische oder Anhörungsverfahren, Bürgerbeteiligung und Öffentlichkeitsarbeit umfassen [Menzel 1997:13]. In diesem Zusammenhang wird auch der Begriff des Regionalmanagements verwendet. Nach den Erfahrungen - insbesondere aus Großbritannien - scheint sich nach Schretzenmayr [1997:121] deutlich abzuzeichnen, daß eine projektorientierte Planung allein nicht geeignet ist, um eine langfristig stabile Planung zu erzielen, welche gegen wirtschaftliche Schwankungen eine gewisse ausgleichende Funktion aufbringt. Es zeigt sich bereits heute, daß die Erfahrungen aus Phasen einer prosperierenden Wirtschaft nicht allgemein übertragbar sind. Diese Ausführungen unterstreichen die Bedeutung strategischer Vorgehensweisen.

2.2 Erosionsformen, Bodenerosion und Erosionsgefährdung

Formen der Bodenerosion durch Wasser werden in einer ersten Untergliederung häufig in Flächen- (Schichterosion) und Linienerosion (Grabenerosion) unterschieden [Brebuda: 1983:14; Baade 1994:9]. Bei der Flächenerosion werden durch die Wirkung des oberflächlich von einer geneigten Bodenfläche abströmenden Regenwassers Teilchen aus der Oberfläche überall gleichmäßig abgetragen. Als Teilprozeß der Flächenerosion gilt die Spritzerosion. Hierbei zerstört der Tropfenschlag die Bodenaggregate, löst Bodenteilchen für den Transport ab und verspritzt diese in unmittelbarer Umgebung des Tropfenschlages. Die Spritzerosion wirkt nivellierend auf das Mikrorelief und besitzt durch ihren Beitrag zur Verdichtung und Verschlammung einen erheblichen Einfluß bei der Bildung von Oberflächenabfluß [Roth 1992]. Bei der Flächenerosion können durch Konzentrationsprozesse des abfließenden Wassers kleinere Rillen oder Rinnen in den Oberboden eingeschnitten werden. Diese lassen sich jedoch durch die Bearbeitung des Bodens wieder einebnen. Baade [1994:17] weist in ihrer Arbeit auf die Bedeutung der Tiefenlinienerosion hin. Tiefenlinienerosion ist an spezifische geomorphologische Gegebenheiten, insbesondere an linear-konvergierende Hangformen gebunden und stellt häufig ein Vorstadium der Linienerosion dar. Im Gegensatz zum gleichmäßigen Bodenabtrag führt die Tiefenlinienerosion zu relativ geringen Ernteverlusten, kann jedoch zu einem erheblichen Teil am Bodenabtrag beteiligt sein.

Bei der Linienerosion findet ein Einschneiden von deutlichen Erosionsrinnen und Schluchten statt. Diese schneiden sich rückwärts in die Hangflächen ein und arbeiten an deren Auflösung in kleinere Teilflächen. Infolge der Steilheit der Böschungen und der Bloßlegung des Bodens entwickeln sich quer zur Längsrichtung der Schluchten neue Seitenrinnen, die sich fischgrätartig in den Boden einfressen. In extremen Fällen kann dieser Vorgang so weit fortschreiten, daß ein zunächst ebenes Gebiet in ein System steiler Rücken und tiefer Gräben zerschnitten wird. Zwischen Flächen- und Linienerosion gibt es eine Fülle von Übergängen [Brebuda 1983:14].

Der allgemeine Begriff ‚Bodenerosion‘ wurde von den verschiedenen Fachdisziplinen aufgrund der unterschiedlichen Problemstellungen vielfach und vielfältig beschrieben [Bork 1988; Baade 1994]. Nach Blaikie [1985:10] definierte Hudson den Begriff ‚Bodenerosion‘ wie folgt: “If soil erosion is defined in the widest possible terms, it includes any degradation of the soil which reduces its ability to grow crops. He includes in the definition of soil erosion ‘fertility erosion’ (loss of nutrients); ‘puddle erosion’ (physical breakdown of soil by unimpeded raindrops leading to the choking of soil by the washing of fine particles into the interstices of larger particles in the surface layers of soil); and ‘vertical erosion’ (washing of clay particles through gravels or sands to accumulate at lower depths in the soil profile). These three types of erosion do not necessarily imply physical soil removal“. Bork [1988:2] versteht unter Bodenerosion „die durch Eingriffe des Menschen ermöglichten und durch erosive Niederschläge [...] ausgelösten Prozesse der Ablösung, des Transports und der Ablagerung von Bodenpartikeln - losgelöst von der Problematik der rein natürlichen Abtragung ohne anthropogenen Einfluß. Anthropogene Eingriffe können Bodenerosion nicht direkt auslösen, sondern nur verstärken, vermindern oder verhindern“.

Bei Hudson steht bei der Definition von Bodenerosion vornehmlich die Verringerung der landwirtschaftlichen Produktivität durch die Veränderung des Parameters Boden im Vordergrund. Im Gegensatz dazu geht Bork stärker auf die Einflußfaktoren Mensch und Niederschlag ein. Neben dem allgemeinen Begriff der Bodenerosion durch Wasser wird im Rahmen dieser Arbeit begrifflich zwischen der Degradierung des Bodens, dem Bodenabtrag und der Erosionsgefährdung unterschieden. Diese Begriffe werden in der hier benutzten Form wie folgt umrissen.

Die Degradierung des Bodens bewirkt eine Änderung der Bodenstruktur, die bei landwirtschaftlich genutzten Böden erst mittel- bis langfristig zu einer Produktionsminderung und zu einem verstärkten Bodenabtrag führt. In semi-ariden Gebieten und hier insbesondere auch in Mergeln ist darüber hinaus eine zunehmende Versalzung der Böden feststellbar. Ist eine Fläche weitestgehend zerstört, das heißt, der landwirtschaftlich nutzbare Boden abgeschwemmt und eine schützende Vegetationsdecke nicht mehr vorhanden, so steht das Urgestein an und man spricht von bad-lands (Ödland). Bei Mergeln kann durch Quell- und Schrumpfungsprozesse die Zerstörung der Struktur des Urgesteins mehr oder weniger direkt zu einem Bodenabtrag führen.

Unter Bodenabtrag wird das Loslösen von Bodenteilchen verstanden, die nach dem Abtransport durch Wasser an einer anderen Stelle wieder abgelagert werden. In Verbindung mit dem Transportmedium Wasser spricht man in diesem Zusammenhang von Sedimenttransport. Aus landwirtschaftlicher Sicht ist ein Bodenabtrag aus bad-lands ohne große Bedeutung, da diese Flächen kein oder ein nur sehr geringes landwirtschaftliches Potential besitzen und der Bodenabtrag daher kaum produktionsmindernd wirkt. Wie später noch gezeigt wird, stellen in Mergeln jedoch diese Sedimente die Hauptquelle für die Verlandung von Speichern dar.

Unter Erosionsgefährdung wird die Neigung der Böden zur Erosion unter Berücksichtigung physischer und sozioökonomischer Einflußfaktoren verstanden. Nach Stocking [1987:2] stellen Untersuchungen zur Erosionsgefährdung einen Ausdruck für die Gefahr von Bodenerosion für große Gebiete dar. Bodenerosion unterliegt aufgrund der hohen Variabilität der Niederschläge und der sich verändernden Formen der Nutzung des Bodens durch den Menschen sehr großen räumlichen und zeitlichen Schwankungen. Die Variabilität und Intensität der Bodennutzung ist daher nicht losgelöst von den sozio-ökonomischen Grundlagen zu behandeln (siehe Abschnitt 4.1.3). Eine Vorhersage des zukünftigen Bodenabtrags ist daher nur hinsichtlich seiner Tendenzen möglich. Der Anspruch eines präventiven Erosionsschutzes setzt voraus, mögliche zukünftige Gefährdungen der Degradierung und des Abtrags von Böden frühzeitig erkennen und einschätzen zu können. Sind Prozesse des Bodenabtrags einmal aktiv geworden,

so sind die Wirkungen meist irreversibel und nur schwer korrigierbar. Für regionalplanerische Zwecke ist es somit wichtig, jene Einflußfaktoren zu kennen und zu erfassen, die Prozesse der Bodenerosion verstärken oder vermindern. Der Bodenabtrag selbst ist die Folgewirkung dieser Einflußfaktoren. Im nächsten Abschnitt wird ein Überblick über ausgewählte Vorgehensweisen zur Erfassung von Bodenabtrag, Oberflächenabfluß und Sedimenttransport gegeben.

2.3 Vorgehensweisen zur Erfassung von Bodenabtrag, Oberflächenabfluß und Sedimenttransport

Die Bodenerosion ist ein schleichender Prozeß, auch wenn Extremereignisse ihn zeitweise stärker ins Bewußtsein rücken. Beobachtungen zur Bodenerosion sind relativ alt. Die Dynamik von Bodenerosion hat insbesondere in den letzten Jahrzehnten enorm zugenommen [Hauer 1990:147ff]. Am Anfang führte das zu verbalen Beschreibungen und zur Problemformulierung. Um eine bessere Beurteilung vornehmen und die Zusammenhänge auch quantitativ besser erfassen zu können, wurden Meßprogramme durchgeführt. In neuerer Zeit dienten zusätzliche Versuche mit Regensimulatoren und anderen technischen Einrichtungen dazu, die Datenbasis zu verbessern [Kouri 1991; Roth 1992; Bronstert 1994; Schramm 1994, Gomer 1994]. Ständige Meßstellen zur Erfassung des Regengeschehens, des Oberflächenabflusses und des Sedimenttransportes sind neben dem Wissen über die Wirkungsprozesse eine wichtige quantitative Informationsquelle zur Erfassung von Bodenerosion, Wasserabfluß und Sedimenttransport in Wassereinzugsgebieten. Über Langzeitmessungen können Merkmalsausprägungen, deren Tendenz und Variabilität erfaßt werden. Das strukturelle Wissen und die mathematische Formulierung dienten zur Entwicklung von Ansätzen und Modellen zur Erfassung von Bodenabtrag, Oberflächenabfluß und Sedimenttransport.

In Anlehnung an Jansson [1982] wurden für die Zwecke dieser Arbeit die unterschiedlichen Vorgehensweisen zur Erfassung und Bewertung von Bodenabtrag, Oberflächenabfluß und Sedimenttransport gemäß Tabelle 2-1 in fünf Gruppen eingeteilt: die empirischen Modelle, die empirischen Regressionsansätze, die systemhydrologischen Ansätze, die physikalischen oder quasi-physikalischen Modelle und die quantitativen oder qualitativen Karten. Als Kriterien für diese Einteilung dienten der Anwendungsbereich der Modelle und Ansätze, der Untersuchungsraum, die zeitliche Aussageschärfe und die Möglichkeit der Erfassung der Wirkungen von Maßnahmen des Erosionsschutzes.

Die bekannteste empirische Formel der ersten Gruppe ist die sogenannte „Universal Soil Loss Equation“ (USLE), die von Wischmeier und Smith entwickelt wurde [Wischmeier und Smith 1978]. Der durchschnittliche langjährige Bodenabtrag wird durch die multiplikative Verknüpfung der Merkmale des Regengeschehens, der Eigenschaften des Bodens, der Länge und Neigung des Hanges, der Bedeckung und Bearbeitung des Bodens und der Art der Maßnahme des Erosionsschutzes bestimmt. Die einzelnen Einflußfaktoren wurden in den USA an einer großen Anzahl von Meßparzellen ermittelt. Ihre Übertragbarkeit in andere Regionen ist nicht ohne weiteres möglich, da die empirisch ermittelten Größen an die örtlichen Gegebenheiten angepaßt werden müssen. Dies stellt einen erheblichen Nachteil dar. Der Ansatz erlaubt es, nicht nur den mittleren langjährigen Abtrag in t/ha/Jahr zu berechnen, sondern auch die abtragsmindernde oder abtragssteigernde Wirkung veränderter physischer Bedingungen und Nutzungen abzuschätzen. Es geht dabei vornehmlich um die Beurteilung der langfristigen Wirkung von Bearbeitungsmethoden auf die Bodenfruchtbarkeit und den Ertrag. Damit besitzt die USLE einen mehr agronomischen Hintergrund. Ein Vergleich zwischen dem errechneten mittleren jährlichen Bodenabtrag und einer festgelegten Toleranzgrenze, die in Deutschland nach der Gründigkeit der jeweiligen Bodenart festgelegt wird, stellt ein Maß der Gefähr-

dung dar, woraus dann die Notwendigkeit der Umsetzung von Schutzmaßnahmen abgeleitet wird.

| Art des Ansatzes | Anwendungsbereich | Untersuchungsraum | zeitliche Aussageschärfe | Wirkungen von Maßnahmen des Erosionsschutzes |
|--|--|---|--|---|
| Empirische Modelle | Vorhersage des mittleren jährlichen Bodenabtrags | Parzellen | Jahresmittelwerte | abschätzbar |
| Empirische Regressionsansätze | Abschätzung von Oberflächenabfluß und Sedimenttransport | kleine bis große Einzugsgebiete | Jahresmittelwerte | nicht erfassbar |
| Systemhydrologische Ansätze | Abschätzung von Oberflächenabfluß und Sedimenttransport | Einzugsgebiete bis 250 km ² | Untersuchung von Einzelereignissen und Zeitreihen | nicht erfassbar |
| Physikalische oder quasi-physikalische Modelle | Berechnung des Bodenabtrags, des Oberflächenabflusses und Schadstoffeintrags | Flächengeheure Untersuchung von Hängen und Kleineinzugsgebieten | Untersuchung von Einzelereignissen und Zeitreihen | nur begrenzt, da Messungen zur Eichung fehlen |
| Quantitative und qualitative Karten | Darstellung des Bodenabtrags, von Erosionsformen und der Erosionsgefährdung | Flächenhafte Darstellung je nach Maßstabsebene | Jahresmittelwerte oder räumlich qualitative Karten | abschätzbar durch Experten |

Tabelle 2-1: Ansätze zur Abschätzung von Bodenabtrag, Oberflächenabfluß und Sedimenttransport (nach Jansson [1982])

Das ursprüngliche Hauptanwendungsgebiet der USLE liegt in der Abschätzung des Bodenabtrags infolge Flächen- und Rillenerosion auf Einzelschlägen [Schwertmann et al. 1987], so daß die Ausdehnung auf ganze Einzugsgebiete als problematisch anzusehen ist, auch wenn dies in abgewandelter Form von verschiedenen Autoren gemacht wird [Stocking 1987; Jürgens/Fander 1992]. Neben der beschränkten Übertragbarkeit liegen die größten Schwachpunkte der USLE darin, daß Berechnungen für Einzelergebnisse oder andere zeitliche Auflösungen nicht möglich sind, Akkumulationsprozesse unberücksichtigt bleiben, die Hangelemente eine bestimmte Mindestgröße haben müssen und eine räumliche Differenzierung nur im Vergleich von Einzelschlägen möglich ist. Schramm [1994] gibt in seiner Arbeit weitere Hinweise über die neueren Anpassungen und Überarbeitungen der USLE.

In der zweiten Gruppe werden mittels Regressionsrechnungen Formelansätze zur quantitativen Abschätzung des Oberflächenabflusses und des Sedimenttransportes von kleinen bis großen Einzugsgebieten aufgestellt, um bei fehlenden Meßdaten einen Anhaltswert für Dimensionierungen zu erhalten. Eine differenzierte Betrachtung innerhalb des Untereinzugsgebietes ist nicht möglich. Da die Aussageschärfe sehr zu wünschen übrig läßt, sollten diese Formeln nur verwendet werden, wenn keine Meßwerte vorhanden sind. Aussagen über die Wirkung von Maßnahmen des Erosionsschutzes können daraus nicht abgeleitet werden.

Vornehmlich in der Hydrologie wurden die systemhydrologischen (black-box- oder Input-Output-Modelle), physikalischen oder quasi-physikalischen Modelle entwickelt. Bei den systemhydrologischen Modellen wird das Systemverhalten durch eine Systemfunktion beschrieben, ohne jedoch nach der inneren Struktur dieses Systems zu fragen. Eine Übertragbarkeit dieser Modelle auf andere Gebiete ist nur bei Anpassung der Modellparameter möglich. Daher können diese Modelle nur für Gebiete mit gemessenen Niederschlags-Abfluß-Ereignissen bzw. Sedimentkonzentrationen angewendet werden oder für Gebiete, für welche die Regionalisierungsansätze gültig sind. Weiterhin besitzen diese Modelle eine beschränkte Fähigkeit zur Auflösung eines Gebietes und damit zur Beschreibung der räumlichen Heterogenität des Abflußverhaltens bzw. der Bodenerosion durch Wasser in einem Einzugsgebiet.

Die Wirkungen von Maßnahmen des Erosionsschutzes können nicht erfaßt und bewertet werden. Da die Modelle keine prozeßorientierte Vorgehensweise erlauben, liefern diese Ansätze keine zusätzlichen Informationen zur Verbesserung des strukturellen Wissens [Bronstert 1994:2]. Der Vorteil dieser Modelle liegt sicherlich in der geringen Anzahl an Modellparametern, wodurch die Datenerhebung und die Rechenzeiten bei der praktischen Anwendung verhältnismäßig gering ausfallen.

Aufgrund der Nachteile systemhydrologischer Modelle und neuer Aufgaben aus dem Bereich des Umweltschutzes gingen die Entwicklungen dahin, die relevanten physikalischen Prozesse entsprechend den Anforderungen in räumlicher und zeitlicher Diskretisierung mathematisch nachzubilden. Nach Bronstert [1994:3] sollten solche Modelle die natürliche und anthropogene Variabilität des Einzugsgebiets räumlich hochaufgelöst erfassen. Die Zielsetzung dieser Ansätze erweiterte sich somit. Neben der Erfassung von Bodenerosion, Oberflächenabfluß und Sedimenttransport gewinnt zunehmend die Abschätzung von off-site Wirkungen durch den Eintrag von Schadstoffen in den Boden und Wasserkreislauf an Bedeutung. Der Eintrag von gewässerbelastenden Stoffen wie Pflanzenschutzmitteln, Phosphat, Schwermetallen und mineralischen Düngemitteln erfolgt vor allem über die Feinfraktionen des Erosionsgutes [Schramm 1994:108].

Mit Hilfe eines Raster- oder Finite-Elemente-Netzes, einer hohen Anzahl an Parametern und der entsprechenden Rechenkapazitäten wird versucht, das hydrologische Systemverhalten zu modellieren. Nach Beven [siehe Bronstert 1994] muß allerdings dabei immer berücksichtigt werden, daß auch bei physikalischen Modellen die gewonnenen Ergebnisse immer nur unter den dem Modell zugrunde gelegten Annahmen gültig sind. In der Praxis werden diese Modelle bisher kaum verwendet, da durch die große Anzahl an Eingangsdaten deren Erhebung sehr aufwendig ist. Des weiteren ist eine direkte Übertragbarkeit der Ansätze auf andere Gebiete auch als problematisch anzusehen, so daß Anpassungen an die sich ändernden lokalen Bedingungen notwendig sind. Die Wirkungen unterschiedlicher Nutzungsformen des Bodens auf die Bodenerosion können zur Zeit nur beschränkt erfaßt werden, da dazu die Meßdaten fehlen und es sicherlich noch eines beachtlichen Aufwandes bedarf, diese zu erheben. Die Untersuchung von Einzel- bzw. Extremereignissen ist möglich. Der Vorteil der physikalischen Ansätze liegt sicherlich darin, für ausgewählte Teilflächen das Zusammenwirken der einzelnen Einflußfaktoren erfassen und simulieren zu können, um dadurch das strukturelle Wissen sowie die Sensitivität und Wirkung einzelner Einflußfaktoren besser einschätzen zu können. Die Nutzung dieser Ergebnisse erfordert jedoch zukünftig ein besseres Verständnis zwischen dem Spezialisten und dem Planer bei den unterschiedlich zu behandelnden Fragestellungen.

Zur Bedeutung der physikalischen Ansätze schreibt Gomer [1994:7]: „Außerdem können viele Prozesse nicht wirklich physikalisch beschrieben werden“. Daher wird in seiner Arbeit wie auch in denen von anderen Autoren ein quasi-physikalischer Modellansatz vorgeschlagen, wobei die instationären Prozesse des Oberflächenabflusses und der Bodenerosion in Kleineinzugsgebieten durch prozeßbeschreibende Ansätze modelliert werden. Nach Gomer [1994] wird im Gegensatz zu den rein physikalischen Modellen eine weitere Reduktion auf die wichtigen Zusammenhänge des lokalen Realitätsausschnittes vorgenommen, um eine bessere Durchschaubarkeit sowie eine Verringerung des Aufwandes in der Datenerhebung zu erhalten. Auch bei quasi-physikalischen Modellen ist der Informationsbedarf noch sehr hoch, so daß für regionalplanerische Zwecke die erforderlichen Daten wohl nur mit unverhältnismäßig großem Aufwand erhoben werden könnten.

Neben diesen mehr mathematisch orientierten Ansätzen gibt es in der Literatur Vorgehensweisen und Darstellungen zur räumlichen Einschätzung von Bodenerosion für größere Gebiete. Die inhaltlichen Aussagen können sehr verschieden sein und geben z. B. Informationen zum flächenhaften Bodenabtrag, zum Erosionspotential, zur Erosionsgefährdung oder zu den

Erosionsformen [Jansson 1987:15ff]. Die quantitativen oder qualitativen Aussagen sind in Abhängigkeit von der Maßstabsebene flächendeckend. Stocking [1987] stellt in seiner Arbeit für Rhodesien einen Ansatz zur Erfassung der Erosionsgefährdung vor. Er soll ein Hilfsmittel für die Planung landwirtschaftlicher Entwicklungsmaßnahmen sein. Die verarbeiteten Einflußfaktoren, das Relief, das Regengeschehen, die Vegetation und die Bodeneigenschaften werden eingestuft, mathematisch miteinander verknüpft und in Form einer räumlichen, dimensionslosen und relativen Größe ausgedrückt. Stocking [1987] geht davon aus, daß Bodenerosion ein komplexer Prozeß und sicherlich nicht mit einer Formel exakt quantifizierbar ist.

Die vorgestellten Ansätze zur Erfassung von Bodenerosion wurden mit Ausnahme der qualitativen und quantitativen Karten nicht für regionalplanerische Zwecke entwickelt. Die neueren physikalischen oder quasi-physikalischen Modelle dienen vornehmlich der Verbesserung des strukturellen Wissens und der Erfassung von Wirkungen bei vorgegebenen physischen Rahmenbedingungen und der Nutzungsform. Die Vorgehensweisen berücksichtigen nur physische Einflußfaktoren und beleuchten somit nur einen Teilbereich des Ursachen-Wirkungsgefüges von Bodenerosion. Auf die Bedeutung sozioökonomischer Einflußfaktoren bei der Erfassung von Bodenerosion soll nun im folgenden Abschnitt näher eingegangen werden.

2.4 Bedeutung sozioökonomischer Einflußfaktoren

Bodenerosion ist ein Zusammenwirken anthropogen verursachter und natürlich gegebener Mechanismen, die in wechselseitiger Beziehung stehen. In ganz allgemeiner Form kann man davon ausgehen, daß die physischen und geomorphologischen Einflußfaktoren dabei den natürlichen, die sozioökonomischen, politischen und kulturellen Einflußfaktoren den anthropogenen Anteil der Bodenerosion darstellen. Gemäß der Abbildung 2-2 können für den Prozeß der Bodenerosion die Flächennutzung und deren Änderungen als Schnittstelle zwischen diesen beiden Teilsystemen aufgefaßt werden. Durch die Umsetzung von Maßnahmen des Erosionsschutzes, das heißt, durch die Änderung der Landnutzung, wird Einfluß auf das Erosionsgeschehen genommen.

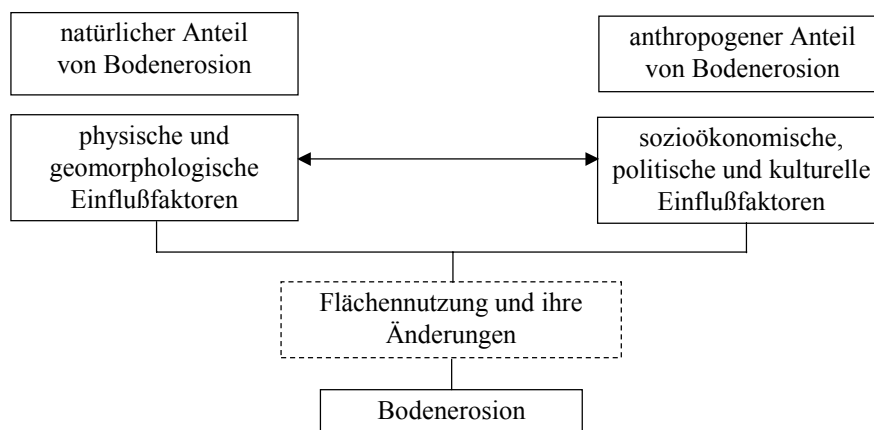


Abbildung 2-2: Struktur von natürlichen und anthropogenen Einflußfaktoren auf die Bodenerosion

In den im vorigen Abschnitt dargestellten Modellansätzen stellt die Landnutzung eine Inputgröße dar, mit deren Hilfe man die Wirkungen physischer Einflußfaktoren auf das Erosionsgeschehen bestimmt. Die Ursachen für die Flächennutzung werden nicht untersucht und erfaßt, sondern als black-box aufgefaßt, da nur die physischen Einflußfaktoren des Ursachen-Wirkungsgefüges berücksichtigt werden. Eine Folge dieses Gedankenmodells war unter ande-

rem, daß Bergbauern bei nicht adäquater Nutzung des Bodens als Hauptverursacher für den Bodenabtrag bezeichnet werden. Dieser Gedanke schien logisch zu sein, denn man betrachtete ja nicht die Ursachen für die Landnutzung, sondern disqualifizierte eine Nutzungsform und wälzte die Verantwortung direkt auf die Landnutzer ab. Diese Schlußfolgerung ist jedoch unzulässig. Da die Landnutzung nicht aus sich selber entstehen kann, sondern eine Aktivität des Menschen darstellt, kann sie nicht Ursache von Bodenerosion sein, sondern stellt die Wirkung des menschlichen Handelns dar. Nach Heidemann [1985:56] basieren Handlungen auf Absichten zur Herbeiführung von Wirkungen im Umgang mit Sachverhalten.

Kenntnisse über die mit dem menschlichen Handeln verfolgten Absichten sind somit unerlässlich für die Erkundung möglicher Konzepte des Erosionsschutzes und der Sedimentrückhaltung. Die Beschränkung auf physische Einflußfaktoren ist für regionalplanerische Zwecke unzureichend. Das Niederschlagsgeschehen oder die Sonneneinstrahlung sind durch den Menschen unbeeinflussbar, so daß er sich darauf beschränken muß, diese negativen Folgewirkungen durch eine adäquate Bodennutzung zu minimieren. Die Kenntnisse über die aktiven und beeinflussbaren Einflußfaktoren der Landnutzung sind somit wichtige Elemente für die Erfassung der Erosionsgefährdung und die Entwicklung von Strategien des Erosionsschutzes. Auf die Möglichkeiten der Charakterisierung von Einflußfaktoren wird im Abschnitt 3.2.4 näher eingegangen.

Blaikie [1985] und auch Hudson [1981] erkannten schon vor längerer Zeit diese Defizite und behaupteten, daß Bodenerosion das Ergebnis politischen und sozioökonomischen Handelns sei. Hudson [1981:45] schreibt dazu: "The hypothesis is that although there are gaps in the available technical knowledge, the more important constraints on soil conservation are political, social and economic - not necessarily in that order of importance, but together much more significant than deficiencies in techniques". Es kann festgehalten werden, daß die Bodennutzung als Wirkung des menschlichen Handelns unter physischen und sozioökonomischen Einflußfaktoren aufzufassen ist. Die Mängel in der Vergangenheit rührten zum Teil auch daher, daß Bodenerosionsmodelle und Erosionsschutzkonzepte mehr oder weniger getrennt voneinander und zudem noch häufig von unterschiedlichen Fachdisziplinen erarbeitet wurden. Die Landwirtschaft wurde vornehmlich unter dem Gesichtspunkt der Ertragsmaximierung gesehen. Da sich Bodenerosion und Landnutzung aufgrund ihrer Interessenkonflikte für einen zukünftigen Zeitpunkt wechselseitig bedingen, ist eine interaktive Bearbeitung notwendig. Auf die Wechselwirkungen zwischen Bodenerosion, Landnutzung und den sozioökonomischen und kulturellen Rahmenbedingungen wird im Kapitel 4 näher eingegangen.

Die Konsequenzen für die Erarbeitung strategischer Konzepte des Erosionsschutzes sind weitreichend. Die Integration sozioökonomischer Einflußfaktoren bei der Erfassung der Erosionsgefährdung und der Entwicklung von Erosionsschutzkonzepten ist unabdingbar. Sie ist schon aus dem Grunde zwingend notwendig, da sich die Bevölkerung in Algerien in den nächsten Jahrzehnten wieder verdoppeln wird. Es muß unterschieden werden zwischen der Erfassung eines Bodenabtrags zu einem bestimmten Zeitpunkt und der Identifizierung der Erosionsgefährdung. Methodische Schwierigkeiten liegen sicherlich darin, daß die sozioökonomischen Prozesse den lokalspezifischen Gegebenheiten und einer zeitlichen Veränderung unterliegen und nur schwer erfassbar sind. Es kann somit kein räumlich einheitliches und zeitlich festes Modell zur Erfassung der Erosionsgefährdung erstellt werden. „Es sind jedoch gerade diese übergreifenden politisch-ökonomischen und soziokulturellen Strukturen und Entwicklungstendenzen, die über Erfolg und Nachhaltigkeit einer Landnutzung entscheiden“ [GTZ 1995:50]

2.5 Bisher verfolgte Konzepte zum Zwecke des Erosionsschutzes in Algerien

In Anbetracht einer zunehmenden Bodenerosion wurden in Algerien in den letzten Jahrzehnten große Anstrengungen zum Schutz des Bodens und der Verhinderung der Verlandung von Speichern unternommen. Schon vor der Unabhängigkeit Algeriens erkannte man die Gefahr der zunehmenden Verlandung von Speichern durch Bodenerosion. Nach einer Bestandsaufnahme degradierter Bereiche begann man im Jahre 1940 mit der Umsetzung eines sehr technisch orientierten Konzeptes des D.R.S. (Défense et Restauration des Sols - Schutz und Verbesserung von Böden). Die angewandten Techniken waren: Erstellung von Banketten (banquettes algériennes) und Terrassen, Verbau von Ravinen und Vorflutern (Wildbachverbau) sowie Aufforstungen in Monokultur [Rose 1994:363]. Die Arbeiten wurden meist mit Hilfe von Großgeräten durchgeführt und zielten vornehmlich auf die Rehabilitierung mehr oder weniger stark degradierter Gebiete zum Schutz von Speichern und anderen Infrastruktureinrichtungen ab. Selbst nach der Unabhängigkeit Algeriens im Jahr 1962 wurde dieses Konzept des D.R.S. weiterverfolgt. Mit der Gründung der O.N.T.F. (Office National des Travaux Forestiers - Nationale Behörde für forstwirtschaftliche Arbeiten) im Jahr 1970 wurden vermehrt Maßnahmen zur Verbesserung und Erweiterung bestehender Forstflächen sowie der Realisierung neuer Aufforstungen durchgeführt. Die Erstellung von Banketten wurde nach einigen Jahren eingestellt.

Mitte der siebziger Jahre wurde der Fehlschlag dieses Konzeptes des D.R.S. immer offensichtlicher. Die Bergbauern lehnten die angewandten Techniken ab, da sie immer mehr landwirtschaftlich nutzbare Fläche ohne Verbesserung der Produktivität opfern mußten. Zudem war die Holzproduktion gering, die Verlandung der Speicher nahm weiter zu und unter ökonomischen Gesichtspunkten waren diese Techniken nicht mehr bezahlbar [Rose 1994:364; Heusch 1986]. Die teilweise schlecht durchgeführten Arbeiten wurden in der Regel nicht unterhalten, so daß deren Schutzfunktion schon nach wenigen Jahren nicht mehr gegeben war und die Degradierung der Böden weiter voranschritt.⁶

Nach diesem sektoralen Konzept des D.R.S. zielte die neue Vorgehensweise der achtziger Jahre auf eine Integration der Maßnahmen des Erosionsschutzes in eine Strategie zur Bewirtschaftung von Bergregionen ab [Taabni/Kouti 1993]. Zur Umsetzung dieser Politik wurde im Jahr 1982 die O.A.M.V.⁷ (Office d'Aménagement et de Mise en Valeur - Amt für Bewirtschaftung und Nutzbarmachung) gegründet. Auf der Basis eines Regionalplans sollten neben dem Schutz der natürlichen Ressourcen und der Umwelt die landwirtschaftliche Produktion und die Lebensbedingungen der Bergbauern verbessert werden. Gegenüber den früheren Ansätzen wurde der Aufgabenbereich erweitert, so daß im Rahmen dieses Konzeptes auch Maßnahmen zur Verbesserung der Infrastruktur im ländlichen Raum durchgeführt wurden. Die Finanzierung der Maßnahmen erfolgte aus unterschiedlichen Quellen (sektorale, zentrale und kommunale Planung).

Die O.A.M.V. konnte zu keinem Zeitpunkt den fachübergreifenden Planungsauftrag ausfüllen und beschränkte sich mehr oder weniger auf die Umsetzung von punktuellen Einzelmaßnahmen. Der Planungsprozeß und die unterschiedlichen Planungsebenen in Algerien waren zu diesem Zeitpunkt aufgrund der zentralen sozialistischen Planwirtschaft noch nicht so ausgeprägt, daß eine fachübergreifende Planung auf regionaler und lokaler Ebene möglich war. Die Folge war eine fehlende Koordination der Maßnahmen, die Zielsetzungen und Wirkungen der

⁶ Weitere allgemeine Gründe für das Scheitern von Planungen der Landnutzung und des Ressourcenmanagements siehe GTZ [1995:92].

⁷ Zum Status und zu den Aufgaben der O.A.M.V. siehe Taabni [1994].

Einzelmaßnahmen waren nicht immer klar oder wurden nicht geprüft, und die Beteiligung der Bevölkerung bei der Planung und Umsetzung der Maßnahmen war unzureichend. Die vorgeschlagenen landwirtschaftlichen Maßnahmen wurden von den Bergbauern nicht weiterverfolgt. Lediglich der Bau landwirtschaftlicher Wege wirkte sich positiv auf den ländlichen Raum aus [Taabni 1994].

Neuere Untersuchungen der letzten Jahre schlagen ein Konzept des Erosionsschutzes mit agronomischem Hintergrund vor [Arabi 1991:6; Mazour M. 1992:300; Rose 1994]. Im Konzept G.C.E.S (Gestion conservatoire de l'eau et de la fertilité des sols - Schonende Nutzung von Wasser und Bodenfruchtbarkeit) besitzt der Erosionsschutz einen präventiven Charakter. Durch eine Erhöhung der Produktion der Biomasse und eine dichtere Bodenbedeckung sollen die Infiltration des Oberflächenwassers auf den Feldern erhöht, die Erosionsgefahr reduziert sowie die Einnahmen der Bauern verbessert werden [Arabi 1991:217]. Es wird vorgeschlagen, das bestehende extensiv orientierte Betriebssystem der Bergbauern zu intensivieren, ohne jedoch Prozesse der Bodenerosion zu fördern. Die Bergregionen sollen einen stärkeren Beitrag zur Nahrungsmittelproduktion liefern, da Algerien aufgrund der zunehmenden Bevölkerung und einer in der Vergangenheit stagnierenden landwirtschaftlichen Produktion immer mehr Nahrungsmittel importieren muß. Versuchsergebnisse haben gezeigt, daß Produktionssteigerungen bei günstigen klimatischen Bedingungen möglich erscheinen [Rose 1994:369]. Eine großflächige Umsetzung des Konzeptes wurde bisher noch nicht vorgenommen.

Nach Rose [1994:364] stellen durch Ravinen mehr oder weniger stark zerschnittene und degradierte Flächen nicht die prioritäre Interventionszone für das Konzept des G.C.E.S. dar. Dies muß auch für Gebiete mit ungünstigen klimatischen Bedingungen gelten, da hier der Handlungsspielraum für eine Intensivierung der Landwirtschaft sehr begrenzt ist. Auf die Viehwirtschaft, die für viele Bergbauern die Haupteinnahmequelle darstellt, aber gleichzeitig durch die Zerstörung der natürlichen Vegetationsdecke Prozesse von Bodenerosion fördert (siehe hierzu Abschnitt 4.2.4), geht das Konzept des G.C.E.S nicht ein und unterstreicht dadurch seinen sektoralen Charakter. Es wird vorgeschlagen [Rose 1994:364], daß die Bewirtschaftung von Forstflächen und durch Ravinen zerschnittener und degradiertter Hänge die Hauptaufgabe der Forstbehörde ist. Diese Flächen werden jedoch auch meist zur Weidewirtschaft genutzt und sind somit von der Nutzung her indirekt Teil des Betriebssystems der Bergbauern.

2.6 Formulierung von Anforderungen zum Problemfeld „Bodenerosion“

Basierend auf den Ergebnissen der vorangegangenen Abschnitte sollen Anforderungen an Modelle zur Erfassung der Erosionsgefährdung (siehe Abschnitt 5.1) und zur Erkundung von Teilkonzepten des Erosionsschutzes und Sedimentrückhaltung (siehe Abschnitt 5.2) formuliert werden.

Anforderungen an Modelle zur Erfassung der Erosionsgefährdung

Die vorgestellten Ansätze zur Abschätzung von Bodenerosion zielen vornehmlich darauf ab, Wirkungen unterschiedlicher Nutzungsformen bei veränderlichen physischen Rahmenbedingungen zu erfassen. Sie liefern wichtige Informationen zur Beschreibung des physischen Ursachen- und Wirkungsgefüges, die unerlässlich für die Beschreibung der Prozesse von Bodenerosion und die Bewertung von Techniken des Erosionsschutzes sind. Da diese Verfahren eine Integration von sozio-ökonomischen Einflußfaktoren nicht ermöglichen, sind sie jedoch für regionalplanerische Betrachtungen der Entscheidungsvorbereitung unzureichend. Daher wird zur Beurteilung des Erosionsgeschehens im Rahmen dieser Arbeit vom Konzept der

Erosionsgefährdung ausgegangen, mit dem sich Abschnitt 5.1 näher auseinandersetzt. Ein methodischer Ansatz zur Erfassung der Erosionsgefährdung sollte:

- **auf Kenntnissen zu Ursachen- und Wirkungsbeziehungen von Bodenerosion basieren:** Die Kenntnis der physischen und sozio-ökonomischen Ursachen- und Wirkungsbeziehungen von Bodenerosion durch Wasser ist zur Erfassung der Erosionsgefährdung unerlässlich. Es gilt jedoch zu prüfen, welche Informationen im Hinblick auf die Verfahrensökonomie in den Entscheidungsprozeß einfließen sollten.
- **flächendeckende Aussagen zum aktuellen Degradierungszustand der Böden sowie zur potentiellen, momentanen und möglichen zukünftigen Erosionsgefährdung machen:** Für regionalplanerische Betrachtungen werden flächendeckende Aussagen benötigt. Dabei geht es nicht nur darum, die Bereiche zu identifizieren, die zur Zeit den Hauptteil der Sedimente liefern, sondern eine methodische Vorgehensweise darzustellen, die es erlaubt, potentielle, momentane und mögliche zukünftige Gefährdungen aufzuzeigen [Vogt 1995:20].
- **für Zwecke des Monitorings und der Früherkennung geeignet sein:** Umweltmanagement und Ressourcenschutz sind als Prozeß zu verstehen und benötigen daher Möglichkeiten des Monitorings und der Früherkennung.
- **einfach, transparent und nachvollziehbar sein:** Die Datenbasis in vielen Ländern der sogenannten ‚Dritten Welt‘ ist häufig unzureichend und lückenhaft. Daher müssen methodische Vorgehensweisen einfach sein und es erlauben, mit wenigen Anfangsdaten den Prozeß der Informationsverarbeitung und des Problemlösens zu beginnen. Geringe oder fehlende Verfahrenstransparenz ist ursächlich für das Entstehen von Kompetenzangst und kann die Akzeptanz des Verfahrens und der damit entwickelten Ergebnisse verhindern [Rabl 1990:140].
- **sozio-ökonomische Einflußfaktoren berücksichtigen:** Sozio-ökonomische Faktoren beeinflussen über Änderungen der Landnutzung entscheidend Prozesse der Bodenerosion und müssen daher neben den physischen Einflußfaktoren bei der Erfassung der Erosionsgefährdung berücksichtigt werden.
- **in der Lage sein, neben kardinalen auch ordinale und nominale Daten zu verarbeiten:** Die Konzentration des fachlichen Interesses auf mathematisch abbildbare Zusammenhänge kann zur Vernachlässigung der tatsächlichen Ursachen führen. Nach Rabl [1990:138] erhöht sich bei einer Nichtberücksichtigung ordinaler und nominaler Daten die Gefahr der Überinterpretation und der Lösung des falschen Problems. Die Notwendigkeit der Verarbeitung ordinaler Daten ergibt sich zudem aus der Berücksichtigung sozio-ökonomischer Einflußfaktoren bei der Erfassung der Erosionsgefährdung.

Anforderungen an Konzepte des Erosionsschutzes und der Sedimentrückhaltung

Erosionsschutztechniken, die meist in kleinen Pilotzonen getestet wurden, dienten in der Vergangenheit als Ausgangspunkt für die Erarbeitung von Konzepten des Erosionsschutzes. Eine Prüfung der Übertragbarkeit auf die physischen und sozialen Rahmenbedingungen ganzer Regionen oder die notwendige Abwägung mit anderen Belangen im Rahmen der Regionalplanung erfolgte in der Regel in unzureichendem Maße. Bei der Erkundung von Strategien sowie bei der Umsetzung von Maßnahmen des Erosionsschutzes war die Partizipation der Betroffenen meist unzureichend. Aufgrund der unterschiedlichen Wirkungsweise ist es sinnvoll, eine getrennte Betrachtung von Maßnahmen des Erosionsschutzes und jenen der Sedimentrückhaltung vorzunehmen. Strategische Konzepte des Erosionsschutzes und der Sedimentrückhaltung sollten:

- **von der Logik der betroffenen Bauern ausgehen und auf Partizipation aufbauen:** Änderungen der Landnutzung lassen sich nur in Zusammenarbeit mit den Bauern umsetzen. Die bestehende Nutzungsform des Bodens sollte daher den Ausgangspunkt für vorgeschlagene Nutzungsänderungen bilden [GTZ 1995:80].
- **auf dem momentanen und zukünftig möglichen Systemverhalten basieren:** Kenntnisse über das momentane und zukünftig mögliche Systemverhalten, die koordinierenden Elemente und ihre Wirkungsbeziehungen sind Voraussetzung zur Strukturierung des strategischen Planungs- und Entscheidungsprozesses und der Erarbeitung von Konzepten des Erosionsschutzes und der Sedimentrückhaltung.

- **auf Methoden zur Identifizierung und räumlichen Abgrenzung von Einzel- und Maßnahmenbündeln des Erosionsschutzes und der Sedimentrückhaltung beruhen:** Möglichkeiten zur Identifizierung und räumlichen Abgrenzung von Potentialen und Restriktionen von Einzelmaßnahmen sowie die Bildung von Maßnahmenbündeln des Erosionsschutzes und der Sedimentrückhaltung bilden eine wichtige Basis für die Erarbeitung von Konzepten des Erosionsschutzes und der Sedimentrückhaltung.
- **umsetzungsorientiert sein:** Im strategischen Planungsprozeß müssen Überlegungen zur lokalen Umsetzbarkeit berücksichtigt werden. Die Verwendung genormter Vorgehensweisen und die unkritische Übertragung von globalen Modellen, Techniken und Vorgehensweisen ist nicht zielführend. Der Planungsprozeß sollte von „unten“ getragen werden, auf Selbsthilfe und Selbstverantwortung basieren und die Voraussetzungen für den Interessenausgleich zwischen Akteuren fördern [GTZ 1995:8]. Bei der Umsetzung von Maßnahmen sind Vorgehensweisen zu erarbeiten, bei denen möglichst kurzfristig wirksame wirtschaftliche Vorteile für den Bauern zu erwarten sind.
- **eine nachhaltige Flächeninanspruchnahme garantieren:** Die Form der Flächeninanspruchnahme wird dann als nachhaltig betrachtet, wenn sie umwelt- und sozialverträglich, gesellschaftlich erwünscht, technisch machbar und ökonomisch sinnvoll ist [GTZ 1995:6]. Dies bedeutet, daß Strategien eine langfristige Orientierung besitzen, in Krisensituationen finanzierbar und umsetzbar und für die betroffenen Bergbauern kalkulierbar sein sollten.
- **in regionale Planungskonzepte integriert sein:** Die Regionalplanung ist das Instrument, in dem regionale und lokale Interessen gegeneinander abzuwägen sind. Es gilt zum Beispiel einen Ausgleich zwischen den wirtschaftlichen Interessen der Bergbauern und dem Schutz der natürlichen Ressourcen zu finden. Um die Wirksamkeit von Maßnahmen des Erosionsschutzes zu garantieren, sollten begleitende unterstützende Maßnahmen zum Zwecke des Erosionsschutzes in die Vorgehensweise integriert sein. Dies erfordert die Koordination aller Beteiligten auf der operativen wie auch der strategischen Planungsebene.

3 Komponenten und Vorgehen zur Erkundung von Strategien

Strategien haben die Aufgabe, darzulegen, was machbar ist und was nicht, sowie klar zu machen, was die Folgen sind [Hinterhuber 1990²:57]. Die Strategieerkundung kann als Problemfindungs- und Problemlösungsprozeß in komplexen Situationen unter Risiko und Unsicherheit bei unvollständiger Information charakterisiert werden [Rabl 1990; Sauer 1993:19]. Aus den Unsicherheitsbedingungen, unter denen ein Ziel verfolgt wird, ergibt sich der tendenzielle, evolutive und intentionale Charakter der Strategie. Das Charakteristikum der Unsicherheit zwingt zu Lernprozessen. Lernen ist auch erforderlich, weil bei komplexen Aufgaben keine einzelne Disziplin, kein einzelnes Ressort und kein einzelner Experte die Lösung kennt oder sie allein erarbeiten könnte [Scholl 1995:120].

Der Problemfindungs- und Problemlösungsprozeß beruht gemäß Abbildung 3-1 auf einer Vielzahl von Handlungen und Entscheidungen, die auf die Erreichung einer beweglichen Zielposition gerichtet sind [Hinterhuber 1990²:177]. Die Strategieentwicklung ist ein Verfahren, um in einem logischen Bezugsrahmen die einzelnen Entscheidungen zu ordnen, die – zeitlich und räumlich differenziert – in Richtung auf ein tendenzielles Ziel oder auf eine tendenzielle Zielposition führen. Clausewitz [1832/1957:42] unterstreicht, daß unter Voraussetzung gewisser Bedingungen andere Wege zum Ziele möglich, kein innerer Widerspruch, kein Absurdum, auch nicht einmal Fehler sind. Die Strategie ist keine Festlegung für eine unter mehreren Möglichkeiten [Hinterhuber 1990²:179].

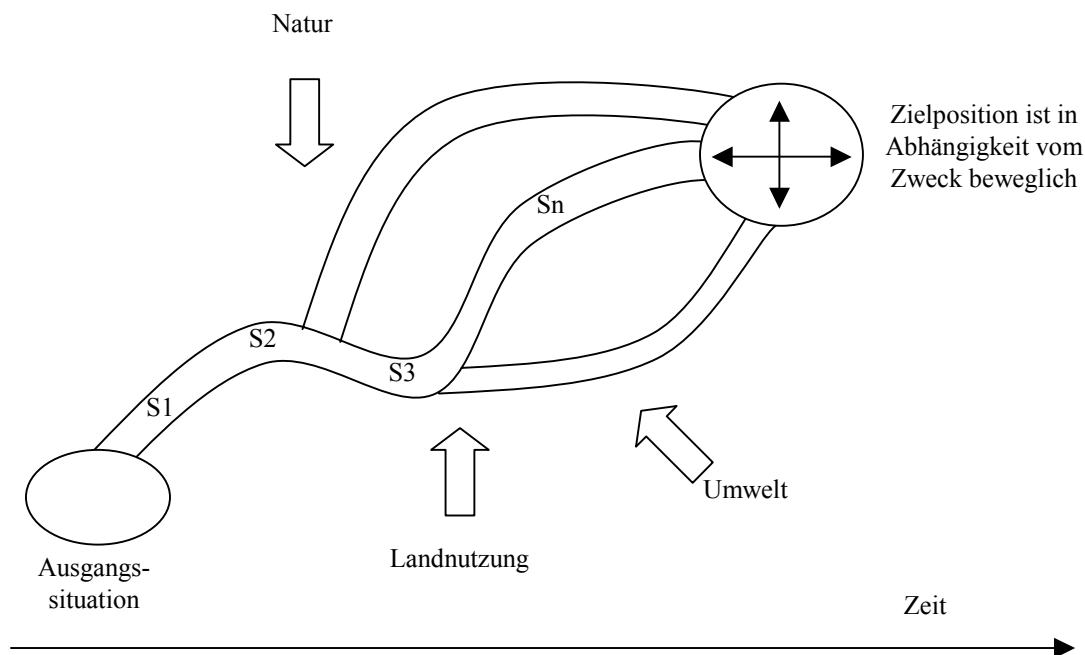


Abbildung 3-1: Strategie als Problemfindungs- Problemlösungspfad in komplexen Situationen (nach Hinterhuber [1990²:178]) (S1, S2... Sn: strategische Entscheidungen als Festlegungen für eine unter mehreren Möglichkeiten)

Nach Willke [1993⁴:16-27] bezeichnet Komplexität den Grad der Vielschichtigkeit, Vernetzung und Folgelastigkeit eines Entscheidungsfeldes. Sie nimmt zu im Zuge gesellschaftlicher Arbeitsteilung, funktionaler Differenzierung und wachsender Interdependenzen zwischen dem System Umwelt und den Systemen Mensch, Wirtschaft, Soziales etc. Ohne spezielle Hilfestellungen überfordert eine solche Komplexität den Entscheidungsträger [Eberhardt und Ewen 1994:VI]. Manchmal wird Komplexität aufrechterhalten oder vorgetäuscht, um den Einsatz

komplizierter Techniken und Verfahrensweisen und des entsprechenden Spezialistentums rechtfertigen zu können [Scholl 1995:167]. Der Begriff Entscheidungsfeld weist darauf hin, daß es keine Komplexität an sich gibt, sondern nur in Hinsicht auf ein bestimmtes Problem. Strategien dienen somit der Lösung von Problemen und können vom zu lösenden Problem nicht getrennt betrachtet werden [Hinterhuber 1990²:177].

Die Vielfalt der Möglichkeiten im Ablauf der Ereignisse verlangt eine Objektivierung der Strategie und der strategischen Entscheidung, wenn die Komplexität der Probleme beherrschbar und die Probleme selbst einer Lösung zugeführt werden sollen [Hinterhuber 1990²:177]. Die nächsten beiden Abschnitte behandeln Grundsätze und das Vorgehen bei der Strategieentwicklung sowie Methoden zur Untersuchung und Strukturierung von Systemen.

3.1 Strategieentwicklung

In jüngerer Zeit wurden Arbeiten zur strategischen Planung und zur Strategieentwicklung vornehmlich in den Bereichen der Unternehmensplanung, des Marketings und für Wettbewerbssituationen erstellt [Hinterhuber 1990²; Trautmann 1993; Bea/Haas 1997; Kühn/Grünig 1997; Grünig/Kühn 2000]. Der durch Deregulierung und Internationalisierung verschärfte Wettbewerb, die kürzeren Technologie- und Marktzyklen sowie die damit verbundene höhere Marktdynamik und Umweltunsicherheit erhöhen in Unternehmen das Risiko von strategischen Fehlentscheidungen erheblich. Die Erarbeitung erfolgversprechender Strategien steht deshalb für die Unternehmenspraxis im Vordergrund, wenn strategische Fragen diskutiert werden. Unternehmen, die über keine bewußte strategische Planung verfügen, müssen damit rechnen, in eine ausweglose Situation ‚zu driften‘ [Grünig/Kühn 2000:29].

Die Bestimmung von Wettbewerbspositionen setzt voraus, daß Klarheit darüber besteht, auf welche Kombination von Märkten, Angeboten und Ressourcen sie sich beziehen. Diesen Bezug stellt das strategische Geschäft her. Ein strategisches Geschäft ist nach Grünig/Kühn [2000:187] ein dreidimensionales Konstrukt, das einen bestimmten Markt als Wettbewerbsarena sowie eine spezifische Marktleistung und spezifische Ressourcen als Wettbewerbsmittel umfassen.

Im Abschnitt 2.1 wurde gezeigt, daß auch die räumliche Planung einem erheblichen Wandel unterliegt und nach neuen Formen sucht, dem veränderten Planungsverständnis gerecht zu werden. Es besteht also eine gewisse Parallelität zwischen wirtschaftswissenschaftlichen und Problemstellungen in der räumlichen Planung. In Anlehnung an Grünig/Kühn [2000] setzt sich eine strategische Aufgabe in der räumlichen Planung aus Problemfeldern als Aktionsraum sowie spezifischen Planungsleistungen und spezifischen Ressourcen als Mittel zusammen. Das Ziel der strategischen Planung liegt somit darin, Planungsleistungen sinnvoll zu strategischen Aufgabenfeldern zusammenzufassen, um den Blick für das Wesentliche, der für strategische Überlegungen zentral ist, zu erhalten.

Unternehmen haben die Möglichkeit, sich aus Märkten zurückzuziehen, wenn sie die langfristigen Erfolgsaussichten als ungünstig einschätzen. Nach Treuner [1994:58] scheint es so, daß man auch in der Regionalplanung Abschied nehmen muß von der Vorstellung, daß man an allen Stellen gleichzeitig etwas Entscheidendes ändern kann. Während in Zeiten der Stabilität und des Wachstums Gleichheit ein wichtiges gesellschaftliches und damit planerisches Ziel ist, das sich operativ in der Optimierung von Systemen ausdrückt, stehen in Umbruchs- und Krisensituationen andere Forderungen im Vordergrund. Beim Verzicht auf das Ziel landesweiter Ausgewogenheit spielen auch finanzielle Engpässe eine Rolle [Zalad 1997:89]. Das neue Planungsverständnis der Regionalplanung wie auch die Erfordernis, die Verfolgung bzw. Nichtverfolgung von alternativen Lösungswegen begründen zu können, unterstreichen

die Bedeutung der Strategieentwicklung für die räumliche Planung wie auch die Notwendigkeit, Methoden zu deren Erarbeitung bereitzustellen.

Die weiteren Ausführungen zur Strategieentwicklung gliedern sich in sechs Abschnitte. Die ersten drei Abschnitte stellen grundlegende Aspekte dar und beziehen sich auf das Problemlösen, auf Grundzüge der Entscheidungsfindung und auf Überlegungen zu Arten strategischer Vorgehensweisen. Im vierten Abschnitt werden die Möglichkeiten des Entflechtens der strategischen Aufgabe aufgezeigt. Die beiden letzten Abschnitte dieses Kapitels behandeln den Ablauf der strategischen Planung und die Arbeitsschwerpunkte der Strategieerkundung.

3.1.1 Problemlösen

Nach Popper [1997³:15ff] gehen Natur- und Sozialwissenschaften immer von Problemen aus, davon, daß etwas Verwunderung erregt. Ohne Probleme gäbe es keine Beobachtung. Popper [1993⁴:170] bezeichnet Probleme als „ungelöste Aufgabenstellungen“. Ein Problem kann nur vor seinem Hintergrund verstanden werden, was er als Problemsituation bezeichnet. Mit Problemsituation ist das Auftauchen eines Problems in einer bestimmten Situation unseres Gesamtwissens gemeint. In der räumlichen Planung bilden Problemfelder ungelöste Schwerpunktaufgaben, für die Lösungsversuche aufgezeigt werden sollen.

Wenn wir das erste Mal auf ein Problem stoßen, so führt Popper [1993⁴:273] weiter aus, können wir offenbar nicht viel darüber wissen. Bestenfalls haben wir eine undeutliche Vorstellung davon, worin unser Problem eigentlich besteht. Wenn wir uns lange genug und eingehend genug mit dem Problem beschäftigt haben, dann fangen wir an, es zu kennen und zu verstehen, in dem Sinne, daß wir wissen, welche Art von Vermutung oder Hypothese bestimmt unbrauchbar ist, weil sie einfach am Problem vorbeigeht, und welche Anforderungen jeder ernsthafte Lösungsversuch erfüllen muß. Mit anderen Worten, wir beginnen die Verästelung des Problems zu sehen, seine Teilprobleme und seine Verknüpfungen mit anderen Problemen.

Um die Schwierigkeiten und Möglichkeiten des Problemlösens bei der Strategieentwicklung weiter zu vertiefen, sollen in diesem Abschnitt folgende drei Gedanken diskutiert werden: das Lernen durch Versuch und Irrtum, der Dualismus zwischen Problemfeldern und strategischen Aufgabenfeldern und die horizontale und vertikale Informationsverarbeitung.

Lernen durch Versuch und Irrtum

Popper stellt in seiner Arbeit ein vierstufiges zyklisches Schema über das Lernen durch Versuch und Irrtum vor (siehe Abbildung 3-2). Für ein anfängliches Problem werden Lösungsversuche erarbeitet. Lösungsversuche bestehen immer aus Theorien, und diese sind, da sie versuchsweise sind, häufig irrig. Sie sind und bleiben Hypothesen oder Vermutungen, das heißt Erklärungsversuche. Die Elimination ist im wesentlichen eine Elimination von Irrtümern (Fehlern) und baut auf einem Pluralismus der Lösungsversuche auf. Durch eine kritische Diskussion und möglichst strenge Prüfung werden die konkurrierenden Lösungsversuche der Kritik unterworfen. Die Kritik arbeitet mit allen Mitteln, die zur Verfügung stehen und die hergestellt werden können. Aus der Falsifikation lernt man nicht nur, daß eine Theorie falsch ist, sondern man lernt, warum sie falsch ist. Vor allem gewinnt man ein neues und schärfer gefaßtes Problem, das Ausgangspunkt einer neuen wissenschaftlichen Entwicklung ist. Man kann also sagen, das Wachstum unseres Wissens bewege sich von alten Problemen hin zu neuen (Folgeproblemen), und zwar durch Vermutungen und Widerlegungen. Diese neuen Probleme werden im allgemeinen nicht absichtlich von uns geschaffen, sondern ergeben sich autonom aus den neuen Beziehungen, die wir, ob wir das beabsichtigen oder nicht, mit jeder Handlung schaffen [Popper 1993⁴].

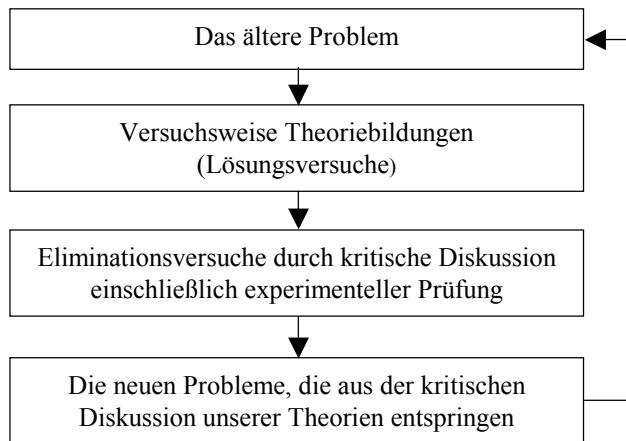


Abbildung 3-2: Vierstufiges Schema zur Wissenschaftstheorie (nach Popper [1997³:15ff])

Auch in der strategischen Planung sind Probleme Ausgangspunkt, und Strategien dienen der Lösung dieser Probleme. Es scheint so, daß die Behandlung wissenschaftlicher Probleme und Fragen der strategischen Planung vergleichbar sind. Dies beruht auf dem Zusammenhang zwischen Problemen und Lösungsversuchen. Darauf soll nun näher eingegangen werden.

Dualismus zwischen Problemfeldern und strategischen Aufgabenfeldern

Um den Zusammenhang zwischen Problemfeldern und strategischen Aufgabenfeldern plastischer darstellen zu können, soll das Beispiel der Erosions- und Verlandungsproblematik betrachtet werden (siehe Abbildung 3-3). Beim Problemfeld stellt sich die Frage nach der Erfassung und Beschreibung der Erosionsgefährdung und beim strategischen Aufgabenfeld die nach der Entwicklung von Konzepten des Erosionsschutzes und der Sedimentrückhaltung. Wir haben also zwei ungelöste Aufgabenstellungen, das heißt zwei Teilprobleme, die durch Wechselwirkungen miteinander verknüpft sind und daher nicht entkoppelt werden können. Es besteht also ein Dualismus zwischen Problemfeldern und strategischen Aufgabenfeldern und zwar im Hinblick auf zu treffende Entscheidungen.

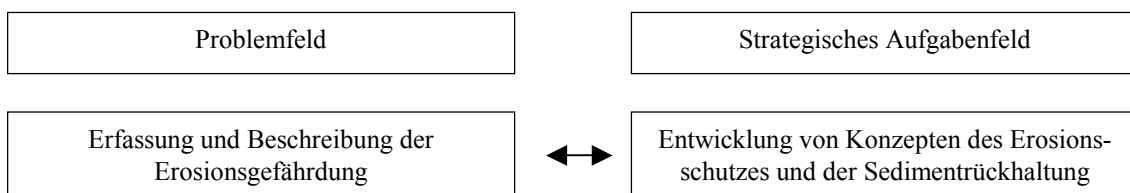


Abbildung 3-3: Dualismus zwischen Problemfeld und strategischem Aufgabenfeld

Aufgrund der bestehenden Wechselwirkungen und dem daraus resultierenden Abstimmungsbedarf ist eine simultane Bearbeitung von Problemen und Lösungsversuchen notwendig. Die Suche nach Lösungen wirft Fragen auf, die nicht gestellt würden, wenn nur das Problem betrachtet würde. Andererseits geben erkannte Prozesse der Problemsituation wichtige Hinweise für die Verfolgung oder die Nichtverfolgung von Lösungsrichtungen. Nach Popper [1993⁴:187] lernen wir ein Problem verstehen, indem wir es zu lösen versuchen und scheitern. Bei planerischen Aufgaben ist es daher erfolversprechend, mit ersten Lösungsversuchen einer Aufgabe rasch zu beginnen und sich zu fragen, was zentrale Entscheidungen sind, die am Ende einer bestimmten Klärungsetappe zu treffen sind [Scholl 1995].

Um zu verfolgenswerten Lösungen zu gelangen, sind in der Regel mehrere Durchgänge notwendig. Das Problemlösen durch Versuch und Irrtum erzeugt einen Rhythmus von Handlungen und Entscheidungen, was zu einer schrittweisen Konkretisierung des Problems und Ein-

engung des Lösungsraumes führt. Dem liegt zugrunde, daß das zur Lösung komplexer Schwerpunktaufgaben benötigte Wissen meistens nicht unmittelbar verfügbar ist, sondern schrittweise erworben werden muß. Eine sich bildende gemeinsame Wahrnehmung entscheidungsrelevanter Sachverhalte ist dem Klären von komplexen Aufgaben dienlich [Scholl 1995:160]. In Anlehnung an Popper kann der strategische Planungs- und Entscheidungsprozeß als ein zyklischer informationsverarbeitender Prozeß nach der Methode von Versuch und Irrtum aufgefaßt werden.

Horizontale und vertikale Informationsverarbeitung

Informationsverarbeitung ist notwendig, um sich ein Gedankenmodell zu erarbeiten und um Veränderungen wahrzunehmen und, sofern dies notwendig ist, entsprechend darauf reagieren zu können. Neben der aufgezeigten horizontalen Informationsverarbeitung zwischen Problemfeldern und strategischen Aufgabenfeldern ist ein Kennzeichen der strategischen Planung die Informationsverarbeitung auf unterschiedlichen vertikalen Ebenen⁸. Diese Tatsache beruht darauf, daß sich der Aktionsbereich der Strategie von der politischen Zielsetzung bis hin zur operativen Umsetzung erstreckt. Eine weitere Schwierigkeit bei der Informationsverarbeitung besteht für komplexe Fragestellungen darin, daß die einzelnen Akteure und Spezialisten in Abhängigkeit von der zu lösenden Fragestellung einen unterschiedlichen Informationsbedarf haben, der aufeinander abzustimmen ist. Planungssituationen sind daher in der Regel nicht nur durch unvollkommenes Wissen, sondern auch durch asymmetrisches Wissen gekennzeichnet. Die problemorientierte horizontale und vertikale Informationsverarbeitung zwischen unterschiedlichen Akteuren ist daher eine wichtige Aufgabe bei der Strategieentwicklung. Die Möglichkeiten zur Entflechtung der strategischen Aufgabe, die die Informationsverarbeitung erleichtert, werden im Abschnitt 3.1.4 vertieft.

Die Informationsverarbeitung zielt auf einen Erkenntnisgewinn im Hinblick auf eine zu treffende Entscheidung ab. Jeder Erkenntnisgewinn besteht in der Veränderung bisherigen Wissens. Information ist Zuwachs an zweckmäßigem Wissen und läßt sich kennzeichnen nach seiner Relevanz, Differenziertheit, Operationalität und Präzision, Sicherheit sowie seiner Aktualität und Exklusivität [Bea/Haas1997:234ff]. Darüber hinaus läßt sich Wissen nach Scholl [1995:29] unterteilen in: Wissen, von dem ich weiß, daß ich es weiß, Wissen, von dem ich weiß, daß ich es nicht weiß, und Wissen, von dem ich nicht einmal weiß, daß ich es nicht weiß. Dies kann zu Unsicherheiten und Überraschungen führen.

Man sollte meinen, daß die Vielzahl der zur Verfügung stehenden Informationen keine Informationsprobleme entstehen ließe. Das Gegenteil scheint eher der Fall zu sein. Zur Lösung von Problemen taucht die Frage auf, welche Informationen überhaupt wichtig sind und welche neuen Informationen erzeugt werden müssen, damit beim Problemlösen wichtige Fragen beantwortet werden können. Aus der schier unendlich großen Menge interner und externer Daten ist jeweils nur ein bestimmter Ausschnitt für die momentane Fragestellung von Bedeutung. Fachübergreifendes Wissen zusammenzustellen und kritisch zu diskutieren, ist ein wichtiges Element, um Klärungsprozesse zu unterstützen.

Bei komplexen Fragestellungen sind die Informationsnachfrage, also das subjektive Informationsbedürfnis, und der (objektiv) relevante Informationsbedarf in der Regel nicht identisch. Den Zusammenhang zwischen Informationsangebot, Informationsbedarf und Informationsnachfrage zeigt Abbildung 3-4. Problematisch sind insbesondere Informationen im Feld zwei, die objektiv wichtig, potentiell verfügbar sind, aber nicht nachgefragt werden. Der umgekehr-

⁸ Die Informationsebenen des Fallbeispiels gliedern sich in das Wassereinzugsgebiet mit seinem Umfeld, dem Bereich der ‚Tertiären Mergel‘ und die lokale Ebene der Umsetzung (siehe Kapitel 4).

te Fall liegt im Feld fünf vor. Hier werden vorhandene Informationen nachgefragt, obwohl dafür objektiv kein Bedarf besteht. Der Prozeß der Informationsverdichtung steigt mit der Möglichkeit, die globale Fragestellung auf den einzelnen Informationsebenen zu konkretisieren und einzugrenzen. Dies ist jedoch nur gewährleistet, wenn eine Differenzierung von relevanten Prozessen in inhaltlicher, räumlicher und zeitlicher Weise möglich ist. Dabei helfen Methoden zur Untersuchung von Systemen, die im Abschnitt 3.2 näher dargestellt werden.

- 1 Erforderliche Informationen, die weder angeboten noch nachgefragt werden
- 2 Erforderliche Informationen, die angeboten, aber nicht nachgefragt werden
- 3 Erforderliche Informationen, die nachgefragt, aber nicht angeboten werden
- 4 Nachgefragte Informationen, die aber weder erforderlich sind noch angeboten werden
- 5 Nachgefragte und angebotene Informationen, die aber nicht erforderlich sind.
- 6 Angebotene Informationen, die weder erforderlich sind noch nachgefragt werden
- 7 Erforderliche, nachgefragte und angebotene Informationen

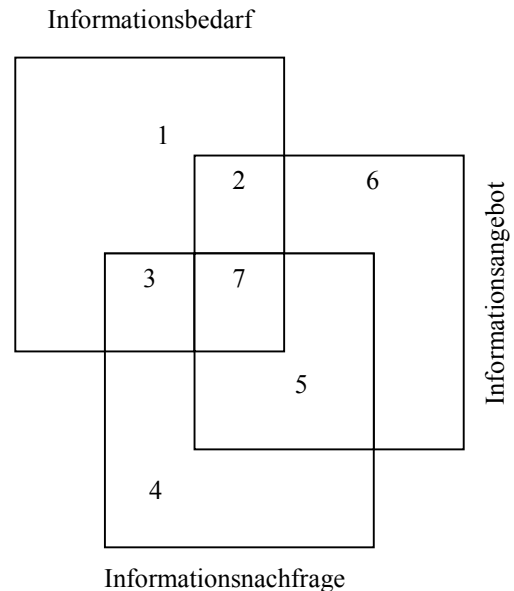


Abbildung 3-4: Verhältnis von Informationsbedarf, -angebot und -nachfrage (nach Bertel [1992³:875]).

Eine dem Prinzip der Vorsicht folgende Beschaffung aller verfügbaren Informationen, unabhängig vom konkreten Bedarf, ist keine adäquate Strategie zur Schließung von Informationslücken, sondern birgt die Gefahr eines ‚information overload‘ in sich [Bea/Haas 1997:245]. Fordert die Maxime „Nichts Wichtiges vergessen“ dazu auf, den Sichtwinkel zur Klärung komplexer Aufgaben weit zu öffnen, so hält die Maxime „von der schärferen Information“ dazu an, ihn wieder einzuengen und sich zu fragen, ob zum Entscheiden mehr Wissen benötigt wird oder nicht [Scholl 1995:98].

Die Erfahrung in Strategieprojekten hat gezeigt, daß es einen Grundstock an Informationen gibt, die im Rahmen der Strategieerarbeitung mit hoher Wahrscheinlichkeit als Grundlagen benötigt werden. Diese im Vorfeld der Festlegung der Strategien konzentriert zu beschaffen, ist effizienter als den jeweiligen Bedarf tranchenweise zusammenzutragen [Grünig/Kühn 2000:139]. Geographische Informationssysteme, die auch im Rahmen dieser Arbeit verwendet wurden, können bei der strukturierten Informationsverarbeitung wichtige Hilfestellung geben, da sie maßstabsunabhängig sind und der Nutzen der Information im Vordergrund stehen sollte.

3.1.2 Grundzüge der Entscheidungsfindung

Problemlösen ist durch eine Fülle von Einzelentscheidungen gekennzeichnet, die sich auf die Erfassung der Problemsituation wie auch auf die Erkundung alternativer Lösungswege beziehen. Im ersten Fall gilt es zu diskutieren, ob ein Problem vorliegt und welche Bedeutung (sachlich, räumlich und zeitlich) es im Vergleich zu anderen Problemen besitzt. Im zweiten Fall gilt es, die Bedeutung von Einzelmaßnahmen selbst und in Bezug auf die Erarbeitung von Maßnahmenbündeln zu beurteilen. Darüber hinaus gilt es zu prüfen, ob ein Problem lediglich aus einem Mißstand oder erst im Zusammenhang mit seinen Möglichkeiten der Bewältigung eingeschätzt und beurteilt werden kann. Generell besteht ein Entscheidungsproblem dann, wenn eine Mehrzahl von Möglichkeiten, deren Gesamtheit den Entscheidungsraum bilden, zur Auswahl steht. Strategische Entscheidungen liegen dann vor, wenn Handlungen notwendig werden, die die Ausrichtung von Schwerpunktthemen auf lange Sicht festlegen [Hinterhuber 1990²:179]. Dies ist mit einer Konzentration der Kräfte und Mittel auf bestimmte Aufgabenfelder verbunden.

In Abhängigkeit vom Informationsstand werden drei Entscheidungssituationen unterschieden. Kann der Entscheidungsträger einen Umweltzustand angeben, der eintreten wird, so spricht man von Entscheidung unter Sicherheit. Ist die Realisierung mehrerer Umweltzustände möglich, so wird zwischen Situationen mit bekannten Eintrittswahrscheinlichkeiten (Entscheidung unter Risiko) und unbekanntem Eintrittswahrscheinlichkeiten (Entscheidung unter Unsicherheit) unterschieden [Rabl 1990:118; Odening 1994:3].

Ungewißheit muß beim Entscheiden akzeptiert werden, da zukünftige Zustände zu unterschiedlichen Zeitpunkten von an der Planung Beteiligten bzw. von ihr Betroffenen für unterschiedlich plausibel gehalten werden [Ortgiese 1997:12]. Es gibt keine Gewißheit über die Umstände und demzufolge auch nicht über das Eintreffen erwünschter Wirkungen von Handlungen. Ebensovienig wird man je sicher sein, alle möglichen Handlungen zur Lösung eines Problems entdeckt zu haben. Bei komplexen Aufgaben kommt erschwerend hinzu, daß die Fülle von Problemen unbekannt ist, die entsteht, wenn man die Aufgabe zu lösen beginnt. Das Lösen komplexer Aufgaben verlangt deshalb einen verständigen und systematischen Umgang mit Risiko, der letztlich dazu führen soll, daß unnötige Risiken vermieden werden [Scholl 1995:28].

Trotz oder gerade wegen der Unsicherheit wird von planerischen Entscheidungen verlangt, unter den gegebenen Umständen und dem momentanen Kenntnisstand ein Höchstmaß an Rationalität durch das Vorgehen zu erreichen. Damit ist gemeint, daß eine Handlung gegenüber anderen begründet bevorzugt werden kann. Dazu ist es notwendig, daß

- die Problemlage/das Problemfeld richtig erkannt und eingeschätzt werden kann,
- der Raum möglicher Lösungen erkundet und alternative Möglichkeiten des Handelns dargestellt werden können,
- Wirkungen und Konsequenzen alternativer Handlungen dargestellt und mit den Beteiligten und Betroffenen kritisch diskutiert werden können.

Rationalität erfordert also bestimmte Vorgehensweisen und Logik zur Einengung des Lösungsraumes. Eine Mindestforderung besteht darin, daß Entscheidungen nachvollzogen werden können. Darüber hinaus ist bei der strategischen Planung wegen der Ungewißheit beim Entscheiden zu fordern, robuste Entscheidungen zu treffen [Scholl 1995:27]. Das Denken in Alternativen bietet dabei eine wichtige Hilfestellung.

Denken in Alternativen

Die Entscheidungslogik baut auf dem „Wählen“ bzw. dem Denken in „Alternativen“ auf, die in Anlehnung an Popper kritisch zu diskutieren sind. „Ein Projekt hat nicht nur Vor- und Nachteile, sondern im Vergleich mit anderen Optionen oft andere Vor- und Nachteile. Diese jeweils anderen Bündel von Vor- und Nachteilen sind gekoppelt: man kann sich nicht gegen bestimmte Vorteile für eine Option entscheiden, ohne gleichzeitig und implizit die untrennbar damit verbundenen Nachteile für akzeptabel zu halten. Bei jeder Option sind dies andere Kombinationen“ [Köhl 1992:96]. Man befindet sich in einer Situation, die als Maximin - bzw. Minimax - Dilemma bezeichnet wird [Strassert 1992]. Werden Flächen für die Umsetzung von Maßnahmen des Erosionsschutzes mit den größtmöglichen Vorteilen gesucht, so muß man darauf verzichten, gleichzeitig die geringstmöglichen Nachteile zu erhalten. Es besteht ein Maximin - Dilemma. Beim Minimax - Dilemma versucht man bei der Flächensuche die größten Nachteile zu vermeiden. In dem Fall muß darauf verzichtet werden, gleichzeitig die größtmöglichen Vorteile zu erhalten. Das Dilemma wird offensichtlich. Bei einer Entscheidung gegen Flächen mit bestimmten Nachteilen müssen auch die damit zwangsläufig verbundenen Vorteile aufgegeben werden und umgekehrt. Je nach Weg erhält man also entweder subminimale Nachteile oder submaximale Vorteile. Nur über eine Abwägung zwischen den flächenspezifischen Vor- und Nachteilen kann deshalb eine Kompromißlösung gefunden werden [Strassert 1992; Köhl/Ortgiese 1994].

Die Abwägung bildet dabei den rechtlichen Kern der Planungsentscheidung. Die Abwägung hat sich immer auf den Einzelfall zu beziehen, was zur Folge hat, daß eine feste Rangordnung der Güter und Rechtswerte, aus der sich das Ergebnis wie aus einer Tabelle ablesen läßt, nicht existiert [Larenz/Canaris nach Ortgiese 1997:31]. Die Abwägung rückt somit in die Nähe des Ermessens und ist hinsichtlich ihrer Struktur innerhalb des gesetzlichen Rahmens offen [Gassner 1993:19]. Folglich ist deutlich hervorzuheben, daß es sich um keinen methodischen Fehler der Abwägung handelt, wenn zwei Gruppen zu unterschiedlichen Abwägungsergebnissen kommen. Die Abwägungsgrundsätze sind jedoch zu beachten und vom Abwägungsergebnis zu trennen.⁹ Die Abwägung bildet somit den Gegenpol zur determinierten Entscheidung bei konditional programmierten Zielen, der ein geschlossenes Regelungsprogramm und Wertesystem zugrunde liegt. Interaktive Entscheidungsverfahren ermöglichen dem Entscheidungsträger die Überprüfung und eventuelle Änderung seiner geäußerten Präferenzen auf der Grundlage zusätzlicher Informationen [Hochstrate 1987:57].

Untersuchung der Wirkungen

Nicht die Maßnahmen oder alternativen Lösungswege selbst, sondern deren Wirkungen (Veränderungen) auf die Problemsituation dienen als Basis für deren kritische Diskussion und Bewertung. Wie im Abschnitt 3.1.6 noch gezeigt wird, sind neben den Wirkungen auf die Schutzgüter bei der Strategieabstimmung auch die Anforderungen an Strategien, das heißt die Erhaltung der Erfolgspotentiale, die Risikostreuung der Handlungen, die Anpassungsfähigkeit sowie die Erhaltung der Handlungsfreiheit zu berücksichtigen. Nach Hardt [Kistenmacher 1994:64] lassen sich folgende Typen von Wirkungen unterscheiden: Wirkungsart - negativ, positiv; Wirkungsform - kumulativ, synergetisch; Wirkungszeitpunkt – kurz-, mittel-, langfristig (nachhaltig); Wirkungsdauer – vorübergehend, dauerhaft, reversibel und irreversibel; Wirkungsausbreitung – räumliche Reichweite und Wirkungsintensität – Stärke, Erheblichkeit.

Bei der Erfassung der Wirkungen sollte nicht eine Genauigkeit vorgetäuscht werden, da es sich bei Wirkungsprognosen meist um unbewiesene Hypothesen, Vermutungen und Behauptungen

⁹ Zu möglichen Fehlern in der Abwägung siehe Gassner [1993:18].

tungen mit oft beträchtlicher Bandbreite handelt [Köhl 1992:94]. Hauptgründe für die Schwierigkeiten, Wirkungen zu erfassen, sind die beträchtlichen Lücken im Wissen um ökosystemare und soziale Ursachen-Wirkungs-Beziehungen, die zeitliche und räumliche Entkopplung von Ursache und Wirkung sowie kumulative Wirkungen und Rückkopplungsmechanismen in komplexen Wirkungssystemen.

Prinzip der Abwägung durch paarweisen Vergleich

Bei der Bewertung von Einzelprojekten besteht die Aufgabe darin, Lösungsvorschläge in eine Rangreihung zu bringen. Dazu wurde das ‚Formalisierte Abwägungs- und Rangordnungsverfahren‘ FAR entwickelt, das auf dem Prinzip der Abwägung durch paarweisen Vergleich basiert. Zur praktischen und methodischen Vorgehensweise (Anzahl der paarweisen Vergleiche, Transitivität, etc.) wird auf die neueren Beiträge von Köhl [1999] und Strassert [1999] verwiesen. Obwohl das Verfahren der operativ/taktischen Planung zuzurechnen ist, soll aufgezeigt werden, daß mit dem Prinzip der Abwägung eine kohärente Logik und Methodik besteht, wodurch eine Verknüpfung zwischen der strategischen und der operativ/taktischen Planung hergestellt werden kann.

Die Entscheidungsgrundlagen werden in Wirkungstabellen zusammengefaßt. Die originalskalierten Kriterienausprägungen ermöglichen eine gute Beurteilung der Wirkungsunterschiede und gewährleisten eine größtmögliche Transparenz. Weitere Entscheidungshilfen sind die Ordnungstabellen der Kriterienausprägungen und die Abstimmungsmatrix, die für jede Vorhabensmöglichkeit angibt, in welchen Kriterien diese besser bzw. schlechter eingeschätzt wird als eine zweite. Mit Hilfe der Abstimmungsmatrix kann die teilweise Überlegenheit bzw. Unterlegenheit von Lösungsansätzen aufgedeckt werden. Im Falle einer vollkommenen Überlegenheit eines Lösungsansatzes erübrigt sich die Abwägung [Strassert 1995:57f; Ortgiese 1997:83].

Der Abwägungsvorgang beginnt mit einer Inspektion der Wirkungstabelle. Methodisch ist dabei zwischen der horizontalen und der vertikalen Abwägung zu unterscheiden [Köhl/Ortgiese 1994: 65; Köhl 1997b:77]:

- Bei der horizontalen Abwägung wird überprüft, ob die Unterschiede der Wirkungsstärken für die jeweiligen Kriterien bei allen Vorhabensmöglichkeiten für den Entscheidungsprozeß von Bedeutung sind oder nicht (horizontale Abwägung der Wirkungsstärken).
- Bei der vertikalen, spaltenweisen Abwägung wird geklärt, welche Bedeutung bzw. Präferenz den einzelnen Entscheidungskriterien untereinander zukommt (vertikale Abwägung der Wirkungsarten und unterschiedlicher Wirkungsstärken). Im Rahmen der vertikalen Abwägung kann ein nochmaliger horizontaler Vergleich der Kriterienausprägungen erforderlich werden.

Die Ausführungen zeigen, daß die Entscheidungsfindung vornehmlich von der Einschätzung der absoluten und relativen Entscheidungserheblichkeit der Wirkungen beeinflusst wird. Gerade darin liegt jedoch auch ein methodisches Problem, da die Kenntnisse über Wirkungszusammenhänge meist unzureichend sind. Liegen keine abgesicherten wissenschaftlichen Ergebnisse vor, muß der Entscheidungsträger begründen, ob und wann er Unterschiede in den Kriterienausprägungen für signifikant hält oder nicht. Bei der vertikalen Abwägung tritt zudem das Problem auf, entscheiden zu müssen, ob und, wenn ja, warum ein Nachteil zugunsten der Vorteile akzeptiert werden kann [Ortgiese 1997:84f].

3.1.3 Überlegungen zu Arten strategischer Vorgehensweisen

In diesem Abschnitt soll eine beschränkte Anzahl von grundsätzlich möglichen strategischen Vorgehensweisen dargestellt werden, aus denen sich langfristig orientierte Strategien zusammensetzen können. Die Ausführungen helfen auch bei der Einteilung der Mittel hinsichtlich ihrer Wirkungsweise. Ohne den Anspruch auf Vollständigkeit zu erheben, soll für die Zwecke der Arbeit zwischen Offensive und Defensive, indirektem und direktem Vorgehen, Rückzug, Diversifikation, Konzentration und Konversion sowie Kooperation unterschieden werden.

Die Einteilung der Tabelle 3-1 zielt darauf ab, die dominierenden Bezugsebenen aufzuzeigen, wobei mehr oder weniger starke Überschneidungen untereinander bestehen. Auf grundlegende Arten taktischer Verhaltenweisen oder mögliche Wechselwirkungen mit den strategischen wird im Rahmen dieser Arbeit nicht eingegangen.

| grundlegende Arten strategischer Vorgehensweisen | dominierende Bezugsebene |
|--|---|
| Offensive und Defensive | Art und Intensität der Vorgehensweise |
| direktes oder indirektes Vorgehen | Art der Vorgehensweise und der Ressourcen |
| Rückzug, Diversifikation, Konzentration und Konversion | Aufgabenfeld und/oder Ressourcen |
| Kooperation | Akteure |

Tabelle 3-1: Grundlegende Arten strategischer Vorgehensweisen mit ihren dominierenden Bezugsebenen

Offensive und Defensive

Das Ziel der Offensive ist die Eroberung oder die Suche nach einem Vorteil, während das Ziel der Defensive die Verteidigung als Schutz und Sicherung ist. Offensive und Defensive verdeutlichen die Art und die Intensität des Vorgehens. Innovatives Verhalten kann als Spezialfall des offensiven Vorgehens interpretiert werden. Nach Trautmann [1993:120] umfassen die grundlegenden Anpassungsalternativen vornehmlich defensives und offensives Verhalten, da sich diese beiden Ausprägungsformen in Bezug auf Konflikt handhabung diametral gegenüber stehen. Die Energie des Handelns drückt die Stärke des Motivs aus, durch das das Handeln hervorgerufen wird [Clausewitz 1832/1957:60].

Die strategische Offensive ist der gerade Weg zum Ziel. Sie zählt zu den direkten Strategien und bietet sowohl die größte Handlungsfreiheit als auch die Möglichkeiten der Überraschung. Strategische Offensiven können einerseits nützlich sein, um einen Vorteil zu erringen; andererseits können sie aber auch nützlich sein, um einen Nachteil zu vermeiden [Krause 1996:76]. In manchen Situationen kann eine Offensive als besseres Mittel der Verteidigung angesehen werden [Clausewitz 1832/1957:397]. Offensives Verhalten ist jedoch in der Regel durch einen hohen Ressourcenverbrauch gekennzeichnet [Hinterhuber 1990²:124], das heißt, offensives Verhalten verrät normalerweise einen Überfluß an Kraft bzw. Ressourcen [Sunzi 1999:43]. Dabei gilt es zu bedenken, daß jede strategische Offensive um so schwächer wird, je weiter sie fortschreitet. Es ist eine alte Weisheit, daß der Anfangserfolg des Angreifers noch nicht seinen endgültigen Sieg bedeutet. Clausewitz [1832/1957] bezeichnet den Umkehrpunkt hin zu einer Niederlage als Kulminationspunkt. Bis dahin ist nichts entschieden, nichts gewonnen, nichts verloren [Hinterhuber 1990²:23]. Es kann somit ungünstig sein, Positionen zu besetzen, die nur schwer zu verteidigen sind oder viele Schwachpunkte haben [Krause 1996:85]. Man sollte sich also davor hüten, Gebiete durch einen hohen Mittelverbrauch vor Bodenerosion schützen zu wollen, wenn langfristig dafür die Ressourcen nicht zur Verfügung stehen und die Erfolgsaussichten ungünstig erscheinen. Andererseits wird es in zweifelhaften Fällen und bei unklaren Verhältnissen geratener sein, aktiv zu verfahren und

sich selbst die Initiative zu erhalten, als das Gesetz vom Gegner zu erwarten [Hinterhuber 1990²:29].

Politisch heißt Verteidigungskrieg ein solcher, den man für seine Unabhängigkeit führt. Unabhängigkeit bedeutet auch, die Handlungsfreiheit zu behalten. Man wählt die strategische Defensive hauptsächlich, wenn der Feind überlegen ist [Clausewitz 1832/1957:804]. Verteidigung kann darauf abzielen, Bestehendes zu erhalten oder abzuwarten, um zum Beispiel Zeit zu gewinnen, sich Möglichkeiten offenzuhalten oder Entscheidungen zurückzulegen. Erhalten ist leichter als gewinnen, schon daraus folgt, daß die Verteidigung bei vorausgesetzten gleichen Mitteln leichter ist als die Offensive [Clausewitz 1832/1957:396]. So sind Stabilisierungsstrategien darauf ausgerichtet, die bisherigen Positionen zu sichern, wie zum Beispiel Maßnahmen des Erosionsschutzes in intakten Gebieten mit einer potentiellen Gefährdung gegenüber Linienerosion.

Das Abwarten bis zu besseren Augenblicken setzt jedoch voraus, daß von der Zukunft dergleichen zu erwarten ist, und es ist also dieses Abwarten allemal durch diese Aussicht motiviert. Dagegen ist die Offensive da geboten, wo die Zukunft nicht uns, sondern dem Gegner bessere Aussichten gewährt [Clausewitz 1832/1957:722]. Nach Clausewitz [1832/1957:625] ist Verteidigung jedoch kein absolutes Abwarten und Abwehren, sondern ein relatives und mit mehr oder weniger offensiven Prinzipien durchdrungen. Auch in der Verteidigung gilt es, ein Ziel klar und entschlossen weiterzuverfolgen.

Indirektes und direktes Vorgehen

Die strategische Defensive kann ein indirektes Vorgehen haben, was einen Umweg zum Ziel bedeutet. Eine direkte Vorgehensweise wird eher in Verbindung mit der Offensive angewendet. Ein indirektes oder direktes Vorgehen spiegelt sich auch in der Wahl der Maßnahmen und der Rolle der Akteure wieder.

Nach Hinterhuber [1990²:70] sind in der indirekten Strategie die materiellen, finanziellen und personellen Ressourcen weniger wichtig, und der zeitliche Horizont ist länger. Die indirekte Strategie ist die Kunst, den engen Handlungsspielraum bestmöglich zu nutzen und trotz der zuweilen äußersten Begrenzung der Ressourcen große und durchschlagende Erfolge zu erzielen [Hinterhuber 1990²:69]. Das Wesentliche in der direkten Strategie ist die Stärke, das heißt sind die materiellen Mittel, um die Handlungsfreiheit mehr oder weniger leicht zu erringen.

Rückzug, Diversifikation, Konversion und Konzentration

Rückzug, Diversifikation, Konversion und Konzentration zielen darauf ab, das Aufgabenfeld und demzufolge die Art bzw. Intensität der Mittel zu reduzieren, zu vergrößern, zu verlagern oder zu konzentrieren. Allen vier Formen ist der Umstand gemein, daß sie kernverändernd wirken [Trautmann 1993:20]. Beim Rückzug ziehen sich Akteure aus Teilen und/oder ganzen Problemfeldern zurück, da zum Beispiel die Erfolgchancen als ungünstig eingeschätzt werden [Trautmann 1993:19]. Die Diversifikation ist das Gegenstück zur Reduktion, das heißt das Aufgabenfeld und/oder die Art der Mittel wird erweitert. Die Konversion bedient sich des Rückzugs wie auch der Diversifikation, indem sie die bei dem Rückzug aus einem Aufgabenfeld freiwerdenden Ressourcen für den Aufbau neuer Aufgabenfelder nutzt. Rückzug kann zu einer Konzentration des Aufgabenfeldes führen, das heißt zum Beispiel, die Konzentration der Kräfte auf den schwächsten oder gefährdetsten Punkt oder die Konzentration der Kräfte auf jene Ressourcen mit den höchsten Erfolgsaussichten. Die Schwerpunktbildung ist die Zusammenführung der wesentlichen Gesichtspunkte, die eine Gesamtheit charakterisieren, auf einen entscheidenden Punkt [Hinterhuber 1990²:22].

Kooperation

Kooperieren mehrere Unternehmen miteinander, so spricht man auch von strategischen Allianzen. Kooperationen zielen auf eine Zusammenarbeit zwischen mehreren Akteuren ab, um auf diese Weise Synergieeffekte nutzen zu können [Bea/Haas1997:163]. Durch die Bündelung von Mitteln mehrerer Akteure (private und öffentliche) können Kosten gesenkt und Ziele besser und schneller verfolgt werden. Die Umsetzung von Maßnahmen des Erosionsschutzes erfordert die Kooperation zwischen den Bergbauern und den staatlichen Institutionen. In der räumlichen Planung gewinnt die Kooperation und die Koordination zwischen unterschiedlichen Akteuren zunehmend an Bedeutung.

Im Hinblick auf strategische Vorgehensweisen ist die Erosions- und Verlandungsproblematik durch eine spezifische Situation gekennzeichnet, die zum Beispiel mit Wettbewerbssituationen nicht vergleichbar ist. Die Natur mit ihren physischen und geomorphologischen Einflußfaktoren auf das Erosionsgeschehen läßt sich nicht in ihren Aktionen beeinflussen. Extreme Erosionsereignisse, die man als Gefechte auffassen könnte, werden nicht angekündigt und sind nur so kurzfristig vorhersagbar, daß man ihnen in dem Moment mehr oder weniger ausgeliefert ist. Die bloße Möglichkeit von Erosionsereignissen zwingt zu Maßnahmen. Daraus folgt, daß man sich beim Erosionsschutz zwangsläufig in einer abwartenden Position befindet, das heißt, mit Hilfe von Maßnahmen des Erosionsschutzes werden Schutzvorkehrungen getroffen. Auch bei der Sedimentrückhaltung liegt eine abwartende Grundeinstellung vor, da durch den Bau von Sedimentrückhaltebecken Lagerkapazitäten geschaffen werden, die in Abhängigkeit vom Sedimenttransport verlanden. Ein offensives oder defensives Vorgehen ergibt sich aus der Anzahl und der Größe gebauter Sedimentrückhaltebecken.

Da Bodenerosion als permanenter und kontinuierlicher Prozeß aufzufassen ist und nicht alle Flächen vor Bodenerosion in gleicher Weise geschützt werden können, ist es notwendig, Prioritäten zu formulieren, wodurch die Bedeutung langfristig orientierter strategischer Konzepte des Erosionsschutzes und der Sedimentrückhaltung unterstrichen wird.

3.1.4 Entflechten der strategischen Aufgabe

Die räumliche Planung ist in der Regel durch eine Vielzahl unterschiedlicher Problemfelder gekennzeichnet, wodurch das Problemlösen sich verkompliziert. Es ist also notwendig, den Aktionsbereich der Strategie näher abzugrenzen und die strategische Aufgabe in unterschiedliche Problemfelder und strategische Aufgabenfelder zu entflechten.

Es sei daran erinnert, daß sich Strategien mit den Voraussetzungen beschäftigen, die in der Gegenwart und Zukunft zu schaffen sind, um in der Zukunft und damit möglichst langfristig, die Erreichung der obersten Ziele zu gewährleisten [Grünig/Kühn 2000:37]. Der Aktionsbereich der Strategie wird einerseits von der politischen Zielsetzung (Politik des Ressourcenschutzes bei der Bewirtschaftung von Wassereinzugsgebieten, Unternehmenspolitik, etc.) und andererseits von der Taktik (Möglichkeiten der operativen Umsetzung von Maßnahmen) begrenzt (siehe Abbildung 3-5). Sowohl nach oben wie auch nach unten sind die Grenzen fließend. Die politische Aufgabe ist der Zweck, die Strategie das Mittel. Daraus folgt, daß Mittel und Zweck, Strategie und Politik niemals getrennt voneinander betrachtet werden dürfen. Sinkt (steigt) die Bedeutung des politischen Zwecks, verlieren (gewinnen) die strategischen Anstrengungen an Kraft [Clausewitz 1832/1957:34; Hinterhuber 1990²:25]. Andererseits müssen sich Strategien an der Umsetzung orientieren, damit sie erfolgreich sind. Strategien sollten somit das politische wie auch das lokale Handeln fördern.

Die strategische Aufgabe stellt das Aktionsfeld der Gesamtstrategie zur Bewältigung der Problemsituation dar. Die Gesamtstrategie umfaßt alle Tätigkeitsbereiche der räumlichen Pla-

nung, vom technischen, wirtschaftlichen, finanziellen und kulturellen Bereich bis zu strategischen Allianzen und Kooperationen [Hinterhuber 1990²:55]. Das Bestreben, den gesamten Tätigkeitsbereich zu ordnen und zu entflechten, zielt darauf ab, diesen überschaubarer und handhabbarer zu machen. Entflechtung stellt sich allerdings nicht von selber ein, sondern ist eine Konsequenz von Überlegungen zur Organisation des Wirkungs- und Entscheidungsgefüges. Ist eine Entflechtung in der Sache nicht möglich, so bestehen wechselseitige Beziehungen zwischen den Systemelementen (siehe hierzu auch Abschnitt 3.2). Eine weitere Zielsetzung der Entflechtung besteht darin, Teillösungen abzuspalten, die unabhängig voneinander realisierbar und sinnvoll sind.

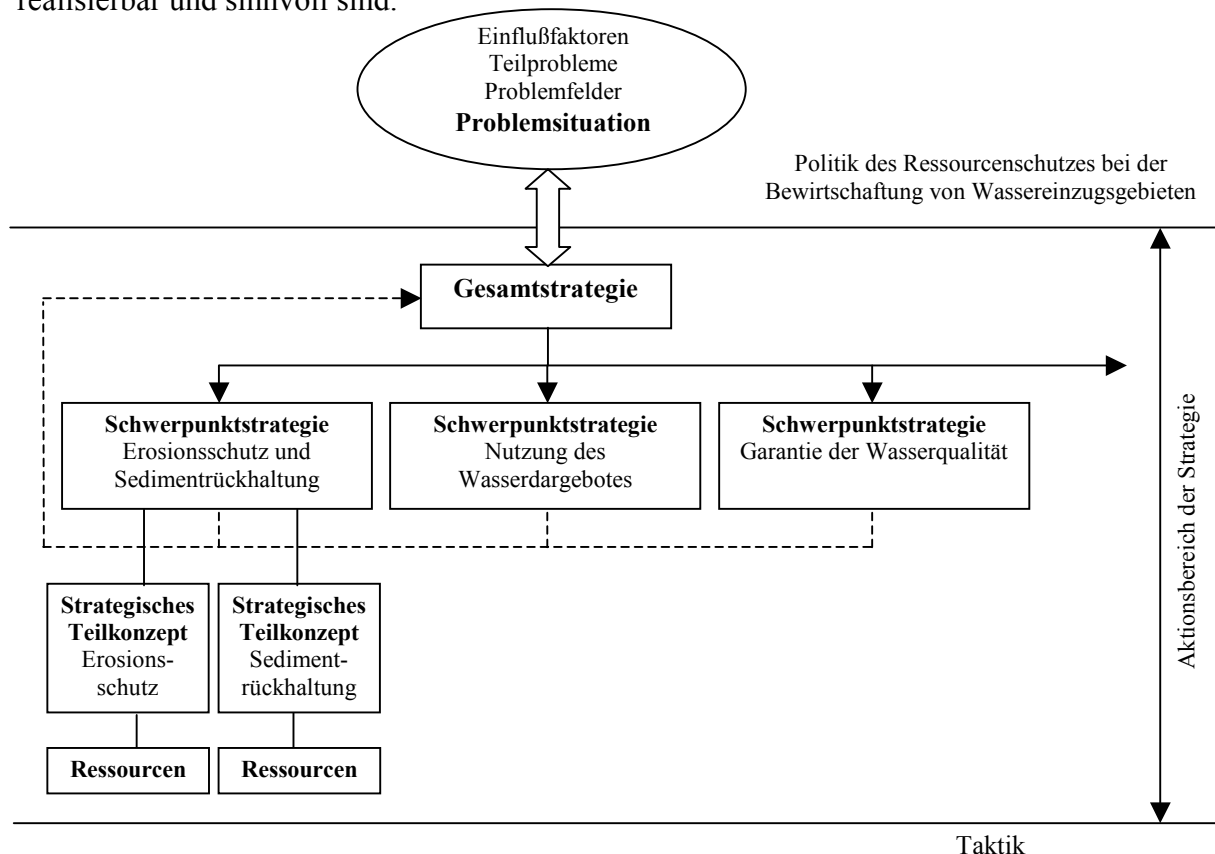


Abbildung 3-5: Aktionsbereich der Strategie und strategische Ebenen (in Anlehnung an Hinterhuber [1990²:55])

Strategische Ebenen

Bei der Strategieentwicklung soll für die Zwecke der Arbeit zwischen drei strategischen Ebenen unterschieden werden (siehe Abbildung 3-5): den Schwerpunktstrategien mit ihren Aufgabenfeldern, den strategischen Teilkonzepten mit ihren Aufgabenbereichen sowie die Ressourcen, die zur Umsetzung von Strategien benötigt werden.

Mit der Formulierung von Schwerpunktstrategien und strategischen Teilkonzepten wird das gesamte Tätigkeitsfeld in einzelne Tätigkeitsbereiche zerlegt. Es findet eine die Planungsaufgabe generell kennzeichnende Reduktion von Komplexität statt. Ressourcen, die auch als Mittel bezeichnet werden, setzen sich aus unterschiedlichen Arten von Maßnahmen zusammen. Sie können kurz-, mittel- oder langfristig wirken, sollten einen sichernden, vermeidenden, erhaltenden und/oder vorbeugenden Charakter haben und sind, generell gesehen, dann als wertvoll einzustufen, wenn sie einen wesentlichen Beitrag zu einer dauerhaften Problemlösung erbringen [Grünig/Kühn 2000:367]. In Anlehnung an die dargestellten strategischen Vorgehensweisen können sie in direkt und indirekt wirkende Maßnahmen untergliedert wer-

zueinander, indem sich ein Aufgabenfeld aus mehreren Aufgabenbereichen zusammensetzt. Es ist aber auch denkbar, daß Aufgabenbereiche problem- und ressourcenmäßig weitgehend unabhängig sind. In diesem Fall werden sie, wie in Situation 4 dargestellt, zu Aufgabenfeldern aufgewertet. Ausgehend von diesen Überlegungen, lassen sich die beiden Arten von strategischen Aufgaben nun wie folgt definieren [Grünig/Kühn 2000:195]:

Ein strategisches Aufgabenfeld ist

- eine Aufgabe mit wesentlicher Erfolgsbedeutung,
- dessen Strategie unter Berücksichtigung des Abstimmungsbedarfs mit anderen strategischen Aufgabenfeldern weitestgehend autonom geplant werden kann,
- da es mit keiner anderen Aufgabe problem- und mittelmäßig direkt verbunden ist.

Ein strategischer Aufgabenbereich ist

- eine Aufgabe mit wesentlicher Erfolgsbedeutung,
- die eine eigenständige Leistung erbringt,
- dessen Strategie jedoch mit anderen Aufgabenbereichen abzustimmen ist,
- da das gleiche Problemfeld bearbeitet wird und/oder gemeinsam genutzte Ressourcen existieren.

Die Einteilung der strategischen Aufgabenfelder in relativ unabhängige Schwerpunktthemen zeigt, daß zwischen ihnen nur schwache Interdependenzen und damit geringe Synergienutzungspotentiale existieren, so daß eine Entflechtung möglich ist. Daraus folgt auch, daß Strategien von Schwerpunktthemen grundsätzlich parallel erarbeitet werden können. Besteht demgegenüber ein Aufgabenfeld aus mehreren Aufgabenbereichen, so ergeben sich Synergiepotentiale, die es zu nutzen gilt. Diese beziehen sich einerseits auf die Ebene der Problemfelder und/oder auf die Ebene der Ressourcen, so daß eine engmaschige Abstimmung bei der Erarbeitung von Teilkonzepten erforderlich ist [Grünig/Kühn 2000:387]. Abbildung 3-7 visualisiert die unterschiedliche Autonomie von drei Aufgabenfeldern, wobei zwei sich wiederum in strategische Aufgabenbereiche untergliedern.

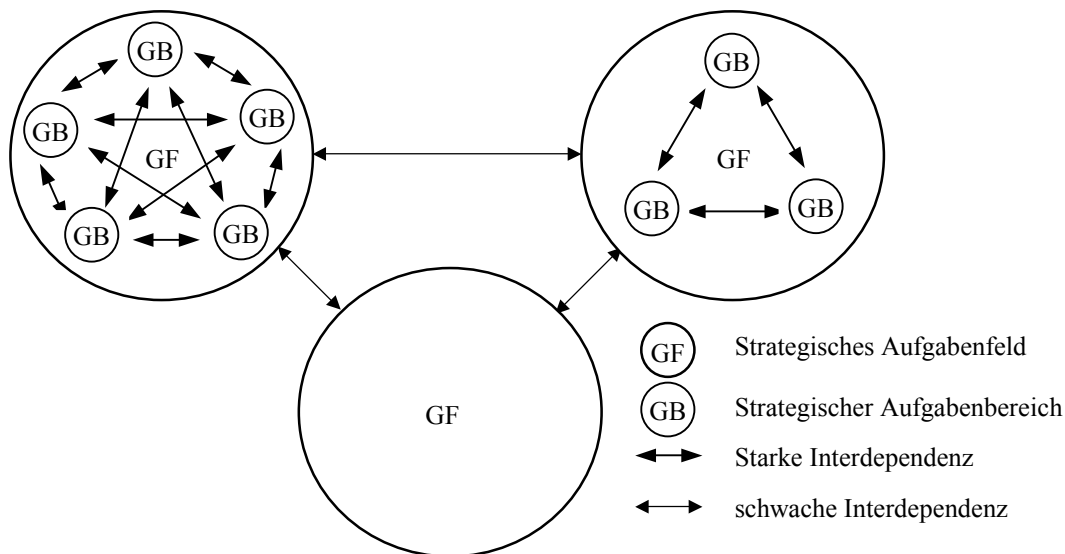


Abbildung 3-7: Interdependenzen zwischen strategischen Aufgabenfeldern und Aufgabenbereichen (nach Grünig/Kühn [2000:196]).

Die Ausführungen verdeutlichen weiter, daß die Identifizierung und Abgrenzung strategischer Aufgabenfelder entscheidend durch die Möglichkeiten der Identifizierung und Strukturierung von Problemfeldern sowie der zur Verfügung stehenden Ressourcen und deren jeweiligen Interdependenzen geprägt ist. Ein Hauptproblem besteht darin, daß die Wirkungsgefüge von Problemfeldern und die der strategischen Aufgabenfelder mit deren Ressourcen teilweise unabhängig voneinander sind. So ist es denkbar, daß zur Bewältigung eines Teilproblems nur unzureichende Ressourcen vorhanden sind oder die Erfolgsaussichten als gering eingeschätzt werden.

Die Inspektion und Analyse alternativer Lösungswege zielt darauf ab, das potentielle Aufgabenfeld zu erkunden, das heißt den Handlungsspielraum und die Bandbreite möglicher Strategien offenzulegen. Die Ausführungen verdeutlichen auch, daß für die Qualität von Strategien der Grundsatz der Schwerpunktbildung wichtig ist, damit sich die Strategiediskussion nicht in Nebensächlichkeiten verliert [Grünig/Kühn 2000:40]. Im Hinblick auf einen effektiven Planungsprozeß kann die simultane Bearbeitung der Problemfelder und die Erkundung alternativer Lösungswege auf unterschiedlichen Informationsebenen Konflikte oder Informationsdefizite offenlegen, um Klärungsprozesse voranzutreiben. Nach den aufgezeigten Möglichkeiten des Entflechtens der strategischen Aufgabe soll in den nächsten beiden Abschnitten auf die strategische Planung und die Arbeitsschwerpunkte bei der Strategieerkundung eingegangen werden.

3.1.5 Strategische Planung

Es sei daran erinnert, daß man von strategischer Planung spricht, wenn Entscheidungsträger und Akteure danach streben, den Prozeß der Strategieentwicklung systematisch anzugehen und die auf diesem Weg entstehenden Strategien rational, datengestützt zu begründen [Grünig/Kühn 2000:39]. Strategische Planung dient der Schaffung und Erhaltung von Bedingungen, die den langfristigen Erfolg sichern, während die operative Planung vorhandene Erfolgsbedingungen optimal nutzt. Damit wird der Aufbau und die Sicherung von Erfolgspotentialen zum zentralen Zweck, das Inspizieren und Analysieren von alternativen Lösungswegen zum zentralen Problem der strategischen Planung [Kühn/Grünig 1998:36ff]. In diesem Abschnitt soll zu Beginn der Zusammenhang zwischen der Umsetzung, der Verfolgung und der Entwicklung von Strategien vertieft werden, bevor dann auf die Phasen der Strategieentwicklung näher eingegangen wird.

Zusammenhang zwischen der Entwicklung, Umsetzung und Verfolgung von Strategien

Im Abschnitt 2.1 wurde gezeigt, daß von der Aufgabe her zwischen der Umsetzung, der Verfolgung und der Entwicklung von Strategien unterschieden werden kann. Abbildung 3-8 gibt einen Überblick in schematischer Weise. Der Begriff der Aufgabenstellung soll unterstreichen, daß Strategien einem politischen Zweck dienen. Die Strategieumsetzung setzt sich aus der Anpassung und Koordination von bestehenden Strategien und die Strategieverfolgung aus der Strategiekontrolle und der Früherkennung zusammen. Bei der Strategieanpassung wird das Aktionsprogramm den momentanen Gegebenheiten und Bedürfnissen angepaßt¹⁰. Eine Koordination des Aktionsprogramms ist sinnvoll, um Synergien besser nutzen zu können. Die praktische Umsetzung von Maßnahmen des Erosionsschutzes und der Sedimentrückhaltung erfolgt in der Regel durch die einzelnen Fachbehörden.

Die Strategiekontrolle bezieht sich auf die Erfolgskontrolle des Aktionsprogramms, das heißt, es werden beabsichtigte Wirkungen mit dem tatsächlich Erreichten verglichen und es wird geprüft, ob die Maßnahmen ihren Zweck erfüllt haben. Aufgrund kumulativer und langer Verzugszeiten von Wirkungen sowie der Schwierigkeiten bei der Wirkungserfassung selbst ist die Erfolgskontrolle von Strategien kein einfaches Unterfangen. Bei der Strategiekontrolle gilt es zudem zu prüfen, ob sich Handlungsspielräume und Risiken vergrößert oder verklei-

¹⁰ Wie später noch gezeigt wird, besitzt zum Beispiel die jährliche Variabilität des Klimas einen erheblichen Einfluß auf die Zusammensetzung von Maßnahmenbündeln, so daß eine flexible Anpassung der Finanzmittel für die Umsetzung des Aktionsprogramms des Erosionsschutzes und der Sedimentrückhaltung notwendig ist.

nerter sowie kritische Prozesse¹¹ verschärft oder abgeschwächt haben. Bei der Früherkennung werden die internen und externen Rahmenbedingungen kontinuierlich verfolgt, um möglichst früh real gegebene, aber noch nicht erkannte Chancen und Risiken, bei den strategischen Überlegungen berücksichtigen zu können. Dadurch sollen insbesondere negative Folgewirkungen vor ihrem Auftreten vermieden werden. Strategiekontrolle und die Früherkennung sind Voraussetzung für notwendige Lernprozesse und werden häufig mit dem Begriff der strategischen Führung zusammengefaßt.

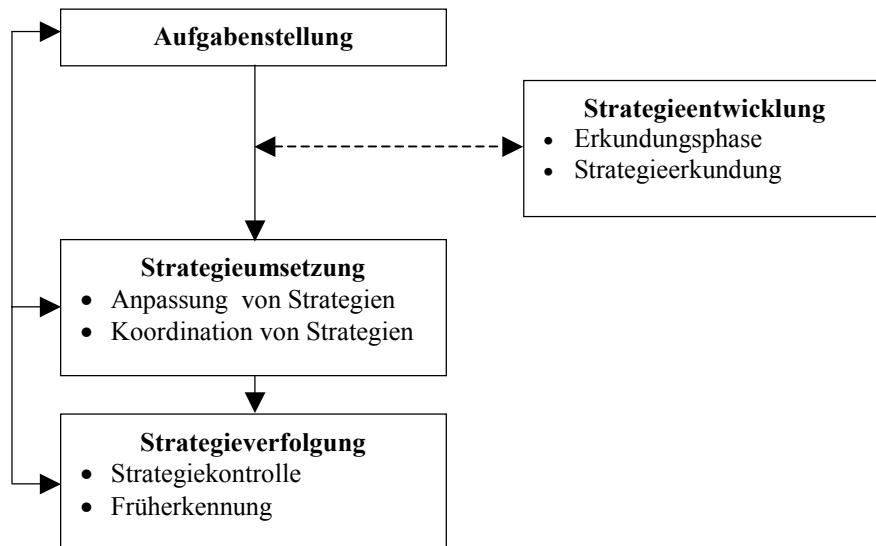


Abbildung 3-8: Zusammenhang zwischen Umsetzung, Verfolgung und Entwicklung von Strategien

Eine grundsätzliche Überprüfung, Überarbeitung oder eine Neuentwicklung einer Strategie ist dann notwendig, wenn die bestehende Strategie aufgrund einer anderen Einschätzung der Hypothesen zu korrigieren ist oder sich entscheidende Veränderungen bei den Ressourcen und/oder der Problemsituation ergeben haben oder absehbar sind. Für die Zwecke dieser Arbeit wird gemäß Abbildung 3-8 die Strategieentwicklung in zwei Phasen untergliedert, die Erkundungsphase und die Strategieerkennung. Deren Arbeitsschwerpunkte und zentrale Arbeitsergebnisse sind in Abbildung 3-9 zusammengestellt.

Phasen der Strategieentwicklung

Die Bildung von Phasen, die auch als Untersuchungsstufen bezeichnet werden können, verfolgt den Zweck, Arbeitsschwerpunkte und Arbeitsergebnisse zu definieren und festzulegen, um Klärungsprozesse in geordnete Bahnen zu lenken und besser überprüfen zu können [Scholl 1995:139]. Dabei werden die Arbeitsschwerpunkte nicht in einer zeitlich zwingenden Abfolge, sondern, in Abhängigkeit vom Problemlösungsprozeß, in iterativer und rekursiver Weise auf unterschiedlichen Informationsebenen bearbeitet. Ablauforganisationen können um so genauer festgelegt werden, je bekannter die Ergebnisse von Aufgaben und die zu ihrer Erarbeitung benötigten Handlungen und Entscheidungen sind, das heißt, sie werden durch den Kenntnisstand über das Wirkungsgefüge der Problemsituation und der Lösungsmöglichkeiten entscheidend mitbestimmt. Zu Beginn erscheint es generell sinnvoll, die Ablauforganisation nicht zu detailliert festzulegen, sondern diese während des Problemlösungsprozesses zu verfeinern. Vorab erkennbare Schlüsselentscheidungen können dabei helfen, die Anzahl der Pha-

¹¹ Es sei hier zum Beispiel auf den im Abschnitt 4.1.3 dargestellten Zusammenhang zwischen Prozessen der lokalen Konzentration und Abwanderung und Nutzungsänderungen hingewiesen.

sen und Arbeitsschwerpunkte festzulegen. Ausgehend von diesen Schlüsselentscheidungen, nehmen im Laufe des Planungsprozesses die Abhängigkeiten von bzw. Bindungen an bestimmte Entscheidungen schrittweise zu, das heißt, der Handlungsspielraum, welcher den Akteuren bei Veränderung der Eingangsvariablen offensteht, schränkt sich ein [Schretzenmayer 1997:137f].

| Phasen | Arbeitsschwerpunkte | Zentrale Arbeitsergebnisse |
|--------------------|---|--|
| Erkundungsphase | <ul style="list-style-type: none"> • Planungsunterlagen zusammenstellen und vervollständigen • Erkennen von Stärken und Schwächen • Problemfelder identifizieren und eingrenzen • Lösungsspektrum aufzeigen • Grundsätze für Lösungen aufstellen | <ul style="list-style-type: none"> • Bedeutung der Problemfelder aufzeigen • Machbarkeit von Lösungen beschließen • Eingrenzung des Untersuchungsraumes und -rahmens |
| Strategieerkundung | <ul style="list-style-type: none"> • Vertiefung der Problemfelder • Erarbeitung von Teilkonzepten • Inspektion und Analyse alternativer Lösungswege • Strategieabstimmung und Empfehlungen für die operative Umsetzung | <ul style="list-style-type: none"> • Betrachtete Problemfelder sind räumlich und zeitlich vertieft • Grundsätze der Lösungsrichtung formulieren • Aktionsprogramm zur operativen Umsetzung benennen |

Abbildung 3-9: Arbeitsschwerpunkte und zentrale Ergebnisse bei der Strategieentwicklung

Die Erkundungsphase zielt darauf ab, die strategische Aufgabe (Problemfelder und strategische Aufgabenfelder) zu ordnen. Die Bedeutung und das Vorgehen wurden im vorangegangenen Abschnitt erläutert. In einem ersten Schritt ist es dazu notwendig, so schnell wie möglich die vorhandenen Planungsunterlagen zusammenzustellen und mit den unterschiedlichen Akteuren kritisch zu diskutieren. Indem die Stärken (Potentiale, Nutzungseignungen, Chancen etc.) und Schwächen (Konflikte, Mißstände, Restriktionen, Gefährdungen, Risiken, Unsicherheiten etc.) herausgearbeitet werden und räumlich und zeitlich abgrenzbar sind, lassen sich Problemfelder identifizieren und Ansatzpunkte für die Bestimmung von Lösungswegen gewinnen [Götze/Rudolf 1994:9].¹² Daraus resultiert eine erste Lagebeurteilung¹³. Die problemorientierte Informationsverarbeitung hilft, zwischen relevanten und nicht relevanten Informationen zu unterscheiden. Die Maxime, nichts Wichtiges zu vergessen, rät jedoch zur Vorsicht, bestimmte Problemfelder und Lösungsrichtungen im weiteren Verlauf der Untersuchungen nicht weiter zu betrachten. Mit der Erkundungsphase sollten die Problemfelder bekannt und, sofern möglich, deren Bedeutung räumlich und zeitlich differenzierbar sein. Zudem sollte die Machbarkeit von möglichen Lösungsrichtungen geprüft sein sowie wenige und einfache Grundsätze formuliert werden, die für die weitere Bearbeitung als Richtschnur dienen.

In der zweiten Untersuchungsstufe steht die Formulierung machbarer und bindender Grundsätze der Schwerpunktstrategie sowie eines Aktionsprogramms zu dessen operativen Umsetzung im Vordergrund. Die Kenntnisse für die zu behandelnden Problemfelder sind weiter zu vertiefen, um eine stärkere inhaltliche, räumliche und zeitliche Differenzierung von wichtigen und kritischen Prozessen vornehmen zu können. Die Wichtigkeit und Dringlichkeit der Umsetzung von Maßnahmen soll dadurch konkretisiert werden. Durch die Erarbeitung von stra-

¹² Die Darstellung der Planungsgrundlagen für das Fallbeispiel des Speichers Es Saada erfolgt in einer abgestuften Weise im vierten Kapitel.

¹³ Scholl [1995:187f] stellt weitere Arbeits- und Führungsinstrumente vor, auf die im Rahmen dieser Arbeit im einzelnen nicht eingegangen werden soll.

tegischen Teilkonzepten sollen einerseits die realisierbaren Lösungen aufgezeigt und andererseits jene ausgeschlossen werden, die nicht akzeptierbare Folgewirkungen aufweisen. Kritische und tragende Bestandteile verfolgenswerter Lösungen sind besonders zu vertiefen und hinsichtlich ihrer Umsetzbarkeit zu prüfen. Bei der Erkundung alternativer Lösungswege werden die strategischen Teilkonzepte in den Gesamtkontext integriert. Die Strategieabstimmung dient der Anpassung zwischen unterschiedlichen Schwerpunktstrategien sowie der Formulierung von Empfehlungen für die operative Umsetzung des Aktionsprogramms. Im folgenden Abschnitt soll nun auf die einzelnen Arbeitsschwerpunkte der Strategieerkundung näher eingegangen werden.

3.1.6 Arbeitsschwerpunkte der Strategieerkundung

Strategien entstehen nie im luftleeren Raum, sondern sind Ausdruck einer sachlich, räumlich und zeitlich abgrenzbaren Problemsituation, für die alternative Lösungswege erarbeitet werden sollen [Lippert 1997:56]. Bei der Strategieerkundung besteht ein Hauptproblem darin, sich einen Überblick über mögliche Einzelmaßnahmen, die Zusammensetzung von Maßnahmenbündeln sowie die Vielzahl möglicher Lösungswege zu verschaffen, da sie jeweils durch spezifische Vor- und Nachteile gekennzeichnet sind. Meyer-Schönherr [1991:85] führt dazu aus, daß für diese Arbeitsschritte zwar zahlreiche mehr oder weniger komplexe Strukturierungshilfen angeboten werden, jedoch ein analytisch gesichertes einheitliches und unbestrittenes Instrumentarium zur Identifikation homogener Alternativenbündel nicht existiert. Methoden zur Untersuchung von Systemen (siehe Abschnitt 3.2) und die Vorgehensweise zur Ordnung des strategischen Aufgabenfeldes bieten dabei wichtige Hilfestellungen. Eine schrittweise Vorgehensweise und das gezielte Entflechten und Zusammenführen von Teilkonzepten und Schwerpunktstrategien stellen ein zusätzliches wichtiges methodisches Element bei der Strategieerkundung dar.

Die einzelnen Arbeitsschwerpunkte bei der Strategieerkundung zielen darauf, durch Sequenzen von Handlungen und Entscheidungen den Lösungsraum schrittweise einzugrenzen und eine Kompatibilität zwischen der politischen Zielsetzung und der lokalen Umsetzung herzustellen. Bei komplexen planerischen Aufgaben werden in der Regel nicht auf Anhieb die Lösungen gefunden, sondern erfordern mehrere Durchgänge. Dabei ist es wichtig den spezifischen Abstimmungsbedarf auf den strategischen Ebenen zu berücksichtigen. Den Zusammenhang zwischen den strategischen Ebenen, den Arbeitsschwerpunkten bei der Strategieerkundung und dem jeweiligen Abstimmungsbedarf zeigt Abbildung 3-10.

Teilkonzepte und Strategien haben gemeinsam, daß sie auf Hypothesen¹⁴ beruhen, die erst im Laufe der Aktion selbst überprüft werden können [Hinterhuber 1990²:99]. Bei der Formulierung der Hypothesen wird auf das bestehende Wissen zurückgegriffen und werden mit Hilfe eines inneren Abwägungsprozesses plausible Annahmebündel bzw. Erklärungsversuche formuliert. Schätzt man die Hypothesen falsch ein, dann kann sich das im Falle einer Fehlentscheidung teuer bezahlt machen [Hinterhuber 1990²:72]. Eine Strategie setzt sich in der Regel aus einer Kombination erkundeter Lösungswege zusammen. Die Erkundung alternativer Lösungswege ist somit Voraussetzung für die Strategieabstimmung. Alternative Lösungswege setzen sich dabei aus räumlich und zeitlich unterschiedlichen Bündeln von Maßnahmen zusammen. Maßnahmen sind Potentiale (Nutzungsseignungen, Arbeitskraft, Finanzmittel, Chancen, etc.), die gezielt zur Bewältigung von Problemfeldern genutzt werden. Die Diversifikation von Einzelmaßnahmen in Maßnahmenbündeln zielt auf die Nutzung von Synergie-

¹⁴ Siehe hierzu auch das vierstufige Schema zur Wissenschaftstheorie nach Popper im Abschnitt 3.1.1

Effekten ab [Bea/Haas 1997:42], um einerseits die Stabilität von Ökosystemen zu fördern und um andererseits robuste, anpassungsfähige Strategien entwickeln zu können.

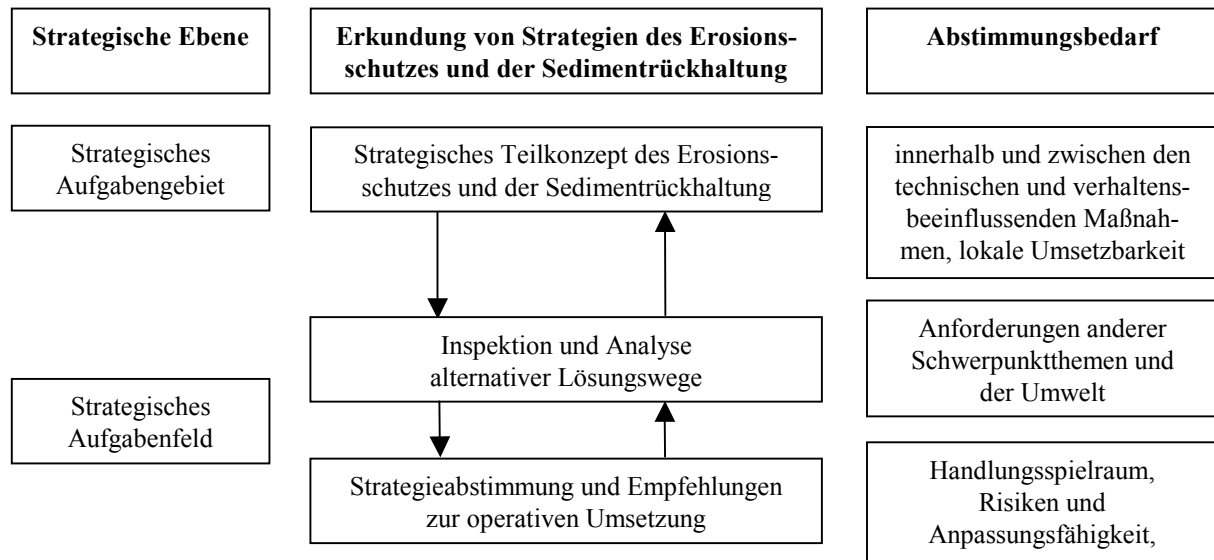


Abbildung 3-10: Abstimmungsbedarf bei der Erkundung von Strategien auf unterschiedlichen strategischen Ebenen

Strategische Teilkonzepte des Erosionsschutzes und der Sedimentrückhaltung

Die Erarbeitung strategischer Teilkonzepte des Erosionsschutzes und der Sedimentrückhaltung zielt darauf ab, für das betrachtete Problemfeld Bodenerosion und Verlandung von Speichern das Spektrum möglicher Maßnahmenbündel zu identifizieren (siehe Abschnitt 5.2). Auf der Basis von Eignungsprüfungen für die technischen Maßnahmen können Zonen unterschiedlicher Eignung für Maßnahmen des Erosionsschutzes und der Sedimentrückhaltung räumlich zugeordnet werden. Bei der strategischen Planung erfolgt noch keine Lokalisierung, sondern eine räumliche Zuordnung von Eignungen und Restriktionen von Maßnahmen. Daraus resultiert, daß bei dieser Untersuchungsstufe die Anforderungen an die Erfassung der Maßnahmeneigenschaften und der Standortanforderungen, die die Grundlage für Eignungsprüfungen bilden, noch nicht so hoch zu sein brauchen. Es sollte jedoch gewährleistet sein, daß die lokale Umsetzbarkeit der Maßnahmen (Chancen und Risiken) gewährleistet ist und deren Folgewirkungen in ausreichendem Maße erkennbar und räumlich differenzierbar sind.

In Abhängigkeit von der Wirkungsweise der Mittel werden in einem ersten Schritt Bereiche mit typischen Lösungskomponenten betrachtet. Der Abstimmungsbedarf bei der Zusammenführung der Lösungskomponenten zu strategischen Teilkonzepten liegt innerhalb und zwischen den technischen und verhaltensbeeinflussenden Maßnahmen (siehe Abbildung 3-10). Die Bündelung einzelner Maßnahmen in strategischen Teilkonzepten zielt auf die Behandlung von Teilprozessen der Bodenerosion ab. Die entflechtende und zusammenführende Vorgehensweise erleichtert es, Wechselwirkungen zwischen einzelnen Maßnahmen besser zu erkennen und räumlich abzugrenzen, so daß Synergieeffekte besser erkannt und genutzt werden können. Andererseits können Lösungskomponenten identifiziert werden, die unabhängig voneinander realisierbar sind und nach Möglichkeit den Handlungsspielraum vergrößern.

Strategische Teilkonzepte bilden die Schnittstelle zur operativen Umsetzung und sind somit eine wichtige Basis für die Formulierung des Aktionsprogramms. Eine partizipative Problemlösung erhöht die Akzeptanz und Selbstbindung bei den jeweiligen Beteiligten und Betroffenen. Die Verhandlung ist das Instrument, um das Verhalten einer Vielzahl von gegenseitig

abhängigen Entscheidungsträgern an einer gemeinsamen strategischen Linie auszurichten [Hinterhuber 1990²:179]. Klärungsprozesse können durch Erfahrungen aus Pilotprojekten sowie durch die Erarbeitung von Testplanungen unterstützt werden [Scholl 1995]. Testplanungen dienen dazu, grundsätzliche und/oder kritische Lösungskomponenten der strategischen Teilkonzepte für bestimmte räumliche Bereiche durchzuspielen, um in Zusammenarbeit mit den Betroffenen Konflikte, Gefahren, Chancen sowie die Voraussetzungen für eine Umsetzung zu identifizieren. Dies erfordert eine simultane Bearbeitung und Betrachtung strategischer Teilkonzepte auf unterschiedlichen Informations- und Entscheidungsebenen (lokal und regional).

Inspektion und Analyse alternativer Lösungswege

Die Inspektion und Analyse alternativer Lösungswege zielt darauf ab, das potentielle Aufgabenfeld zur Bewältigung eines Problemfeldes, die dazu benötigten Mittel sowie die sich dadurch ergebenden Wirkungen offenzulegen und somit auf objektive und nachvollziehbare Weise den Spielraum für mögliche Strategien aufzuzeigen. Der Handlungsspielraum hängt einerseits von der Art und der Bedeutung der Problemfelder, das heißt von der aktuellen Problemsituation, und andererseits von den Möglichkeiten und Stärken zu ihrer Bewältigung ab, das heißt von den Mitteln. Die erarbeiteten strategischen Teilkonzepte des Erosionsschutzes und der Sedimentrückhaltung sind dabei mit den Anforderungen der Umwelt sowie anderer Schwerpunktstrategien, wie zum Beispiel den Möglichkeiten der Wassernutzung oder der Garantie der Wasserqualität, abzustimmen. Nach Hinterhuber [1990²:11] sollten alternative Lösungswege über das Mögliche hinausschauen, um bei der Strategieabstimmung unter keinen Umständen unter den Möglichkeiten zu bleiben.

Um alternative Lösungswege zu entwerfen, wird für strategische Zwecke häufig die Szenario-Technik¹⁵ verwendet. Sie versucht nicht, das eine, richtige und exakte Bild zu zeichnen, sondern will bewußt mehrere alternative Zukunftsbilder entwerfen. Es kommt nicht darauf an, die Zukunft vorauszusagen, sondern auf sie vorbereitet zu sein [Meyer-Schönherr 1991:2]. Sie geht nicht von einer deterministischen, sondern von einer beschränkt vorhersehbaren Zukunft sowie der Berücksichtigung von Diskontinuitäten durch Störeinflüsse aus. Entwicklungsprognosen besitzen bei der Untersuchung alternativer Lösungswege einen strukturierenden Effekt. Neben dem Offenlegen der jeweiligen Wirkungen und Risiken dient die Untersuchung von alternativen Lösungswegen dazu, das Verhalten des Systems aufzuzeigen.

Um die Anzahl von alternativen Lösungswegen zu begrenzen, sind insbesondere Extremsituationen zu untersuchen. In der Regel geht man davon aus, daß insgesamt drei bis fünf alternative Lösungswege zu entwerfen und in Anlehnung an Popper einer kritischen Diskussion und Auswertung zu unterziehen sind. Durch den Pluralismus der Lösungswege entsteht eine Konkurrenzsituation. Sie wirkt risikomindernd, weil der Gefahr, etwas Wichtiges zu übersehen, vorgebeugt wird. Konkurrenz ermöglicht, Lösungsräume vollständiger zu erkunden, weil durch gleichzeitige Behandlung desselben Gegenstandes durch verschiedene Akteure auch deren unterschiedliche Wissenshintergründe und Denkmuster in Klärungsprozesse einbezogen werden können [Scholl 1995:114]. Um eine bessere Entscheidungsbasis zu erhalten, kann es nach von Reibnitz [1991:49] sinnvoll und hilfreich sein, Alternativenprojektionen mit unterschiedlichen Ansätzen erarbeiten zu lassen.

¹⁵ Die Szenario-Technik wurde in den 50er Jahren von Kahn entwickelt. In der Unternehmensplanung fand sie in den 70er Jahren als Reaktion auf die steigende Dynamik und Komplexität der Unternehmensumwelt Eingang. Weitere Ausführungen zur Szenario-Technik können bei Meyer-Schönherr [1991], Reibnitz [1991] Eberhard/Ewen [1994] und Bea/Haas [1997] nachgelesen werden. Der Begriff ‚Szenario‘ wird im Rahmen der Arbeit synonym zu ‚alternative Lösungswege‘ verwendet.

Die Beurteilung alternativer Lösungswege erfolgt durch die Erfassung der Wirkungen auf die Schutzgüter mit Hilfe einer Wirkungstabelle sowie die Untersuchung von Störeinflüssen und kritischen Erfolgsfaktoren. Clausewitz [1832/1957:126] führt aus: „Die kritische Betrachtung, nämlich die Prüfung der Mittel, führt zu der Frage, welches die eigentümlichen Wirkungen der angewendeten Mittel sind und ob diese Wirkungen die Absicht des Handelnden waren.“ Da die Mengengerüste der Maßnahmenbündel für die alternativen Lösungswege bei dieser Untersuchungsstufe noch nicht festliegen, zielt die Wirkungserfassung darauf ab, Tendenzen oder Bandbreiten möglicher Wirkungen zu erfassen. Kumulative und komplementäre Wirkungen von Maßnahmen stellen ein methodisches Problem, aber gleichzeitig auch ein Element der Strategieentwicklung dar.

Ziel der Untersuchung von Störereignissen und kritischer Erfolgsfaktoren ist es, mögliche externe und interne, abrupt auftretende Ereignisse, die die Erosionsproblematik wie auch die Strategien des Erosionsschutzes und der Sedimentrückhaltung erheblich beeinflussen oder verändern (im positiven wie auch im negativen Sinne) zu sammeln, ihre Bedeutung zu bewerten und mit entsprechenden Präventiv- (vorbeugenden) und Reaktivmaßnahmen (Krisenplänen) zu versehen [Reibnitz 1991:59]. Störereignisanalysen decken somit Schwachstellen von Konzepten auf. Aus den Auswirkungen möglicher Störereignisse lassen sich Aussagen zur Stabilität bzw. Labilität einzelner Szenarien ableiten. Kritische Erfolgsfaktoren sind Maßnahmen, deren Umsetzung mit Risiken verbunden ist. Die Bestimmung von Störeinflüssen und kritischen Erfolgsfaktoren ist geeignet, die Informationsflut auf ein Maß relevanter Schlüsselfaktoren zu reduzieren [Trautmann 1993:15]. Nach Reibnitz [1991:60] sollte nicht die Wahrscheinlichkeit, sondern die Auswirkungstärke das Kriterium für die Berücksichtigung von Störereignissen sein.

Strategieabstimmung und Empfehlungen zur operativen Umsetzung

Bei der Strategieabstimmung werden die Grundsätze der Schwerpunktstrategie umrissen und ein Aktionsprogramm für die operative Umsetzung formuliert. Der Abstimmungsbedarf bezieht sich auf die Anforderungen an die strategische Planung, das heißt, die Schaffung, Nutzung und langfristige Erhaltung der Erfolgspotentiale, die Vermeidung unnötiger Risiken sowie die Risikostreuung der Handlungen und das Anpassungsvermögen. Nach Hinterhuber [1990²:72] ist das entscheidende Kriterium für die Auswahl der Strategie wie auch für die Ausführung der Aktionsprogramme die Handlungsfreiheit. Die Absicherung der eigenen Handlungsfreiheit sowie derjenigen der beteiligten Partner, z. B. der Bergbauern und der Betreiber von Speichern, sind die Grundelemente des strategischen Spiels. Jeder Wechsel einer bestehenden Strategie¹⁶ bedeutet bis zu einem gewissen Grad einen Neubeginn und damit die teilweise Entwertung der bisher getätigten strategischen Investitionen [Grünig/Kühn 2000:336]. Da mit dem Aufbau von Neuem in der Regel mehr Risiken eingegangen werden müssen als mit der Pflege des Bestehenden, sollte der Sicherung bestehender Erfolgspotentiale Priorität eingeräumt werden [Grünig/Kühn 2000:405].

Aus Sicht der Verfechter der Szenario-Technik sollen sich Strategien nicht von einem Szenario lenken lassen, sondern eher von einem Bündel von Trends und Unsicherheiten, denen alle Szenarien ausgesetzt sind [Meyer-Schönherr 1992:42]. Es wäre auch überhaupt fehlerhaft, von vornherein sich nur auf einen Fall (den wahrscheinlichsten, pessimistischsten oder optimistischsten) einzurichten. Die Ereignisse können anders verlaufen, als man dachte. Jede Strategie muß mit dem Außerplanmäßigen rechnen. Das Denken in ‚Wenn-dann-Konstellationen‘ kennzeichnet das Wesen der Strategieabstimmung, das heißt, um mit Sicherheit ein

¹⁶ In diesem Zusammenhang wird auf die im Abschnitt 3.1.3 dargestellten strategischen Vorgehensweisen des Rückzugs, der Diversifikation, der Konversion und der Konzentration verwiesen.

Ziel zu erreichen, muß man immer eine Alternative im Auge haben [Hinterhuber 1990²:309]. Jede besondere Situation benötigt also eine besondere Strategie. Eine bestimmte Strategie kann in einer der möglichen Konstellationen die beste sein, muß aber in einer anderen verworfen werden [Hinterhuber 1990²:19]. Die Wandlung von unbrauchbaren Patentlösungen zu einem differenzierten Lösungsgebilde ist typisch für erfolgreiche Klärungsprozesse [Scholl 1995:143].

Reibnitz [1991:28ff] schlägt vor, die Aktivitäten von zwei sich unterscheidenden Szenarien in eine sogenannte Leitstrategie zu integrieren, um möglichst viele Möglichkeiten offen zu halten und doch das eigene Ziel klar und entschlossen zu verfolgen. Die Robustheit einer Lösungsrichtung hängt nach Scholl [1995:116] nicht von der Genauigkeit des zugrundeliegenden Zahlenwerkes ab, sondern vielmehr davon, daß eine Entscheidung für eine Strategie sich auch dann nicht verändert, wenn Umstände und Wirkungen (sachliche, zeitliche, organisatorische) in annehmbaren Bandbreiten schwanken (siehe auch Meyer-Schönherr [1992:75] und Schmitt [1997:112]). Um die gewählte Lösungsrichtung zu konkretisieren ist es notwendig, wenige, aber wichtige Grundsätze zu formulieren. Neben der inhaltlichen und räumlichen Ausgestaltung der Grundsätze ist die Bedeutung und zeitliche Abfolge von Lösungskomponenten aufzuzeigen, wobei zwischen einem kurzfristigen, mittelfristigen und langfristigen Planungshorizont unterschieden werden kann.

Strategien müssen sich an der Umsetzung orientieren, damit sie erfolgreich sind und der Übergang von der Entwicklung hin zur Umsetzung und Verfolgung von Strategien gewährleistet ist. Daher ist in einem zweiten Schritt ein Aktionsprogramm für die operative Umsetzung der angestrebten Lösungsrichtung zu benennen. Clausewitz [1832/1957:889] führt dazu aus: „Da der eigentliche Plan eines Gefechts nur das feststellen kann, was sich in der Handlung vorhersehen läßt, so ist er meistens auf drei Dinge beschränkt: 1. die großen Umrisse, 2. die Vorbereitungen und 3. die Einzelheiten des Anfanges.“ Statt einer ungebührlichen Ausdehnung des Planes ist es besser, mehr der strategischen Führung zu überlassen [Clausewitz 1832/1957:892].

Aktionsprogramme sollten sich somit auf das Wesentliche beschränken und nicht mehr festlegen, als für die Realisierung der nächsten Schritte unbedingt benötigt wird, da deren Ausformulierung späteren Arbeitsschritten überlassen werden kann [Scholl 1995:218ff]. Aktionsprogramme sollten anpassungsfähig und von vornherein fortschreibungsfähig konzipiert sein. Um die Selbstbindung zu fördern, sind sie in Zusammenarbeit mit den Akteuren zu erkunden und abzustimmen. Aktionsprogramme müssen für die mit der Verwirklichung betrauten Akteure verlässliche und durch Beschlüsse abgesicherte Vorgaben enthalten. Scholl [1995] unterscheidet bei Aktionsprogrammen zwischen Sofortmaßnahmen, Pilotprojekten und Leitprojekten.

Sofortmaßnahmen sind einfache, risikoarme und schnell wirksame Maßnahmen. Sie stehen unter der Devise: rasch handeln, ohne zu schaden. Dabei können sie unterschiedliche Ziele verfolgen: Stabilisierung der Problemsituation, rasche Verbesserung unhaltbarer Zustände, Offenhalten und/oder Ausweitung von Handlungs- und Entscheidungsspielräumen oder Vermeidung von Nachteilen. Präventivmaßnahmen können auch in diese Gruppe eingeordnet werden.

Pilotprojekte dienen der exemplarischen Erkundung möglicher Schwierigkeiten und helfen beim Prozeß des Problemlösens. Da es nicht sicher ist, daß erwartete Wirkungen eintreffen, sind Maßnahmen mehr oder weniger großen unvorhersehbaren Risiken ausgesetzt. Dies gilt insbesondere für kritische Erfolgsfaktoren. Mögliche Fehler oder Irrtümer können kostspielige und möglicherweise irreversible Schäden hervorrufen und Aktionsprogramme als Ganzes gefährden. Durch Pilotprojekte wird die Machbarkeit risikoreicher Lösungen im Maßstab 1:1

geprüft, wobei möglichst alle Schwierigkeiten, die beim Verwirklichen auftreten können, erkundet werden sollen [Scholl 1995:222]. Die Erfahrungen aus der Projektarbeit zeigen, daß Pilotprojekte des Erosionsschutzes häufig eine Mindestlaufzeit von drei bis fünf Jahren haben, um Aussagen treffen zu können. Wie die Ausführungen dieser Arbeit zeigen, werden in den meisten Ländern, wie auch in Algerien, Maßnahmen des Erosionsschutzes schon seit mehreren Jahren getestet. Bevor neue Pilotprojekte kreiert werden, sollte die vorhandene Informationsbasis mit den unterschiedlichen Akteuren kritisch diskutiert werden.

Leitprojekte verkörpern die Grundsätze der Problemlösung und bündeln Maßnahmen in einem räumlichen Bezugsgebiet. Die Maßnahmenbündel der strategischen Teilkonzepte bilden dazu wichtige Grundlagen. Sie tragen zur Übersicht und Effizienz bei, räumliche Bezugsgebiete von Leitprojekten in überschaubare Bereiche zu gliedern, die dann entflochten behandelt werden können [Scholl 1995:225].

3.2 Untersuchung von Systemen

Die Strategieentwicklung erfordert ein ganzheitliches und fachübergreifendes Denken auf unterschiedlichen Ebenen. Im Zusammenhang mit strategischer Planung spricht man von strategischem Denken. Wie gezeigt wurde, ist strategisches Denken ein Denken in Alternativen und Bandbreiten: „Was würde geschehen, wenn...?“ [Hinterhuber 1990²:140]. Die Erkenntnis, daß „das Ganze mehr als die Summe der Teile sei“, faßt diese Tatsache bereits prägnant zusammen. Keine Lösung bietet sich von vornherein als die zweckmäßigste an [Hinterhuber 1990²:142].

Die Ausführungen zur Strategieentwicklung haben gezeigt, daß das Entflechten der strategischen Aufgabe in unterschiedliche Problemfelder und strategische Aufgabenfelder ermöglicht, Probleme nicht aus dem Kontext herauszulösen, sondern unter Berücksichtigung einer gesamtheitlichen Betrachtungsweise einer Lösung näher zu bringen. Die folgenden Ausführungen zielen darauf ab, wichtige Grundlagen und methodische Elemente zur Untersuchung und Strukturierung von Systemen aufzuzeigen. Dabei stehen das unterschiedliche Verhalten künstlicher und natürlicher Systeme, die Möglichkeiten der Typisierung von Einflußfaktoren, die Bedeutung von Kopplungen und Rückkopplungsschleifen sowie die Möglichkeiten der Strukturierung und Entflechtung von Systemen im Vordergrund.

3.2.1 Natürliche und künstliche Systeme

Die weltweite Umweltkrise und die Notwendigkeit der Ernährungssicherung verdeutlichen in den letzten Jahrzehnten zunehmend die zentrale Bedeutung des Menschen im ökologischen Geschehen. Dem Wort nach beschreibt Ökologie die Lehre vom Haushalt der Natur (griechisch: oikos = Haus, Haushalt; logos = Lehre, Wissenschaft). Nach Schwarz [1989:2] will die Ökologie in ihrem Grundgedanken hingegen mehr beschreiben, nämlich die Wechselwirkungen zwischen Organismen untereinander und jene zu ihrer Umgebung. Die Einbeziehung des Menschen bei der Untersuchung von Ökosystemen, die auch als Geosysteme bezeichnet werden, sprengt in gewisser Weise den herkömmlichen Rahmen der naturwissenschaftlichen Ökologie [Bick 1989:6].

Je nach Intensität des menschlichen Einflusses auf Geosysteme kann man eine grobe Untergliederung in natürliche, naturnahe und künstliche Ökosysteme vornehmen, wobei die Grenzen fließend sind [Neddens 1986:93; Klug/Lang 1983; Bick 1989:72]. Künstliche Systeme werden auch als anthropogene Systeme bezeichnet, da der Mensch durch seine Handlungen in der Vergangenheit und/oder in der Zukunft bewußt oder auch unbewußt in diese Systeme ein-

griff oder eingreifen wird. Natürliche, von Menschen nicht beeinflusste Geosysteme gibt es im strengen Sinne der Definition kaum mehr. Naturnahe Ökosysteme sind solche, die zwar vom Menschen geprägt sind, aber in ihrer Struktur den natürlichen ähneln. Wie im Abschnitt 2.4 gezeigt wurde, ist Bodenerosion ein Zusammenwirken anthropogen verursachter und natürlich gegebener Mechanismen, die in wechselseitiger Beziehung stehen. Um Systeme zu untersuchen und bewußte menschliche Eingriffe zu bewerten, sind die besonderen Eigenschaften von künstlichen und natürlichen Systemen zu beachten. Bei den natürlichen Systemen sollen folgende formale Prinzipien hervorgehoben werden [Neddens 1986:93; Klug/Lang 1983]:

- **Kreislauf- und Ganzheitscharakter:** Organische Vorgänge unterliegen einem Prozeß, der sich fortlaufend wiederholt. Wachstum und Rückbildung stehen im Gleichgewicht und bauen aufeinander auf. Natürliche Systeme sind in der Regel von negativen Rückkopplungen gesteuert (siehe Abschnitt 3.2.5). Bei Klug/Lang [1983:40] werden natürliche Systeme als Prozeß-Reaktionssysteme bezeichnet.
- **Gesetzlichkeit:** In natürlichen Systemen gelten Naturgesetzmäßigkeiten, die die Leistungsfähigkeit des Systems erhalten und optimieren.
- **Varianz:** Natürliche Systeme sind typischerweise räumlich heterogen und zeitlich variabel [Scholles 1992:181]. Daraus resultieren Risiken und Unsicherheiten bei der Vorhersage möglicher zukünftiger Ereignisse oder Wirkungen. Zur Bedeutung der Varianz des Niederschlagsgeschehens siehe Abschnitt 4.1.4.
- **Offenheit:** Trotz des Kreislaufcharakters sind natürliche Systeme offen und in der Lage, unvorhergesehene Einwirkungen, die nicht ihrer Systemgesetzmäßigkeit entsprechen, aufzunehmen und zu assimilieren. Dies ist so lange möglich, wie die systemfremden Einwirkungen bestimmte Intensitäten nicht überschreiten.

Durch den Menschen geregelte künstliche Systeme besitzen im Gegensatz zu natürlichen Systemen die Fähigkeit, eine operationale Kontrolle auszuüben. Der Mensch besitzt, durch die Umsetzung von Maßnahmen die Freiheit, die naturgesetzlichen Kausalitäten umzustößen, z. B. negative Rückkopplungen zu seinem vermeintlichen Nutzen aufzubrechen und in positive umzuwandeln [Klug/Lang 1983:139]. Künstliche Systeme zeichnen sich häufig durch positive Rückkopplungen aus, die Veränderungen kontinuierlich machen. Die Folge ist, daß sie nicht von selbst in einem natürlichen Gleichgewicht sind. Ohne bewußte Erneuerung und Steuerung von außen können sie zerfallen oder über alle Grenzen wachsen.

Eine entscheidende Frage für Geosysteme ist, wie stabil ihr Gleichgewichtszustand bzw. wie belastbar dieser ist, wenn anthropogene Maßnahmen auf sie einwirken. Unter Belastbarkeit eines Ökosystems ist diejenige Intensität einer Störung zu verstehen, die gerade noch ohne bleibende Schwankungen kompensiert werden kann, so daß es bei Selbstüberlassung zum alten Gleichgewichtszustand zurückkehrt. Je schneller die Rückkehr erfolgt und je geringer die Schwankungen im System hierbei sind, desto stabiler ist das System. Ökologisches Gleichgewicht ist somit ein innerhalb einer bestimmten Zeitspanne konstanter Zustand des Ausgleichs zwischen verschiedenen physikalischen, chemischen und biologischen Wechselwirkungen sowie Energie-, Stoff- und Informationsflüssen. Ökologisches Gleichgewicht muß allerdings als ein zyklisch-dynamisches Gleichgewicht aufgefaßt werden, das sehr starke Veränderungen in Teilbereichen einschließt [Bick 1989:44].

Die Stabilität eines Systems hängt einerseits von der Stabilität der Elemente, andererseits stark von der Systemstruktur ab [Klug/Lang 1983:35], das heißt, die Stabilität eines Systems gründet in seinen negativen Rückkopplungsschleifen (Feedbacks) und ist um so größer, je vielfältiger und zahlreicher diese sind. Je komplexer ein Geosystem ist, um so leichter kann es sich äußeren Schwankungen der Umwelt anpassen. Seine Diversität fördert die Stabilität und kann Risiken mindern [Klug/Lang 1983:35/36]. Mit der landwirtschaftlichen Nutzung ist - als bis jetzt am meisten verbreitete Methode anthropogener Eingriffe in die Natur - eine weitgehende Reduzierung der Komplexität und Diversität verbunden gewesen [Klug/Lang 1983:124].

Wird die Belastbarkeit des Geosystems überschritten, so kann das System natürlich ein neues stabiles, dynamisches Gleichgewicht aufbauen, dem eine andere Struktur und damit ein anderes Verhalten zugrunde liegt. Es kann jedoch auch völlig umkippen [Klug/Lang 1983:35]. Zulässige Belastungsgrenzen von Geosystemen sind heute immer noch weitgehend unbekannt, was das Erkennen von Umweltbelastungen und ihre wirksame Bekämpfung erschwert. Ökologische Folgewirkungen sind zudem dynamischer Natur; sie können sich im Zeitablauf verändern und möglicherweise erst zu einem späteren, zukünftigen Zeitpunkt t_n , der zum Zeitpunkt t_1 noch nicht abzusehen ist, das Ökosystem belasten [Sauer 1993:64]. Der Begriff ‚Belastung‘ charakterisiert die jeweilige Umweltsituation als unerwünscht. Umweltbelastungen entstehen somit immer wieder zwangsläufig, lösen sich aber in der Regel nicht von selbst auf. „Damit läßt sich ... die heutige Umweltproblematik als die Gesamtheit und das Ergebnis nicht oder nur unzureichend zu Ende geführter Problemlösungsprozesse charakterisieren“ [Sauer 1993:60].

In der Ökologie hat man sich den Gedanken zu eigen gemacht, daß die Exaktheit einer Naturwissenschaft mit dem Grad der Mathematisierung steigt. Demgegenüber kommt bei der Planung eine andere Komponente hinzu: die schwer erfaßbaren Seiten des momentanen und zukünftigen menschlichen Handelns sowie die Vorstellungswelt und die Traditionen von Bevölkerungsgruppen [Bick 1989:6]. In die modellhaften Überlegungen sind somit nicht nur die Umweltfaktoren, sondern auch das individuelle Verhalten und die jeweiligen Situationen, das heißt die Summe aller Umstände, die das Handeln von Personen auslösen, einzubeziehen [Zumkeller 1988:5ff].

Versteht man die Lösung von Problemen als Prozeß der Informationsverarbeitung, so geht es in der räumlichen Planung darum, alle notwendigen empirischen und modelltheoretischen Erkenntnisse der einzelnen Fachdisziplinen in die Betrachtungen zu integrieren und eine Kompatibilität zwischen den einzelnen Informations- bzw. Abstraktionsebenen herzustellen. Quantitative Studien können zum Beispiel interessante statistische Invarianzen aufdecken, qualitative Studien können helfen, die Ursachen und Wirkungen zu verstehen. Für Bewertungen, bei denen ein relativer Vergleich zur Entscheidungsfindung ausreicht, gilt es zu prüfen, ob räumlich-qualitative Ansätze¹⁷ nicht ausreichend sind [Köhl/Ortgiese 1994:55]. Es gilt letzten Endes, der Versuchung zu widerstehen, das zu quantifizieren, was seiner Natur nach nicht quantifizierbar ist und dem Ergebnis den Anschein wissenschaftlicher Strenge zu geben, die nicht gerechtfertigt ist [Hinterhuber 1990²:179].

3.2.2 Wirkungsgefüge

Das Wirkungsgefüge, das auch als Pfeildiagramm bezeichnet wird, stellt ein einfaches, schnelles und gutes Hilfsmittel dar, die Struktur eines Systems abzubilden und kann dem Bereich der Erklärungsmodelle zugerechnet werden. Es wird zur bildlichen Darstellung einer Theorie verwendet und dient so der Veranschaulichung von verbal oft schwierig und umständlich ausdrückbaren Zusammenhängen und besitzt somit eine klärende Funktion in interdisziplinären Arbeitsgruppen. Das Wirkungsgefüge soll nicht nur anregen, die Dinge selber näher anzuschauen, zu messen und ihre Veränderungen zu quantifizieren, sondern vor allem auch ihre Wechselwirkungen und Wirkungsketten mit anderen zu erkennen, kurz, nicht in Listen und Tabellen, sondern in Wirkungsnetzen zu denken [Vester 1991:104]. Die Struktur

¹⁷ Dieser Gedanke wird im Abschnitt 5.1 beim räumlich-qualitativen Ansatz der Gefährdung der Mergel durch Linienerosion wieder aufgegriffen.

eines Gegenstandes zu begreifen heißt, zu lernen, wie die Dinge zueinander in Beziehungen stehen [Forrester 1972:12].

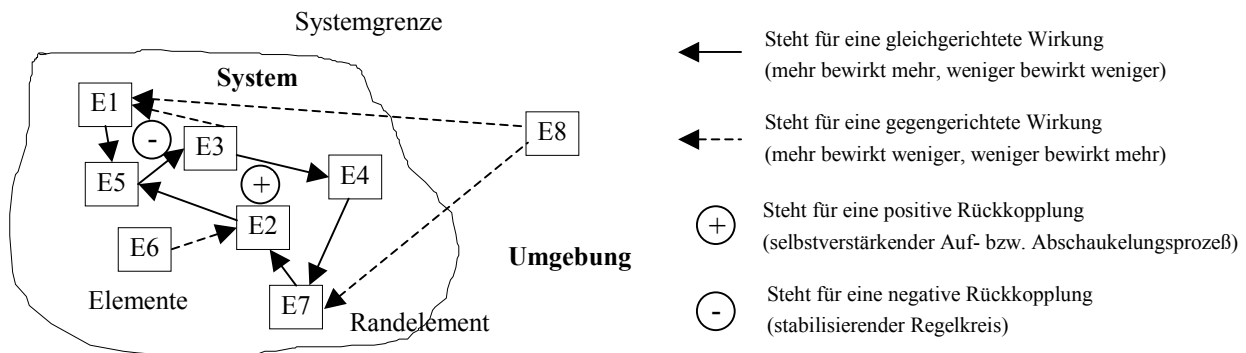


Abbildung 3-11: Wirkungsgefüge (formale Darstellung) eines offenen Systems (nach Vester [1991:111] und Daenzer [1989:14])

In der allgemeinsten Form werden Begriffe, die bei der Analyse des Problems vorkommen, als Vierecke oder Kreise, die Verknüpfungen zwischen ihnen als Pfeile dargestellt. Abbildung 3-11 zeigt ein Wirkungsgefüge in schematischer Form. Die Systemgrenze wird durch den Untersuchungsrahmen festgelegt. In der Regel korrespondieren bei komplexen Systemen die Elemente mit der Umgebung, und man spricht von einem offenen System. In der Literatur werden für den Begriff Umgebung auch die Bezeichnungen Umfeld oder Umwelt verwendet [Bea/Haas 1997:74]. Jene Elemente, welche die Beziehungen zur Umgebung aufrechterhalten, heißen Randelemente. Elemente der Umgebung spiegeln die externen Einflüsse auf das betrachtete System wider und können Störgrößen sein [Vester 1991:64]. Im Gegensatz dazu wird von einem geschlossenen System gesprochen, wenn ein System keine Beziehungen nach außen aufweist. Dies stellt jedoch meistens eine erste Form der Abstraktion dar [Daenzer 1989:20].

Bei der Erarbeitung eines Wirkungsgefüges wird bei Vester [1991:95] neben der Wirkungsrichtung zwischen einer gleichgerichteten und einer gegengerichteten Wirkung unterschieden. Um bei der Erstellung des Wirkungsgefüges die spätere Einzeichnung der Wirkungspfeile zu erleichtern, schlägt er gerichtete statt neutrale Elemente vor, damit eine Variable bei einer Einwirkung abnehmen oder zunehmen kann. Daneben wird noch gekennzeichnet, ob es sich beim Zusammenwirken von mehreren Elementen um eine positive oder eine negative Rückkopplung handelt. Über Funktionsformen, zeitliche Verzögerungen, spezielle Wahl der Indikatoren oder Kriterien für die verwendeten Begriffe wird im Wirkungsgefüge in der Regel noch nichts ausgesagt. Das Wirkungsgefüge läßt jedoch die systemrelevanten Abläufe erkennen und erlaubt eine erste qualitative Interpretation. Zur Ordnung und Strukturierung von komplexen und großen Systemen ist es in der Regel angebracht und zweckmäßig, eine vertikale und horizontale Auflösung des Systems in einzelne Teilsysteme vorzunehmen. Möglichkeiten der Strukturierung von Systemen werden im Abschnitt 3.2.6 weiter vertieft.

Das Merkmal der Unsicherheit in Wirkungsgefügen kann nach Rabl [1990:18] dreidimensional differenziert werden. Mit Unsicherheit in qualitativer Hinsicht soll die Unsicherheit über die Ausprägung der Elemente und die Art der Beziehungen zwischen den Elementen bezeichnet werden. Als zweite Dimension wird davon die Unsicherheit in struktureller Hinsicht abgegrenzt, das heißt, es besteht Unsicherheit darüber, welche Variablen und Beziehungen problem- bzw. entscheidungsrelevant sind. Die dritte Dimension beinhaltet Änderungen der Eigenschaften der Elemente und deren Beziehungen und Wirkungen im Zeitablauf und wird bei Rabl als Unsicherheit in dynamischer Hinsicht bezeichnet. Darüber hinaus ist die Problematik der Unsicherheit nicht ohne eine Betrachtung des Wertesystems, innerhalb dessen sich die

Planung bewegt, und an dem sie gemessen wird, zu lösen [Ortgiese 1997:12]. Das Zustandekommen gesellschaftlicher Arrangements ist prinzipiell krisenträchtig und wird in Form permanenter Aushandlungsprozesse und sozialer Konflikte ausgetragen und entschieden. Sein Ausgang ist somit unvorhersehbar und offen [Wiechmann 1998:29].

3.2.3 Grundlegende Begriffe der Meßtheorie

Mit dem Begriff des Messens wird im allgemeinen Sprachgebrauch das physikalische Messen von Länge, Gewicht, Volumen und ähnlichem verbunden. Ebenso liegt aber ein Meßvorgang vor, wenn die Einordnung bestimmter Objekte in Klassifikationsschemata erfolgt [Steinborn 1993:5]. Das Messen physikalischer Größen ist häufig problemlos. Anders verhält es sich in den Sozialwissenschaften. Obwohl nach derselben Präzision wie in den Naturwissenschaften gestrebt wird, sind menschliche Verhaltensweisen und soziale Prozesse äußerst schwer zu quantifizieren [Fahrmeir/Hamerle 1984:4]. Grundsätzlich gilt, daß nicht die unterschiedlichen Elemente, Objekte bzw. Individuen selbst meßbar sind, sondern lediglich die Ausprägungen ihrer Eigenschaften. Die Meßtheorie untersucht die Voraussetzungen für die Meßbarkeit dieser Eigenschaften. Das Ziel der Meßtheorie ist, dem Meßprozeß eine logische Grundlage zu geben.

„Bezeichnet man die Eigenschaftsausprägungen der zu untersuchenden Objekte als empirisches Relativ und die Menge aller reellen Zahlen, die den Ausprägungen zugeordnet werden können, als numerisches Relativ, so ist eine Messung um so präziser, je mehr Eigenschaften des numerischen Relativs auf die Eigenschaften des empirischen Relativs übertragen werden können. Zwischen den Relationen können isomorphe oder homomorphe Beziehungen bestehen. Eine Beziehung bezeichnet man als isomorph, wenn die Relative funktional verknüpft sind: Das empirische Relativ läßt einen Rückschluß zu auf das numerische und umgekehrt. Liegt eine solche zweiseitige Eindeutigkeitsbeziehung nicht vor, so werden die beiden Relative als homomorph bezeichnet. Eindeutige Schlüsse sind hier nur in einer Richtung möglich, nämlich vom numerischen auf das empirische Relativ“ [Steinborn 1993:5].

Das Meßniveau richtet sich vornehmlich danach, wie sich Eigenschaften überhaupt bestimmen lassen. Im allgemeinen unterscheidet man vier Skalentypen:

- **Nominalskala:** Die Merkmalsausprägungen besitzen keine natürliche Reihenfolge, sondern stehen gleichberechtigt nebeneinander. Beispiele sind Bodentypen und Mergelformationen. Kategorien nominal-skalierten Merkmale müssen exakt definierbar sein, sich gegenseitig ausschließen und das Merkmal erschöpfend beschreiben [Steinborn 1993:7]. Zur Identifikation (Codierung) kann jeder Merkmalsausprägung eine eindeutige Bezeichnung zugeordnet werden.
- **Ordinalskala:** Es besteht zwischen den Merkmalsausprägungen eine natürliche Rangordnung, allerdings nur im Sinne einer ‚größer als‘-Beziehung. Die Abstände zwischen den Merkmalsausprägungen sind nicht quantifizierbar. Beispiele sind Gefährdungs- oder Güteklassen. Eine Ordinalskala mit ausschließlich ganzzahligen Ordnungsziffern (Rängen), die mit eins beginnend in ununterbrochener Reihenfolge hintereinander stehen, wird als Rangskala bezeichnet.
- **Intervallskala:** Zusätzlich zur natürlichen Rangordnung existiert die Möglichkeit, die Abstände zwischen den Merkmalsausprägungen zu quantifizieren. Es ist dazu notwendig, daß die Ausprägungen als Vielfaches einer elementaren Maßeinheit angegeben werden können. Der Nullpunkt kann willkürlich festgelegt werden. Beispiele sind hier Temperatur in Grad Celsius und Kalenderzeitrechnung. Die Bildung von Quotienten ist bei intervallskalierten Merkmalen unzulässig.
- **Verhältnisskala:** Neben die Eigenschaften der Intervallskala tritt noch die Existenz eines absoluten Nullpunktes. Quotienten dürfen gebildet werden, da sie unabhängig von der gewählten Maßeinheit sind. Beispiele sind Körpergröße und Einkommen.

Die Verhältnisskala und die Intervallskala sind sogenannte metrische Skalen, werden häufig unter dem Begriff Kardinalskala zusammengefaßt und sind in der Regel den quantitativen Daten zugeordnet. Die Nominal- und Ordinalskala werden als qualitativer Datentyp bezeichnet. Die Skalentypen sind bezüglich ihres Ausmaßes an Informationen hierarchisch gegliedert und unterscheiden sich hinsichtlich ihres Informationsniveaus und der zulässigen Transformationen (siehe Tabelle 3-2).

| Skalentyp | mögliche Aussagen | zulässige Transformationen | Beispiele |
|-------------------------------|---------------------------------|---|--|
| Nominalskala | Gleichheit Verschiedenheit | eineindeutige Funktionen | Bodentypen Mergelformationen |
| Ordinalskala | größer - kleiner Relationen | streng monoton steigende Funktionen | Erosionsgefährdung Güteklassen |
| Intervallskala ¹⁾ | Gleichheit von Differenzen | positiv-lineare Funktion $V' = aV + b$ ($a > 0$, $a, b \in \mathbb{R}$) | Temperatur (z. B. Celsius) Kalenderzeitrechnung |
| Verhältnisskala ¹⁾ | Gleichheit von Verhältnissen | Ähnlichkeitstransformationen $V' = aV$ ($a > 0$) | Körpergröße Einkommen |

¹⁾ werden häufig mit dem Begriff Kardinalskala zusammengefaßt

Tabelle 3-2: Merkmale der vier wichtigsten Skalentypen

Mit jedem Skalentyp ist somit ein eindeutiges Informationsniveau verbunden. Eine Aussage „A ist um soundsoviel besser als B“ kann nur dann getroffen werden, wenn die Messung auf dem Niveau einer Verhältnisskala erfolgte. Demgegenüber lassen nominalskalierte Merkmalsausprägungen Aussagen hinsichtlich der Gleichheit und Verschiedenheit zu. Somit kann auf der Ebene der Ausschlußkriterien mit nominalen Skalierungen eine Aussage getroffen werden. Im Rahmen der Abwägung hat eine Reihung der Möglichkeiten zu erfolgen. Hier ist zumindest ein ordinales Meßniveau erforderlich. Nur so können Unterschiede zwischen Kriterien einzelner Möglichkeiten qualitativ dargestellt werden [Köhl/Ortgiese 1994:34]. Auch bei räumlich-qualitativen Betrachtungen, wie der Einschätzung der zukünftigen Erosionsgefährdung (siehe Abschnitt 5.1), ist ein ordinales Skalenniveau ausreichend. Bei Prognosen werden in der Regel kardinalskalierte Eingangsgrößen verlangt. Nach Köhl/Ortgiese [1994:33] sollte für verschiedene Entscheidungsstufen das jeweils zweckmäßigste Meßniveau gewählt werden: Wenn eine Entscheidung aufgrund nominaler Angaben möglich ist, erübrigt sich Ordinal- bzw. Kardinalniveau. Es muß nur jeweils ausgeschlossen werden, daß ein höheres Meßniveau einen erheblichen Einfluß auf das Abwägungsergebnis hat. Davon wird auch die Untersuchungstiefe (Verfahrensökonomie) beeinflusst.

Bei Transformationen müssen die Eigenschaften der Skalen, auf denen die Indikatoren abgebildet werden, beachtet werden. So ist die Transformation von Skalen auf einem bestimmten Skalenniveau nur dann zulässig, wenn für die gemessenen Eigenschaften die enthaltenen Informationen nicht verändert werden. Eine nachträgliche Transformation auf ein höheres Skalenniveau ist nicht möglich. Nimmt man einen Informationsverlust in Kauf, lassen sich über eine Senkung des Skalenniveaus die für das niedrigere Skalenniveau relevanten Transformationen durchführen. Auch dürfen zwei ordinalskalierte Indikatoren nicht durch Addition oder Multiplikation verrechnet werden, da sie nur Rangfolge und nicht die Messung von Qualitätsunterschieden wiedergeben. Wie zum Beispiel die Kombinationen einer guten mit einer mittleren Ausprägung zweier Indikatoren zu bewerten ist, muß im Einzelfall entschieden werden, und kann nicht mathematisch errechnet werden [Köhl/Ortgiese 1994:34; Rabl 1990:141]. Insgesamt dürfen nur die Untersuchungsverfahren angewandt werden, die für das niedrigste Ska-

lenniveau zulässig sind. Da der Fall gemischt-skaliertes Untersuchungsmerkmale in der Praxis häufig ist, sind gerade die Verfahren für niedrige Skalenniveaus von besonderer Bedeutung [Steinborn 1993:9].

3.2.4 Typen und Eigenschaften von Elementen

Elemente in einem Wirkungsgefüge sind ein Kurzbegriff für eine Systemkomponente. Sie selbst sind nicht meßbar, sondern lediglich die Ausprägungen ihrer Eigenschaften. Die Eigenschaften untergliedern ein Element weiter und eignen sich dazu, in den Untersuchungen die Hauptelemente stellvertretend oder unter einem speziellen Aspekt zu repräsentieren. Ausprägungen der Eigenschaften werden in unterschiedliche Klassen, das heißt zu Gruppen von Zuständen mit gleicher Bedeutung, eingeteilt. Dies bezieht sich nicht nur auf die inhaltliche Strukturierung, sondern auch auf die räumliche und zeitliche. Die Klassenbildung erfolgt nach den statistischen Regeln bzw. nach sinnhaften Wirkungsklassen [Köhl/Ortgie 1994]. Nach Dörner [1983:43] sollte die Klassenbildung so erfolgen, daß Zustände von a , die unterschiedliche Zustände von k bewirken, auch als unterschiedliche Zustände feststellbar sind. Bei der Klassenbildung ist eine Abwägung zwischen der Transparenz und Nachvollziehbarkeit eines Verfahrens und den erforderlichen Genauigkeitsansprüchen vorzunehmen. Bei den Systemelementen wird in der Literatur begrifflich zwischen Indikator, Kriterium, Index, Grenzwert, Ausschlußkriterium und ähnlichen Bezeichnungen unterschieden.

Der Begriff Indikator stammt aus dem Lateinischen und bedeutet übersetzt ‚Anzeiger‘. Nach Sauer [1993:151] dienen Indikatoren generell dazu, einen nicht direkt beobachtbaren Sachverhalt durch die Bildung meßbarer Hilfsgrößen, die den betreffenden Sachverhalt in seinen wesentlichen Merkmalen abbilden, einer direkten Beobachtung zugänglich zu machen. Bei ökologischen Betrachtungen wird der Begriff Umweltindikator verwendet. Umweltindikatoren geben Aufschluß über Art und Ausmaß von Umweltbelastungen in Systemen, erhalten jedoch häufig erst durch die dauerhafte Beobachtung der Entwicklung von Sachverhalten und ihre Dokumentation in entsprechenden Zeitreihen ihre Aussagekraft und können eine wichtige Funktion im Umweltmonitoring bzw. bei der strategischen Kontrolle und Früherkennung darstellen.¹⁸ Im Gegensatz zu Indikatoren wird der Begriff Kriterium vornehmlich bei Auswahlvorgängen verwendet.

Methodische Schwierigkeiten ergeben sich bei der Aggregation mehrerer Indikatoren zu Indices, die z. B. einzelne Schadstoffe oder einen ganzen Belastungskomplex erfassen sollen. Nach Sauer [1993:153] soll die Bildung von Umweltindices es ermöglichen, die Entwicklung komplexer Umweltzustände im Zeitablauf abzubilden und dabei gleichzeitig Aussagen über Veränderungen der Entwicklung der einzelnen Indikatoren zueinander zuzulassen. Da eine werturteilsfreie Bewertung einzelner Belastungskomponenten nicht möglich ist, sollte ein Umweltindex so angelegt werden, daß jeweils der Zugriff zu niedriger aggregierten Indikatoren möglich ist und alle getroffenen Bewertungen einem sozialen Kontrollprozeß unterworfen werden können. Die im Abschnitt 3.2.3 aufgezeigten Eigenschaften von Skalen sind dabei zu beachten. Darüberhinaus sollte auf eine zu hohe Aggregation wegen des hohen Informationsverlustes bei zunehmender Verdichtung verzichtet werden. Wie hoch ohne allzu großen Informationsverlust verdichtet werden kann, ist nach Sauer [1993:151/158] unter anderem auch von der jeweiligen Problemstellung, der Homogenität bzw. Komplexität der zu untersuchen-

¹⁸ Zu den Grundsätzen der Bildung von Umweltindikatoren siehe auch Sauer [1993:152] sowie zur Leistungsfähigkeit und zu Problemen der Interpretation von Umweltindikatoren siehe Schmidt [1985:151-158].

den Sachverhalte, der abgegrenzten Planungseinheiten und der Struktur der untersuchten Umweltbereiche abhängig.

Indikatoren sind häufig die Voraussetzung zur Festlegung von Grenzwerten (Standards und Normen). Grenzwerte bewerten Meßergebnisse von Indikatoren oder Indices und geben beispielsweise Grenzen oder Toleranzen für das zulässige Vorhandensein belastender Stoffe, den Ausstoß von Emissionen oder einen zulässigen Bodenabtrag vor. Grenzwerte gründen sich mangels wissenschaftlicher Erkenntnisse über ökologische Zusammenhänge häufig auf eine normative Basis [Sauer 1993:155] und führen somit zu einer Vereinfachung und Handhabung komplexer Systeme. Generell ist die Festlegung von Grenzwerten oder Toleranzbereichen als problematisch anzusehen, da Abweichungen häufig erst in Verbindung mit bestimmten Ausprägungen anderer Indikatorwerte bedeutsam oder kritisch werden, so daß deren Vorabfestlegung nicht sinnvoll erscheint [Bea/Haas 1997:276]. Räumliche Veränderungen von Wirkungsgefügen müßten zwangsläufig zu räumlich unterschiedlichen Grenzwerten führen.¹⁹ Ausschlußtatbestände gelten für fehlende Eignungsvoraussetzungen bzw. lassen im Einzelfall Wirkungen erwarten, die auf keinen Fall akzeptiert werden können [Köhl/Ortgie 1994:35/36/84].

Schmitz [1985:133ff] stellt in seiner Arbeit eine Typisierung von Umweltindices vor. Die gewählte Einteilung bezieht sich vornehmlich auf formale Aspekte, läßt kaum Rückschlüsse auf das Systemverhalten zu und bietet keine Hilfestellung zur Untersuchung bzw. Strukturierung von komplexen Systemen für planerische Zwecke. Basierend auf Ausführungen von Dörner [1983:27] wird im Rahmen dieser Arbeit eine Typisierung von Systemelementen vorgeschlagen, die es erleichtern soll, das Systemverhalten eines Wirkungsgefüges schneller zu erfassen, Unsicherheiten aufzudecken und Ansatzpunkte zur Umsetzung möglicher Maßnahmen aufzuzeigen. Es wird unterschieden zwischen der Dynamik, der Variabilität und der Beeinflußbarkeit von Elementen. Diese sind wie folgt definiert:

- **Dynamik der Elemente:** Es wird unterschieden zwischen aktiven und passiven Elementen. Ein aktives Element ist ein solches, das seine Zustände auch ohne Einwirkungen von außen verändert, beim Menschen z. B. aufgrund seines Gedächtnisses, seines Denkens, seiner sich ändernden Bedürfnisse. Charakteristisch für ein aktives Element ist seine Eigendynamik. Es bewegt sich auch dann (das heißt, es verändert seinen Zustand auch dann), wenn sonst innerhalb des Systems Ruhe herrscht, denn gemäß Definition determiniert es sich ja partiell selbst [Dörner 1983:27]. Ein passives Element ist ein solches, das seine Zustände nur aufgrund äußerer Einwirkungen ändert, also völlig außendeterminiert ist [Dörner 1983:20]. Aktive Elemente spielen eine wichtige Rolle bei der Identifizierung von Ursachen von Wirkungen und geben Hinweise über die Akteure in einem System.
- **Variabilität der Elemente:** Es wird unterschieden zwischen statischen sowie zeitlich und räumlich veränderlichen Elementen. Bei statischen Elementen sind, bezogen auf einen angemessenen Zeitraum, die zeitlichen und räumlichen Veränderungen so geringfügig, daß sie als konstant angenommen werden können. Als Beispiel sind die geologischen Strukturen oder in vielen Fällen auch die geometrischen Variablen des Reliefs zu nennen. Setzen sich Teilsysteme lediglich aus statischen Elementen zusammen, so besitzen diese Teilsysteme auch wiederum ein statisches Verhalten. Zeitlich und räumlich veränderliche Elemente führen zu Unsicherheiten in der Planung, die es offenzulegen gilt.
- **Beeinflußbarkeit der Elemente:** Es wird unterschieden zwischen direkt, indirekt und nicht beeinflussbaren Elementen. Handlungen bedingen Aktivitäten des Menschen. Zur Identifizierung und Umsetzung von Handlungsalternativen ist die Suche nach direkt beeinflussbaren Variablen von besonderer Bedeutung, da diese als wichtige Ansatzpunkte für die Umsetzung von Maßnahmen dienen können. Bei nicht beeinflussbaren aktiven Elementen, wie zum Beispiel dem Regengeschehen, können lediglich die negativen Wirkungen minimiert werden.

¹⁹ Zur Problematik der Festlegung von Grenzwerten siehe auch Schmidt [1985:147].

Die Bedeutung der vorgeschlagenen Typisierung der Kriterien soll nun am Beispiel des im Abschnitt 5.1 dargestellten Teilmodells zur Erfassung der Gefährdung der Mergel durch Linienerosion aufgezeigt werden. Die Typisierung der verwendeten Elemente zeigt Tabelle 3-3.

| Eigenschaften der Elemente | Element | Typisierung von Elementen | | |
|--|------------------------------|---------------------------|---------------------|-----------------------|
| | | Dynamik | Beeinflußbarkeit | Variabilität |
| Empfindlichkeit der Mergel gegenüber Linienerosion | Geologie | passiv | nicht | statisch |
| Exposition Hangneigung Energiegefälle bezogen auf die Hauptvorfluter | Relief | passiv | nicht | statisch |
| Niederschlagsgeschehen | Klima | aktiv ¹⁾ | nicht | räumlich/ zeitlich |
| Abflußwirksamkeit der Böden | Boden | passiv | indirekt | räumlich/ zeitlich |
| Nutzungselemente Nutzungsintensität beim Getreideanbau Nutzungsvariabilität beim Getreideanbau | Nutzung des Bodens | passiv | indirekt/ direkt | räumlich/ zeitlich |
| Zu- und Abnahme der Bevölkerung im ländlichen Raum Siedlungsstruktur Betriebssystem der Bergbauern | sozioökonomische Bedingungen | aktiv | direkt | räumlich/ zeitlich |

¹⁾ Es besteht keine Wechselwirkung zwischen Niederschlagsgeschehen und betrachtetem Teilgebiet

Tabelle 3-3: Typisierung von Systemelementen und deren Ausprägungen

Für das Fallbeispiel können folgende Schlußfolgerungen gezogen werden:

- Die Geologie und das Relief weisen ein statisches Verhalten auf, da sie zeitlich und räumlich als konstant angesehen werden können, sie besitzen keine Eigendynamik und sind für größere Gebiete durch den Menschen kurz- bis mittelfristig nicht veränderlich und veränderbar. Wirkungskomponenten, wie die Grundgefährdung der Mergel durch Linienerosion (siehe Abschnitt 5.1.1), die sich aus statischen Elementen zusammensetzen, weisen wiederum ein statisches Verhalten auf.
- Bezogen auf das Erosionsgeschehen, kann das Niederschlagsgeschehen als aktives Element aufgefaßt werden. Es weist ein zeitlich und räumlich veränderliches Verhalten auf und führt daher in Abhängigkeit von seiner Variabilität und den damit verbundenen Wirkungen zu erheblichen Unsicherheiten. Da das Niederschlagsgeschehen durch den Menschen nicht beeinflussbar ist, können die negativen Wirkungen nur indirekt minimiert werden.
- Die Abflußwirksamkeit des Bodens ist nur indirekt über die Änderung der Nutzungsform durch den Menschen beeinflussbar.
- Die ‚Nutzung des Bodens‘ und die ‚sozioökonomischen Bedingungen‘ sind die einzigen Elemente, die durch die Menschen (Akteure) mehr oder weniger direkt beeinflusst werden können. Daher sind insbesondere diese Elemente als Hebel für die Umsetzung von Maßnahmen des Erosionsschutzes geeignet. Sie weisen ein mehr oder wenig stark ausgeprägtes zeitlich und räumlich veränderliches Verhalten auf. Das Element ‚Nutzung des Bodens‘ wird durch die Aktivitäten des Menschen definiert und besitzt im Vergleich zum Element ‚sozioökonomische Bedingungen‘ keine Eigendynamik.

Die Ausführungen verdeutlichen, daß Elemente und deren Eigenschaften für sich alleine schon gewisse Rückschlüsse über beeinflussbare und unbeeinflussbare Elemente (Akteure),

über statische Elemente und über Einflußfaktoren, die aufgrund der räumlichen und zeitlichen Variabilität mit Unsicherheiten behaftet sind, zulassen. Elemente sollten jedoch nicht isoliert, sondern unter Berücksichtigung ihrer Zustandsformen und der zwischen ihnen existierenden Relationen betrachtet werden [Klug 1983:40]. Die Arbeit mit isolierten Indikatoren kann beispielsweise dazu führen, daß Verbesserungen in einem Bereich mit Verschlechterungen in einem anderen Bereich, der nicht berücksichtigt wurde, ‚erkauft‘ werden. Im folgenden Abschnitt sollen daher Grundlagen zu Relationen und Kopplungen vorgestellt werden.

3.2.5 Relationen und Kopplungen

Relationen sind Strömungsgrößen materieller, informeller und energetischer Natur. Infolge dieser Verallgemeinerung ist es möglich, auch abstraktere Zusammenhänge, also Einflüsse, die nicht nur physikalischer oder informeller Natur sind (zum Beispiel Werteflüsse, psychologische Wirkungen usw.), genauso wie Strömungsgrößen zu behandeln [Daenzer 1989:14f]. Relationen in einem Wirkungsgefüge können in kausale oder stochastische Beziehungen untergliedert werden. Allgemein ist eine kausale Beziehung eine solche, in welcher die Veränderung des Zustandes eines Elementes mit Sicherheit mit einer gewissen Zeitverzögerung die Veränderung eines anderen Elementes zur Folge hat. Stochastische Beziehungen sind solche, in denen die Wirkungen nicht mit Sicherheit, sondern mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeit eintreten und zu unsicheren Aktionen führen [Dörner 1983:32].

In einem Wirkungsgefüge setzt sich die kleinste funktionale Einheit aus zwei Elementen und deren Beziehung zusammen. Krause [1980:55] bezeichnet die beiden Elemente als Sender und Empfänger, die über einen Wirkfaktor miteinander verknüpft sind (siehe Abbildung 3-12). Beim Zusammenwirken von drei Elementen entsteht bereits eine Wirkungskette. Der Wirkfaktor kann beim Transport zwischen den Elementen oder bei der Reaktion mit den Elementen Veränderungen erfahren oder von diesen in andersartige Wirkfaktoren (Folgewirkungen) umgewandelt werden [Krause 1980:55]. Je nach Empfindlichkeit des Empfängers können gleiche Wirkfaktoren unterschiedliche Wirkungen beim Empfänger hervorrufen. Somit ist zu unterscheiden zwischen Einwirkungen und Auswirkungen [Köhl 1997b:77]. Dieser aufgezeigte Zusammenhang zwischen Elementen muß unter dem sachlichen, dem räumlichen und dem zeitlichen Aspekt betrachtet werden.

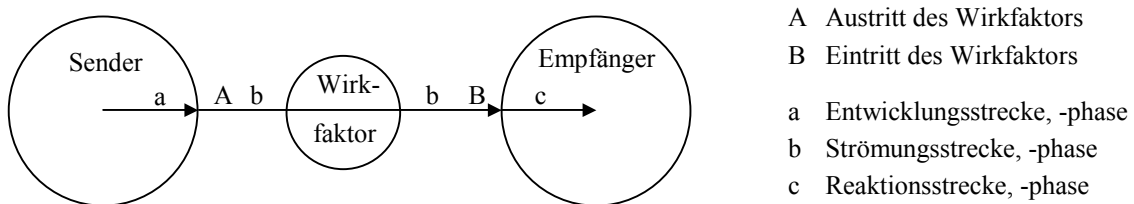


Abbildung: 3-12: Beziehung zwischen zwei Elementen (nach Krause [1980:55])

Nach Köhl/Ortgiese [1994] ergibt sich für eine Anlage (Sender) bezogen auf ein Schutzgut (Empfänger) eine Reaktionskette, die sich aus den Komponenten Emission, Transmission, Immission, Empfindlichkeit und Wirkung auf das Schutzgut zusammensetzt (siehe hierzu auch Sauer [1993:63]). Als „Emission“ wird jede Abgabe von Schadstoffen, Geräuschen, Strahlungen usw. an die Umwelt verstanden, ohne daß mit ihnen unbedingt direkte Schädigungen verbunden sein müßten. Mit dieser Definition wird jedoch die Umweltbeanspruchung durch strukturelle Eingriffe wie Flächennutzungen oder Landschaftsbeeinträchtigungen nicht erfaßt. Umfassender ist daher der Begriff der Umweltbeanspruchung im Sinne der Inanspruchnahme von Umweltleistungen.

Durch die Kopplung mehrerer Elemente in einem Wirkungsgefüge äußern sich Wirkungen in den wenigsten Fällen in einer direkten Ursachen-Wirkungsbeziehung benachbarter Elemente. Klug und Lang [1983:25,26] unterscheiden in ihrer Arbeit als Grundformen von Kopplungen die Parallel-, die n-fach-Kopplung und die Rückkopplungen (siehe Abbildungen 3-13 und 3-14). Bei der Parallelkopplung wirken zwei oder mehrere Elemente auf ein anderes Element ein. Die Folge ist, daß die Einwirkungen auf das Schutzgut sowie auch die Folgewirkungen auf andere Güter kumulativ und zeitlich gesehen sehr unterschiedlich sein können und daher schwer erfassbar sind.

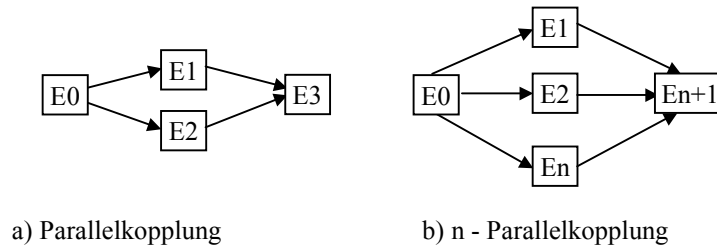


Abbildung 3-13: Parallelkopplung und n - Parallelkopplung

Entscheidend für das Verhalten von Wirkungsgefügen sind jedoch Rückkopplungssysteme, die ihre Reaktionen aufgrund der Ergebnisse vorangegangener Aktionen steuern. Rückkopplungsvorgänge bewirken das dynamische Verhalten realer Systeme. Man unterscheidet zwischen direkten und indirekten sowie positiven und negativen Rückkopplungen. Bei einer direkten Rückkopplung besteht eine gegenseitige Abhängigkeit zwischen zwei Elementen (siehe Abbildung 3-14). Eine direkte Rückkopplung ist beispielsweise zwischen der im Geosystem ‚Wiese‘ zirkulierenden Feuchte (ZF) und der Produktivität der Steppengrasnarbe (PG) gegeben. Steigt nämlich im Geosystem die verfügbare Feuchte (ZF) (bis zu einem gewissen Schwellenwert), dann wird die Biomassenproduktion aktiviert. Dabei kommt es jedoch zu Wasserverbrauch, worauf die pflanzenverfügbare Wassermenge abnimmt und folglich das Wachstum der Gräser eine Einschränkung erfährt [Klug/Lang 1983:58]. Bei unzureichenden oder schlecht verteilten Niederschlägen in der Wachstumsphase treten in semi-ariden Gebieten Streßsituationen für die Pflanzen ein, die zu Minderungen oder sogar einem Ausfall der Produktion führen können. Auf die Folgewirkungen niedriger Niederschläge mit hoher Variabilität auf den Getreideanbau wird im Abschnitt 4.1.4 und im Anhang F näher eingegangen.

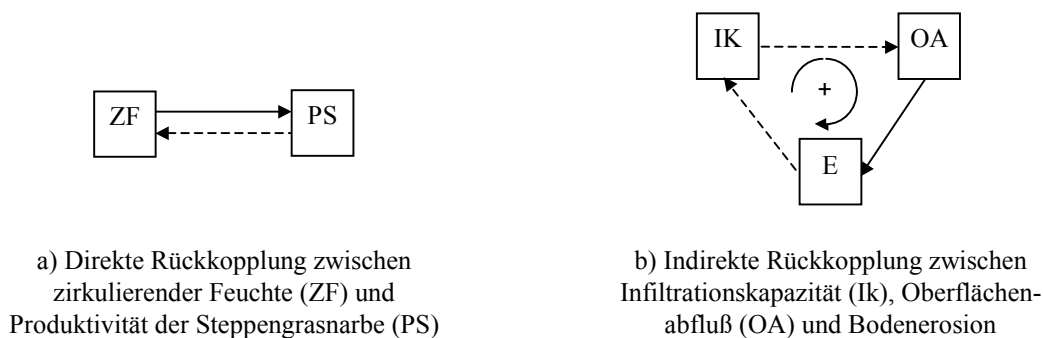


Abbildung 3-14: Exemplarische Beispiele für eine direkte und indirekte Rückkopplung [Klug/Lang 1983:58]

Bei einer indirekten Rückkopplung besteht eine mehrgliedrige geschlossene Schleife von Relationen, bei der die von einem Element ausgehende Wirkung über die Abhängigkeitsrelationen der anderen Elemente auf das Element selbst rückwirkt. Positive Rückkopplung bedeutet, daß sich Wirkungen und Rückwirkungen gegenseitig verstärken. Sie führt, wenn sie nicht an einen Grenzwert stößt, zu einer mehr oder weniger schnellen Entwicklung nach oben (Explo-

sion) oder nach unten (Kollaps) und ist daher als solche nie stabil [Vester 1883:55ff]. Direkte Proportionalität zwischen beobachtetem Zustand und resultierender Aktion führt im positiven Regelkreis zu exponentiellem Wachstum, das in sich den Keim zur Systemzerstörung trägt [Schönebeck 1975:38].

Eine indirekte, positive Rückkopplung niedrigster Ordnung kann durch die Korrelationsvariablen Infiltrationskapazität, Oberflächenabfluß und Menge der Bodenerosion verdeutlicht werden. Kommt es bei einem Hang zu einer Verminderung der Infiltrationskapazität, so vergrößert sich bei gleichem Niederschlagsgeschehen der Oberflächenabfluß, dies führt zu einer Zunahme des Bodenabtrags und diese wiederum zu einer weiteren Verringerung der Infiltrationskapazität [Klug/Lang 1983:59]. Dieser verallgemeinert dargestellte Wirkungsprozeß verdeutlicht, daß die natürliche Bodenerosion auf vegetationslosen Böden durch die positive Rückkopplungsschleife mehr oder weniger zwangsläufig zu einem zunehmenden Bodenabtrag führen müßte. Die Schnelligkeit dieses Prozesses hängt von den Anfangsbedingungen, den Böden und den einwirkenden Einflüssen ab.

Positive und negative Rückkopplungen besitzen für die Erarbeitung von Handlungskonzepten ihre besondere Bedeutung. In positiven Rückkopplungen findet ein System seine Wachstums- oder Schrumpfkraft. Positive Rückkopplungen sind der Motor des Lebens, durch den Entwicklungen überhaupt erst mal in Gang kommen [Forrester 1972:18]. Es sollten dabei jedoch nie gewisse Grenzwerte über- oder unterschritten werden [Vester 1983:55f]. Schrumpfs- oder Wachstumsprozesse sollten also immer von negativer Rückkopplung kontrolliert und dominiert werden, damit sich auch bei Abweichungen nach oben oder unten wieder ein stabiles Gleichgewicht einstellt. Systeme mit negativer Rückkopplung sind im Prinzip stabil, da Wirkungen und Rückwirkungen entgegengesetzt verlaufen und sich so gegenseitig kontrollieren. Komplexe Systeme bestehen im allgemeinen aus einer großen Anzahl vielfach ineinander verzahnter positiver und negativer Rückkopplungsschleifen, die mit Hilfe von Wirkungsgefügen darstellbar sind. Beim Planungsprozeß ist insbesondere darauf zu achten, daß durch den Menschen die stabilisierenden negativen Rückkopplungen nicht in positive sich verstärkende Ketten verändert oder so gestört werden, daß ihre Funktion nicht gewährleistet ist. Nach Sauer [1993:69] regeln sich Umweltbelastungen nicht von selbst, weil sie per definitionem keinem regulierenden Rückkopplungsmechanismus unterliegen.

Der Zustand der Eigenschaften von Elementen wird in der Regel gemessen, aus Statistiken extrahiert oder durch Experten abgeschätzt. Informationen über die Vernetzung können einmal durch Befragung gut informierter und mit der Problematik konfrontierter „Insider“, zweitens durch Analyse der historischen Entwicklung der Elemente und drittens durch Anwendung des gesunden Menschenverstandes und allgemeiner Erfahrungen gewonnen werden [Simon 1989:104]. Mittels Regression und Korrelation kann eine vermutete oder offensichtliche Relation bezüglich Ursächlichkeit, Rückkopplung, starker oder schwacher Korrelation, Empfindlichkeit und Wahrscheinlichkeit analysiert werden. Wechselseitige Beziehungen sind Gegenstand der Korrelationsanalyse. Einseitig gerichtete Beziehungen sind im allgemeinen mit Verfahren der Regressionsanalyse zu behandeln. Ziel ist es festzustellen, welches abhängige und welches unabhängige Variablen sind, ob die Relationen positiv (verstärkend) oder negativ (dämpfend) sind und welchen Wert der Korrelationskoeffizient annimmt [Klug/Lang 1983:53]. Natürliche Varianz kann mit Hilfe von Zeitreihen abgeschätzt werden. Bei punktuellen Meßwerten beschränkt sich ihre Gültigkeit zunächst nur auf den Ort, an dem die Registrierungen durchgeführt wurden, an dem die Meßstation oder der Meßpunkt liegt. Die Übertragbarkeit dieser punktuell gültigen Meßwerte und Datenreihen auf Areale ist ein Regionalisierungsproblem [Klug/Lang 1983:46].

3.2.6 Methoden zur Strukturierung von Systemen

In diesem Abschnitt sollen Möglichkeiten zur Strukturierung von Systemen zusammenfassend dargestellt werden. Wichtige Grundlagen dazu wurden in den vorangegangenen Abschnitten aufgezeigt. Der strukturierte Aufbau von Systemen hat folgende Vorteile:

- **Verbesserung der Überschaubarkeit des Systems:** Die kognitiven Fähigkeiten von Planern, Spezialisten, Entscheidungsträgern, Betroffenen und Beteiligten begrenzen die Möglichkeiten einer rationalen Informationsverarbeitung und Entscheidungsfindung. Das Gesamtsystem wird in Teilsysteme und Wirkungskomponenten untergliedert, um mit diesen vernünftig operieren zu können.
- **Bessere Integrationsmöglichkeit von Ergebnissen unterschiedlicher Fachdisziplinen:** Allzu häufig sieht der Spezialist nur seinen ihm anvertrauten Bereich und bleibt in der Ausarbeitung von Teilmodellen stecken, deren interne Wechselwirkungen wegen ihrer fehlenden Anbindung an die anderen Bereiche dann noch keine brauchbaren Aussagen erlauben [Vester 1980:76].
- **Ausgewogenheit und Steuerung der Informationstiefe:** Eine gewisse Gleichgewichtigkeit der Untersuchungstiefe ist geboten. Andererseits kann die Untersuchungstiefe dort enden, wo ein eindeutiger Unterschied zwischen Möglichkeiten feststellbar ist und eine Möglichkeit übrig bleibt, deren Wirkungen vertretbar sind oder auch die beste unter den geprüften Möglichkeiten abzulehnen ist [Köhl/Ortgiese 1994:33].

Prinzipiell besteht immer die Möglichkeit, den Auflösungsgrad eines zu betrachtenden Systems beliebig fein zu erhöhen, was jedoch nicht unbedingt das Ergebnis verbessert. Ein zu hoher Auflösungsgrad erfordert einen erhöhten Untersuchungsaufwand, und es besteht die Gefahr der Verzettelung in unwesentliche Details. Ein zu geringer Auflösungsgrad bedeutet in manchen Fällen eine undifferenzierte Sichtweise und damit die Unfähigkeit zur adäquaten Planung von Maßnahmen. Bei einem unausgewogenen Informationsstand besitzen Teilbereiche eines Systems im Vergleich zu anderen einen zu geringen Auflösungsgrad, so daß nur dort eine Vermehrung von strukturellem Wissen eine Verbesserung der Problemerkennung oder der Erkundung möglicher Lösungen bringen kann [Dörner 1983:44].

Es besteht also ein Konflikt zwischen Komplexität, Detaillierungsgrad, Aussageschärfe und Verfahrensökonomie. Der Planer, der entscheidungsrelevante Informationen aufzubereiten hat, benötigt also adäquate Methoden und Instrumente zur Strukturierung komplexer Wirkungsgefüge von Systemen [Apel 1980:14]. Wichtige Methoden zur Strukturierung von Systemen sind: die Typisierung von Elementen, die Verringerung des Diskriminanzgrades, die Komplexbildung, die Abstraktion und die Entflechtung des Gesamtsystems in einzelne Teilsysteme [Dörner 1976:18, Daenzer 1989, Odening 1994:26]. Diese Methoden besitzen einen selektiven und/oder einen strukturierenden Charakter, ergänzen sich, werden in der Regel in Kombination angewendet und können nicht a priori festgelegt werden, sondern müssen im Laufe des Umgangs mit dem System nach Maßgabe des Kenntnisergebnisses sukzessive adjustiert werden [Dörner 1983:43]. Die Hauptmerkmale dieser Methoden sind:

- **Typisierung von Elementen:** Die Typisierung von Einflußfaktoren zielt darauf ab, Hinweise über die Wirkungsweise von Elementen innerhalb eines Systems zu erhalten. So wurde im Abschnitt 3.2.4 gezeigt, daß sich die Einflußfaktoren zur Erfassung der Erosionsgefährdung hinsichtlich ihrer Dynamik, Variabilität und Beeinflussbarkeit untergliedern lassen. Die Typisierung von Maßnahmen des Erosionsschutzes und der Sedimentrückhaltung erfolgt im Hinblick auf ihre Wirkungsrichtung.
- **Diskriminanzgrad:** Der Diskriminanzgrad bezieht sich auf die Zustände der einzelnen Indikatoren oder Kriterien und gibt an, in wieviel Äquivalenzklassen (Gruppen von Zuständen mit gleicher Bedeutung) der Akteur die Zustände der Elemente zusammengefaßt hat [Dörner 1983:42]. Der notwendige Diskriminanzgrad hängt von der Art und dem Niveau der Meßgröße ab und sollte so gewählt werden, daß entscheidungsrelevante Änderungen von Zuständen wahrgenommen werden können. Wie noch gezeigt wird, sollte der Diskriminanzgrad der Einflußfaktoren für das Teilmodell zur Erfassung der Erosionsgefährdung nicht zu hoch sein, damit bei räumlich qualitativer Betrachtung die Anzahl der zu kombinierenden Klassen nicht zu groß wird.

- **Komplexbildung:** Bei der Komplexbildung werden einzelne Komponenten zu einem Block zusammengefaßt, der von dann an als Einheit betrachtet wird. Im Rahmen dieser Arbeit werden bei der Erfassung der Gefährdung der Mergel durch Linienerosion mehrere Kriterien, die einen Wirkungszusammenhang bilden, zu sogenannten ‚Wirkungskomponenten‘ zusammengefaßt (siehe Abschnitt 5.1). Die Bildung von Wirkungskomponenten ermöglicht die Betrachtung von Sachverhalten mit einem geringeren Auflösungsgrad. Die Grundregeln der Meßtheorie sind dabei zu beachten.
- **Abstraktion:** Abstraktion bedeutet, daß nicht alle Elemente bzw. Kriterien des realen Systems im abstrakten Modell enthalten sind. Elemente des realen Systems, die unwesentlich und nicht entscheidungsrelevant erscheinen, werden im Modell weggelassen [Schmidt 1985:18]. Abstraktion ist mit Selektion verbunden und ist erforderlich, um Sachverhalte überschaubarer zu machen und zu behandelnde Kerne herauszuschälen [Scholl 1995:174]. Inhaltlich erfordert der Übergang von einer niedrigen zu einer höheren Abstraktionsstufe ein profundes Wissen, mit dem Wesentliches vom Unwesentlichen getrennt werden kann.
- **Entflechten des Gesamtsystems in einzelne Teilsysteme:** Entflechten besitzt eine übergeordnete Bedeutung bei der Komplexitätsreduzierung und zielt darauf ab, ein komplexes System überschaubar und handhabbar zu machen und bezieht sich auf die inhaltliche, räumliche und zeitliche Strukturierung des Gesamtsystems in weitgehend autonome, aber offene Teilsysteme. Wie im 4. Kapitel gezeigt wird, hängt das Entflechten der Problemsituation entscheidend von den Möglichkeiten ab, einzelne Prozeßkomponenten herauszufiltern und deren Wechselwirkungen offenzulegen. Wie im Abschnitt 3.1.4 gezeigt wurde, hängt die Entflechtung des strategischen Aufgabenfeldes entscheidend vom Abstimmungsbedarf zwischen den strategischen Ebenen ab. Nach Neddens [1986:91] kommt es darauf an, den komplementären Bezug der hierarchischen und funktionalen Strukturierung im Auge zu behalten, da jedes Funktionalmodell auch eine „innere“ Hierarchie enthält.

Grenzen des Gesamtsystems, die Struktur der Teilsysteme (Problemfelder und strategische Aufgabenfelder) sowie die Bildung von Wirkungskomponenten sind praktisch nie gegeben, sondern müssen für die zu bearbeitende Problem- und Fragestellung jeweils festgelegt werden. Bei der Bewältigung von Komplexität ist darauf zu achten, daß Wechselwirkungen und Rückkopplungsschleifen zwischen Wirkungskomponenten und Teilsystemen nicht zerschnitten, sondern bewußt offengelegt werden [GTZ 1995:56]. Andererseits sollten Sachverhalte entflochten werden, wo dies möglich ist. Eine Schwerpunktbildung, das heißt eine Beschränkung auf einen gewissen Teil der Problemsituation, hängt insbesondere von der Wichtigkeit und der Dringlichkeit der zu lösenden Probleme ab. Schwerpunktbildung bedeutet die Festlegung der Denk- und Handlungsrichtung auf eine Auswahl von Problemfeldern [Dörner 1983:45].

Nach Apel [1982:9] hängt die Strukturierung von Teilsystemen auch mit von der untersten Schwelle ab, bei der die Annahme generalisierbarer Verhaltensmuster gerade noch gerechtfertigt werden kann. Während sozioökonomische bzw. soziokulturelle Phänomene als formalisierbare Gesetzesabläufe eine gewisse Grundgesamtheit erfordern, die nur über eine größere räumliche Ausdehnung zu finden ist, bedarf die sinnvolle quantitative Beschreibung ökologischer Phänomene einer möglichst kleinräumigen Eingrenzung. Dieses methodische Problem besteht auch bei der Erosionsproblematik, da das Analyseinteresse auf das Zusammenspiel von anthropogen verursachten und natürlich gegebenen Mechanismen ausgerichtet ist. Die einen sind häufig rein sach- oder kontextbezogen, die anderen sind immer räumlich bezogen. Wir haben es also bei der Bewältigung der Komplexität mit einer Überlappung von räumlichen und sachlichen Systemmerkmalen in der Zeit zu tun. Wie man sozio-ökonomische Sstemvariable in die Raumdimension einbettet, stellt eine besondere Herausforderung dar [Apel 1982].

4 Teilsysteme und Wirkungsgefüge im Wassereinzugsgebiet

Das Wassereinzugsgebiet des Staudamms Es Saada hat eine Größe von ca. 5000 km² mit einer Nord-Süd-Ausdehnung von ca. 100 km und einer West-Ost-Ausdehnung von ca. 50 km. Es liegt südlich der Stadt Relizane, ungefähr 120 km südöstlich der Stadt Oran und 300 km südwestlich der Hauptstadt Algier (siehe Abbildung 1-1 auf Seite 6). Administrativ wird das Wassereinzugsgebiet von den 4 Wilayaten (Provinzen) Relizane, Mascara, Tiaret und Saida verwaltet (siehe Abbildung 4-1). Die Höhenlage innerhalb des Wassereinzugsgebietes schwankt zwischen ca. 180 m über NN im Bereich des Speichers Es Saada und ca. 1300 m über NN im Süden. Mächtige Schichten aus Kalkstein, die sich bis zu 950 m hohen Berggrücken aufwölben, bilden die südliche Grenze des Mina-Tals. Der Tat und der Abt haben sich tiefe Schluchten durch diese Kalke gegraben. Flußaufwärts hinter den Berggrücken fließen der Abt und der Tat durch breite Becken, auf etwa 500 m über NN. Die Berggrücken dieser Täler sind vorwiegend noch mit permanenter Vegetation bedeckt und erhalten vergleichsweise mehr orographischen Regen.

Das Wassereinzugsgebiet läßt sich geologisch gesehen in zwei Gebiete, die ‚Tertiären Mergel‘ und die ‚Kalksteine des Trias‘ untergliedern [Kouri 1993:3] (siehe Abbildung 4-1):

- **‚Tertiäre Mergel‘:** Der nördliche Teil des Wassereinzugsgebietes von ca. 1000 km² besteht aus Gesteinen des Tertiärs mit - insbesondere im mittleren Bereich - starken Mergelschichten. Da Armierungen aus Kalk- und Sandstein dort weniger vorkommen, können sich Prozesse der Linienerosion frei entfalten. Wie später noch gezeigt wird, stammt der Hauptteil der Sedimente, die in den Speicher Es Saada eingetragen werden, aus dem mittleren Bereich der ‚Tertiären Mergel‘.
- **‚Kalksteine des Trias‘:** Der südliche Teil von ca. 4000 km² aus Gesteinen des Trias und des Jura besteht aus Kalksteinen und in geringem Maße aus mit Schichten aus Kalk- und Sandstein verfestigten Mergeln. Dieses Gebiet liefert den Hauptteil des Wasserdargebotes.

Basierend auf diesen Gegebenheiten kann die Informationsbasis für das Wassereinzugsgebiet inhaltlich und räumlich in drei Ebenen untergliedert werden. Diese sind:

- das Wassereinzugsgebiet mit seinem Umfeld,
- der Bereich der ‚Tertiären Mergel‘ und
- die kleinräumigen Untersuchungszonen innerhalb der ‚Tertiären Mergel‘: die Pilotzone Taassalet mit den Kleineinzugsgebieten und das Untereinzugsgebiet des Atrous.

Die Sammlung, die Verarbeitung und die Darstellung der Informationen dienen dazu, in einer abgestuften Vorgehensweise jene Planungsgrundlagen aufzuarbeiten und bereitzustellen, die benötigt werden, um für die Problem- bzw. Fragestellung den Planungs- und Entscheidungsprozeß zu strukturieren und in Klärungsprozesse zu überführen.

Basierend auf den Ausführungen des vorigen Kapitels läßt sich für das Fallbeispiel des Speichers Es Saada der Arbeitsablauf gemäß Abbildung 4-2 in drei Untersuchungs- und Entscheidungsstufen untergliedern, in denen jeweils die Ermittlungstiefe zunimmt. Die Bearbeitung erfolgt iterativ und rekursiv. Die ersten zwei Untersuchungsstufen beziehen sich auf die Entwicklung von Strategien des Erosionsschutzes und der Sedimentrückhaltung, die auch den Schwerpunkt der Arbeit darstellen, und die dritte auf die operative Ebene.

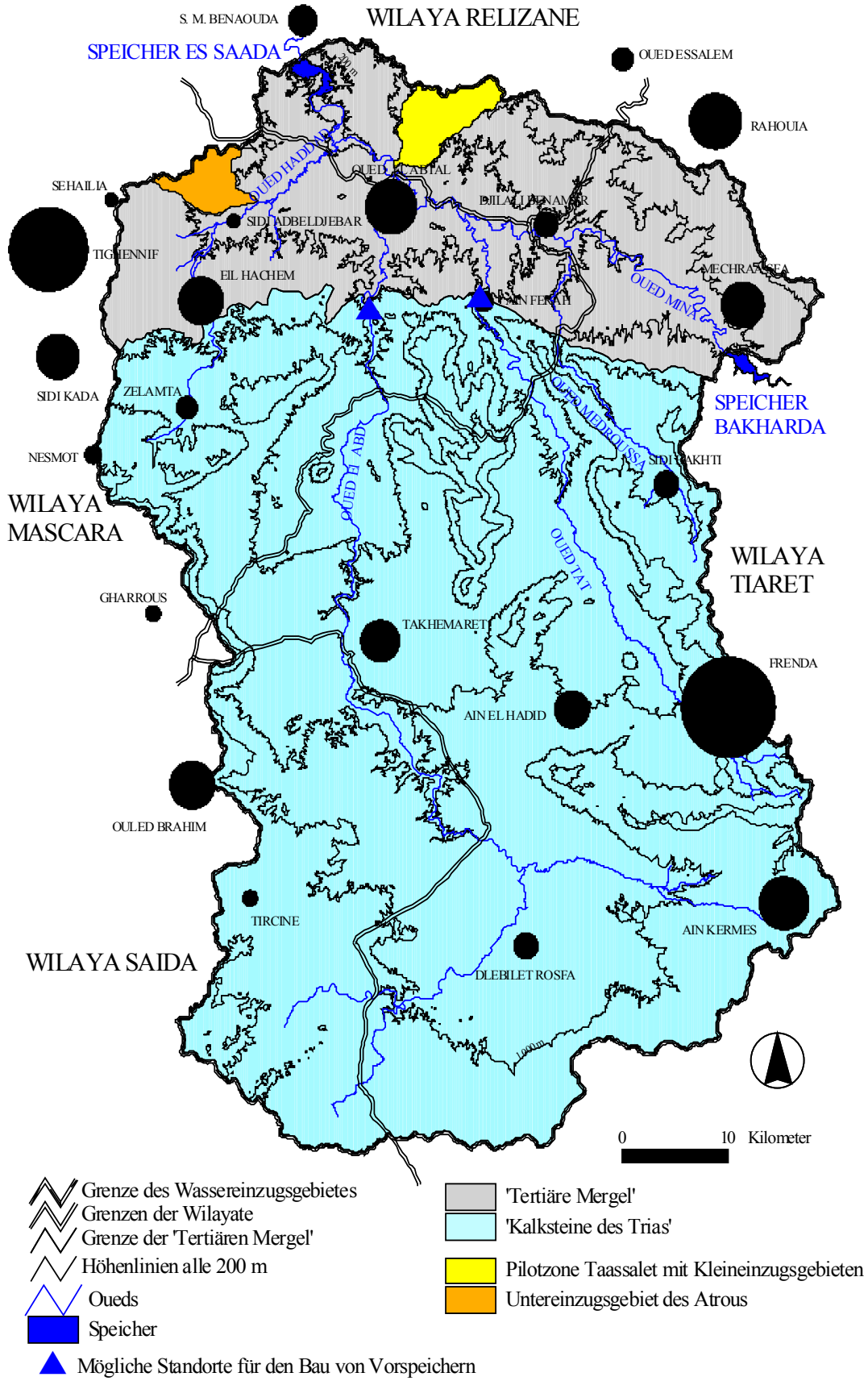


Abbildung 4-1: Wassereinzugsgebiet des Speichers Es Saada

In den folgenden Ausführungen und dem fünften Kapitel werden die einzelnen Arbeitsschritte näher dargestellt. Die Untersuchungsstufen sind durch folgende Merkmale gekennzeichnet:

1. Untersuchungsstufe – Erkundungsphase: Grobstrukturierung des Wassereinzugsgebietes, Identifizierung der Problemfelder und Erkunden des Lösungsspektrums

Die erste Untersuchungsstufe dient dazu, entscheidungsrelevante Informationen zusammenzustellen, um eine Vorentscheidung über die Notwendigkeit und Dringlichkeit der Erarbeitung von Strategien des Erosionsschutzes und der Sedimentrückhaltung in Mergeln zu treffen. Die Untersuchungen beziehen sich auf folgende Bereiche: Abgrenzung des Untersuchungsraumes und -rahmens, Erfassung der Problem-, Interessen- und Konfliktfelder mit ihren Wechselwirkungen und Einflußfaktoren für das Wassereinzugsgebiet und sein Umfeld, Identifizierung des Bereiches mit hohem Sedimenttransport und jenes Bereiches, der den Hauptteil des Wasserdargebotes liefert, Strukturierung des Wassereinzugsgebietes in einzelne Teilsysteme und Erkundung des möglichen Lösungsspektrums. Für weitere Informationen wird auf den Abschnitt 4.1 verwiesen.

2. Untersuchungsstufe - Erkundung von Strategien des Erosionsschutzes und der Sedimentrückhaltung

Die zweite Untersuchungsstufe dient zur Erkundung von Strategien des Erosionsschutzes und der Sedimentrückhaltung und bezieht sich vornehmlich auf den Bereich der ‚Tertiären Mergel‘ mit hohem Sedimenttransport und sein Umfeld. Die Betrachtungen gliedern sich in folgende Punkte:

- die weitere Eingrenzung des Untersuchungsraumes und -rahmens sowie der Informationsverdichtung im Bereich mit hohem Sedimenttransport und sein Umfeld (siehe hierzu Abschnitt 4.2),
- die Erfassung der Erosionsgefährdung (siehe hierzu Abschnitt 5.1),
- die Identifizierung von Potentialen und Restriktionen für die Umsetzung präventiver Maßnahmen des Erosionsschutzes und der Sedimentrückhaltung und der Erarbeitung eines Teilkonzeptes des Erosionsschutzes und der Sedimentrückhaltung (siehe hierzu Abschnitt 5.2).
- die Erkundung und Abstimmung von Strategien durch Inspektion und Analyse alternativer Lösungswege für das Problemfeld der Linienerosion und der Speicherverlandung mit Empfehlungen zur operativen Umsetzung (Aktionsprogramm) (siehe Abschnitt 5.3).

3. Untersuchungsstufe: Erarbeitung von Ausbauvarianten und deren Umsetzung

Basierend auf den identifizierten Maßnahmenbündeln und den Interventionszonen zielen die Untersuchungen in der 3. Stufe darauf ab, Varianten der Umsetzung zu erarbeiten, zu bewerten und umzusetzen. Es kann zwischen den folgenden Arbeitsschritten unterschieden werden: Ausarbeitung von Varianten der Umsetzung, Schlußabwägung über die Umsetzung von Maßnahmen, Erarbeitung der Ausbauplanung/Programme und die Umsetzung der Maßnahmen.

Alle Untersuchungsstufen sind in einen Kommunikationsprozeß zwischen den Betroffenen und Beteiligten sowie in ein Monitoring und ein System der Früherkennung zu integrieren.

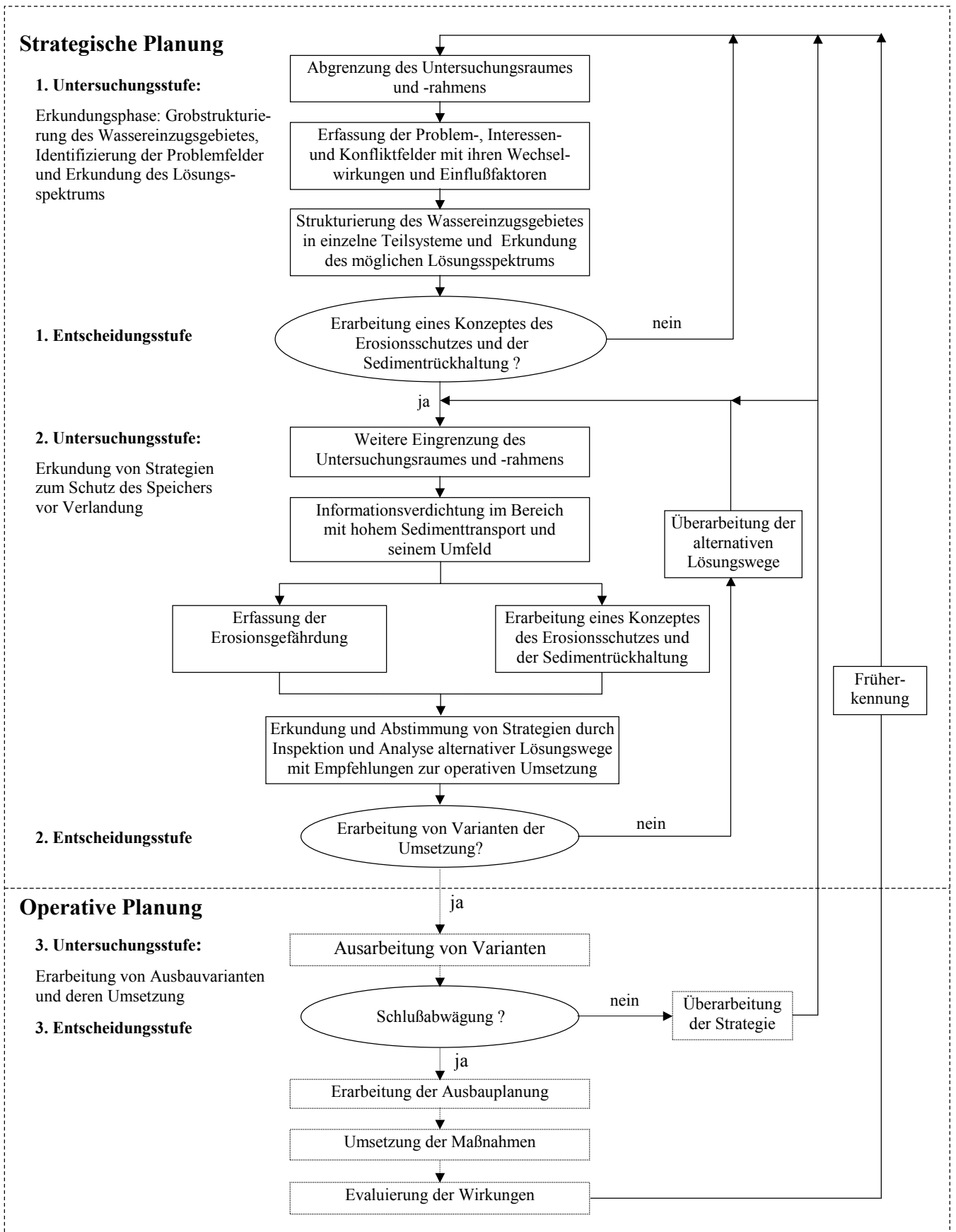


Abbildung 4-2: Planungs- und Entscheidungsschritte zur Erkundung von Strategien des Erosionsschutzes und der Sedimentrückhaltung in Mergeln für den Speicher Es Saada

4.1 Problemerkfassung und Strukturierung des Wassereinzugsgebietes

4.1.1 Problem- und Konfliktfelder

Neben den allgemeinen Aufgaben der Regionalplanung ist die Bewirtschaftung von Wassereinzugsgebieten durch spezifische Problem- und Konfliktfelder gekennzeichnet. Konflikte resultieren aus unterschiedlichen Interessen und Einflußmöglichkeiten von Beteiligten und/oder Betroffenen, und zwar bei der Bewältigung von Problemfeldern sowie bei der Nutzung von Ressourcen. Für den Speicher Es Saada zeigt Tabelle 4-1 die Interessen und Einflußmöglichkeiten von Beteiligten und Betroffenen bei der Bewältigung von möglichen spezifischen Problem- und Konfliktfeldern bei der Bewirtschaftung von Wassereinzugsgebieten. Die Betrachtungen dienen dazu, die spezifischen Problemfelder soweit zu ordnen, um einen möglichen Abstimmungsbedarf des Problemfeldes der Linienerosion in den ‚Tertiären Mergeln‘ und der Verlandung des Speichers Es Saada mit anderen Problemfeldern aufzuzeigen und mögliche Beteiligte und Betroffene im Hinblick auf die operative Umsetzung von Maßnahmen zu identifizieren. Die Einstufungen der Interessen und Einflußmöglichkeiten erfolgten aufgrund der Projekterfahrungen des Autors und dienen vornehmlich dazu, die Zusammenhänge zu verdeutlichen. Daher erheben sie keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

| Problem- und Konfliktfelder bei der Bewirtschaftung von Wassereinzugsgebieten | Beteiligte und Betroffene | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-----------------------------|---------|-------|--------|-----|-----|------|--------------------|--------------------------|------------------------|-----|----|----|---|-------------|---|-----|-----|-----|-----|
| | Planungsträger der Wilayate | | | | | | | | Staatliche Institutionen | | | | | | Bevölkerung | | | | | |
| | Relizane | Mascara | Saida | Tiaret | ANB | ANF | ANRH | Unterhalb Speicher | ‚Tertiäre Mergel‘ | ‚Kalksteine des Trias‘ | | | | | | | | | | |
| Linienerosion in den ‚Tertiären Mergeln‘ und Verlandung des Speichers Es Saada | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Minimierung der Linienerosion durch Wasser in Mergeln, | ### | xx | # | xxx | - | - | # | xx | ### | - | ### | xx | - | - | ### | - | # | xxx | - | - |
| Minimierung der Verlandung | ### | xx | # | xxx | - | - | # | xx | ### | - | ### | xx | - | - | ### | - | # | xxx | - | x |
| Garantie oder Verbesserung des landwirtschaftlichen Potentials in den ‚Tertiären Mergeln‘ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Minimierung der Oberflächenerosion auf landwirtschaftlich genutzten Böden | ### | xxx | ### | xxx | - | - | ### | xxx | - | - | ### | xx | - | - | - | - | ### | xxx | - | - |
| Verbesserung der natürlichen Vegetation | ### | xx | ### | xx | - | - | ### | xx | - | - | ### | x | - | - | - | - | ### | xxx | - | - |
| Konflikt bei der Nutzung des Wasserdargebotes | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Konzentrierte Nutzung des Wasserdargebotes unterhalb des Speichers | ### | x | # | xxx | # | xx | # | xxx | ### | ### | x | - | - | x | ### | x | # | xx | # | xxx |
| Stärkere Nutzung des Wasserdargebotes innerhalb des Wassereinzugsgebietes | # | x | ### | xx | ### | xx | ### | xxx | # | x | - | - | # | x | # | x | ### | xx | ### | xx |
| Garantie der Wasserqualität | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Minimierung des Eintrags von häuslichen und industriellen Abwässern | ## | x | ## | xx | # | xx | # | xx | ### | x | - | - | ## | x | ### | x | ## | xx | ## | xx |
| Minimierung des Eintrags von landwirtschaftlichen Schadstoffen | ### | x | ## | xx | ## | xx | ## | xx | ### | x | - | - | ## | x | ### | x | ## | xx | ## | xx |

Interesse der Betroffenen und Beteiligten

= starkes Interesse
 ## = mittleres Interesse
 # = geringes Interesse
 - = neutral oder kein Interesse

Einflußmöglichkeit der Betroffenen und Beteiligten

xxx = starke Einflußmöglichkeit
 xx = mittlere Einflußmöglichkeit
 X = geringe Einflußmöglichkeit
 - = keine Einflußmöglichkeit

Tabelle 4-1: Exemplarische Darstellung von Problem- und Konfliktfeldern bei der Bewirtschaftung des Wassereinzugsgebietes des Staudamms Es Saada

Bei den Betroffenen und Beteiligten handelt es sich um Akteure, die mehr oder weniger direkt oder indirekt an der Projektarbeit beteiligt waren. Sie lassen sich in drei Hauptgruppen untergliedern:

- Planungsträger der Wilayate: die vier Wilayate Relizane, Mascara, Saida und Tiaret mit ihren administrativen Funktionen und den allgemeinen Planungsaufgaben,
- die staatlichen Institutionen: die Agence National des Forêts (ANF - Forstbehörde) als Träger des Projektes mit der Aufgabe, Maßnahmen zum Schutz des Bodens und der natürlichen Vegetation zu planen und umzusetzen, die Agence Nationale des Ressources Hydrauliques (ANRH - Wasserwirtschaftsbehörde) mit der Aufgabe, hydrologische Daten und Daten zur Wasserqualität zu erheben, auszuwerten und für planerische Zwecke zur Verfügung zu stellen und die Agence Nationale des Barrages (ANB) als Bauherrin und Verwalterin des Speichers Es Saada,
- die Bevölkerungsgruppen: unterhalb des Speichers als Hauptnutznießer des gespeicherten Wasserdargebotes, der nördlichen ‚Tertiären Mergel‘ mit dem Bereich, der den Hauptteil der Sedimente liefert, und der südlichen ‚Kalksteine des Trias‘ mit dem Bereich, der den Hauptteil des Wasserdargebotes liefert.

Die spezifischen Problem- und Konfliktfelder wurden für die Aufgabenstellung in vier Bereiche zusammengefaßt, die wiederum in Teilprobleme untergliedert wurden. Der Schwerpunkt der vorliegenden Arbeit bezieht sich vornehmlich auf das Problemfeld der Linienerosion in den ‚Tertiären Mergeln‘ und die Verlandung des Speichers Es Saada. Zur Einstufung der Interessen und Einflußmöglichkeiten ist es zweckmäßig, Problemfelder in sachlicher, räumlicher und zeitlicher Hinsicht, so weit es möglich ist, abzugrenzen. Wie im Abschnitt 3.1.4 gezeigt wurde, ist es zur Entflechtung der strategischen Aufgabe wichtig, die einzelnen Problemfelder mit ihren Teilproblemen zu identifizieren sowie die Wechselwirkungen unter ihnen offenzulegen.

Tabelle 4-1 zeigt, daß bei den Wilayaten erhebliche divergierende Interessen und Einflußmöglichkeiten bei den einzelnen Problemfeldern bestehen, was zwangsläufig zu Konflikten führen muß, wenn sie nicht in geordneter Weise bewältigt werden. So liegen die Nutznießer des Wasserdargebotes des Speichers Es Saada in der Wilaya von Relizane, der Bereich mit hohem Sedimenttransport in den Wilayaten Relizane, Mascara und Tiaret und der Bereich, der den Hauptteil des Wasserdargebotes liefert vornehmlich in den Wilayaten von Tiaret und Saida. Die Bevölkerungsgruppen ihrerseits sind an den Nutzungsmöglichkeiten der natürlichen Ressourcen interessiert. Konflikte bei der Nutzung des verfügbaren Wasserdargebotes sind somit vorprogrammiert. Wie später noch gezeigt wird, haben die Bergbauern der ‚Tertiären Mergel‘ kaum Vorteile durch die Umsetzung von Maßnahmen des Erosionsschutzes und der Sedimentrückhaltung, oder es ist sogar eine zusätzliche Belastung für sie. Die staatlichen Institutionen sind durch auf ihre Kompetenzbereiche bezogene Interessen gekennzeichnet, besitzen jedoch meist nur geringe Einflußmöglichkeiten auf die räumliche Planung.

Die aufgezeigten Konflikte zeigen, daß die Regionalplanung als übergeordnete, neutrale und mehr oder weniger unabhängige Institution bei der Bewirtschaftung von Wassereinzugsgebieten dazu beitragen kann, die Bedeutung der Problemfelder mit ihren Wechselwirkungen und Interessenkonflikten aufzuzeigen, Lösungswege mit den Betroffenen und Beteiligten auszuarbeiten und zur Diskussion zu stellen und im Rahmen eines diskursiven Planungs- und Entscheidungsprozesses Regelungen zur Bewältigung der Konflikte zu vereinbaren. Dies erscheint notwendig, da sowohl die Problem- wie auch die Konfliktfelder in der Regel wilayaübergreifend sind. Sektorale Planungsansätze bei der Bewirtschaftung von Wassereinzugsgebieten können daher kaum zum Ziele führen.

4.1.2 Vegetation und Landnutzung

Das Institut für angewandte Geowissenschaften (IFG) Offenburg erstellte mit Hilfe von vier MSS-Satellitenbildkarten verschiedener Aufnahmezeitpunkte aus den Jahren 1977 und 1983 eine Vegetations- und Nutzungskarte [IFG 1987:79]. Pflanzenformationen und Nutzungsformen wurden kartographisch zu Einheiten zusammengefaßt, im Gelände überprüft und dienten als Basis zur Festlegung der in Abbildung 4-2 dargestellten Vegetations- und Nutzungseinheiten, die im Anhang A im einzelnen näher beschrieben sind. Detaillierte Untersuchungen zum Degradierungszustand der natürlichen Vegetation wurden zu diesem Zeitpunkt nicht durchgeführt. Weitergehende Erhebungen in den Jahren 1992/93 zielten auf die Erfassung der Variation der Pflanzengesellschaften in ihrer Abhängigkeit von Umwelt- und Nutzungsfaktoren ab [Meirich 1992; Ogrysek 1993].

Meirich [1992:8] teilte die Pflanzenformationen in Wald, Macquis, Garrigue, Steppe, Grasland und Ödland ein. Hinsichtlich ihrer Eigenschaften ist zwischen annuellen und permanenten Vegetationsformen zu unterscheiden. In Anpassung an die Gesteinsunterlage, den Boden und das Klima ließe sich die potentielle natürliche Vegetation in eine Vielzahl von Gesellschaften und Varianten aufgliedern, die jedoch heute mehr oder weniger stark durch die intensiven anthropogenen Eingriffe überformt und geschädigt sind [Meurer 1993:80]. Der Degradierungsprozeß der natürlichen Pflanzendecke ist ein langandauernder geschichtlicher Prozeß, der vornehmlich durch die klimatischen Rahmenbedingungen, die menschlichen Aktivitäten und außergewöhnliche Naturereignisse geprägt ist.

Nutzungsformen des Bodens setzten sich aus unterschiedlichen Nutzungselementen zusammen, die für ein bäuerliches Betriebssystem in Kombination auftreten. Bezogen auf das Erosionsgeschehen sind die dominierenden Nutzungselemente im Wassereinzugsgebiet der Getreideanbau und die Weidewirtschaft, die daher auch im weiteren Verlauf der Arbeit im Vordergrund stehen. In wirtschaftlicher Hinsicht sind zudem die Bewässerungswirtschaft und der Obstbau von Bedeutung. Bezogen auf ein Nutzungselement wird begrifflich zwischen der Intensität, der Variabilität und der Änderung der Nutzung unterschieden. Die Nutzungsintensität gibt dabei Aufschluß über die Bedeutung eines Nutzungselementes. Die Nutzungsvariabilität bezieht sich hier vornehmlich auf den Getreideanbau und zielt darauf ab, die jährlichen Schwankungen bei den ackerbaulich genutzten Flächen zu erfassen. Nutzungsänderungen sollen so definiert werden, daß Änderungen bei den Nutzungselementen einen mehr oder weniger permanenten Charakter annehmen und hinsichtlich ihrer Wirkungen wahrgenommen werden können. Auf die Bedeutung der Nutzungselemente der extensiven Weidewirtschaft und des ertragslabilen Getreideanbaus für das Erosionsgeschehen in den ‚Tertiären Mergeln‘ wird im Abschnitt 4.2 näher eingegangen.

Das Wassereinzugsgebiet läßt sich in zwei große Nutzungs- und Vegetationseinheiten untergliedern (siehe Abbildung 4-3). Im Bereich der ‚Tertiären Mergel‘ herrschen Vegetationsformationen mit vorwiegend annuellen Pflanzenarten vor, wozu auch der Getreideanbau zählt. Die permanente Vegetation ist dort weitgehend zurückgedrängt. Demgegenüber sind die Bergrücken des Bereiches der ‚Kalksteine des Trias‘ zu einem großen Anteil mit einer permanenten, mehr oder weniger stark degradierten Vegetationsdecke versehen. Die Talauen des Oued Abt, Tat und Medroussa stellen Untereinheiten dar, die sehr stark durch die menschlichen Aktivitäten geprägt sind, das heißt durch annuelle Pflanzenarten, zu denen auch der Getreideanbau zählt, und stark degradierte Steppenbereiche. Die Erhebungen haben gezeigt, daß die natürliche Vegetation in vielen Gebieten stark zurückgedrängt und degradiert und das ökologische Gleichgewicht gefährdet ist, da die weidewirtschaftliche Tragfähigkeit überschritten wurde. Als Tragfähigkeit wird in diesem Sinne die ‚optimale weidewirtschaftliche

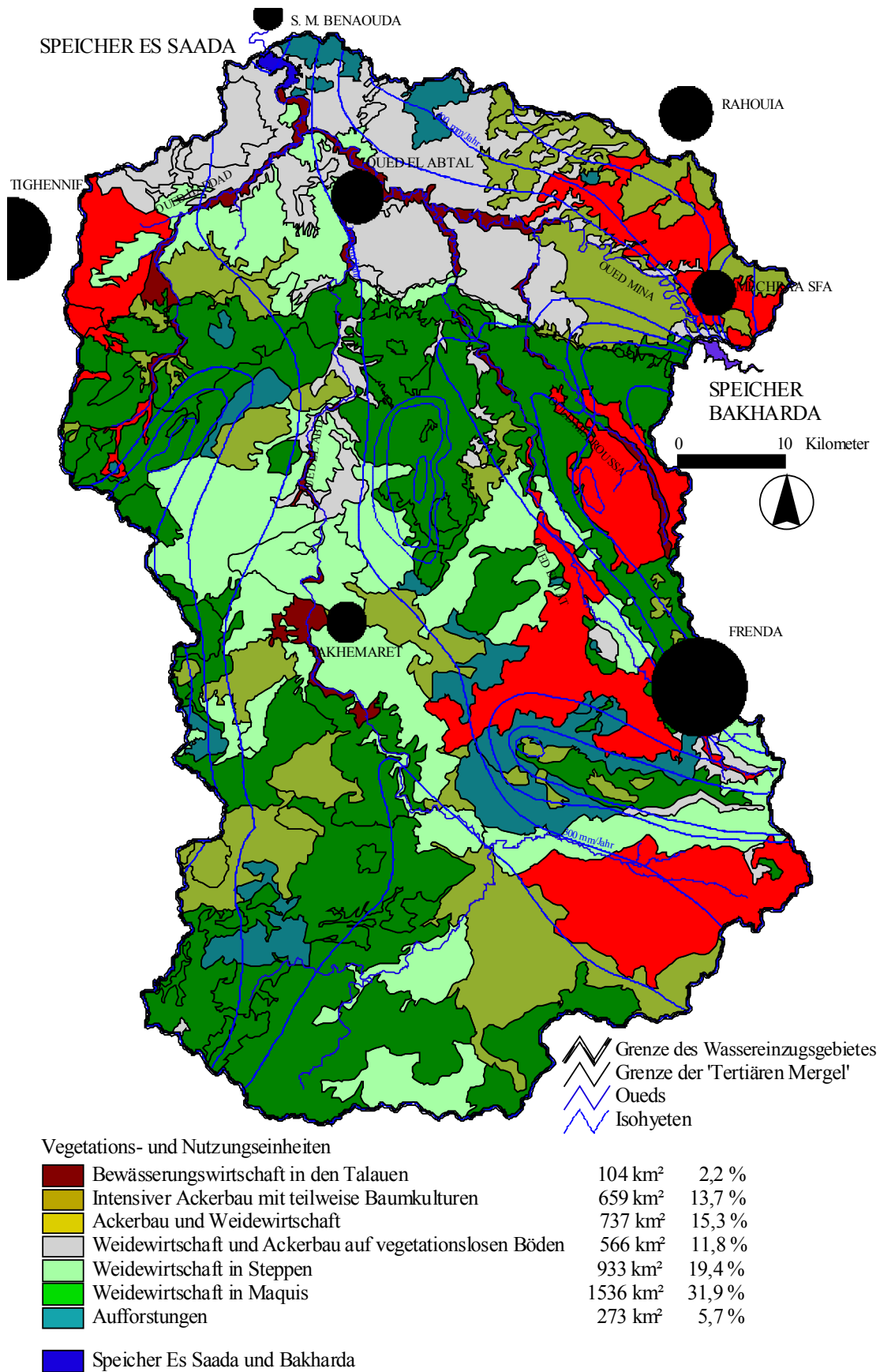


Abbildung 4-3: Vegetations- und Nutzungseinheiten (nach IFG [1987] und Meirich [1992])

Nutzung unter Erhaltung der vollen Regenerationsfähigkeit der Pflanzengesellschaft“ verstanden [Ogrysek 1994:27]. Ausführungen zu den Ursachen und Folgewirkungen der weidewirtschaftlichen Übernutzung können bei Meurer [1986:398], Giessner [1991] und Meirich [1992:87] nachgelesen werden. Zur besseren Einschätzung der bestehenden Nutzungsformen stellen die kollektiven Eigentumsverhältnisse und die Besitz- und Nutzungsrechte sowie die Wechselwirkungen zwischen Umwelt- und Nutzungsfaktoren eine wichtige Basis dar.

Kollektive Eigentumsverhältnisse sowie Besitz- und Nutzungsrechte

Nutzungsgewohnheiten von Bereichen mit permanenter Vegetation lassen sich primär aus den kollektiven Eigentumsverhältnissen heraus erklären [Meurer 1996:396]. Wald wurde als „totes Land“ betrachtet, an dem kein Mitglied der islamischen Glaubensgemeinschaft Eigentumstitel erwerben konnte, aber Nutz- und Rodungsrechte hatte. Zwangsläufig kann bei den Nutzern das Interesse an der Erhaltung und Pflege der natürlichen Vegetation nur begrenzt sein [Giessner 1971:398]. „Totes Land“ konnte ohne besonderen Rechtsakt zur Holzbedarfsdeckung und zur Beweidung genutzt werden oder durch Rodung in „lebendes Land“ umgewandelt werden. Bei ackerbaulich genutztem Boden bestand traditionell ein Gewohnheitsrecht [Meurer 1986:396], was jedoch nach der heutigen Auffassung als Privatbesitz aufzufassen ist.

In der Vergangenheit führte bei geringer Bevölkerungsdichte der Weidedruck nur zu begrenzten Übernutzungsschäden. Dies änderte sich mit zunehmender Bevölkerungsdichte. In der Kolonialzeit wie auch nach der Unabhängigkeit sind die Flächen mit permanenter Vegetation in den Staatsbesitz überführt worden. Der verantwortlichen Forstverwaltung in Algerien gelang es jedoch bis heute nicht, eine Politik der Erhaltung der natürlichen Vegetation umzusetzen. Die reine Überführung von Bereichen mit permanenter Vegetation in den Staatsbesitz ist wohl ungeeignet und unzureichend, um den traditionellen Nutzungsgewohnheiten mit ihren Folgewirkungen entgegenzuwirken. Die Notwendigkeit der weidewirtschaftlichen Nutzung der Bereiche mit permanenter Vegetation durch den Bauern kann kaum bestritten werden, da er ansonsten seinen Lebensunterhalt nicht erzielen könnte. Andererseits hat der Staat die Pflicht, unter den sich verändernden Nutzungsbedingungen der fortschreitenden Degradierung der natürlichen Ressourcen entgegenzuwirken.

Der Bereich der ‚Tertiären Mergel‘ ist aufgrund der gemischten Nutzungsform aus Weidewirtschaft und Ackerbau meist durch private Besitzverhältnisse gekennzeichnet. Eine geregelte Weideordnung in dem Sinne gibt es nicht, auch wenn sicherlich interne Absprachen und Regeln existieren. Flächen, die in einem Jahr nicht ackerbaulich genutzt werden, unterliegen mehr oder weniger stark der unkontrollierten Beweidung. Im Anhang H sind die Besitz- und Nutzungsverhältnisse für das Untereinzugsgebiet des Atrous dargestellt. Die Ergebnisse zeigen, daß ein Großteil der Besitzer der Flächen außerhalb des Untereinzugsgebietes bzw. außerhalb des Wassereinzugsgebietes lebt und zwar in Gebieten mit günstigeren sozioökonomischen Rahmenbedingungen als im Untereinzugsgebiet selber. Diese Tatsache unterstreicht die Schwierigkeiten bei der Umsetzung von Maßnahmen des Erosionsschutzes.

Wechselwirkungen zwischen Umwelt- und Nutzungsfaktoren bei der weidewirtschaftlichen Übernutzung

Der Degradierungsprozeß der natürlichen Vegetation wird entscheidend durch die Nutzungsintensität der Viehwirtschaft, das Niederschlagsgeschehen, das Relief und die Bodenverhältnisse gesteuert. Es besteht also eine enge Wechselwirkung zwischen Umwelt- und Nutzungsfaktoren. Nach Meirich [1923:3] sind gemeinsame Grenzen der Isohyeten mit den Pflanzengesellschaften feststellbar. Meurer und Mill [Meirich 1992:80] zeigen auf, daß die Erträge der Naturweide kleinräumig in Abhängigkeit vom Boden und der Artenzusammensetzung des Pflanzenbestandes sehr variieren und direkt abhängig von der Höhe der Niederschläge sind.

Die Exposition hat einen sehr starken Einfluß auf die Ausprägung des Pflanzenbestandes, wobei der Einfluß um so stärker wird, je gestrefter der Pflanzenbestand und je größer der Anteil der Krautschicht ist. Bei permanenten Vegetationsformen, wie in dichten Macquisbereichen, führt die Exposition nur zu einer geringen Artenverschiebung und Verringerung der Bodenbedeckung. In den Extremstandorten der trockenen ‚Tertiären Mergel‘ mit reiner Krautvegetation bewirkt die Exposition, daß der Südhang fast gänzlich vegetationslos ist. Zusätzlich zu den natürlichen Einflußfaktoren wird die Vegetation durch die menschlichen Aktivitäten überformt. In unmittelbarer Nähe von Gehöften und Siedlungen ist der Weidedruck am stärksten. Hat ein siedlungsnaher Standort geringen Niederschlag und geringmächtigen Boden, so ist der Vegetationsbestand vollkommen degradiert oder meist völlig kahl gefressen [Meirich 1992:3].

Erhebungen nach Mill [Meirich 1992:86] zeigen, daß die Pflanzen jeweils in der Wachstumsperiode am meisten beweidet werden. Zu der Zeit werden junge Triebe geschoben, die am schmackhaftesten sind. Die Pflanze hat zu der Zeit aber auch einen starken Saftstrom, so daß sie bei zu starker Beweidung sehr hohe Verdunstungsverluste erleidet, was bei nachfolgender Trockenheit zum Absterben der Pflanze führen kann. Werden die Triebe mit den Blüten und Samen vollständig abgefressen, unterbleibt häufig eine natürliche Vermehrung, was zur Überalterung des Bestands führt. Außerdem weist das Vieh ein selektives Freßverhalten auf, wodurch das Vordringen von Pflanzenarten mit geringerem Weidewert gefördert wird.

Für die momentane Situation in den ‚Tertiären Mergeln‘ bedeutet dies, daß dort aufgrund der Dominanz der annualen Pflanzenarten und der begrenzten Niederschlagsverhältnisse eine hohe Instabilität hinsichtlich des Bodenschutzes und der weidewirtschaftlichen Produktivität besteht. In Trockenjahren ist das Pflanzenwachstum extrem gering, so daß bei gleichbleibender Besatzdichte der Druck auf die restliche Vegetation noch extremer wird. Eine verstärkte Degradierung auch der annualen Pflanzenformationen ist die Folge. Permanente Vegetationsformationen stellen einen Puffer für die jährliche Variabilität des Niederschlagsgeschehens dar und sind demzufolge wesentlich stabiler und ertragssicherer, da sie mehrere Trockenjahre besser überstehen und ausgleichen können als die reinen Krautschichten. Dieser Gleichgewichtszustand einer permanenten Vegetationsbedeckung nimmt mit dem Fortschreiten des Degradierungsprozesses jedoch erheblich ab.

4.1.3 Bevölkerung und sozioökonomische Prozesse

Die Bevölkerung wirkt durch die Anzahl in quantitativer wie auch durch die Lebensweise und Nutzungsform in qualitativer Form auf die natürlichen Ressourcen ein. Umgekehrt definieren die natürlichen Ressourcen die landwirtschaftlichen Aktivitäten der Menschen entscheidend mit. Im vorigen Abschnitt wurde gezeigt, daß für das Wassereinzugsgebiet die natürliche Vegetation in vielen Gebieten schon an den Grenzen ihrer Belastbarkeit angelangt ist, so daß aus ökologischer Sicht die weidewirtschaftliche Tragfähigkeit schon jetzt überschritten scheint. Die ackerbaulich nutzbaren Böden dürften weitgehend erschlossen sein. Produktionssteigerungen sind somit wohl nur über eine bessere Ausnutzung der vorhandenen nutzbaren Flächen möglich. Aufgrund der semi-ariden Bedingungen stellen Möglichkeiten der Bewässerung ein wichtiges Potential dar. Die Bevölkerung in Algerien wird sich in den nächsten 20 bis 30 Jahren voraussichtlich wieder verdoppeln (siehe Anhang C), so daß mit erheblichen wirtschaftlichen und sozialen Veränderungen und zusätzlichen Eingriffen in Natur und Landschaft zu rechnen ist.

Aufgrund der Problemstellung steht im folgenden vornehmlich der Zusammenhang zwischen den sozioökonomischen Prozessen und den physischen Gegebenheiten im Vordergrund der Betrachtungen. Bei der Erosionsproblematik stellt die Nutzungsform des Bodens die einzige

Größe dar, die durch den Menschen aktiv beeinflussbar ist (siehe Abschnitt 3.2.4). Daher soll in diesem Abschnitt insbesondere auf folgende zwei Punkte eingegangen werden:

- die Beschreibung und Erfassung der Ursachen und Folgewirkungen von Prozessen der lokalen Konzentration und Abwanderung sowie
- die Festlegung und Beschreibung sozioökonomischer Zonen und Teilsysteme mit ihren spezifischen Wechselwirkungen.

Als Quelle für die Betrachtungen zur Bevölkerung dienten die drei Volkszählungen von 1966, 1977 und 1987, die flächendeckend für Algerien verfügbar sind, so daß die Übertragbarkeit der Vorgehensweise auf andere Gebiete gewährleistet ist. Darüber hinaus wurde für das Projektgebiet die soziale und technische Infrastruktur aufgenommen (siehe Anhang D). Die Daten zur Volkszählung erlauben eine getrennte Betrachtung von Städten bzw. Gemeinden (agglomérations chefs lieux et agglomérations secondaires) und des ländlichen Raums ("zone rurale"). Diese Trennung ist nicht mit einer Zuordnung zum agraren oder nichtagraren Erwerbsbereich gleichzusetzen. Zur Erhebung und Aufbereitung der Daten siehe Honermann [1992] und Beck [1993].

Die Tatsache, daß sich die Aufnahmeeinheiten nicht an sozioökonomischen oder siedlungsstrukturellen Teilsystemen, sondern an administrativen Grenzen orientieren, erschwert einerseits die räumliche Interpretation, andererseits ist dadurch eine vergleichende Betrachtung zwischen den drei Volkszählungen erst möglich. Für die Betrachtungen ragt das Untersuchungsgebiet über die Wasserscheide des Einzugsgebietes hinaus, um sozioökonomische Beziehungen zwischen Bereichen innerhalb und außerhalb des Wassereinzugsgebietes erkennen und berücksichtigen zu können. Sozioökonomische Prozesse orientieren sich in semi-ariden Gebieten zwar stark an der Verfügbarkeit des Wassers, aber nicht an Grenzen von Wassereinzugsgebieten.

Ursachen und Folgewirkungen von Prozessen der lokalen Konzentration und Abwanderung

Die Untersuchungen zu den Volkszählungsdaten haben gezeigt, daß das Wassereinzugsgebiet durch starke räumliche Unterschiede bei der Dichte sowie der Zu- und Abnahme der Bevölkerung im ländlichen Raum und in den Städten bzw. Gemeinden gekennzeichnet ist (siehe Anhang B). Im Rahmen dieser Arbeit wird zwischen drei Formen von Prozessen der Konzentration und Abwanderung unterschieden, die mit einer mehr oder weniger weiten Verlagerung des Wohnsitzes verbunden sind:

- **Lokale Konzentration innerhalb einer funktionalen Einheit:** Sie kann als Binnenwanderung innerhalb eines sozioökonomischen Teilsystems verstanden werden. Ein sozioökonomisches Teilsystem ist eine funktionale Einheit, die sich aus dem ländlichen Raum sowie den Städten und Gemeinden zusammensetzt.
- **Lokale Abwanderungen von einer funktionalen Einheit in eine benachbarte:** Es handelt sich um eine Form von Außenwanderung, die jedoch aufgrund vergleichsweise geringer Distanzen noch einen mehr oder weniger lokalen Charakter besitzt.
- **Regionale Abwanderungen:** Die regionale Abwanderung ist als regionale Außenwanderung zu verstehen, da sie mit einem Wechsel des Wohnsitzes über weitere Entfernungen meist in größere Ballungsräume verbunden ist.

Die Ergebnisse zeigen, daß in der Vergangenheit im Wassereinzugsgebiet des Speichers Es Saada Prozesse der lokalen Konzentration (Binnenwanderung) und der lokalen Abwanderung (lokale Außenwanderung) gegenüber regionalen Abwanderungen in Ballungsräume vorherrschten. Insbesondere in Gebieten mit vergleichsweise ungünstigen natürlichen Potentialen und/oder geringen außerlandwirtschaftlichen Arbeitsplätzen, die zudem häufig durch eine disperse Siedlungsstruktur gekennzeichnet sind und als marginale Standorte bezeichnet werden, wurden diese Prozesse der lokalen Konzentration und Abwanderung verstärkt festge-

stellt. Da in semi-ariden Gebieten die natürlichen Potentiale durch das Niederschlagsgeschehen definiert werden, verschärften sich in den letzten Jahren in Gebieten mit niedrigen mittleren Jahresniederschlägen zunehmend die wirtschaftlichen Bedingungen, so daß insbesondere dort verstärkte Abwanderungen festgestellt wurden.

Innerhalb einer funktionalen Einheit führten die Prozesse der lokalen Konzentration und Abwanderung zu einem überproportionalen Wachstum in den Städten und Gemeinden und einer Verdichtung des ländlichen Raumes entlang der Hauptvorfluter mit Möglichkeiten der Bewässerungswirtschaft, entlang von Gebieten mit permanenter Vegetation aufgrund der weidewirtschaftlichen Nutzungsmöglichkeiten und entlang der Hauptverkehrsadern sowie in der näheren Umgebung größerer Städte, um zusätzliche monetäre Einkünfte außerhalb der Landwirtschaft zu erschließen.

Ursachen der aufgezeigten Prozesse der lokalen Konzentration und Abwanderung sind eine unzureichende Lebensbasis der Bergbauern und/oder die Verstärkung wirtschaftlicher und sozialer Disparitäten (siehe hierzu auch Blaikie [1985, 36] und Qaisser [1982:4]). Arnold [1995:80] führt aus, daß Einkommensdisparitäten zwischen der Landwirtschaft und den übrigen Wirtschaftssektoren die Hauptursache für Wanderungsbewegungen, den sogenannten ‚exode rurale‘, in Algerien sind. Generell sind bei begrenzten Ressourcen und hohem Bevölkerungswachstum Prozesse der Konzentration und Abwanderung als normal oder sogar notwendig anzusehen, da ein Teil der Menschen an seinem Geburtsort im landwirtschaftlichen Sektor nicht mehr seinen Lebensunterhalt verdienen kann und Arbeitsplätze im nichtlandwirtschaftlichen Sektor an dieser Stelle nicht oder in unzureichendem Maße zur Verfügung gestellt werden können. Negative Folgewirkungen für das Erosionsgeschehen treten für den Fall ein, wenn die aufgezeigten Prozesse zu negativorientierten Änderungen der Bodennutzung führen.

Den Zusammenhang zwischen den Ursachen und den Folgewirkungen von Prozessen der lokalen Konzentration und Abwanderung für den mittleren Bereich der ‚Tertiären Mergel‘ zeigt Abbildung 4-4. So führen Prozesse der lokalen Konzentration und Abwanderung häufig zu einer Nichtinanspruchnahme der Besitzverhältnisse mit der Folge von Nutzungsänderungen.

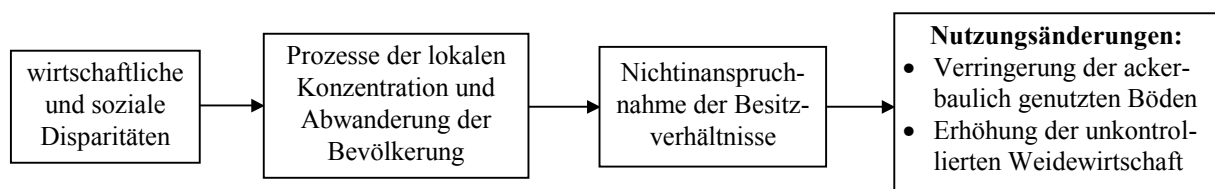


Abbildung 4-4: Ursachen und Folgen von Prozessen der lokalen Konzentration und Abwanderung der Bevölkerung im ländlichen Raum

Bezogen auf das Erosionsgeschehen sind also jene Einflußfaktoren von besonderem Interesse, die an negativ, aber auch jene, die an positiv orientierte Änderungen der Landnutzung gekoppelt sind. Weiterhin kann festgehalten werden, daß die Folgewirkungen von Nutzungsänderungen bei gegebenen physischen Rahmenbedingungen nur im Zusammenhang mit den Nutzungselementen der aktuellen Nutzungsform des Bodens und den jeweiligen Änderungen bewertet werden können. Bei Nutzungselementen, die an den bestehenden Wohnort gebunden sind, ist eine räumliche Verlagerung des Wohnsitzes mehr oder weniger zwangsläufig mit einer Änderung des Nutzers und/oder der Nutzungsform des Bodens verbunden.

Bei einem Betriebssystem aus Viehwirtschaft und Weidewirtschaft, wie im mittleren Bereich der ‚Tertiären Mergel‘, ist die Nichtinanspruchnahme der Besitzverhältnisse in der Regel mit einer Verringerung der bearbeitbaren ackerbaulich nutzbaren Fläche und einer Erhöhung der unkontrollierten Weidewirtschaft verbunden, wodurch das Erosionsgeschehen eher gefördert

wird.²⁰ Auf die Gefährdungen durch die aktuelle Nutzungsform und die Tendenzen ihrer Änderung wird im Abschnitt 4.2.5 näher eingegangen.

Räumliche Untergliederung in sozioökonomische Zonen und Teilsysteme

Um die aufgezeigten Prozesse der lokalen Konzentration und Abwanderung räumlich zuordnen zu können, wurde das Untersuchungsgebiet in sozioökonomische Zonen und Teilsysteme untergliedert. Sozioökonomische Zonen können als mehr oder weniger unabhängige Einheiten angesehen werden, die durch vergleichsweise geringe wechselseitige Verflechtungen untereinander gekennzeichnet sind. Sozioökonomische Teilsysteme untergliedern diese Zonen in mehrere Gebiete, die funktional, bezogen auf den Sachverhalt, als homogen angesehen werden können, jedoch durch Wechselwirkungen miteinander verknüpft sind. Dies hat zur Folge, daß bei der Erkundung von alternativen Lösungswegen die Erfassung von Folgewirkungen nicht nur auf ein einzelnes, sondern auch auf alle anderen Teilsysteme der betrachteten Zone zu erfolgen hat. Es sei nochmals darauf hingewiesen, daß die Grenzen der sozioökonomischen Zonen und Teilsysteme nicht als starre Linien aufzufassen sind, da administrative Grenzen mehr oder weniger willkürlich und sozioökonomische Übergänge meist fließend sind.

Das Wassereinzugsgebiet läßt sich für die gestellte Fragestellung in zwei sozioökonomisch relativ unabhängige Zonen untergliedern, die dem Bereich der ‚Tertiären Mergel‘ und dem südlichen Bereich der ‚Kalksteine des Trias‘ entsprechen. Die räumliche Trennung zwischen diesen beiden Zonen bewirkt der von Westen nach Osten orientierte, mit permanenter Vegetation bedeckte Bergrücken, der das Minatal von den Zuflüssen aus dem Süden trennt. Da es sich bei dem Bergrücken um eine mehr oder weniger statische Barriere handelt, kann davon ausgegangen werden, daß die direkten Verflechtungen zwischen diesen beiden Zonen auch zukünftig vergleichsweise gering sein dürften und somit eine getrennte Betrachtungsweise dieser beiden Zonen möglich ist. Eine indirekte Verflechtung der sozioökonomischen Prozesse zwischen diesen beiden Zonen ist jedoch durch die zunehmende Nutzung und Verteilung des Wasserdargebotes gegeben, auf die im Rahmen dieser Arbeit nicht vertiefend eingegangen wird.

Für den nördlichen Bereich der ‚Tertiären Mergel‘, der den Schwerpunkt der weiteren Untersuchungen darstellt, wurden drei sozioökonomische Teilsysteme identifiziert. Diese sind:

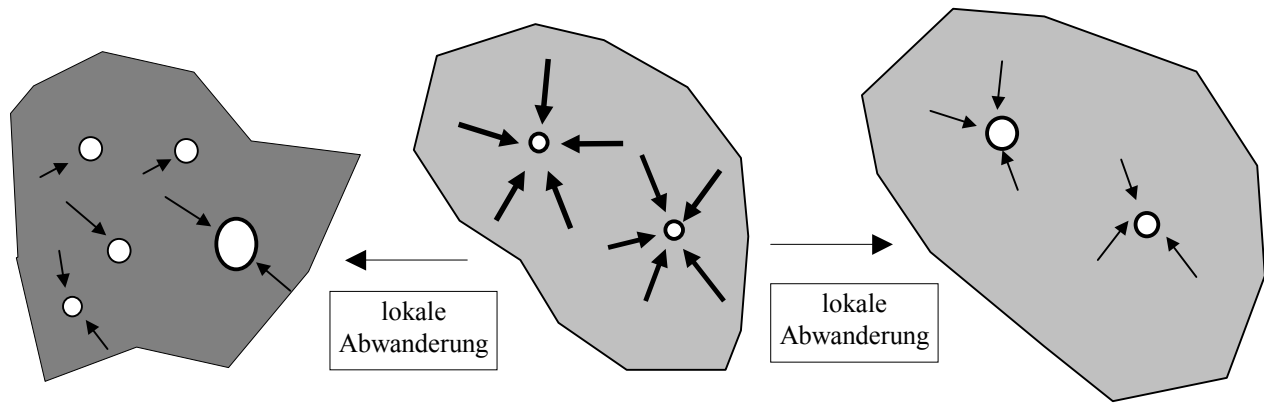
- das westliche Gebiet mit landwirtschaftlichen Potentialen und Arbeitsplätzen im nichtlandwirtschaftlichen Sektor,
- das mittlere Gebiet mit geringen landwirtschaftlichen Potentialen und wenigen außerlandwirtschaftlichen Arbeitsplätzen und
- der östliche landwirtschaftliche Ertragsstandort für den Getreideanbau mit Arbeitsplätzen im nichtlandwirtschaftlichen Sektor.

In vereinfachter Form zeigt Abbildung 4-5 die Merkmalsausprägungen dieser Teilsysteme²¹. Insbesondere das mittlere Teilsystem ist aufgrund der begrenzten natürlichen und wirtschaftlichen Potentiale durch die aufgezeigten Prozesse der lokalen Konzentration und Abwanderung gekennzeichnet. Aufgrund der abnehmenden oder stagnierenden Bevölkerung im ländlichen Raum handelt es sich um einen relativen Entleerungsraum. Die Städte und Gemeinden weisen ein überproportionales Wachstum auf und fangen einen Teil der Bevölkerung ab, der aufgrund der beschränkten natürlichen Ressourcen den ländlichen Raum verlassen muß. Der Verstädterungsgrad ist vergleichsweise gering, und der ländliche Raum ist durch eine disperse

²⁰ Zum Betriebssystem der Bergbauern im mittleren Teil der ‚Tertiären Mergel‘ siehe Abschnitt 4.2.3.

²¹ Detaillierte Informationen zur räumlichen Ausprägung der Dichte, Zu- und Abnahme der Bevölkerung können den Abbildungen B-1 und B-2 im Anhang B entnommen werden.

Siedlungsstruktur in Form von Einzelgehöften geprägt. Wie noch gezeigt wird, stammt der Hauptteil der Sedimente, die in den Speicher eingetragen werden, aus diesem Gebiet.



Gebiet mit landwirtschaftlichen Potentialen und Arbeitsplätzen im nichtlandwirtschaftlichen Sektor

- Hohe Bevölkerungsdichte und starke Zunahme der Bevölkerung im ländlichen Raum
- Mittlere Zunahme der Bevölkerung in den Städten und Gemeinden
- Verdichtete Siedlungsstruktur mit hohem Verstädterungsgrad
- Arbeitsplätze im nichtlandwirtschaftlichen Sektor
- Gute landwirtschaftliche Potentiale durch Ackerbau und Bewässerungswirtschaft

Gebiet mit geringen landwirtschaftlichen Potentialen und wenigen außerlandwirtschaftlichen Arbeitsplätzen

- Geringe Bevölkerungsdichte und Abnahme oder Stagnation der Bevölkerung im ländlichen Raum
- Überproportionale Zunahme der Bevölkerung in den Städten und Gemeinden gefördert durch lokale Prozesse der Konzentration
- Lokale Abwanderung der Bevölkerung
- Disperse Siedlungsstruktur mit geringem Verstädterungsgrad,
- Geringer Anteil an Arbeitsplätzen im nichtlandwirtschaftlichen Sektor
- Geringe landwirtschaftliche Potentiale durch begrenztes Niederschlagspotential

Landwirtschaftliche Ertragsstandorte für den Getreideanbau mit Arbeitsplätzen im nichtlandwirtschaftlichen Sektor

- Geringe Bevölkerungsdichte und geringe Zunahme der Bevölkerung im ländlichen Raum
- Mittlere Zunahme der Bevölkerung in den Städten und Gemeinden
- Disperse Siedlungsstruktur mit mittlerem Verstädterungsgrad
- Arbeitsplätze im nichtlandwirtschaftlichen Sektor
- Gute landwirtschaftliche Potentiale durch Produktionsstandort für den Getreideanbau

Abbildung 4-5: Merkmalsausprägungen der sozioökonomischen Teilsysteme der ‚Tertiären Mergel‘

Die Teilsysteme im Westen und im Osten stellen, wirtschaftlich gesehen, Anziehungspunkte für die im mittleren Bereich lebende Bevölkerung dar. Die Verbesserung der wirtschaftlichen Rahmenbedingungen in dem östlichen und westlichen Teilsystem fördern die sozialen Disparitäten und damit die lokalen Prozesse der Konzentration und Abwanderung im mittleren Teilsystem. Die aufgezeigten Wechselwirkungen zwischen den einzelnen sozioökonomischen Teilsystemen in den ‚Tertiären Mergeln‘ verdeutlichen, daß Prozesse der Bodenerosion nicht nur durch lokal ungünstige physische Einflußfaktoren geprägt sind, sondern auch indirekt durch lokal übergreifende sozioökonomische Veränderungen, die dann zu einer negativ orientierten Änderung der Landnutzung führen können. Erosionsschutzkonzepte müssen somit in ein regionales Entwicklungskonzept integriert werden.

4.1.4 Unsicherheiten durch das Niederschlagsgeschehen

Niederschlag ist das aus der Lufthülle in flüssiger oder fester Form ausgeschiedene Wasser. Nach dem DVWK [1991:10] unterscheidet man in semi-ariden Gebieten drei Typen der Niederschlagsentstehung:

- **zyklonaler Niederschlag:** beim Durchzug von Tiefdruckgebieten gleitet warme Luft auf kalte, oder kalte Luft schiebt sich unter warme;
- **orographischer Niederschlag:** durch eine Anhebung der Luftmassen beim Überströmen einer Gebirgskette;
- **konvektiver Niederschlag:** durch lokale Aufwärtsbewegungen erwärmter Luft bei Gewitterfronten.

Zyklonale Niederschläge gehen meist über größeren Gebieten nieder und sind in der Regel von längerer Dauer. Konvektive Niederschläge sind schauerartig und von begrenzter Flächenausdehnung. Orographische Niederschläge sind hinsichtlich der Dauer und Intensität sehr unterschiedlich. Das Niederschlagsgeschehen beeinflusst den Wasserabfluß, das Erosionsgeschehen und das Pflanzenwachstum. In semi-ariden Gebieten stellt das Niederschlagsgeschehen einen stark limitierenden Faktor für die wirtschaftliche und soziale Entwicklung dar. Unsicherheiten und Gefährdungen durch das Niederschlagsgeschehen sind nur in begrenztem Maße abschätzbar, müssen jedoch bewältigt werden. Die folgenden Ausführungen zielen darauf ab:

- Unsicherheiten durch die zeitliche Variabilität des Niederschlagsgeschehens aufzuzeigen,
- Zonen unterschiedlicher Eignung für den Getreideanbau räumlich abzugrenzen,
- die Bedeutung der Erosivität der Niederschläge auf das Erosionsgeschehen zu diskutieren,
- die räumliche Ausprägung des Niederschlagsgeschehens darzustellen.

Unsicherheiten durch die zeitliche Variabilität des Niederschlagsgeschehens

Das Wassereinzugsgebiet des Staudamms Es Saada ist durch ein mediterranes semi-arides Klima gekennzeichnet. Nach Meddi [1992] erzeugen atmosphärische Störungen die Niederschläge (zyklonaler Niederschlag), die im allgemeinen nach Norden und Nordwesten ausgerichtet sind. Lokal werden die Regenfälle von der geographischen Breite und Höhe sowie der Exposition der Hänge beeinflusst [Meddi 1992; Gomer 1994:20]. Die Monate Juni bis September sind extrem trocken und sehr warm. Im Mittel fallen ca. 75 % der Jahresniederschläge in den kälteren Wintermonaten von Oktober bis Mai. Diese Monate stellen auch die Wachstumsperiode für die natürliche Vegetation und den Getreideanbau dar. Die Variation des Makroklimas im Einzugsgebiet wird bei relativ geringen Unterschieden in den Temperaturverläufen durch die Niederschlagsverteilung bestimmt [Kouri 1993].

Guedjtal et al. [1993] untersuchten in ihrer Arbeit die Änderungen des Niederschlagsverhaltens im nördlichen Teil Algeriens in den letzten 150 Jahren. Sie stellten fest, daß das Klima in der Vergangenheit durch feuchte und trockene Jahre und Perioden gekennzeichnet war. Zu gleichen Ergebnissen kommt Achenbach [1979:278] für Tunesien. Hinsichtlich ihres zeitlichen Verlaufs sind für Algerien regionale Unterschiede feststellbar, das heißt, Trockenperioden traten nicht überall zum gleichen Zeitpunkt in der gleichen Ausprägung auf. Die extrem niedrigen Niederschläge in den letzten 15 Jahren stellen somit prinzipiell keine Ausnahme dar, sind im westlichen Teil Algeriens allerdings stärker ausgeprägt als in der Vergangenheit. Dort befindet sich auch das Wassereinzugsgebiet des Staudamms Es Saada. Beispielhaft für das Projektgebiet zeigt die Abbildung 4-6 den Niederschlagsverlauf für die Station Oued El Abtal seit 1910.

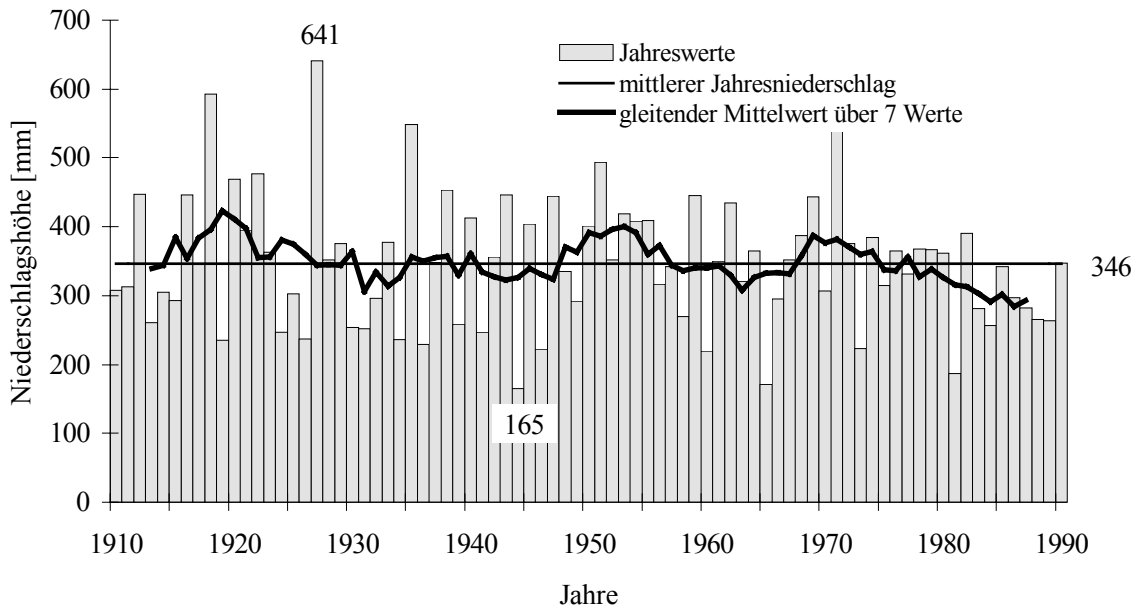


Abbildung 4-6: Jahresniederschläge für die Station Oued El Abtal (Datengrundlage: Wittenberg [1992])

Für die Station Oued El Abtal variierten bei einem Mittelwert der Jahresniederschläge von 346 mm pro Jahr die Extremwerte mit einem Faktor 4 zwischen 641 mm im Jahr 1927 und 165 mm im Jahr 1944. Der zeitliche Verlauf des Niederschlagsgeschehens ist durch Perioden unterschiedlicher Ausprägung gekennzeichnet. Zu deren Abgrenzung wurde der Verlauf des gleitenden Mittels über 7 Jahre verwendet. Für die einzelnen Perioden wurden dann die Mittelwerte der Jahresniederschläge gebildet, um dadurch eine Bandbreite des mittleren Niederschlagsgeschehens zu erhalten. Für die Stationen Oued El Abtal im Norden und Frenda im Süden des Wassereinzugsgebietes ist der Verlauf in Abbildung 4-7 exemplarisch dargestellt.

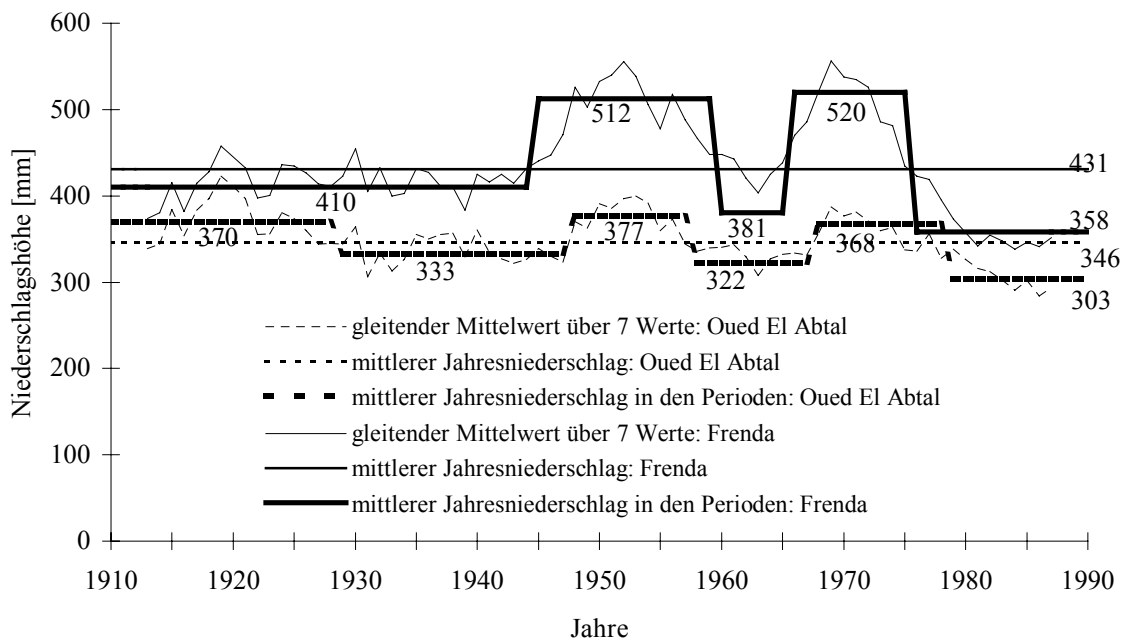


Abbildung 4-7: Bandbreite für unterschiedliche Perioden des Niederschlagsgeschehens

Obwohl leichte Unterschiede hinsichtlich des Verlaufes bei den beiden Stationen feststellbar sind, kann der Zeitraum zwischen 1910 und 1990 in drei Perioden untergliedert werden, die durch folgende Merkmale gekennzeichnet sind:

- **Stabile Periode zwischen 1910 und 1945:** In diesem Zeitraum bewegt sich der gleitende Mittelwert relativ stabil in der Nähe des langjährigen Mittelwertes, auch wenn bei Oued El Abtal zwischen 1915 und 1920 die Niederschläge etwas höher waren. Es wechseln Jahre mit sehr niedrigen und sehr hohen Niederschlägen in einem mehr oder weniger regelmäßigen Rhythmus ab. Durch den regelmäßigen Wechsel von trockenen und feuchten Jahren wirken sich die trockenen Jahre auf den Wasserhaushalt des Bodens und auf das Pflanzenwachstum weniger stark aus, da tiefgründige Böden über eine gewisse Speicherfähigkeit verfügen und somit Niederschlagsdefizite in einem Trockenjahr teilweise ausgleichen können. Das Risiko für die Bauern, Ernteverluste über einen längeren Zeitraum hinnehmen zu müssen, war verhältnismäßig gering.
- **Vergleichsweise feuchte Periode zwischen 1945 bis 1980:** Das Niederschlagsgeschehen in diesem Zeitraum ist, bezogen auf den langjährigen Mittelwert, als vergleichsweise feucht zu bezeichnen. Der gleitende Mittelwert war höher als der langjährige Mittelwert, auch wenn Anfang der 60er Jahre ein Einbruch festzustellen ist. Diese Phase mit überdurchschnittlich guten landwirtschaftlichen Rahmenbedingungen ist auch mit ca. 35 Jahren lang genug, um einen Gewöhnungseffekt bei den Bauern zu erzeugen, so daß man davon ausgehen kann, daß sich in Grenzertragsstandorten Nutzungsänderungen hin zum Getreideanbau vollzogen. Insgesamt wurde das landwirtschaftliche Potential eher überschätzt. Diese Phase ging einher mit der Möglichkeit einer stärkeren Mechanisierung, so daß man auch, technisch gesehen, in der Lage war, größere Flächen zu bearbeiten.
- **Vergleichsweise trockene Periode ab 1980:** Ab 1980 ist das Klima durch extrem niedrige Niederschläge geprägt. Über einen Zeitraum von 8 Jahren erreichten die Niederschläge für die Station Oued El Abtal nicht mehr das langjährige Mittel. Der Mittelwert für diese Periode sank für Oued El Abtal auf ca. 300 mm ab. In der feuchten Periode zwischen 1945 und 1980 fielen im Vergleich dazu noch im Mittel ca. 370 mm Niederschlag. Diese Differenz ist bei der Station Frenda noch stärker ausgeprägt. Hier fiel der Mittelwert von 520 mm in der feuchten auf ca. 360 mm in der trockenen Periode. Untersuchungen bei weiteren Niederschlagsstationen zeigten, daß in dieser Periode Gebiete mit vergleichsweise hohen mittleren Jahresniederschlägen durch einen stärkeren Abfall gekennzeichnet sind als Bereiche mit ohnehin schon niedrigen Niederschlagsmittelwerten (siehe hierzu auch Arabi [1991:48]). Somit sind neben Bereichen mit schon immer geringen Niederschlägen auch Produktionsstandorte für den Getreideanbau von der Trockenheit stark betroffen. Dies bedeutet, daß Ackerbaubereiche, die früher sicher in der Produktion waren, in den unsicheren Bereich abrutschten und damit der Gefahr einer Nutzungsänderung unterliegen.

Wie im Abschnitt 4.2.3 noch ausgeführt wird, ist das Verhaltensmuster des Betriebssystem der Bergbauern im mittleren Bereich der ‚Tertiären Mergel‘ entscheidend durch die Unsicherheit des Niederschlagsgeschehens und die damit verbundene Instabilität der Ernteerträge geprägt. Die Identifizierung von Zonen unterschiedlicher Eignung für den Getreideanbau stellt ein Hilfsmittel dar, diese Unsicherheiten räumlich abzugrenzen.

Zonen unterschiedlicher Eignung für den Getreideanbau

Das Niederschlagsgeschehen ist in ariden und semi-ariden Gebieten der limitierende Faktor für das Wachstum annueller Pflanzenarten, zu denen auch das Getreide zählt. Den thermischen Bedingungen ist dabei eine sekundäre Rolle zuzuschreiben [Achenbach 1981:2]. Für den wirtschaftlichen Getreideanbau wird bei einem ackerbaulich nutzbaren Boden (siehe hierzu die Bodeneinteilung im Abschnitt 4.2.2) eine Niederschlagsmenge von 300 bis 350 mm pro Jahr benötigt. Neben der absoluten Höhe des Jahresniederschlages besitzt noch die innere Verteilung des Niederschlagsgeschehens in der Wachstumsphase von Oktober bis Mai einen entscheidenden Einfluß auf das Pflanzenwachstum (siehe hierzu Anhang F).

Auswertungen der Niederschlagsdaten von 20 Meßstationen des Projektgebietes zwischen 1966 und 1990 zeigen, daß eine gute Korrelation zwischen dem mittleren Jahresniederschlag und der Unterschreitenswahrscheinlichkeit für einen Grenzniederschlag beim Getreideanbau von 300 beziehungsweise 350 mm/Jahr besteht (siehe Abbildung 4-8). Somit läßt sich die

räumliche Ausprägung der Ertragsaussichten für den Getreideanbau mit Hilfe der Isohyeten der Jahresniederschläge darstellen [Honer mann 1992].

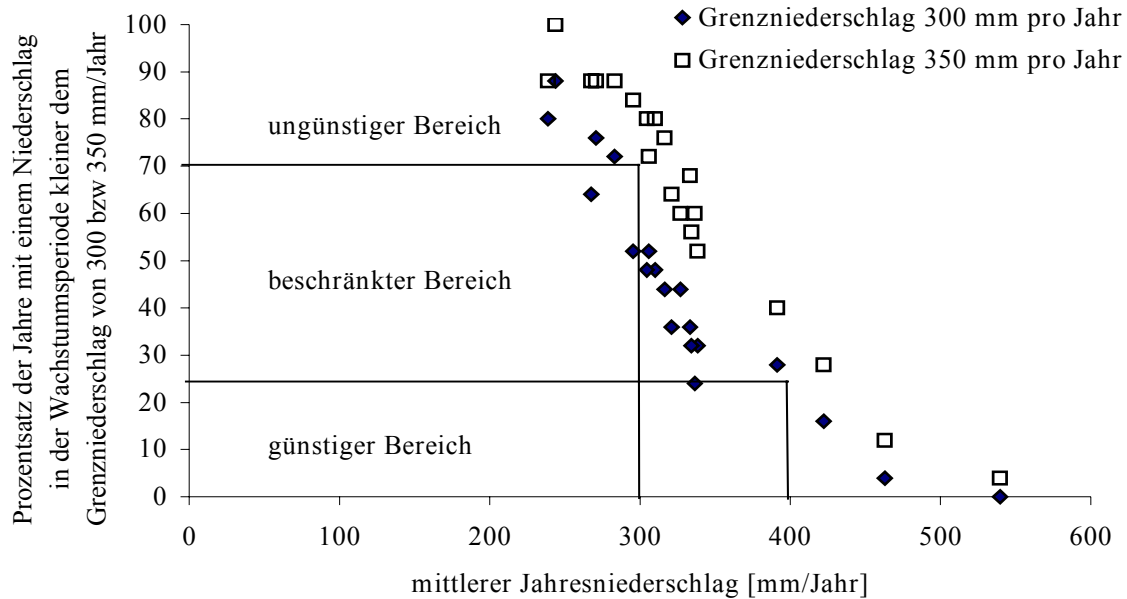


Abbildung 4-8: Beziehung zwischen dem mittleren Jahresniederschlag und der Wahrscheinlichkeit des Unterschreitens des Grenzniederschlages für den Getreideanbau von 300 bzw. 350 mm/Jahr (Datenbasis: 20 Meßstationen)

Für die weiteren Betrachtungen soll zwischen drei Bereichen unterschiedlicher Eignung für den Getreideanbau unterschieden werden. Die angegebenen Grenzen dienen als Orientierung, da die wirtschaftliche Basis der Bauern natürlich von der Größe der Betriebe und der Güte der zur Verfügung stehenden Böden mitbeeinflusst wird. Die Bereiche unterschiedlicher Eignung für den Getreideanbau sind durch folgende Merkmale gekennzeichnet:

- **Günstiger Bereich für den Getreideanbau:** Akzeptiert man nur eine maximale Unterschreitenswahrscheinlichkeit von 25 %, das heißt, ist im Mittel in jedem vierten Jahr mit Ernteverlusten zu rechnen, so benötigt man einen mittleren Jahresniederschlag von mindestens 400 mm. Dies deckt sich mit Aussagen von Bensaad [1993:6], der auch die Isohyete von 400 mm als Grenze für einen rentablen Getreideanbau in Algerien nennt. Nach Achenbach [1979:280] ist ein marktorientierter Getreideanbau erst bei einem Jahresniederschlag größer als 450 mm sinnvoll. Das Pflanzenwachstum und die Dichte der Vegetationsbedeckung dürften ausreichen, um innerhalb der Wachstumsperiode einen angemessenen Erosionsschutz zu bieten.
- **Beschränkter Bereich für den Getreideanbau:** Bei einer Unterschreitenswahrscheinlichkeit zwischen 25 % und 70 % schwankt der mittlere Jahresniederschlag zwischen 400 und 300 mm. Diese Gebiete besitzen eine besondere Bedeutung sowohl für den Getreideanbau wie auch die Erosionsgefährdung, da ein steiler Anstieg der Unterschreitenswahrscheinlichkeit bei den Ertragsaussichten mit einer nur geringen Abnahme der Jahresniederschläge einhergeht. In dieser Zone kann der Getreideanbau nicht die alleinige wirtschaftliche Basis für die Bauern darstellen, so daß die Viehwirtschaft zur Haupteinnahmequelle wird (siehe hierzu Abschnitt 4.2.3). Die Erosionsgefährdung nimmt auch in der Wachstumsperiode aufgrund des hohen Risikos einer unzureichenden Vegetationsbedeckung zu. Mehrere Trockenjahre hintereinander führen zu einem völligen Ernteausfall und gefährden die wirtschaftliche Basis der Bergbauern wie auch das ökologische Gleichgewicht.
- **Ungünstiger Bereich für den Getreideanbau:** In Gebieten mit mittleren Jahresniederschlägen geringer als 300 mm sind die Erfolgsaussichten für den Getreideanbau im Mittel kleiner als 30 %, so daß aus wirtschaftlichen Gründen und auch aus ökologischer Sicht ein Getreideanbau nicht mehr ratsam erscheint.

Nach Achenbach [1979:281] bediente sich die traditionelle Landwirtschaft, die sich der natürlichen Gefährdung durch die Niederschlagsdefizite immer bewußt gewesen ist, der folgenden

Risikoabsicherung: Sie hat - wenn möglich - das Prinzip der räumlichen Streuung des Bodenbesitzes über verschiedene Höhenstufen und unterschiedliche Bodentypen angewendet. Zudem wurden möglichst viele Betriebszweige wie zum Beispiel Ackerbau und Viehwirtschaft an der Realisierung des Familieneinkommens beteiligt. Die Wirkung von Dürrejahren wurde auf diese Weise erheblich gemildert. Die moderne Variante der Landwirtschaft reagiert auf die hygrische Unsicherheit nach dem Prinzip der wachsenden Extensivierung. Durch Aufwandsminimierung, Arbeitstechnik und Vergrößerung der Anbaufläche wird versucht, das Risiko der Ertragsbildung zu mindern. Die betriebliche Absicherung wird durch den spezifischen Einsatz der Produktionsfaktoren gesucht.

Erosivität der Niederschläge

In der Literatur wird immer wieder die Bedeutung von extremen (erosiven) Niederschlagsereignissen auf das Erosionsgeschehen diskutiert [Claude et al. 1977]. In der Universal Soil Loss Equation USLE nach Wischmeier [1978] wird die Erosivität der Niederschläge durch den Regenfaktor R beschrieben, der aus der Summe der Energiedichte der Einzelniederschläge und der zugehörigen maximalen 30-Minuten Intensität berechnet wird [Gomer 1994:51ff]. Weitere Indizes zur Beschreibung der Erosivität stellt Kouri [1993:27] in seiner Arbeit vor. Bei der Erfassung der Erosivität wird in der Literatur zwischen drei Meßgrößen unterschieden: den Jahres-R-Faktoren, den R-Faktoren extremer Einzelereignisse sowie den R-Faktoren in einzelnen Monaten. Da die Erosivität des Niederschlagsgeschehens über empirische Beziehungen aus den Summenwerten der Niederschläge bestimmt wird, ist letztendlich jede Karte der Jahresniederschlagsverteilung geeignet, um ein qualitatives Maß für die räumliche Verteilung der Erosivität zu erhalten [Auersfeld 1987b:16]. Bereiche mit höheren Jahresniederschlägen sind durch eine höhere Erosivität und höhere Extremniederschläge einer bestimmten Dauerstufe gekennzeichnet [Stocking 1987:10; Gomer 1994:33].

Baade [1994:4] bezeichnet die Verwendung des Begriffes ‚erosive Niederschläge‘ als unbefriedigend, da unklar bleibt, wie diese abzugrenzen sind. Die Hauptschwäche bei der Beurteilung erosiver Niederschläge liegt darin, daß die Folgewirkungen des Niederschlagsgeschehens nicht aus der Kenntnis der Erosivität selbst ableitbar sind. So bezeichnet Arabi [1991:112/202] in seiner Arbeit Niederschläge als erosiv, wenn sie zu einem Abfluß führen, und unterscheidet zwischen jenen mit hoher Intensität und geringer Häufigkeit, die vornehmlich im Sommer und Herbst auftreten und einen Abfluß erzeugen, auch ohne daß der Boden gesättigt ist, und jenen Niederschlägen geringerer Intensität, die im Winter oder Frühjahr einen Abfluß erzeugen, wenn der Boden gesättigt und/oder verkrustet ist (siehe auch Mazour [1992: 301] und Demak [1982:200]).

Nach Gomer [1994: 52] können im Untersuchungsgebiet seltene Einzelereignisse mit einer statistischen Wiederkehrzeit von zwanzig Jahren eine Erosivität in derselben Größenordnung haben wie der langjährige Mittelwert. Das Extremereignis am 3. Oktober 1991 transportierte zum Beispiel die fünffache Sedimentmenge im Vergleich zum Mittelwert der zwei vorherigen Jahre und unterstreicht somit die Bedeutung von Extremereignissen.

Räumliche Ausprägung des Niederschlagsgeschehens

Die vorangegangenen Ausführungen zeigten, daß für regionalplanerische Zwecke die Zonen unterschiedlicher Eignung für den Getreideanbau und die Erosivität des Niederschlagsgeschehens in ihrer räumlichen Ausprägung auf die Isohyeten der mittleren Jahresniederschläge zurückgeführt werden können (siehe Abbildung 4-9).

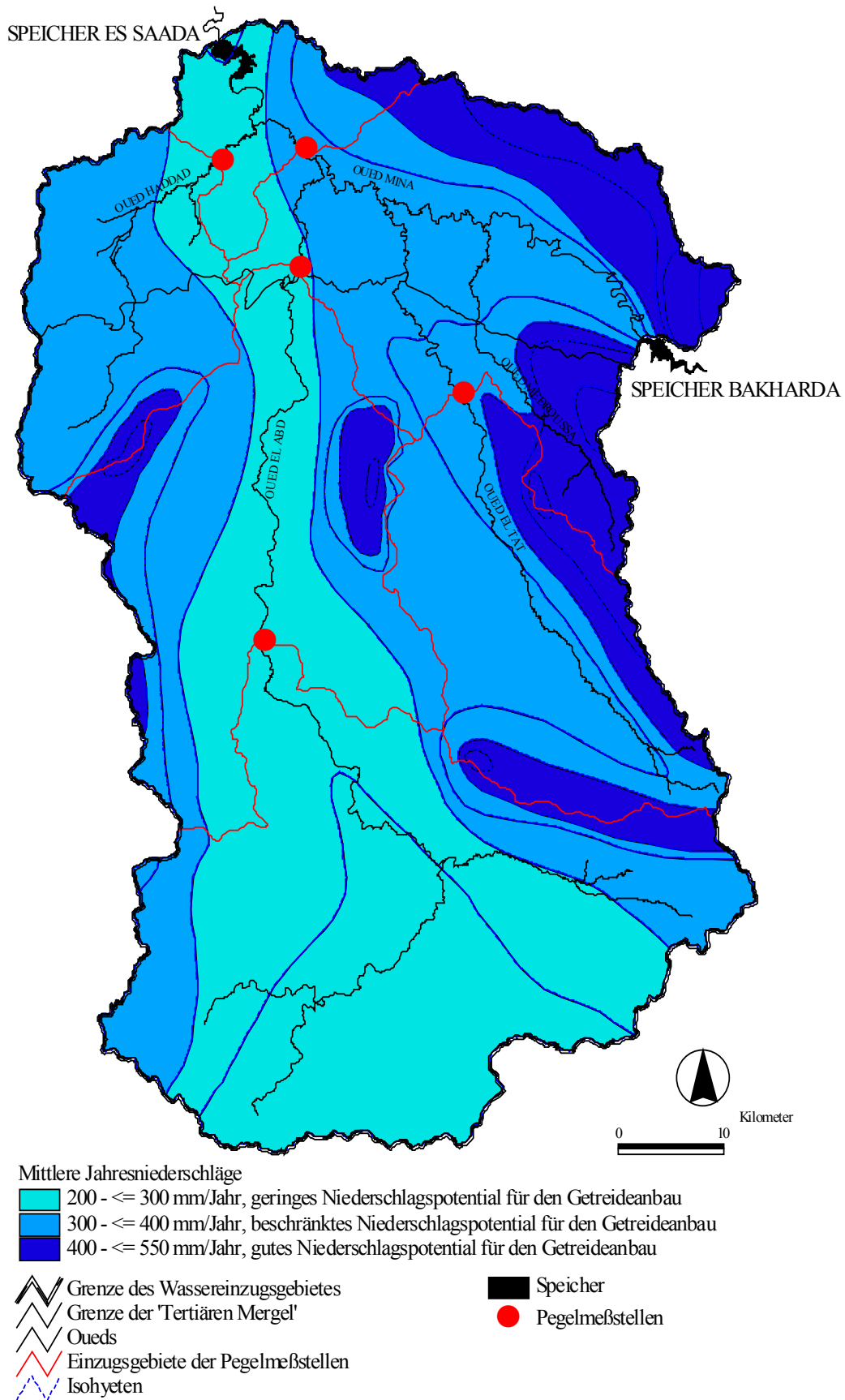


Abbildung 4-9: Mittlere Jahresniederschläge [Wittenberg 1992]

Für die drei Zonen unterschiedlicher Eignung für den Getreideanbau lassen sich abschließend folgende Schlußfolgerungen ziehen:

- **Ungünstiges Niederschlagspotential für den Getreideanbau:** Zirka 40 % des Wassereinzugsgebietes sind durch sehr niedrige mittlere Jahresniederschläge zwischen 200 und 300 mm gekennzeichnet. In einem dünnen Streifen, im Norden beginnend, erstreckt sich dieser Bereich vornehmlich im südlichen Teil des Wassereinzugsgebietes, dem Untereinzugsgebiet des Oued Abt. Ein Getreideanbau ist in diesen Gebieten als ungünstig anzusehen, und die natürliche Vegetation reagiert sehr sensibel auf Überweidung.
- **Beschränktes Niederschlagspotential für den Getreideanbau:** Dieser Bereich mit mittleren Jahresniederschlägen zwischen 300 und 400 mm/Jahr besitzt eine besondere Bedeutung für die Erarbeitung von Konzepten des Erosionsschutzes. Er reagiert sehr instabil, da bei gering abnehmenden mittleren Jahresniederschlägen die Wahrscheinlichkeit von Ertragsausfällen sehr schnell zunimmt. In einem Trockenjahr fällt dieses Gebiet in die ungünstigere agronomische Niederschlagsklasse ab, und bei einem Feuchtjahr steigt es in die günstige agronomische Niederschlagsklasse auf. Mehrere Trockenjahre hintereinander führen zu einem völligen Ertragsausfall und gefährden die wirtschaftliche Basis der Bergbauern. 34 % der Fläche des Wassereinzugsgebietes liegen in dieser Klasse, wovon ein Großteil sich im Bereich der ‚Tertiären Mergel‘ befindet.
- **Gutes Niederschlagspotential für den Getreideanbau:** In den höheren Lagen fallen die Niederschläge ergiebiger aus und schwanken im Mittel zwischen 400 und 500 mm/Jahr. Nur in sehr wenigen Gebieten steigen sie bis auf 550 mm/Jahr an. Diese Gebiete besitzen vergleichsweise gute Bedingungen für einen Getreideanbau und liegen zu einem großen Prozentsatz im östlichen Teil des Wassereinzugsgebietes.

Das Wassereinzugsgebiet ist insgesamt durch ein beschränktes Niederschlagsangebot gekennzeichnet. Dies gilt in ausgeprägter Form auch für den Bereich der ‚Tertiären Mergel‘ mit hohem Sedimenttransport. Tendenziell steigen die Niederschläge vom Westen zum Osten hin an.

4.1.5 Oberflächenabfluß und Sedimenttransport

Oberflächenabfluß und Sedimenttransport bestimmen das Wasserdargebot und den Verlandungsprozeß im Speicher Es Saada. Eine räumliche Entkopplung des Bereiches mit hohem Sedimenttransport und des Gebietes, das den Hauptteil des Wasserdargebotes liefert, besitzt einen entscheidenden Einfluß auf die Art und Umsetzbarkeit von Konzepten des Erosionsschutzes und der Sedimentrückhaltung. Zur Aufbereitung der dazu benötigten Informationen untergliedert sich dieser Abschnitt in folgende zwei Punkte.

- Oberflächenabfluß und Herkunft des Wasserdargebotes,
- Lokalisierung des Bereiches mit hohem Sedimenttransport.

Hydrologisch gesehen, stellt das Wassereinzugsgebiet des Speichers Es Saada eine abgeschlossene Einheit dar, die über die Wasserscheide begrenzt wird. Mit dem Speicher Bakharda besitzt das Wassereinzugsgebiet einen kontrollierten Zufluß. Über den Speicher Es Saada wird das abfließende Wasser aufgefangen und kontrolliert in den Unterlauf oder über künstliche Kanäle an die Nutznießer abgegeben. Die beiden Speicher Es Saada und Bakharda sind über den Oued Mina, der vom Osten nach Nordwesten fließt, verbunden. Der Oued Mina wird von Süden durch die Hauptvorfluter Oued Medroussa, Oued Tat, Oued Abt und Oued Haddad gespeist. Innerhalb des Wassereinzugsgebietes wird der Oberflächenabfluß und der Sedimenttransport an allen Hauptvorflutern durch 6 Pegelmeßstellen in Form von Zeitreihen gemessen. Die Anzahl und Lage der Meßstellen sowie die Güte der Meßdaten trägt entscheidend zur inhaltlichen und räumlichen Aussageschärfe der Informationen bei. Abbildung 4-10 gibt in schematischer Form einen Überblick über die hydrologischen Teilsysteme und die Lage der Pegelmeßstellen.

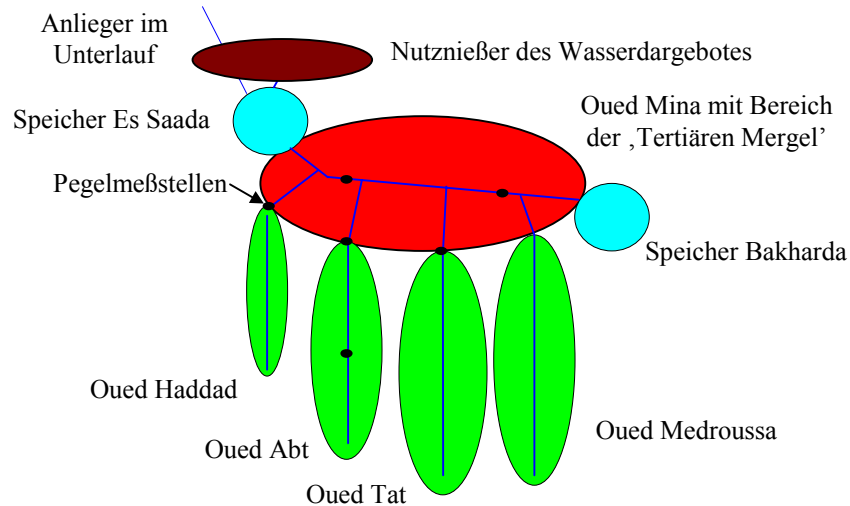


Abbildung 4-10: Hydrologische Teilsysteme

Der Speicher Es Saada wurde im Jahre 1981 fertiggestellt und besaß bei der Fertigstellung ein regulierbares Speichervolumen von 241 hm³. Nach den Planungen ging man bei einer Sicherheit von 90 % von einem mittleren potentiellen Wasserdargebot von ca. 130 hm³ pro Jahr aus. Da jedoch für die Berechnungen die Meßdaten der extrem feuchten Jahre von 1954 bis 1978 herangezogen wurden, muß von einer Überschätzung des potentiell verfügbaren Wasserdargebotes ausgegangen werden. Zwischen 1975 und 1990 betrug der Wasserzufluß in den Speicher im Mittel lediglich 82 hm³ pro Jahr. Der größte Teil des Wasserdargebotes ist für die Bewässerungsfelder in der Nähe von Relizane sowie für die Trinkwasserversorgung der Stadt Relizane vorgesehen. Für die wirtschaftliche Entwicklung der Bevölkerung innerhalb des Wassereinzugsgebietes war ein Volumen von 10 hm³/Jahr vorgesehen.

Oberflächenabfluß und Herkunft des Wasserdargebotes

In semi-ariden Gebieten spielt beim Wasserkreislauf die Verdunstung eine entscheidende Rolle für das verfügbare Wasserdargebot von Speichern. Die Abflußkoeffizienten für die Untereinzugsgebiete der 6 Pegelmeßstellen schwanken zwischen 5,1 und 6,6 %, so daß nur ein sehr geringer Teil des Niederschlages in den Speicher Es Saada gelangt. In Abhängigkeit von der Variabilität der Jahresniederschläge schwankten die extremen Jahreswerte des Wasserzuflusses in den Speicher Es Saada bei einem Faktor 9 zwischen 278 hm³ im Jahr 1972 und 32 hm³ im Jahr 1985.

Auswertungen ergaben, daß sowohl in Trocken- wie auch in Feuchtjahren im Mittel ca. 80 % des verfügbaren Wasserdargebotes des Speichers Es Saada aus den ‚Kalksteinen des Trias‘ stammen. Innerhalb dieses Gebietes liefert das östliche Untereinzugsgebiet des Oued Medroussa, das durch die höchsten im Projektgebiet auftretenden Niederschläge gekennzeichnet ist, zwischen 40 und 50 % des Wasserdargebotes des Speichers.

Den kontinuierlichsten Wasserabfluß besitzt der Oued Abt, so daß an seinen Ufern eine begrenzte Bewässerungswirtschaft möglich ist. Weitere Möglichkeiten der Bewässerungswirtschaft bestehen entlang des Oued Mina und des Oued Haddad. In der Umgebung von Takhemaret, das im südlichen Teil der ‚Kalksteine des Trias‘ liegt, werden durch verfügbares Grundwasser größere Bewässerungsfelder genutzt. Aufgrund der wirtschaftlichen Möglichkeiten stellt dieses Gebiet einen Anziehungspunkt für die angrenzende ländliche Bevölkerung dar. Das dort verfügbare Grundwasser erklärt teilweise auch den kontinuierlicheren Wasserabfluß des Oued Abt. Der Oued Tat und der Oued Medroussa führen in der Regel nur nach größeren Niederschlagsereignissen Wasser.

Lokalisierung des Bereiches mit hohem Sedimenttransport

Der Bereich mit hohem Sedimenttransport stellt die direkte Interventionszone für die Umsetzung von technischen Maßnahmen des Erosionsschutzes und der Sedimentrückhaltung dar. Zur Lokalisierung dieses Bereiches ist eine räumliche Untergliederung des Wassereinzugsgebietes hinsichtlich des Sedimenttransportes notwendig. Die Erfassung der Formen und Prozesse von Bodenerosion kann sich dann in einem zweiten Schritt auf diesen Bereich beschränken (siehe hierzu den Abschnitt 4.2.1).

Meddi [1992:188] untersuchte in seiner Arbeit den Sedimenttransport für die einzelnen Untereinzugsgebiete. Vergleichende Betrachtungen zeigten, daß der Geschiebeeintrag in den Speicher Es Saada verhältnismäßig gering und, bezogen auf den Sedimenttransport, vernachlässigbar ist [Lahmeyer 1985:8]. Die Auswertungen von Meddi [1992:190] ergaben, daß im Mittel ca. 80 % der Sedimente aus den ‚Tertiären Mergeln‘ und lediglich 20 % aus den ‚Kalksteinen des Trias‘ stammen. Obwohl Sedimentmessungen, insbesondere bei Extremereignissen, mit erheblichen Meßfehlern behaftet sein können, sind die Verhältniswerte ausreichend aussagekräftig.

Nach Aussagen mehrerer Autoren [Heusch 1971; Arabi 1991:188; Laouina 1992:298 und Mazour 1992:312] resultiert die hohe Sedimentfracht in offenen Mergeln aus der Linienerosion und Hangrutschungen. Im Gegensatz dazu liefert die Oberflächenerosion einen vergleichsweise geringen Sedimentanteil, der sich nach Heusch [1982] und Demmak 1979 [Rose 1994:364] zwischen 0,2 und 1 t/ha/Jahr bewegen soll. Messungen im Projektgebiet haben diese Hypothese bestätigt [Kouri 1992; Gomer 1994]. Die Dynamik der Linienerosion in Mergeln wird entscheidend durch den Oberflächenabfluß bestimmt. Heusch [Demmak 1982:163] führte dazu aus: „En zone méditerranéenne et semi-aride, sur les versants inclinés, où domine le ravinement et les sapements de berge, l'énergie du ruissellement devient la cause principale de l'érosion“.

Bodenabtrag und Sedimenttransport unterliegen aufgrund der hohen Variabilität der Niederschläge erheblichen Schwankungen [Medi 1992:194, Auerswald 1984:10, Bogardi 1994]. Auswertungen der Daten aus den Kleineinzugsgebieten ergaben, daß ein Starkniederschlag am 3. Oktober 1991 mit einer maximalen 30minütigen Intensität von 38,8 mm/h, was einer Jährlichkeit von 25 Jahren entspricht, ca. 85 % der Sedimente der Meßkampagne 1991/92 lieferte [Gomer 1994:131]. Im Vergleich zu dem Mittelwert der Jahre 1989/90 und 1990/1991 lag die Sedimentfracht dieses einen Extremereignisses fünfmal so hoch. Die Folgewirkungen solcher Extremereignisse in Mergeln beschränken sich jedoch nicht nur auf den hohen Sedimenttransport, sondern führen auch zu irreversiblen Rinnen und Rillen, die erst ein weiteres Fortschreiten der Linienerosion ermöglichen. Der Prozeß der Bodenerosion verläuft in Form von Klein- und Kleinstkatastrophen mit episodischem bis periodischem Auftreten.

Da die Prozesse der Linienerosion in Mergeln stark durch die Geologie bestimmt sind (siehe Abschnitt 4.2.1) und diese, räumlich und zeitlich gesehen, eine statische Variable darstellen, kann man davon ausgehen, daß auch zukünftig der Bereich der ‚Tertiären Mergel‘ Hauptlieferant der Sedimente sein wird. Auch bei einer weiteren Degradierung der Böden im Bereich der ‚Kalksteine des Trias‘ werden sich dort zwar die ökologischen Rahmenbedingungen weiter verschlechtern, was sich jedoch voraussichtlich nicht in einem wesentlich höheren Sedimenttransport äußern dürfte. Diese Tatsache bedeutet gleichzeitig, daß die Prozesse und Folgewirkungen von Bodenerosion in den ‚Kalksteinen des Trias‘ nicht vergleichbar mit jenen in den ‚Tertiären Mergeln‘ sind und somit auch eine unterschiedliche methodische Vorgehensweise zu ihrer Erfassung und Behandlung benötigen. Im Hinblick auf die Verhandlungspro-

blematik können sich die Untersuchungen auf den Bereich der ‚Tertiären Mergel‘ konzentrieren.

4.1.6 Verlandungsprozeß und regulierbare Speicherkapazität

Bei der Planung des Speichers Es Saada wurde von einem Sedimenteintrag von ca. 1 hm^3 pro Jahr ausgegangen [Lahmeyer 1984]. Auswertungen einer batymetrischen Messung (Vermessung der Sohle des Speichers) bestätigten, daß im Zeitraum zwischen 1978 und 1985 die mittlere jährliche Verlandungsrate sich in dieser Größenordnung bewegte [Wittenberg 1992]. Da die Meßperiode jedoch in einer extremen Trockenperiode lag und durch die Nichtinbetriebnahme der Bewässerungsfelder bei Relizane mit Hilfe eines Dichtestromes durch den Grundablaß ein großer Anteil der mitgeführten Sedimente des Oued Mina direkt in den Unterlauf abgeführt werden konnte, muß jedoch zukünftig von einer höheren Verlandungsrate ausgegangen werden [Wittenberg 1992].

Ein hoher Sedimenteintrag bewirkt eine rasche Reduzierung der regulierbaren Speicherkapazität, wodurch der Handlungsspielraum bei der Bewirtschaftung des Wasserdargebotes zunehmend eingeschränkt wird, was mittel- bis langfristig mit Konsequenzen für Wassernutzer unterhalb des Speichers verbunden wäre. Als Beispiel zeigt Abbildung 4-11 die mögliche Bandbreite des regulierbaren Speichervolumens bei angenommenen Verlandungsraten zwischen 2 bis 4 hm^3 pro Jahr. Demnach würde sich im Jahr 2010 die regulierbare Speicherkapazität von 241 hm^3 im Jahre 1978 auf einen Wert zwischen 135 hm^3 und 185 hm^3 verringern. Ein hoher Wasserzufluß von 278 hm^3 wie im Jahr 1972 könnte wohl kaum noch voll aufgefangen werden, sondern müßte teilweise über die Hochwasserentlastungsanlage abgeführt werden und stünde nicht mehr für eine Nutzung zur Verfügung.

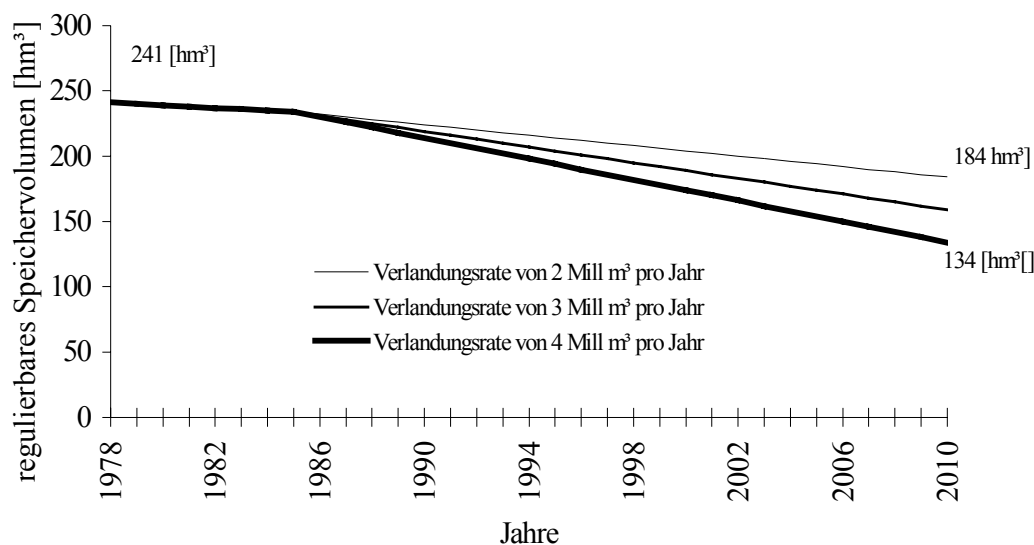


Abbildung 4-11: Zusammenhang zwischen Linienerosion in Mergeln und der Einschränkung des Handlungsspielraums bei der Bewirtschaftung des Wasserdargebotes von Speichern

Eine Vorentscheidung über die Erarbeitung von Konzepten des Erosionsschutzes und der Sedimentrückhaltung wird einerseits durch den Handlungsbedarf und andererseits durch die Handlungsmöglichkeiten definiert. Der Handlungsbedarf wird von der noch verfügbaren regulierbaren Speicherkapazität sowie der Verlandungsrate und den damit verbundenen Folgewirkungen für die Nutznießer des Wasserdargebotes und den Betreiber des Speichers bestimmt.

Bei den Möglichkeiten zur Schaffung und Aufrechterhaltung der regulierbaren Speicherkapazität sollen im folgenden fünf Möglichkeiten vorgestellt werden, die einen mehr oder weniger präventiven oder kurativen Charakter besitzen. Es ist sinnvoll, diese Möglichkeiten bei der Planung von Speichern zu untersuchen und in den Entscheidungsprozeß einzubeziehen. Die Möglichkeiten sind:

- **Überdimensionierung des Speichers bei der Planung:** Kenntnisse über den möglichen Verlandungsprozeß des Speichers sowie die lokalen Gegebenheiten des Speicherstandortes können es sinnvoll machen, eine Überdimensionierung des Speichers vorzunehmen, um den Handlungsspielraum länger offenzuhalten.
- **Minimierung des Sedimenteintrages:** Die Minimierung des Sedimenteintrags ist durch Maßnahmen des Erosionsschutzes und der Sedimentrückhaltung möglich. Sie besitzen einen präventiven Charakter. Es ist sinnvoll, mit der Umsetzung von Maßnahmen des Erosionsschutzes und der Sedimentrückhaltung parallel zum Bau des Speichers zu beginnen.
- **Ausbaggern oder Absaugen eingetragener Sedimente:** Das Ausbaggern oder Absaugen von eingetragenen Sedimenten wurde in Algerien schon bei einigen Speichern durchgeführt. Die Lagerung der entfernten Sedimente stellte dabei ein erhebliches Problem dar. In der Vergangenheit wurden die Sedimente in den Unterlauf abgeleitet, was mit erheblichen ökologischen Folgewirkungen verbunden war.
- **Bau von Vorspeichern im Oued Tat und Oued Abt²²:** Durch den Bau von größeren Vorspeichern im Oued Abt und im Oued Tat besteht die Möglichkeit, die regulierbare Speicherkapazität für das Wassereinzugsgebiet zu erhöhen. Da diese Standorte außerhalb der ‚Tertiären Mergel‘ liegen, wären die Verlandungsraten vergleichsweise gering. Das dort zwischengespeicherte Wasser könnte bei Bedarf kontrolliert an den Speicher Es Saada abgegeben werden.
- **Erhöhung des Erddammes des Speichers:** Möglichkeiten der Erhöhung des Erddammes sollten auch bei der Planung untersucht und beim Entwurf gegebenenfalls berücksichtigt werden.

In Anbetracht der Tatsache, daß Standorte für den Bau von Speichern begrenzt und nicht vermehrbar sind, ist eine hohe Lebensdauer von Speichern anzustreben. Diese Tatsache unterstreicht die Bedeutung von Konzepten des Erosionsschutzes und der Sedimentrückhaltung, da sie einen präventiven Charakter besitzen. Für das Fallbeispiel des Wassereinzugsgebietes des Speichers Es Saada bestehen dazu noch vergleichsweise gute Voraussetzungen, da eine räumlichen Entkopplung des Bereiches mit hohem Sedimenttransport und des Gebietes, das den Hauptteil des Wasserdargebotes liefert, weitestgehend gegeben ist. Es wurde gezeigt, daß sich vertiefende Untersuchungen zur Erosions- und Verlandungsproblematik auf den nördlichen Teil der ‚Tertiären Mergel‘ beschränken können.

²² In Gesprächen mit den Planungsbehörden wurde mitgeteilt, daß die Prüfung der Machbarkeit von Vorspeichern im Oued Tat und Oued Abt durchgeführt worden sei.

4.2 Wirkungsgefüge in den ‚Tertiären Mergeln‘ mit hohem Sedimenttransport

Basierend auf den Ergebnissen der ersten Untersuchungsstufe sollen in den folgenden Abschnitten für den Bereich der ‚Tertiären Mergel‘ mit hohem Sedimenttransport weitere Planungsgrundlagen dargestellt werden, die zur Erfassung der Erosionsgefährdung und Erkundung von Konzepten des Erosionsschutzes und der Sedimentrückhaltung benötigt werden. Sie beziehen sich insbesondere auf die Auswirkungen der physischen Rahmenbedingungen und der Form der Nutzung des Bodens durch die Bergbauern auf das Erosionsgeschehen. Das Kapitel gliedert sich in folgende Abschnitte:

- Erosionsformen und Empfindlichkeit der Mergel gegenüber Linienerosion
- Ackerbauliche Nutzungsmöglichkeiten und Abflußwirksamkeit der Böden,
- Betriebs- und Nutzungssystem der Bergbauern
- Abfluß- und Erosionsverhalten unterschiedlicher Nutzungselemente
- Erosionsgefährdung durch die Formen und Änderung der Bodennutzung

4.2.1 Erosionsformen und Empfindlichkeit der Mergel gegenüber Linienerosion

Mergel sind durch einen hohen Feinanteil an Ton und Schluff gekennzeichnet. Die Zerstörung des Gefüges tonreicher Mergelböden durch Temperatur- und Feuchtigkeitsschwankungen kann einen erheblichen Beitrag bei der Mobilisierung von Feststoffteilchen leisten [Gomer 1994:147]. Darüber hinaus erhöht die Neigung der Mergel zur tiefgründigen Rißbildung einerseits die Infiltration von Niederschlagswasser, stellt aber andererseits häufig den Anfangspunkt einer Linienerosion dar, wenn sich durch Infiltration und Auswaschungen eingelagerter wasserlöslicher Salze und Gipse Kanäle, Rinnen oder Rillen bilden. Lösgelöste Salze verschlechtern zudem die Wasserqualität in Speichern.

Kouri [1993:66ff] untersuchte in seiner Arbeit das Verhalten von Mergeln gegenüber Linienerosion. In acht repräsentativen Kleineinzugsgebieten kartierte er die unterschiedlichen Mergelformationen, die dominierenden Formen der Linienerosion sowie die möglichen Einflußfaktoren. Die Mergelformationen in den ‚Tertiären Mergeln‘ lassen sich nach Kouri [1993:38] in vier Gruppen unterteilen, die grauen, hellgrünen, blauen und braunen Mergel, wobei noch eine weitere Differenzierung hinsichtlich eingelagerter Kalk- und/oder Sandsteinbänke vorgenommen wurde. Einen Überblick über den Flächenanteil und die räumliche Verteilung der einzelnen Mergelformationen gibt Abbildung 4-13. Die weitere Vorgehensweise gliedert sich wie folgt:

- In einem ersten Schritt werden die geologischen Formationen der Mergel in drei Klassen unterschiedlicher Empfindlichkeit gegenüber Linienerosion eingeteilt.
- Eine weitere Strukturierung erfolgt durch die Zuordnung von dominierenden Formen der Linienerosion und ihren Haupteinflußfaktoren auf bestimmte Mergelformationen.

Die Ergebnisse beider Teilschritte bilden die Grundlage zur Erfassung der Grundgefährdung der Mergel gegenüber Linienerosion, auf die im Abschnitt 5.1 näher eingegangen wird.

Empfindlichkeit der Mergel gegenüber Linienerosion

Die Einstufung der Mergel in Klassen unterschiedlicher Empfindlichkeit gegenüber Linienerosion zielt darauf ab, eine weitere Abstufung und räumliche Eingrenzung des potentiellen Bereiches mit hohem Sedimenttransport innerhalb der ‚Tertiären Mergel‘ vorzunehmen. Bei der Einstufung der Empfindlichkeit der Mergelformationen gegenüber Linienerosion handelt es sich um eine relative Einstufung mit ordinalem Meßniveau. Diese sind:

- **Keine oder sehr geringe Empfindlichkeit:** Die aufgeschwemmten Talauen, die Formationen aus Kalk- und Sandstein im Osten und Westen der ‚Tertiären Mergel‘ sowie die Sanddünen weisen im Bereich der ‚Tertiären Mergel‘ keine oder eine nur sehr geringe Empfindlichkeit gegenüber Linienerosion auf.
- **Mittlere Empfindlichkeit:** Da eingelagerte Sand- und/oder Kalksteinbänke die Prozesse der Linienerosion in Mergeln behindern und einschränken, wurden diese Formationen (Nr. 5 und 6) in die mittlere Stufe eingeteilt.
- **Hohe Empfindlichkeit:** Strukturelle Kenngrößen der Gesteine erlaubten keine weitere Untergliederung der Mergelformationen, so daß diese in die Klasse mit hoher Empfindlichkeit gegenüber Linienerosion eingestuft wurden.

Von den ‚Tertiären Mergeln‘ mit einer Gesamtfläche von ca. 1150 km² beträgt nach dieser Einstufung die potentiell durch Linienerosion gefährdete Fläche mit mittlerer und hoher Empfindlichkeit ca. 827 km². Die Zone, die durch eine hohe Empfindlichkeit der Mergel gegenüber den unterschiedlichen Formen der Linienerosion gekennzeichnet ist, umfaßt ca. 417 km² und liegt in der Mitte der ‚Tertiären Mergel‘ (siehe Abbildung 4-13).

Dominierende Formen der Linienerosion und ihre Haupteinflußfaktoren

Die Untersuchungen von Kouri [1993] ergaben weiter, daß zwischen zwei Gruppen von dominierenden Formen der Linienerosion unterschieden werden kann, denen typische Mergelformationen und statische Haupteinflußfaktoren zugeordnet werden können (siehe Abbildung 4-12). Es sei darauf hingewiesen, daß die Formen der Linienerosion in abgeschwächter Form auch in der jeweils anderen Gruppe auftreten.

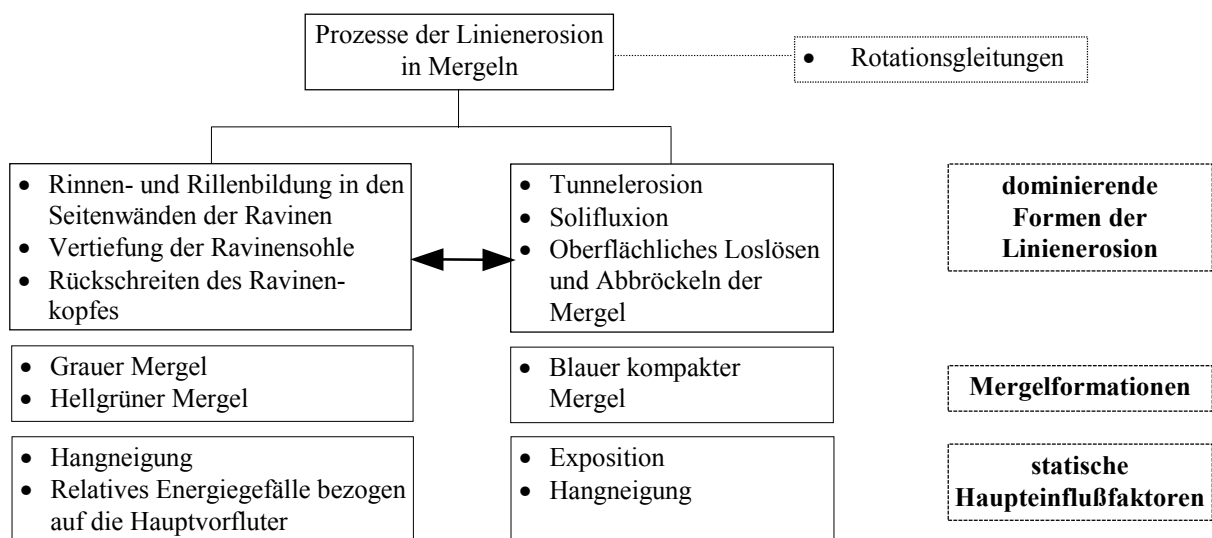


Abbildung 4-12: Zusammenhang zwischen dominierenden Formen der Linienerosion, den Mergelformationen und den Haupteinflußfaktoren

Die erste Gruppe aus grauen und hellgrünen Mergeln weist eine hohe Neigung zur Verdichtung auf, wodurch der Wasserabfluß und Prozesse der Konzentration gefördert werden, und sind aus diesem Grunde insbesondere durch die Rinnen- und Rillenbildung in den Seitenwänden der Ravinen, durch die Vertiefung der Ravinensohle und durch das Rückschreiten des Ravinenkopfes gekennzeichnet [Kouri1993:38]. Diese Formen der Linienerosion bildet in den Seitenwänden der Ravinen häufig ein paralleles Netz. Die Ablösungsprozesse werden durch die Oberflächenverwitterungen der Mergel begünstigt [Gomer 1994:149]. Der Vergleich geodätischer Aufnahmen in zwei Kleineinzugsgebieten von Oktober 1990 und September 1991 ergab eine mittlere Eintiefung der Vorfluter von ca. 19 cm (Mikrobassin 1) bzw. 25 cm (Mi-

krobassin 5). Diese Zahlen unterstreichen die Bedeutung der Linienerosion in Mergeln. Im flach geneigten Unterlauf des Mikrobassins 1 waren keine Depots nachweisbar [Gomer 1994:89], so daß man davon ausgehen kann, daß die gelösten Feinsedimente zu einem Großteil in den Speicher gelangen. Als Haupteinflußfaktor dieser Formen der Linienerosion wurden die Neigung des Geländes und das relative Energiegefälle, bezogen auf die Basis der Hauptvorfluter, identifiziert. Neben der Reduzierung des Oberflächenabflusses ist eine Stabilisierung der Sohle der Ravinen durch wasserbauliche Maßnahmen anzustreben.

In den blauen kompakten und den braunen Mergeln dominieren die Tunnelerosion, die Solifluxion und das oberflächliche Loslösen und Abbröckeln der Mergel. Konzentrierte Infiltration und Prozesse der Ausspülung führen zur Tunnelerosion. Die hohe Neigung der Mergel zur Ribbildung fördert diesen Prozeß. Das oberflächliche Loslösen und das Abbröckeln der Mergel entsteht durch die Verwitterung des Gesteins in der obersten Schicht. Quell- und Schrumpfungsprozesse infolge der täglichen Temperaturschwankungen sowie das Abwechseln von feuchten und trockenen Zyklen, die in südexponierten Lagen besonders ausgeprägt sind, stellen dabei wichtige Prozesse dar [Kouri 1993:29/69]. In den trockenen Sommermonaten löst sich die Oberschicht durch Gravitation und durch die Wirkung des Windes ab. Das so losgelöste Material sammelt sich in der Sohle an und wird dann beim nächsten Oberflächenabfluß bis zum Erreichen der Transportkapazität aufgenommen und abtransportiert [Gomer 1994:151]. In südexponierten Lagen kann die Verwitterung mehrere Dezimeter in den Mergel eindringen und diesen vorbereitend für einen späteren Abtrag lockern. Eine steigende Hangneigung und die Dauer der Sonneneinstrahlung, die durch die Exposition bedingt ist, stellen die statischen Haupteinflußfaktoren dieser Prozesse dar. Die Reduzierung der Wirkungen der Sonneneinstrahlung durch eine flächendeckende Vegetation, die gleichzeitig den Oberboden stabilisiert, stellt einen möglichen Lösungsansatz dar.

Rotationsgleitungen scheinen an keinen Mergeltyp gebunden zu sein, wodurch gleichzeitig die Besonderheit dieser Erosionsform hervorgehoben wird [Kouri 1993:80]. Sie tritt vornehmlich bei tiefgründigen und nach Norden ausgerichteten Böden auf. Das gewellte Gelände verdeutlicht die Bedeutung dieser Erosionsform. Vergleiche von Luftbildern von 1959, 1972 und 1983 haben gezeigt, daß junge und aktive Gleitungen dominieren [Kouri 1993:72]. Da keine weitergehenden Ergebnisse zu ihrer räumlichen Abgrenzung vorliegen, stellen Rotationsgleitungen eine Gefährdung dar, die bei der späteren Erfassung der Erosionsgefährdung (siehe Abschnitt 5.1) nicht berücksichtigt werden können. Für die Erarbeitung von Konzepten des Erosionsschutzes kann festgehalten werden, daß Maßnahmen, die eine punktuelle oder eine linienhafte Infiltration des Oberflächenwassers fördern, zu vermeiden sind. Arabi [1991:223] weist in seiner Arbeit darauf hin, daß Maßnahmen des Straßenbaues Hangrutschungen fördern können (siehe auch Straub [1981:90]).

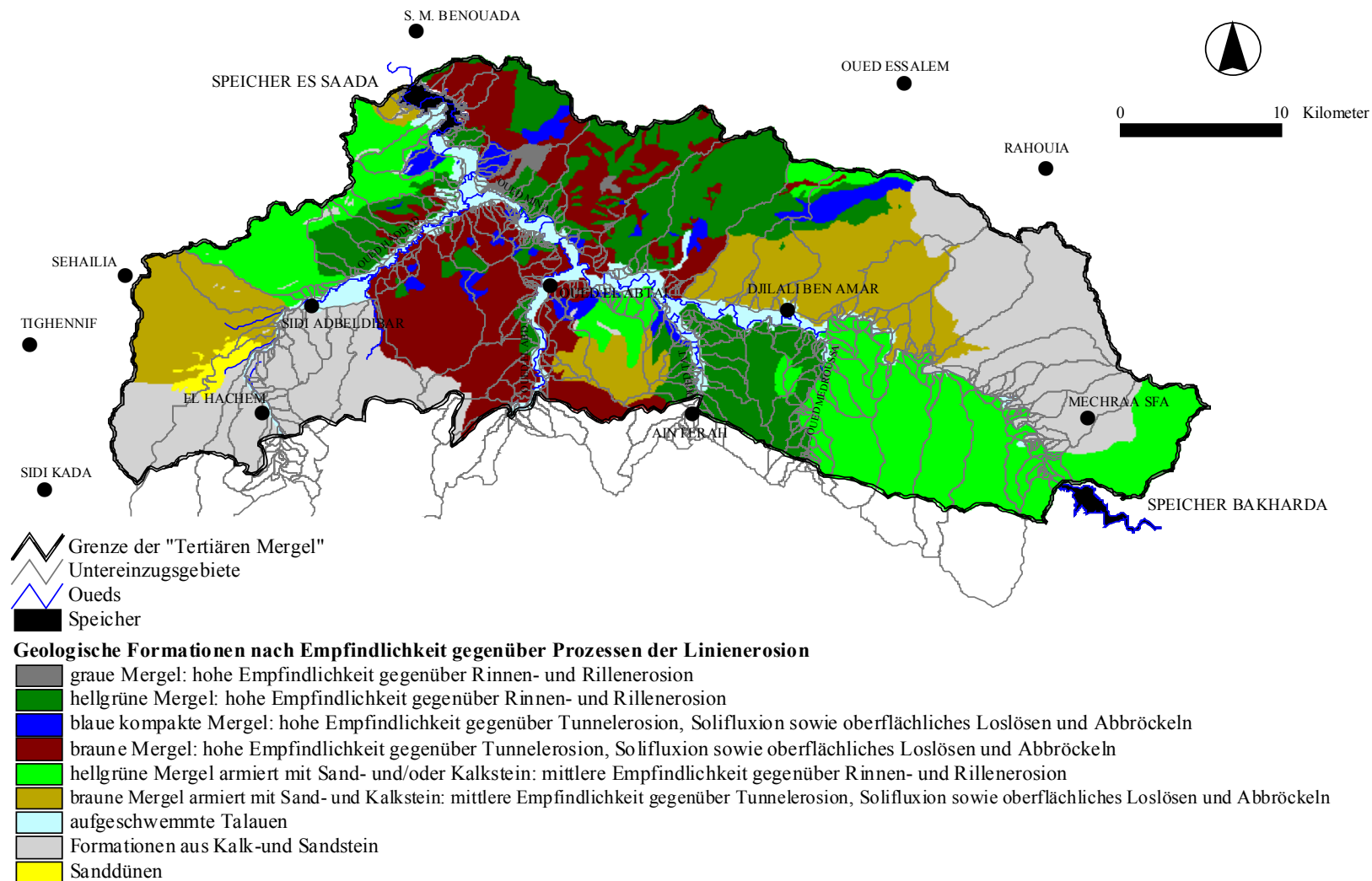


Abbildung 4-13: Geologische Formationen und ihre Einstufung in Klassen der Empfindlichkeit gegenüber Formen und Prozessen der Linienerosion

4.2.2 Ackerbauliche Nutzungsmöglichkeiten und Abflußwirksamkeit der Böden

Böden sind mehr oder weniger anfällig gegenüber erosiven Kräften. Diese allgemeine Eigenschaft wird als Erodibilität oder Erodierbarkeit des Bodens bezeichnet [Wischmeier 1978; Breburda 1983; Kouri 1993:46]. Für die Erarbeitung von Konzepten des Erosionsschutzes stellen neben dem Niederschlagsgeschehen die Bodeneigenschaften einen maßgeblichen Standortfaktor für die Art der natürlichen Vegetation und die Eignung landwirtschaftlicher Maßnahmen dar.

Hydrologische Modellierungen basieren auf Kenntnissen über das Infiltrations- und Abflußverhalten des Bodens. Es gilt zu unterscheiden zwischen Oberflächenabfluß infolge Überschreitens der Infiltrationskapazität und Oberflächenabfluß bei gesättigtem Boden. Oberflächenabfluß infolge Infiltrationsüberschuß tritt ein, wenn die Niederschlagsintensität über der Infiltrationsrate des ungesättigten Bodens liegt [Gomer 1994:92/93]. Ist die Infiltrationskapazität während eines Niederschlagsereignisses lokal überschritten, sammelt sich das überschüssige Wasser in Depressionen und Mulden, bis auch deren Aufnahmekapazität erschöpft ist, und die Bildung von Oberflächenabfluß setzt ein. In ariden und semi-ariden Gebieten mit kompakten Böden und feiner Textur ist die Infiltrationskapazität, die unter Umständen durch Oberflächenverschlammung, Krustenbildung und Tendenzen einer strukturellen Degradation von Mergelböden zusätzlich abnimmt, meist sehr gering [Vogt 1995:32]. Die geringe Infiltrationskapazität der Böden erklärt auch die Gefahr eines Oberflächenabflusses in den Sommermonaten [Arabi 1991:133].

Oberflächenabfluß infolge gesättigten Bodens tritt vornehmlich bei Niederschlägen im Frühjahr auf. In diesem Fall wird das Infiltrationsverhalten von der Bodenvorfeuchte, das heißt von den früheren Regenereignissen und deren zeitlicher Abfolge beeinflusst. Bei den vorhandenen Böden mit sehr hohen Anteilen quellfähiger Tonmineralien besteht erwartungsgemäß eine starke Abhängigkeit des Infiltrationsverlaufes von den Vorfeuchtebedingungen [Gomer 1994:110]. Dies bedeutet, daß kurz hintereinander eintreffende Niederschläge sehr schnell zu einem Oberflächenabfluß führen können. Mit zunehmender Bodendegradierung ist in semi-ariden Gebieten häufig eine Versalzung des Bodens feststellbar, wodurch dann die ackerbaulichen Nutzungsmöglichkeiten weiter eingeschränkt werden. Im folgenden sollen Inventar und Eigenschaften sowie die räumliche Verteilung der Bodentypen näher dargestellt werden.

Inventar und Einteilung der Bodentypen

Für den Bereich der ‚Tertiären Mergel‘ wurde mit Hilfe eines Satellitenbildes (LANDSAT TM 5 Szene vom 9. Januar 1990) eine bodenphysikalische Karte erstellt. Die Auswertungen erfolgten im Laboratoire Environnement, Cartographie et Télédétection der Universität Louis Pasteur in Straßburg. Die Vorteile der Satellitenbildinterpretation gegenüber herkömmlichen Aufnahmemöglichkeiten sind [Vogt et al. 1994:4]:

- Der Kosten- und Zeitaufwand ist gegenüber einer klassischen pedologischen Kartierung wesentlich geringer.
- Für Zwecke des Monitorings können schnell und kostengünstig vergleichbare Unterlagen zu einem späteren Zeitpunkt erstellt werden.
- Satellitenbilder besitzen eine hohe geometrische und radiometrische Auflösung, wobei hier der wesentlich höheren radiometrischen Auflösung von Landsat TM der Vorzug gegenüber SPOT mit einer etwas besseren geometrischen Auflösung gegeben wurde.
- Die hohe flächendeckende Vergleichbarkeit der Daten, die durch eine kurze Aufnahmezeit der Satelliten bedingt ist, begünstigt vergleichende Aussagen, die insbesondere für regionalplanerische Betrachtungen unerlässlich sind.

- Wichtige physikalische Unterscheidungsmerkmale, die sich dem menschlichen Auge bei der Geländebegehung entziehen und deshalb auch nur sehr schwierig in eine bodenkundliche Kartierung Eingang finden, lassen sich erkennen. So gelang es, versalzten von äußerlich identischen nicht versalzten Böden zu trennen. Laboruntersuchungen an Proben bestätigten das Ergebnis.

Die Erstellung der bodenphysikalischen Karte gliederte sich in mehrere Arbeitsschritte. Basierend auf Grundkenntnissen über das Gebiet erfolgte eine Vorklassifikation, die durch eine Kontrolle im Gelände überprüft wurde. Mit Hilfe dieser Informationen wurde dann die abschließende Klassifikation erstellt. Es wurden 21 Klassen identifiziert, davon sind 18 Bodenklassen (siehe Tabelle 4-2). Eine detaillierte Beschreibung der methodischen Vorgehensweise sowie eine Beschreibung der einzelnen Bodentypen findet sich in Vogt et al. [1992:4ff].

| Gruppe | Einstufung | Nr nach Vogt | Bodenbezeichnung [Vogt et al. 1992] | Flächenanteil | | Abflußwirksamkeit | Eignung für den Getreideanbau |
|--------|---|----------------|---|-----------------|------|-------------------|-------------------------------|
| | | | | km ² | % | | |
| 1 | Stabile Vertisole | 1 | Sols argileux profonds sur versants | 70,6 | 5,7 | gering | gut |
| | | 2 | Sols argileux profonds sur plateaux | 147,8 | 12,0 | gering | gut |
| | | 3 | Sols argilo-limoneux | 66,41 | 5,4 | gering | gut |
| 2 | Stabile Roterdenböden und Rendzinen auf Kalkkrusten | 4 | Sols limoneux à charge grossière ¹⁾ | 115,1 | 9,3 | gering | mittel |
| | | 5 | Sols rouges épais sur croûte calcaire | 66,7 | 5,4 | gering | mittel |
| | | 6 | Sols rouges moyenne sur croûte calcaire | 82 | 6,6 | gering | mittel |
| | | 7 | Sols rouges sur sable | 19,2 | 1,6 | gering | mittel |
| 3 | Wenig entwickelte Schwemmböden | 10 | Sols de la basse terrasse | 114 | 9,2 | hoch | mittel und Sonderkulturen |
| | | 11 | Sols irrigués | 31 | 2,5 | hoch | |
| 4 | Lehmböden | 8 | Sols argileux sur marnes | 43,1 | 3,5 | mittel | gering |
| | | 9 | Sols argileux à charge grossière ¹⁾ | 152,9 | 12,4 | mittel | gering |
| 5 | Versalzten Böden | 12 | Sols de la terrasse moyenne (salés) ²⁾³⁾ | 167,9 | 13,6 | hoch | keine |
| | | 13 | Sols argileux salés ²⁾³⁾ | 44,9 | 3,6 | hoch | keine |
| | | 14 | Sols argilo-limoneux salés ²⁾³⁾ | 11,7 | 1,0 | hoch | keine |
| 6 | Bad-lands | 15 | Bad-lands ³⁾ | 36,4 | 3,0 | hoch | keine |
| | | 16 | Bad-lands à couverture de blocs | 22,9 | 1,9 | hoch | keine |
| 7 | Sanddünen | 18 | Sable vifs | 7,2 | 0,6 | - | - |
| 8 | Sonstige Flächen | 17/19 20/21 | Croûtes calcaires, végétation ombre,eau | 36,2 | 2,9 | - | - |
| | | | | 1235,8 | 100 | | |

¹⁾ Oberfläche weist einen erhöhten Steingehalt auf

²⁾ Böden weisen einen erhöhten Salzgehalt auf

³⁾ Böden weisen einen hohen Degradierungszustand auf

Tabelle 4-2: Einteilung der Böden nach deren Abflußwirksamkeit und Eignung für den Getreideanbau (Bodenklassen nach Vogt et al. [1992])

Die Böden wurden in einem weiteren Schritt Klassen der Abflußwirksamkeit und der Eignung für den Getreideanbau zugeordnet. Die Einstufung der Böden hinsichtlich der Abflußwirksamkeit beschreibt das Infiltrationsverhalten der Böden und basiert auf den hydrologischen Bodenklassen nach Gomer [1994:62], die aus Bodenkenngrößen und Regensimulationen abgeleitet wurden. Zur Bewertung der Abflußwirksamkeit der Böden diente als Maßstab die Abflußwirksamkeit bei bearbeiteter Brache. Auf das Erosions- und Abflußverhalten unterschiedlicher Nutzungsformen wird im Abschnitt 4.2.4 näher eingegangen. Die Eignung der Böden für den Getreideanbau basiert auf den Ergebnissen der Bodenuntersuchungen an Proben und den Einschätzungen der Pedologen. Im Rahmen der operativen Planung sind die lo-

kal angetroffenen Böden hinsichtlich ihres Nährstoffgehaltes und der Dicke des A-Horizontes weitergehend zu prüfen.

Die Abflußwirksamkeit und die Eignung der Böden für den Getreideanbau dienen nun dazu, die für regionalplanerische Zwecke zu hohe Detaillierung der Bodentypen in sechs Haupt- und zwei Sonderklassen zu überführen (siehe Tabelle 4-2). Der allgemein formulierte Grundsatz von Breburda [1983:29]: „Je fruchtbarer ein Boden, desto geringer seine Erodierbarkeit“, bestätigt sich. Im Hinblick auf die Bodentextur sind die Böden am günstigsten, das heißt am wenigsten erosionsanfällig, die eine ausgeglichene Verteilung aller Korngruppen besitzen. Solche Böden sind in der Regel wasserdurchlässig und bilden erosionsstabile Aggregate. Das Infiltrationsverhalten dieser Böden ist meist gut. Einen visuellen Überblick der zusammengefaßten Bodengruppen zeigt Abbildung 4-14, und eine Beschreibung mit den Hauptmerkmalen befindet sich im Anhang E. Aufgrund des homogenen Bildes kann man davon ausgehen, daß nur jeweils benachbarte Böden zusammengefaßt wurden. Eine räumliche Zuordnung der einzelnen Bodengruppen ist gut möglich.

Räumliche Verteilung der Bodentypen

Die räumliche Zuordnung der zusammengefaßten Bodenklassen erlaubt erste Aussagen zu den Zonen mit einer hohen Abflußwirksamkeit der Böden und den Möglichkeiten der Nutzung für den Getreideanbau. Die Böden mit einer geringen Abflußwirksamkeit und guten bis mittleren ackerbaulichen Nutzungsmöglichkeiten (Klassen 1 und 2) konzentrieren sich sehr stark im südlichen, südwestlichen und östlichen Bereich der ‚Tertiären Mergel‘. Wie im Abschnitt 4.2.1 aufgezeigt wurde, besteht in diesen Gebieten eine nur sehr geringe oder keine Empfindlichkeit der Mergel gegenüber Linienerosion.

Eine vergleichende Betrachtung ergab, daß bei den Mergelformationen mit einer hohen Empfindlichkeit gegenüber Linienerosion zu ca. 65 % Böden mit einer hohen Abflußneigung vorherrschen. In diesem Bereich sind die gut ackerbaulich nutzbaren Böden in verstreuter Form lediglich mit einem Flächenanteil von 20 % vertreten. Die stark degradierten bad-lands konzentrieren sich im niederschlagsarmen nordwestlichen Bereich der ‚Tertiären Mergel‘ in der Nähe des Speichers Es Saada (siehe auch Abbildung E1 im Anhang E).

Auswertungen ergaben, daß die einzelnen Bodenklassen bevorzugt in bestimmten Expositionen auftreten. Die Böden mit guten ackerbaulichen Nutzungsmöglichkeiten finden sich vornehmlich in nördlicher bis westlicher Exposition. Degradierete Böden sind zum größten Teil süd- bis südostexponiert, wodurch sie ungeschützt der Sonneneinstrahlung ausgesetzt sind. Vermindert Pflanzenwachstum führt über eine höhere Sonneneinstrahlung zu einer verstärkten Oxydation, Zerstörung der organischen Substanz und Verringerung der Bodenstabilität [Schrank 1988:30].

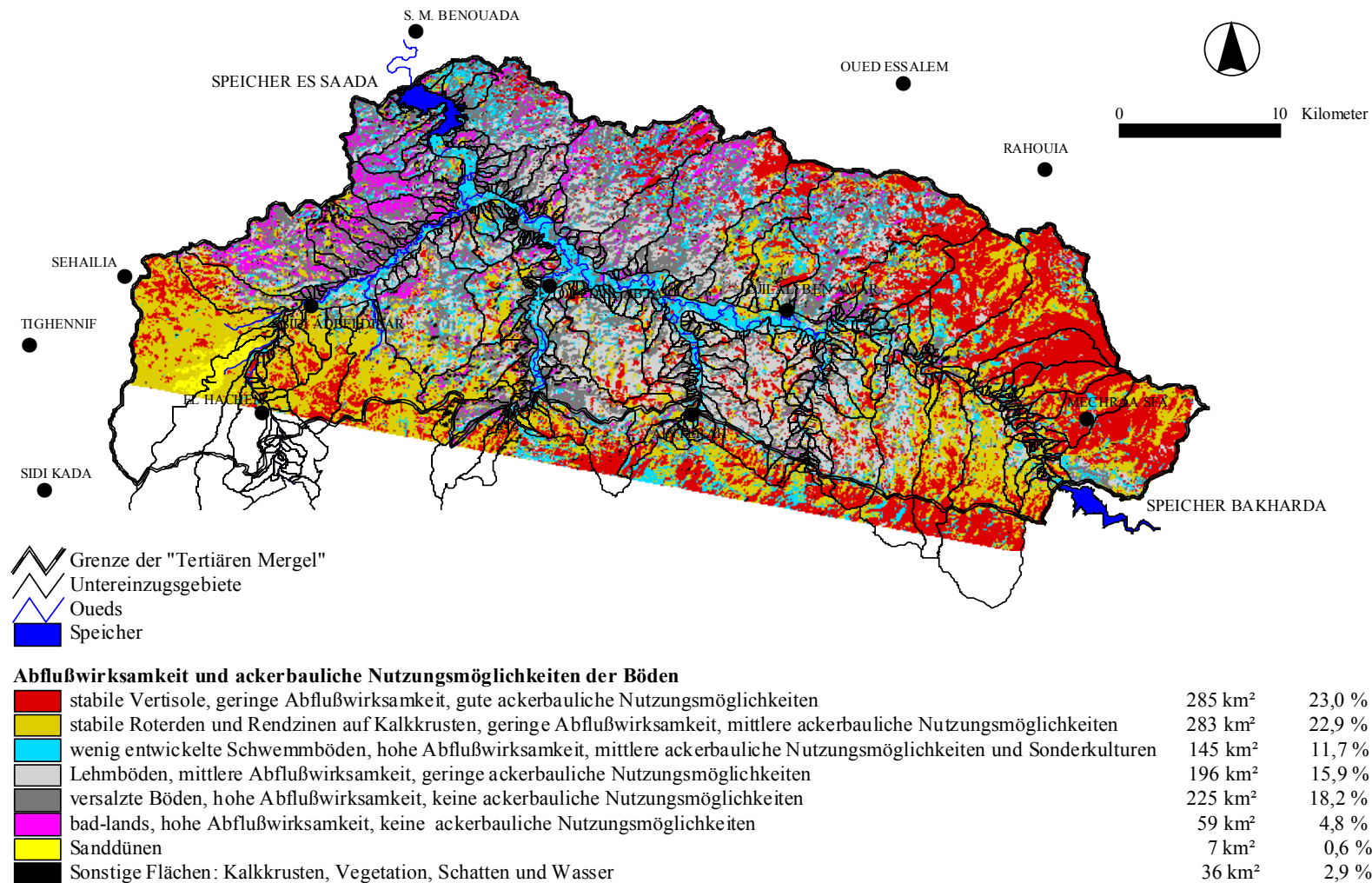


Abbildung 4-14: Einteilung der Böden nach Abflußwirksamkeit und ackerbaulicher Nutzungsmöglichkeit für den Getreideanbau

4.2.3 Betriebs- und Nutzungssystem der Bergbauern im mittleren Bereich der ‚Tertiären Mergel‘

Das Betriebssystem der Bergbauern beeinflusst, neben dem Niederschlagsgeschehen, das Erosionsgeschehen in entscheidender Weise mit und ist Ausgangspunkt gewünschter wie auch unerwünschter Nutzungsänderungen. Die Erarbeitung und die lokale Umsetzung von Konzepten des Erosionsschutzes ist nur in enger Zusammenarbeit mit den Bergbauern möglich.

In der Pilotzone Taassalet wurden im Rahmen der Projektaktivitäten 70 Bauern in den Douars Mehallet, Sidi Yayia und Freaihia bei ihren landwirtschaftlichen Aktivitäten unterstützt. Douars sind haufendorfähnlliche Siedlungen, in denen sich die Bevölkerung konzentriert [Trautmann 1979:216]. Die folgenden Ausführungen stellen Ergebnisse einer betriebswirtschaftlichen Untersuchung von 16 repräsentativen Betrieben dieser drei Douars in den drei landwirtschaftlichen Jahren von 1987/88 bis 1989/90 dar. Zur Durchführung der Untersuchung mit den Einzelergebnissen siehe CES [1993:2]. Bei den folgenden Betrachtungen zum Betriebssystem der Bergbauern sollen insbesondere folgende Aspekte näher untersucht werden: die Grundlagen zum Betriebssystem, die Wechselwirkungen zwischen extensiver Viehwirtschaft und ertragslabilem Getreideanbau, die Merkmale der extensiven Viehwirtschaft, die Merkmale des ertragslabilen Getreideanbaus und die Entkopplung des landwirtschaftlichen Betriebssystems bei Trockenheit.

Grundlagen zum Betriebssystem

Bei den untersuchten Betrieben handelt es sich um seßhafte Bauern, die überwiegend als Vollerwerbsbauern in Subsistenz leben. Sie sind repräsentativ für den mittleren Bereich der ‚Tertiären Mergel‘, der durch eine vergleichsweise hohe Erosionsgefährdung infolge Linienerosion durch Wasser gekennzeichnet ist. Bisher haben erst wenige Bauern die drei Douars verlassen. Im Vergleich zum Untereinzugsgebiet des Atrous (siehe Anhang H) ist dieser Bereich von den natürlichen Gegebenheiten und den sozio-ökonomischen Rahmenbedingungen her als wesentlich stabiler anzusehen.

Die Größe der 16 Betriebe schwankt bei einem Mittelwert von 22 ha zwischen 4 und 69 ha. Insgesamt dominieren jedoch die kleinbäuerlichen Betriebe, da nur zwei Bauern eine Fläche von mehr als 30 ha besitzen. Nach Schrank [1988:50] lag die durchschnittliche Betriebsgröße in Algerien im Jahr 1980 bei nur 7 ha, und rund die Hälfte der Betriebe mußte mit einer Fläche unter 4 ha auskommen (siehe auch Taabni/Kouti [1993]). Der bestehende Dualismus zwischen modernen großflächigen Produktionsstandorten wie im östlichen Teil der ‚Tertiären Mergel‘ und der mehr traditionellen kleinbäuerlichen Subsistenzwirtschaft besteht auch heute noch in Algerien weiter [siehe hierzu auch Trautmann 1979].

Das landwirtschaftliche Betriebssystem der Bergbauern im mittleren Bereich der ‚Tertiären Mergel‘ ist eine Kombination aus extensiver Viehwirtschaft und ertragslabilem Getreideanbau (siehe Abbildung 4-15). Die Viehwirtschaft stellt die Haupteinnahmequelle der Bergbauern dar, und der Getreideanbau ist als komplementäres Element der Viehwirtschaft anzusehen. Die monetären Einnahmen setzten sich bei den betrachteten Betrieben im Mittel zu 75 % aus dem Verkauf von Vieh und zu 25 % durch temporäre Arbeiten außerhalb der Landwirtschaft zusammen. Die Forstbehörde war Hauptarbeitgeber. Das Vieh stellt die ‚lebende Kapitalanlage‘ der Bergbauern dar, die jederzeit verfügbar, faktisch nicht oder nur schwer erfaßbar ist und bei Bedarf in Geld verwandelt werden kann. Den Einkünften aus der Viehwirtschaft stehen nur geringe direkte Betriebskosten gegenüber, da bei fehlender oder geringer Zufütterung die Ziegen und Schafe ihren Futterbedarf fast ausschließlich aus den kostenfreien Weiden decken. Zudem wird die Herde häufig von einem der Kinder gehütet.

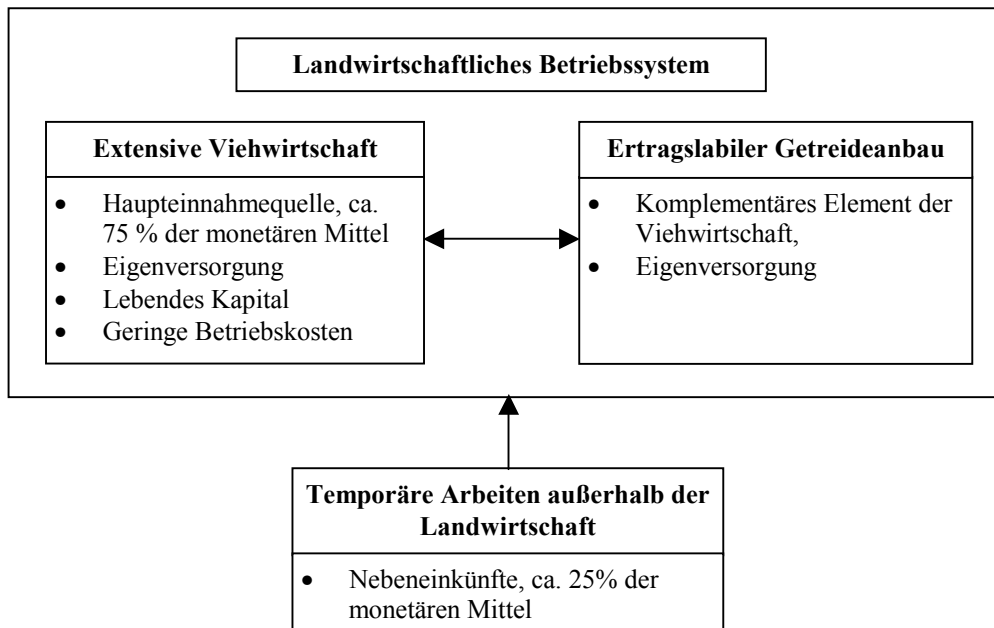


Abbildung 4-15: Betriebssystem der Bergbauern im mittleren Bereich der ‚Tertiären Mergel‘

Wechselwirkung zwischen extensiver Viehwirtschaft und ertragslabilem Getreideanbau

Die sommerlichen Trockenmonate Mai bis Oktober sowie Trockenjahre sind die Hauptprobleme bei der Versorgung des Viehs mit Futter und Wasser. Die natürliche Vegetation ist meist vertrocknet und bietet wenig Nahrung. Ein Ausweichen in Bereiche mit permanenter Vegetation ist für viele Bergbauern der ‚Tertiären Mergel‘ nicht möglich. Daher werden die Ernteerträge aus dem Getreideanbau in der Regel nicht verkauft, sondern traditionell in Speichern angelegt und dienen zur Eigenversorgung und als Viehfutter bei unzureichender natürlicher Futterbasis in den Trockenmonaten des Sommers sowie in Trockenjahren.

Viehwirtschaft und Ackerbau stehen somit in wechselseitiger Beziehung zueinander und könnten bei nicht exzessiver Übernutzung unter den ökologischen Gegebenheiten ein ökonomisch sinnvolles System darstellen. Die Speicher aus dem Getreideanbau dienen dazu, die Unsicherheiten des Niederschlagsgeschehens aufzufangen. Durch den Verkauf von Vieh erzielt der Bauer seine monetären Einkünfte. Synergien beider Nutzungselemente können so sinnvoll genutzt werden.

Merkmale der extensiven Viehwirtschaft

Weiden werden als kostenlose Inputs angesehen, wodurch die eigenen Futterreserven geschont oder Zukäufe vermieden werden sollen. Außer ackerbaulich genutzten Flächen unterliegen alle weiteren Parzellen einer mehr oder weniger starken Beweidung. Auf die Problematik der Besitz- und Nutzungsrechte wurde im Abschnitt 4.1.2 schon eingegangen. Flächen, die durch eine Abwanderung von Bergbauern keiner Nutzungskontrolle unterliegen, sind daher in der Regel einer unkontrollierten Beweidung ausgesetzt. Der notwendige Unterhalt oder Maßnahmen zur Verbesserung der Weideflächen werden dadurch erschwert, daß der Bauer nicht Besitzer dieser Flächen ist und daher nicht sicher sein kann, anschließend mit seiner Herde in den Genuß der Verbesserungsmaßnahmen zu gelangen [GTZ 1995:58].

Der Viehbestand schwankte von Betrieb zu Betrieb erheblich. Von den betrachteten Betrieben besaß im Mittel jeder Bauer ca. 50 Schafe und 20 Ziegen. Nur jeder zweite Betrieb verfügte über Kühe. Es besteht kein Zusammenhang zwischen der Betriebsgröße und dem Viehbestand, das heißt, flächenmäßig kleine Betriebe verfügten teilweise über eine höhere Anzahl an Vieh als größere Betriebe. Für die Beweidung sind kleinere Betriebe somit auf Flächen au-

Berhalb des eigenen Betriebes angewiesen. Aufgrund dieser Wirtschaftsweise kann man davon ausgehen, daß eine Überstockung mit Schafen und Ziegen kaum vermeidbar ist.

Merkmale des ertragslabilen Getreideanbaus

Der Getreideanbau erfolgt im sogenannten Dry-Farming-System unter Einschaltung eines Brachejahres. In der Regel wird nicht mehr als die Hälfte der ackerbaulich nutzbaren Fläche für den Getreideanbau genutzt. Die Brache kann in eine unbearbeitete und eine bearbeitete Brache untergliedert werden (siehe Abbildung 4-16). Auf Brachflächen stellt sich eine spärliche Spontanvegetation mit geringem Futterwert für das Vieh ein. Im Oktober beginnt der Bauer mit der Bodenbearbeitung und sät nach einigen ergiebigen Niederschlägen erste Flächen ein. In einem regenreichen Jahr pflügt er weiter und vergrößert je nach seinen Kapazitäten die Getreideflächen. Bei einem Ausbleiben der Niederschläge wird nur eine geringere Fläche eingesät und bearbeitet, das heißt, der Flächenanteil der unbearbeiteten Brache nimmt mit ungünstigen Niederschlagsverhältnissen zu. Auf diese Weise minimieren die Bauern ihren Arbeitsaufwand und die Verluste durch eine Einsaat in Trockenjahren. Der Verlauf des Niederschlagsgeschehens im Herbst hat somit einen entscheidenden Einfluß auf die bearbeiteten und eingesäten Flächen²³. In der Regel besitzt der Bergbauer genügend ackerbaulich nutzbare Flächen, die er bearbeiten könnte.

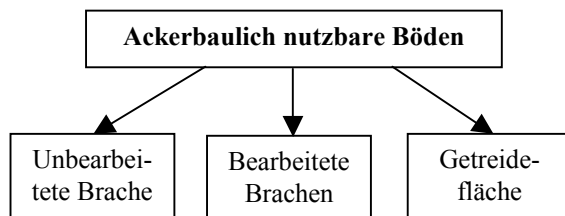


Abbildung 4-16: Nutzungsweise ackerbaulich nutzbarer Böden

Bei den betrachteten Bauern erfolgte in den drei Untersuchungsjahren die Bodenbearbeitung für 1/3 der Fläche mit einem Traktor, 2/3 der Fläche wurden traditionell mit Hilfe der Anspannung bearbeitet. Dies beruht zum einen darauf, daß die meisten Bauern nicht selbst über einen Traktor verfügen und daher diese bei anderen Bauern oder der Forstbehörde leihen mußten. Andererseits weisen ca. 25 % der ackerbaulich nutzbaren Fläche eine Hangneigung zwischen 25 und 40 % auf und sind daher kaum noch mit normalen Traktoren bearbeitbar. Aufgrund der Wirtschaftsweise und der topographischen Rahmenbedingungen dürfte für die meisten Betriebe der Erwerb eines Traktors auch zukünftig nicht möglich oder sinnvoll sein.

Entkopplung des landwirtschaftlichen Betriebssystems bei Trockenheit

Jahre oder Perioden extremer Trockenheit bringen Unsicherheiten für das Betriebssystem der Bergbauern und für das ökologische Gleichgewicht mit sich. Die dabei auftretenden Folgewirkungen zeigt Abbildung 4-17. In niederschlagsarmen Jahren erfolgt durch den Ernteausfall eine indirekte Entkopplung der sich ergänzenden Nutzungselemente der extensiven Viehwirtschaft und des ertragslabilen Getreideanbaus. Fällt in einem Trockenjahr die Getreideernte aus, so benötigen die Bauern für Zufütterungen die gespeicherten Vorräte aus der letzten Ernte. Fällt im nächsten Jahr die Getreideernte wieder aus, so benötigt der Bauer größere Reserven usw. Da die Bauern wissen, daß Jahre oder Perioden der Trockenheit auftreten, deren Zeitpunkt und Länge jedoch nicht vorhersagen können, ist es logisch, daß sie zuerst die natürlichen Weiden übernutzen, um mit ihren Reserven so sparsam wie möglich umzugehen. Bei einer starken Reduzierung des Viehbestandes in Trockenjahren würden sich die Bauern ihrer

²³ Auf die Auswirkungen der bearbeiteten und unbearbeiteten Brache auf das Erosions- und Abflußverhalten wird im nächsten Abschnitt näher eingegangen.

„lebenden Sparkasse“ und langfristig ihrer monetären Einnahmequelle berauben. So wird die ohnehin schon labile und dünne natürliche Vegetationsdecke in trockenen Jahren durch einen mehr oder weniger gleichbleibenden Weidedruck extrem belastet. Daraus resultiert die zwangsläufige Übernutzung der natürlichen Ressourcen mit der Folge, daß die Zerstörung der natürlichen Vegetation und die Bodendegradierung weiter gefördert werden.

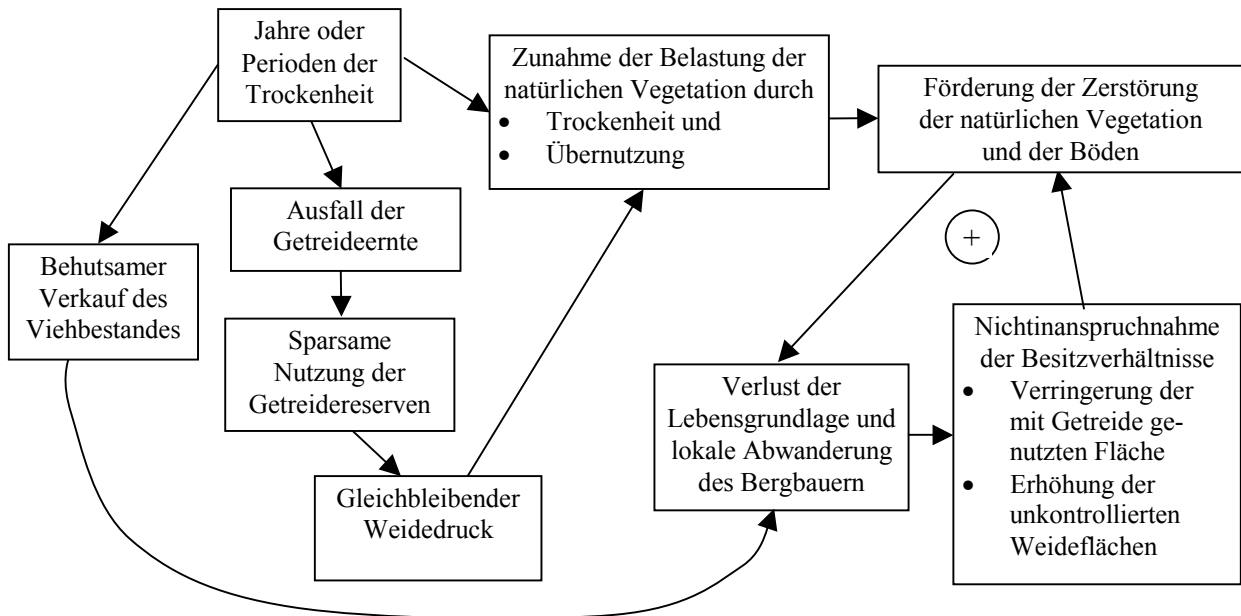


Abbildung 4-17: Folgewirkungen von Jahren oder Perioden der Trockenheit

Bei einem relativ schnellen Wechsel von Feucht- und Trockenjahren wie in der Klimaperiode von 1910 bis 1945 (siehe Abschnitt 4.1.4) übernehmen die gebildeten Getreidespeicher die Pufferfunktion. Aufgrund der extrem niedrigen Niederschläge in den letzten 15 Jahren war die Bildung von Speichern kaum noch möglich, der Weidedruck auf die natürliche Vegetation führte zu einer mehr oder weniger vegetationslosen Landschaft in den „Tertiären Mergeln“. Das System kollabierte mit Folgewirkungen, die kaum abschätzbar sind. Der Verlust der Lebensgrundlage bei einigen Bauern führte zu den im Abschnitt 4.1.3 aufgezeigten Prozessen der lokalen Konzentration und Abwanderung der ländlichen Bevölkerung, wovon insbesondere die Bereiche mit niedrigen Niederschlägen und disperser Siedlungsstruktur betroffen waren. Die Nichtinanspruchnahme der Besitzverhältnisse durch abgewanderte Bergbauern führt zu einer Verringerung der mit Getreide genutzten Flächen und zu einer Erhöhung der unkontrollierten Weideflächen. Die Folgewirkungen sind die Förderung der Zerstörung der natürlichen Vegetation und die Zunahme der Bodendegradierung. In Gebieten mit sehr geringen physischen Potentialen kann sich eine positive Rückkopplungsschleife einstellen, die die Aufgabe von ganzen Gebieten zur Folge haben kann.

4.2.4 Abfluß- und Erosionsverhalten unterschiedlicher Nutzungselemente

Im vorigen Abschnitt wurde gezeigt, daß sich das Betriebssystem der Bergbauern im mittleren Bereich der „Tertiären Mergel“ aus den komplementären Nutzungselementen der extensiven Viehwirtschaft und des ertragslabilen Getreideanbaus zusammensetzt. Um bessere Entscheidungsgrundlagen zu erhalten, soll in diesem Abschnitt das Abfluß- und Erosionsverhalten unterschiedlicher Nutzungselemente diskutiert werden.

Arabi [1991] untersuchte in seiner Arbeit das Abfluß- und Erosionsverhalten bei unterschiedlichen Nutzungselementen. Als Haupteinflußfaktoren identifizierte er die Hangneigung, die Art, den Feuchte- und Oberflächenzustand des Bodens (siehe hierzu Abschnitt 4.2.2), die Höhe, Intensität und Dauer des Niederschlagsgeschehens (siehe hierzu Abschnitt 4.1.4) und die Bearbeitungs- und Nutzungsform beziehungsweise die Vegetationsbedeckung des Bodens (siehe Abschnitte 4.1.2 und 4.2.3). Auf abgegrenzten Parzellen von 100 m² wurden das abfließende Wasser und die oberflächlich mitgeführten Sedimente pro Ereignis aufgefangen und die entsprechenden Anteile bestimmt. Die Ergebnisse von Arabi [1991] bestätigen die vergleichsweise geringe Oberflächenerosion in Mergeln, wobei zwischen den verschiedenen Nutzungselementen Unterschiede feststellbar sind (siehe Tabelle 4-3). Im Vergleich zur Oberflächenerosion sind jedoch die Unterschiede des Oberflächenabflusses bei den unterschiedlichen Nutzungselementen ausgeprägter. Diese Tatsache verdeutlicht, daß die Dynamik der Linienerosion in den Mergeln entscheidend durch den Oberflächenabfluß gesteuert wird.

Bei Böden mit einer flächendeckenden natürlichen Vegetationsdecke >80 % war der Bodenabtrag im Mittel geringer als 0,002 mm/Jahr (siehe Tabelle 4-3). Der mittlere wie auch der maximale Oberflächenabfluß waren ebenfalls vergleichsweise gering. Der maximale Abflußkoeffizient betrug 7 %. Eine 10 cm dicke Bodenschicht würde, ohne Berücksichtigung der Bodenreubildung, nach ca. 50.000 Jahren abgetragen sein. Diese Ergebnisse unterstreichen die hohe Bedeutung einer flächenhaften Bodenbedeckung als Vorsorge gegenüber Oberflächenerosion und Oberflächenabfluß [Gutschick 1972:225]. Bei bearbeiteten Böden mit Getreideanbau sind der mittlere Bodenabtrag mit ca. 0,04 mm/Jahr vergleichsweise gering. Der maximale Abflußkoeffizient steigt jedoch auf 16 % an und unterstreicht die Empfindlichkeit dieses Nutzungselementes bei Extremereignissen.

| Nutzungselemente | Mittlerer | Maximaler | Oberflächenerosion | | Abtrag einer |
|---|----------------|-------------|--------------------|-------------|--------------|
| | jährl. Abfluß- | Abfluß- | t/ha/Jahr | mm/Jahr | Bodenschicht |
| | koeffizient | koeffizient | | | von 10 cm |
| | % | % | | | Jahre |
| Unbedeckte oder degradierte Böden ¹⁾ | 4,3 - 18 | 34 - 86 | 0,3 - 9 | 0,02- 0,6 | 170 - 500 |
| Bearbeitete Böden mit traditionellem Anbau von Getreide | 1,6 - 4,5 | bis 16 | 0,1 - 0,6 | 0,01 - 0,04 | 2500 - 10000 |
| Böden mit natürlicher Vegetationsbedeckung > 80 % | 0,4 - 1,0 | < 7 | 0,02 - 0,03 | < 0,002 | 50000 |

¹⁾ Bandbreite abhängig von der Bodenart

Tabelle 4-3: Abflußverhalten und Oberflächenerosion bei unterschiedlichen Nutzungselementen (nach Arabi [1991: 202- 205])

Bei einem unbedeckten oder degradierten Boden erhöht sich der Bodenabtrag im Vergleich zum bearbeiteten Boden mit Getreideanbau etwa um den Faktor 10. Hier würde eine Bodenschicht von 10 cm schon in 170 bis 500 Jahren (ohne Bodenreubildung) abgetragen sein. Viel dramatischer bei dem unbearbeiteten Boden sind jedoch die Folgewirkungen für das Abflußverhalten. Unter ungünstigen Rahmenbedingungen steigt der Abflußkoeffizient auf Werte

zwischen 34 % und 86 % an (siehe hierzu auch Vogt [1995:33]). Für die Prozesse der Linienerosion in Mergeln besitzt die Verringerung des Oberflächenabflusses durch eine Bearbeitung des Bodens eine graduell höhere Bedeutung als die Reduzierung der Oberflächenerosion. Nach Arabi [1991:204] resultiert der hohe Oberflächenabfluß bei vergleichsweise geringem Anstieg der Oberflächenerosion bei unbearbeiteten und vegetationslosen Böden aus einer verfestigten Oberschicht, die resistent gegenüber der Wirkung der Regentropfen und dem Abscheren durch den Wasserabfluß ist.

Nach Arabi [1991:36] scheint eine oberflächliche, nicht wendende Bodenbearbeitung parallel zum Hang ausreichend zu sein, um die Oberflächenkrusten zu brechen und den Boden zu belüften. Die Bodenstruktur sollte nach der Bearbeitung nicht zu fein sein, da sonst Verschlammungsprozesse einsetzen, was dann vergleichsweise schnell zu einem erhöhten Oberflächenabfluß führt [Vogt 1995:10]. Arabi [1991:150, 143] stellt in seiner Arbeit weiter fest, daß ein bearbeiteter und unbedeckter Boden im Verlauf des Herbstes schon nach den ersten Niederschlägen schnell versiegelt und sich anschließend wie ein unbedeckter Boden verhält. Der Aufprall des Regentropfens (splash) scheint dabei eine determinierende Rolle bei der Zerstörung der Erdklumpen zu spielen [Arabi 1991: 204]. Die losgelösten Teilchen führen dann zur Verschlammung der Oberfläche. Diese Tatsache verdeutlicht auch, daß eine jährliche Bearbeitung der Böden erforderlich ist, um die Abflußwirksamkeit von Bracheflächen zu erhalten, was mit einem vergleichsweise hohen Arbeitsaufwand verbunden ist.

Die Ergebnisse zeigen, daß für den Oberflächenabfluß und damit auch für die Linienerosion die unbearbeitete Brache und die Flächen mit einer unkontrollierten Beweidung die problematischsten Nutzungselemente darstellen, deren Flächenanteile es bei der Entwicklung von Konzepten des Erosionsschutzes zu minimieren gilt. Der Getreideanbau und die bearbeitete Brache sind auf ackerbaulich nutzbaren Böden im Vergleich zur unbearbeiteten Brache als erosions- und abflußmindernd anzusehen, sofern sie regelmäßig erfolgen und langfristig sinnvoll sind. Ein Risiko bei bearbeiteten Flächen stellt jedoch die lange vegetationslose Periode im Sommer dar, während der der Boden extremen Niederschlägen ohne Schutz ausgesetzt ist. In Gebieten mit unzureichenden Niederschlägen ist eine permanente Vegetationsdecke mit kontrollierter Beweidung anzustreben. Es erscheint jedoch unrealistisch, davon auszugehen, daß sich kurz- bis mittelfristig das Gebiet der ‚Tertiären Mergel‘ durch eine permanente Vegetationsdecke schützen ließe.

4.2.5 Aktuelle Bodennutzung und Tendenzen ihrer Änderung

Aufgrund der begrenzten natürlichen Ressourcen und der starken Zunahme der Bevölkerung ist davon auszugehen, daß es in Algerien zukünftig zu größeren wirtschaftlichen und sozialen Veränderungen kommen muß, die mit Nutzungsänderungen des Bodens einhergehen. Nach Baade [1994:1] weisen zahlreiche Autoren auf eine deutliche Zunahme der Bodenerosion in Europa als Folge des nach dem 2. Weltkrieg einsetzenden Strukturwandels hin. Für ein fortlaufendes Monitoring ist es wichtig, jene Einflußfaktoren zu kennen, die eine Hinwendung zu günstigeren oder ungünstigeren Nutzungsformen des Bodens fördern. Für die Erarbeitung von alternativen Lösungswegen gilt es zu unterscheiden zwischen Gefährdungen der aktuellen Bodennutzung durch das bestehende Betriebssystem und den Tendenzen ihrer Änderung. Abbildung 4-18 zeigt die Elemente und Haupteinflußfaktoren zu ihrer Erfassung.

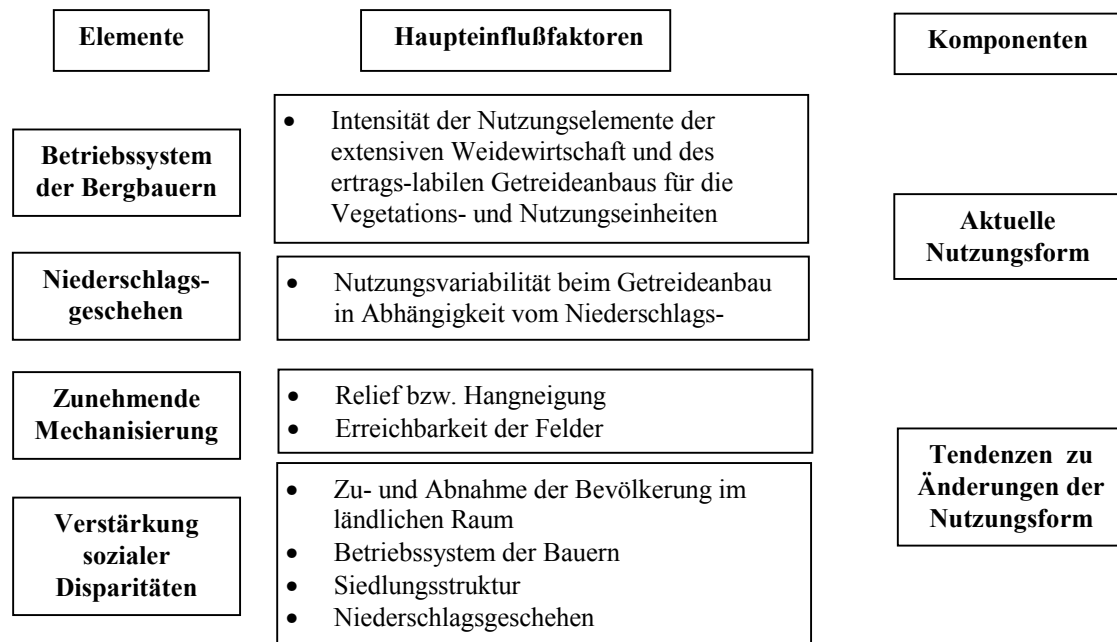


Abbildung 4-18: Komponenten zur Beschreibung der Erosionsgefährdung durch die Nutzungsform des Bodens für den Bereich der ‚Tertiären Mergel‘

Aktuelle Nutzungsform des Bodens

Gefährdungen durch die aktuelle Nutzungsform des Bodens resultieren aus den Ausprägungen der im Abschnitt 4.2.3 dargestellten Nutzungselemente des Betriebssystems der Bergbauern und den Wechselwirkungen mit den klimatischen Gegebenheiten. Diese sind:

- die jeweilige Intensität der beiden Nutzungselemente der extensiven Weidewirtschaft und des ertragslabilen Getreideanbaus für die Vegetations- und Nutzungseinheiten und
- die Nutzungsvariabilität beim Getreideanbau in Abhängigkeit vom Niederschlagsgeschehen.

Es sei daran erinnert, daß sich die Ausführungen zur Erfassung der Erosionsgefährdung auf den Bereich der ‚Tertiären Mergel‘ beschränken, der nur noch Relikte permanenter Vegetation aufweist und aufgrund anhaltender Überweidung mehr oder weniger vegetationslos ist. Tabelle 4-4 gibt einen Überblick über die Nutzungsintensität, das heißt, das Verhältnis von ertragslabilem Getreideanbau und extensiver Weidewirtschaft für die Vegetations- und Nutzungseinheiten der ‚Tertiären Mergel‘ (siehe auch Abschnitt 4.1.2).

| Nr. | Bezeichnung | Nutzungsintensität | |
|-----|---|--------------------|--------------------|
| | | Getreideanbau | Weidewirtschaft |
| 1 | Bewässerungswirtschaft in den Talauen | - | - |
| 2 | Intensiver Ackerbau mit teilweise Baumkulturen | sehr hoch | gering |
| 3 | Ackerbau und Weidewirtschaft | hoch | mittel |
| 4 | Weidewirtschaft und Ackerbau auf vegetationslosen Böden | mittel | hoch |
| 5 | Weidewirtschaft in Steppen | gering | sehr hoch |
| 6 | Weidewirtschaft in Macquis | gering | hoch ¹⁾ |
| 7 | Aufforstungen | gering | hoch ¹⁾ |
| 8 | Weinbau auf Sanddünen | keine Aussage | keine Aussage |

¹⁾ unkontrolliert

Tabelle 4-4: Nutzungsintensität extensiver Weidewirtschaft und ertragslabilen Getreideanbaus für die Vegetations- und Nutzungseinheiten in den ‚Tertiären Mergeln‘

Die Berücksichtigung der Nutzungsvariabilität beim Getreideanbau zielt darauf ab, die jährlichen Schwankungen bei den ackerbaulich genutzten Flächen zu erfassen. In Abhängigkeit vom Bodenpotential nimmt sie mit sinkenden mittleren Jahresniederschlägen zu. Im Gegensatz dazu nimmt die Bodenbedeckung von ackerbaulich genutzten Flächen mit sinkenden mittleren Jahresniederschlägen ab. Somit lassen sich Gefährdungen durch die Nutzungsvariabilität und die Bodenbedeckung beim Getreideanbau indirekt über die agronomischen Niederschlagsklassen abbilden.

Tendenzen der Änderung der aktuellen Nutzungsform

Beim Ressourcenschutz werden Änderungen der Nutzungsform angestrebt, die erosionsmindernd wirken, ökologisch verträglich, nachhaltig und produktionssteigernd sein sollten. Negativ orientierte Tendenzen der Bodennutzung sollen zumindest so weit korrigiert werden, daß eine weitere Verschlechterung der ökologischen Gegebenheiten vermieden wird. Die Untersuchungen zur Bevölkerung und zum Betriebssystem der Bergbauern zeigen, daß Änderungen der Nutzungsform vornehmlich aus einer zunehmenden Mechanisierung und einer Verstärkung sozialer Disparitäten herrühren (siehe Abbildung 4-19).

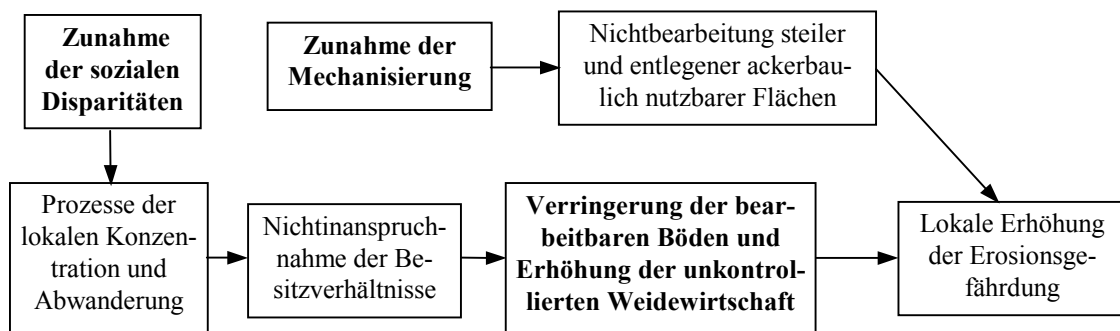


Abbildung 4-19: Zusammenhang zwischen Tendenzen der Änderung der Nutzungsform und einer lokalen Erhöhung der Erosionsgefährdung bei gemischter Nutzungsform aus extensiver Viehwirtschaft und ertragslabilem Getreideanbau

Erhebungen von CES [1993:7] bei den Bergbauern in der Pilotzone Taassalet ergaben, daß ca. 23 % der ackerbaulich nutzbaren Flächen eine Hangneigung zwischen 25 und 40 % besitzen. Traditionell bearbeiteten die Bergbauern sehr steile Hänge mit ihren Eseln. Auch bei ungünstigen wirtschaftlichen Rahmenbedingungen werden die Bauern zukünftig nicht mehr bereit sein, diese Bearbeitungsform der Böden weiterzuführen. Die notwendige Zunahme der Mechanisierung wird voraussichtlich dazu führen, daß entlegene Einzelfelder und Parzellen mit einer starken Hangneigung zunehmend nicht mehr bearbeitet und aus der Nutzung genommen werden. Um eine Degradierung dieser Böden zu vermeiden, sollten diese Flächen gezielt von der bestehenden ackerbaulichen in eine kontrollierte weidewirtschaftliche Nutzungsform überführt werden. Betroffen davon sind insbesondere Gebiete mit einem stark bis mittel geneigtem Relief (siehe Abbildung I1 im Anhang I).

Im Abschnitt 4.1.3 wurde gezeigt, daß Prozesse der lokalen Konzentration und Abwanderung Folge wirtschaftlicher und sozialer Disparitäten sind. Sie führen einerseits zu Bereichen mit einer zusätzlichen Verdichtung und andererseits zu Zonen mit lokal abnehmender Bevölkerung im ländlichen Raum. Abwanderungen traten in der Vergangenheit vermehrt in Bereichen mit geringen Niederschlägen auf, da die natürlichen Potentiale begrenzt sind und Trockenjahre mit besonders ungünstigen Folgewirkungen für die Bergbauern verbunden sind. Bei einer verdichteten Siedlungsstruktur mit Städten, Gemeinden und größeren Douars werden Abwanderungstendenzen aufgrund geringerer Entfernung zu sozialen und technischen Einrichtungen

sowie zu Erwerbsquellen außerhalb der Landwirtschaft stärker abgedeckt als bei einer dispersen Siedlungsstruktur.

Zur Abschätzung der Folgewirkungen von Prozessen der lokalen Konzentration und Abwanderung der Bergbauern auf das Erosionsgeschehen muß geprüft werden, ob und welche Nutzungselemente des Betriebssystems an den bestehenden Wohnort gebunden sind, das heißt, ob bei einer Abwanderung die bestehende Nutzungsform aufrechterhalten werden kann oder ob es zu Verschiebungen bei den Nutzungselementen kommen muß.

Bei Ertragsstandorten für den Getreideanbau wie im Osten der ‚Tertiären Mergel‘ braucht die Abwanderung von Bauern in nahe gelegene Gemeinden nicht zwangsläufig zu einer Änderung der Nutzungsform führen, da der ertragreiche Ackerbau nicht direkt an einen bestimmten Wohnort gebunden ist. Anders sieht dies bei den Bergbauern im mittleren Bereich der ‚Tertiären Mergel‘ aus, bei denen sich die Nutzungselemente extensive Viehwirtschaft und ertragslabiler Getreideanbau wirtschaftlich gegenseitig ergänzen. Die Nichtinanspruchnahme der Besitzverhältnisse führt zu einer Nichtbearbeitung der ackerbaulich nutzbaren Flächen, so daß der Flächenanteil, der durch eine unkontrollierte Beweidung gefährdet ist, zunimmt. Diese aufgezeigten Prozesse führen dann zu einer lokalen Erhöhung der Erosionsgefährdung. Die Ausführungen verdeutlichen, daß selbst bei einer abnehmenden Bevölkerungsdichte im ländlichen Raum durch die Änderung der Nutzungsform die ökologischen Folgewirkungen negativ ausgerichtet sein können. Die Bevölkerungsdichte läßt somit nur begrenzte Rückschlüsse über Folgewirkungen zu.²⁴

Geeignete indirekte Variablen zur Beschreibung der Gefährdungen durch die Änderung der Nutzungsform infolge wirtschaftlicher und sozialer Disparitäten sind die Tendenzen der Zu- und Abnahme der Bevölkerung im ländlichen Raum, die bestehende Siedlungsstruktur, das Betriebssystem des Bauern und das Niederschlagsgeschehen.

²⁴ Zur Bedeutung der Bevölkerungsdichte siehe auch Heidemann [1992:7]

5 Erarbeitung regionalplanerischer Handlungsalternativen

Die Regionalplanung soll für eine bestehende und/oder mögliche zukünftige Problemsituation mit den Betroffenen und Beteiligten Handlungsalternativen erkunden und Vereinbarungen zu deren Umsetzung vereinbaren. Die vorangegangenen Ausführungen zeigten, daß ein ‚optimaler Erosionsschutz‘ schon deshalb kaum zu erzielen ist, weil das schwer entkoppelbare Betriebssystem der Bergbauern im mittleren Bereich der ‚Tertiären Mergel‘ im Hinblick auf das Erosionsgeschehen sich aus dem eher positiv orientierten labilen Getreideanbau und der eher negativ orientierten Weidewirtschaft zusammensetzt. Die Vorgehensweise zur Erarbeitung regionalplanerischer Handlungsalternativen gliedert sich in die folgenden drei Komponenten:

- den räumlich-qualitativen Ansatz der Gefährdung der Mergel durch Linienerosion,
- das Teilkonzept des Erosionsschutzes und der Sedimentrückhaltung,
- die Strategieerkundung.

5.1 Räumlich-qualitativer Ansatz der Gefährdung der Mergel durch Linienerosion

Zur Erfassung der Erosionsgefährdung werden für regionalplanerische Zwecke neben der Bestimmung des momentanen Degradierungszustandes der Böden flächendeckende Aussagen über die potentiellen, momentanen und die möglichen zukünftigen Gefährdungen von Boden-erosion in Mergeln benötigt. Der im folgenden dargestellte räumlich-qualitative Ansatz der Gefährdung gegenüber Linienerosion besitzt seine Gültigkeit in Mergeln mit semi-ariden Bedingungen und einer gemischten Nutzungsform aus extensiver Weidewirtschaft und ertragslabilem Getreideanbau. Er erfüllt die in Abschnitt 2.6 formulierten Anforderungen zur Erfassung der Erosionsgefährdung.

In den nun folgenden Abschnitten wird in einem ersten Schritt das Teilmodell zur Erfassung der Gefährdung durch Linienerosion vorgestellt. Daran anschließend wird auf die einzelnen Komponenten des Teilmodells näher eingegangen, bevor zum Abschluß Arten und Bereiche unterschiedlicher Gefährdung der Mergel durch Linienerosion abgeleitet werden.

5.1.1 Teilmodell zur Erfassung der Gefährdung durch Linienerosion

Das Teilmodell zur Erfassung der Gefährdung durch Linienerosion zielt auf eine räumliche relative Einstufung von Zonen unterschiedlicher Gefährdung durch Linienerosion in Mergeln ab. Die Betrachtung von Gefährdungskomponenten erleichtert es, Verknüpfungen zu Maßnahmen des Erosionsschutzes herzustellen und zwar mit dem Zweck, die aufgedeckten Gefährdungen und Risiken zu minimieren. Es wird dabei nicht von einer Gesamtgefährdung, sondern von Einzelgefährdungen ausgegangen. Das Teilmodell unterscheidet zwischen dem aktuellen Zustand der Bodendegradierung und vier Wirkungs- bzw. Gefährdungskomponenten der Linienerosion. Diese sind: die Grundgefährdung der Mergel durch Linienerosion, die Gefährdung der Böden durch den Oberflächenabfluß, die Gefährdung der Böden durch die aktuelle Nutzungsform und die Gefährdung der Böden durch Tendenzen der Änderung der Nutzungsform. Abbildung 5-1 zeigt die Gefährdungskomponenten und die benötigten Variablen zu ihrer Erfassung. Die einzelnen Wirkungs- bzw. Gefährdungskomponenten können als mehr oder weniger unabhängige Teilsysteme aufgefaßt werden, da sie jeweils einen dominierenden Aspekt aus dem Wirkungsgefüge des Erosionsgeschehens widerspiegeln. Die Einteil-

lung basiert auf den im vierten Kapitel aufgezeigten Wirkungszusammenhängen und der im Abschnitt 3.2.4 dargestellten Typisierung von Einflußfaktoren..

Der aktuelle Zustand der Bodendegradierung gibt die sichtbaren Wirkungen der Linienerosion zum betrachteten Zeitpunkt t wieder. Die Grundgefährdung der Mergel durch Linienerosion ist, aufgrund der Art der Variablen, als statisches Potential aufzufassen. Sie ist eine räumlich-statische Blockvariable, die je nach der Wirkung der anderen drei Gefährdungskomponenten mehr oder weniger aktiv ist. Die Gefährdung der Böden durch den Oberflächenabfluß ist durch die zeitliche und räumliche Variabilität des Niederschlagsgeschehens geprägt. Wie im Abschnitt 3.2.4 schon ausgeführt wurde, stellt das Niederschlagsgeschehen eine aktive, nicht direkt beeinflussbare Größe dar, so daß negative Folgewirkungen auf das Erosionsgeschehen nur durch eine adäquate Nutzung des Bodens minimiert werden können. Daher sind für die Entwicklung von alternativen Lösungswegen die beiden letzten Komponenten der Erosionsgefährdung von besonderer Bedeutung, da sie jene Variablen enthalten, die durch die Aktivitäten des Menschen direkt oder indirekt beeinflusst oder beeinflussbar sind. In diesem Kontext spielt die Kenntnis jener Einflußfaktoren eine besondere Rolle, die zu erosions- und abflußmindernden bzw. erosions- und abflußfördernden Nutzungsformen führen.

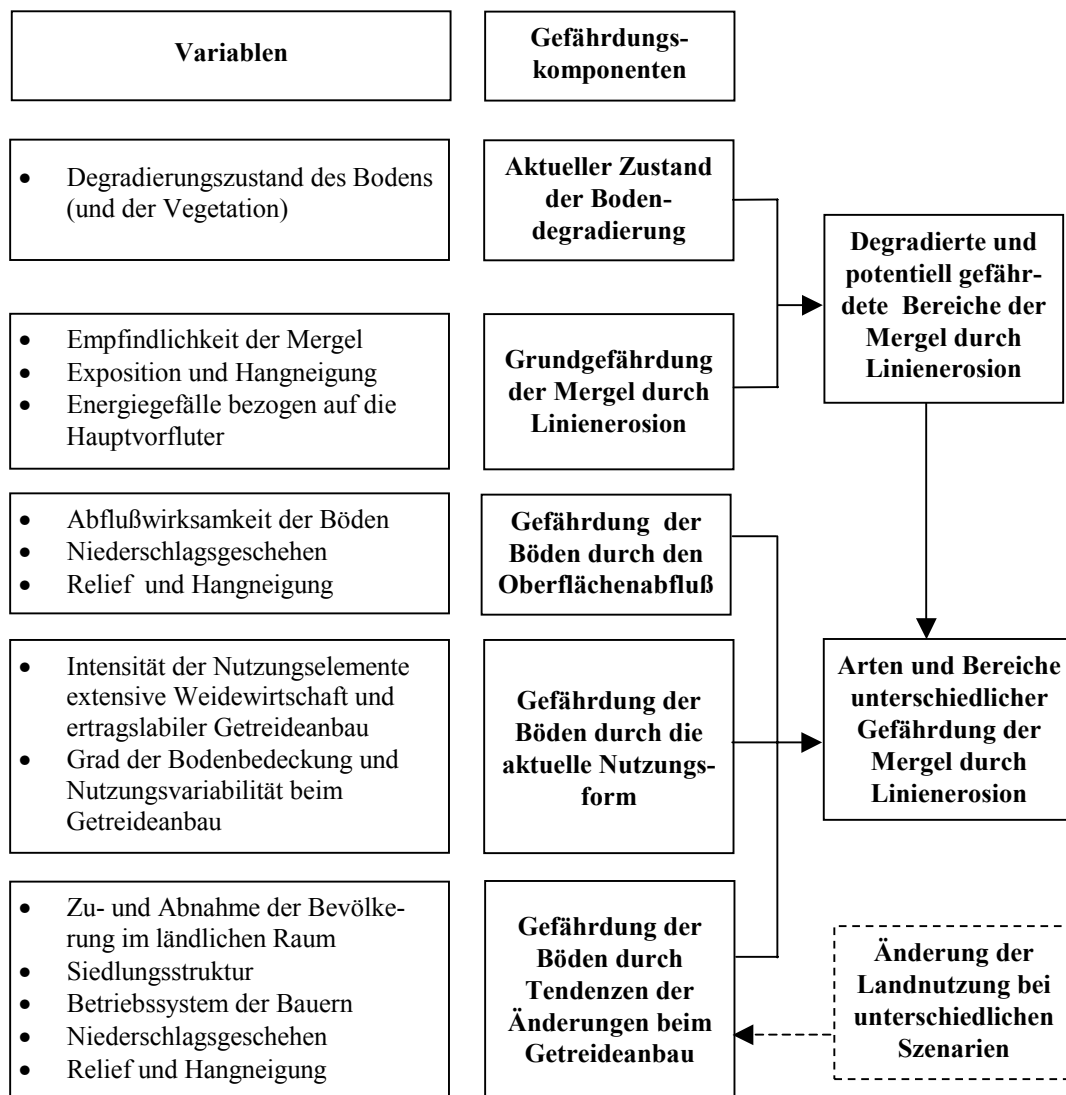


Abbildung 5-1: Gefährdungskomponenten der Mergel durch Linienerosion

Aus der Verschneidung des aktuellen Degradierungszustandes der Böden mit der Grundgefährdung der Mergel durch Linienerosion können die momentan degradierten und die potentiell gefährdeten Gebiete gegenübergestellt werden (siehe Abbildung 5-1). Durch die Zusammenführung der übrigen Gefährungskomponenten lassen sich Zonen unterschiedlicher Gefährdung der Mergel durch Linienerosion abgrenzen. Ergeben sich bei der Erarbeitung von Szenarien Änderungen der Landnutzung, so können die Folgewirkungen erfaßt, diskutiert und bewertet werden. Über die regelmäßige Erfassung des Degradierungszustandes und weiterer Indikatoren läßt sich der Ansatz in ein Frühwarn- und Monitoringsystem integrieren.

5.1.2 Komponenten der Gefährdung der Mergel durch Linienerosion

In diesem Abschnitt soll auf die Erfassung des aktuellen Degradierungszustandes und der vier Gefährungskomponenten der Linienerosion näher eingegangen werden. Das Schema und die Grundsätze der Verschneidung der Variablen sowie der räumliche Überblick über die einzelnen Gefährungskomponenten können den Anhängen J bis M entnommen werden.

Aktueller Zustand der Bodendegradierung

Die Erfassung des aktuellen Degradierungszustandes der Böden dient als Instrument des Monitorings. Die Erhebung dieser Daten sollte daher relativ einfach, schnell, flächendeckend und kostengünstig sein, damit in regelmäßigen zeitlichen Abständen eine vergleichende Betrachtung möglich ist. Somit bietet sich die Interpretation mit Hilfe eines Satellitenbildes an. Die räumliche Verteilung der bad-lands und der versalzenen Böden, die durch eine mehr oder weniger starke Degradierung gekennzeichnet sind, zeigt Abbildung E-1 im Anhang E. Zu den Grundlagen der Erhebung siehe Abschnitt 4.2.2.

Eine Schadenskartierung der unterschiedlichen Formen der Linienerosion ist mit Hilfe eines TM-Satellitenbildes aufgrund der Auflösung von 30 m mal 30 m nicht möglich. Für regional-planerische Betrachtungen wird diese jedoch auch nicht gefordert, da man davon ausgehen kann, daß in Mergeln Bereiche mit einer flächenhaften Degradierung durch einen hohen Grad an Linienerosion gekennzeichnet sind. Die Bereiche mit der größten Bodendegradierung und der am stärksten ausgeprägten Linienerosion befinden sich im mittleren Teil der ‚Tertiären Mergel‘ und hier insbesondere im Nordwesten in unmittelbarer Nähe des Speichers Es Saada. Dieser Bereich ist durch geringe mittlere Jahresniederschläge kleiner 350 mm/Jahr gekennzeichnet. Man kann davon ausgehen, daß aus diesem Gebiet in Abhängigkeit vom Niederschlagsgeschehen ein Hauptteil der Sedimente stammt.

In Bereichen mit permanenter Vegetation ist es notwendig, neben dem Degradierungszustand der Böden den der natürlichen Vegetation zu erfassen und im Rahmen des Monitorings zu verfolgen. Da in den ‚Tertiären Mergeln‘ nur noch Relikte permanenter Vegetation vorhanden sind, wird im Rahmen der Arbeit darauf nicht näher eingegangen.

Grundgefährdung der Mergel durch Linienerosion

Die Grundgefährdung der Mergel durch Linienerosion kann aufgrund der Eigenschaften der Variablen zeitlich und räumlich als statisches natürliches Grundpotential aufgefaßt werden und untergliedert den potentiell gefährdeten Bereich der ‚Tertiären Mergel‘ weiter. In Abhängigkeit von den anderen Gefährungskomponenten ist die Linienerosion mehr oder weniger aktiv. Zonen mit hoher potentieller Grundgefährdung brauchen somit zum jetzigen Zeitpunkt nicht zwangsläufig durch eine ausgeprägte Linienerosion gekennzeichnet zu sein. Insbesondere durch Nutzungsänderungen, die den Oberflächenabfluß erhöhen, kann das bestehende Grundpotential aktiviert werden, was dann meist zu irreversiblen Erosionsschäden führt. In

den stabilen, aber potentiell gefährdeten Zonen gilt es daher darauf zu achten, daß Änderungen der Landnutzung nicht abfluß- und damit erosionsfördernd wirken.

Im Abschnitt 4.2.1 wurden die Empfindlichkeit der Mergel, die Exposition, die Hangneigung und das Energiegefälle, bezogen auf die Hauptvorfluter, als Haupteinflußfaktoren bei der Erfassung der Grundgefährdung der Mergel durch Linienerosion identifiziert (siehe auch Kouri [1993]). Der Bereich mit einer sehr hohen und hohen potentiellen Grundgefährdung der Mergel durch Linienerosion konzentriert sich entlang der Hauptvorfluter, im nördlichen und nordwestlichen Teil der ‚Tertiären Mergel‘ sowie im Bereich zwischen dem Oued Medroussa und dem Oued Tat (siehe Abbildung J-2 im Anhang J).

Gefährdung der Böden durch den Oberflächenabfluß

Zur Erfassung der Gefährdung der Böden durch den Oberflächenabfluß wurden als Haupteinflußfaktoren die Abflußwirksamkeit der Böden, das Niederschlagsgeschehen und die Hangneigung verwendet. Nach Arabi ist die Hangneigung jedoch kein dominierender Faktor, um die Abflußbildung zu erklären [Arabi 1991:203]. Zur Einstufung der Abflußwirksamkeit der Böden diente als Maßstab die Abflußwirksamkeit der Böden bei bearbeiteter Brache.

Wie aus den Bodenkennwerten zu erwarten war, zeigt insbesondere der mittlere Bereich der ‚Tertiären Mergel‘ eine sehr hohe oder hohe Erosionsgefährdung durch den Oberflächenabfluß (siehe Abbildung K-2 im Anhang K). Die Gefährdung der Böden durch die aktuelle Nutzungsform und die Tendenzen ihrer Änderung geben weiteren Aufschluß darüber, ob eine regelmäßige Bearbeitung der ackerbaulich nutzbaren Böden gegeben und zukünftig realistisch ist oder sich durch eine Nichtinanspruchnahme der ackerbaulich nutzbaren Böden eine Gefährdung des Bodens durch Oberflächenabfluß ergibt.

Gefährdung der Böden durch die aktuelle Nutzungsform des Bodens

Die Gefährdung der Böden durch die aktuelle Nutzungsform wird durch das Betriebssystem der Bergbauern und die Wechselwirkungen mit dem Niederschlagsgeschehen bestimmt. Gefährdungen durch das Betriebssystem der Bauern resultieren aus der jeweiligen Intensität der Nutzungselemente der extensiven Weidewirtschaft und des ertragslabilen Getreideanbaus und der Nutzungsvariabilität beim Getreideanbau. Es wird davon ausgegangen, daß nicht ackerbaulich genutzte Flächen einer mehr oder weniger starken Beweidung ausgesetzt sind. Der Grad der Nutzungsvariabilität beim Getreideanbau wird durch die Unsicherheiten des Niederschlagsgeschehens geprägt. Je höher die mittleren Jahresniederschläge sind, um so geringer ist die Nutzungsvariabilität und um so höher ist die Bodenbedeckung beim Getreideanbau.

Insbesondere der mittlere Bereich der ‚Tertiären Mergel‘ ist durch eine sehr hohe oder hohe Gefährdung durch die Nutzungsform gekennzeichnet (siehe L-2 im Anhang L). In diesem Gebiet herrscht bei niedrigen mittleren Jahresniederschlägen von unter 350 mm/Jahr eine Nutzungsform aus extensiver Weidewirtschaft und ertragslabilem Getreideanbau vor. Die aktuelle Nutzungsform des Bodens kann teilweise im Rahmen eines Monitorings mit Hilfe von Satellitenbildern erfaßt und hinsichtlich der Veränderungen verfolgt werden.

Gefährdung der Böden durch Tendenzen der Änderungen der Nutzungsform

Die Erfassung der Tendenzen der Änderungen der Nutzungsform zielt darauf ab, Gebiete räumlich abzugrenzen, in denen sich Änderungen bei der Bearbeitung ackerbaulich nutzbarer Böden ergeben. Eine unkontrollierte Beweidung dieser Flächen würde das Erosionsgeschehen eher fördern. Die Ergebnisse des Abschnitts 4.2.5 zeigen, daß die Änderung der Nutzungsform des Bodens vornehmlich durch die Verstärkung sozialer Disparitäten und die Zunahme der Mechanisierung gefördert wird.

Bei einer Zunahme der Mechanisierung ist davon auszugehen, daß entlegene, schlecht erreichbare ackerbaulich nutzbare Flächen und jene mit einer Hangneigung über 25 % zukünftig in geringerem Maße mit dem Esel bearbeitet werden. Der nördliche Teil der ‚Tertiären Mergel‘ ist davon aufgrund des stark bis mittel geneigten Reliefs (siehe Abbildung I-1 im Anhang I) am meisten betroffen.

Nutzungsänderungen infolge sozio-ökonomischer Veränderungen sind schwer zu beschreiben und räumlich abzugrenzen. Daher war es notwendig, indirekte Einflußfaktoren zu verwenden. Für regionalplanerische Zwecke sind diese gemäß Abschnitt 4.2.5 die Zu- und Abnahme der Bevölkerung im ländlichen Raum, die Siedlungsstruktur, das Betriebssystem der Bergbauern und das Niederschlagsgeschehen. Die bisherigen Ergebnisse zeigten, daß Bereiche mit einer kombinierten Nutzungsform aus Weidewirtschaft und Ackerbau, niedrigen mittleren Jahresniederschlägen, einer dispersen Siedlungsstruktur und einer Abnahme der Bevölkerung im ländlichen Raum von Nutzungsänderungen beim Getreideanbau besonders stark betroffen sind.

Eine Verschneidung der Einflußfaktoren wie bei den übrigen Gefährdungskomponenten kann bei der Erfassung der Gefährdung durch die Änderung der Nutzungsform nicht zielführend sein. Daher wurde zur Beschreibung des Erklärungsmodells eine visuelle Überlagerung der Einflußfaktoren vorgenommen (siehe Abbildung M-2 im Anhang M). Der mittlere Bereich der ‚Tertiären Mergel‘ wurde in fünf Zonen unterschiedlicher Tendenzen der Nutzungsänderung beim Getreideanbau untergliedert, wobei die Grenzen jedoch als fließend aufzufassen sind.

5.1.3 Arten und Bereiche unterschiedlicher Gefährdung der Mergel durch Linienerosion

Die oben dargestellten Gefährdungskomponenten sollen nun in einem zweiten Arbeitsschritt (siehe Abbildung 5-1) für planerische Zwecke weiter zusammengeführt werden, um eine weitergehende Eingrenzung und Untergliederung des Bereiches mit einer Gefährdung durch Linienerosion in Mergeln vornehmen zu können. Dabei werden die einzelnen Komponenten nicht zu einer Gesamtgefährdung aggregiert, da die einzelnen Gefährdungskomponenten selbst planerische Aussagen erlauben und eine Aggregation, sofern diese zulässig wäre, nur mit einem erheblichen Informationsverlust verbunden wäre und schon von daher keine Vorteile bieten würde. In einem ersten Schritt sollen die degradierten Böden den potentiell durch Linienerosion gefährdeten Bereichen der Mergel gegenübergestellt werden.

Degradierete und potentiell durch Linienerosion gefährdete Bereiche der Mergel

Die Grundgefährdung der Mergel durch Linienerosion gibt uns Aufschluß über die potentiell durch Linienerosion gefährdeten Gebiete (siehe Abbildung J-2 im Anhang J). Der aktuelle Degradierungszustand der Böden zeigt uns jene Bereiche, die durch Prozesse der Degradierung und der Linienerosion schon mehr oder weniger stark betroffen sind (siehe Abbildung E-1 im Anhang E). Die Verschneidung dieser beiden Variablen erlaubt die Lokalisierung folgender Bereiche (siehe Abbildung 5-2): die degradierten Böden in Bereichen ohne Gefährdung durch Linienerosion (Klasse 1), die potentiell gefährdeten Bereiche mit einer geringen bis sehr hohen Gefährdung der Mergel durch Linienerosion (Klassen 2-4) und die degradierten Böden mit einer geringen bis sehr hohen Gefährdung durch Linienerosion (Klassen 5-7) innerhalb der Klassen 2 bis 4. Um einen besseren visuellen Überblick zu erhalten, wurde das Bild der mehr oder weniger stark degradierten Böden mit Hilfe eines Filters vorab homogenisiert.

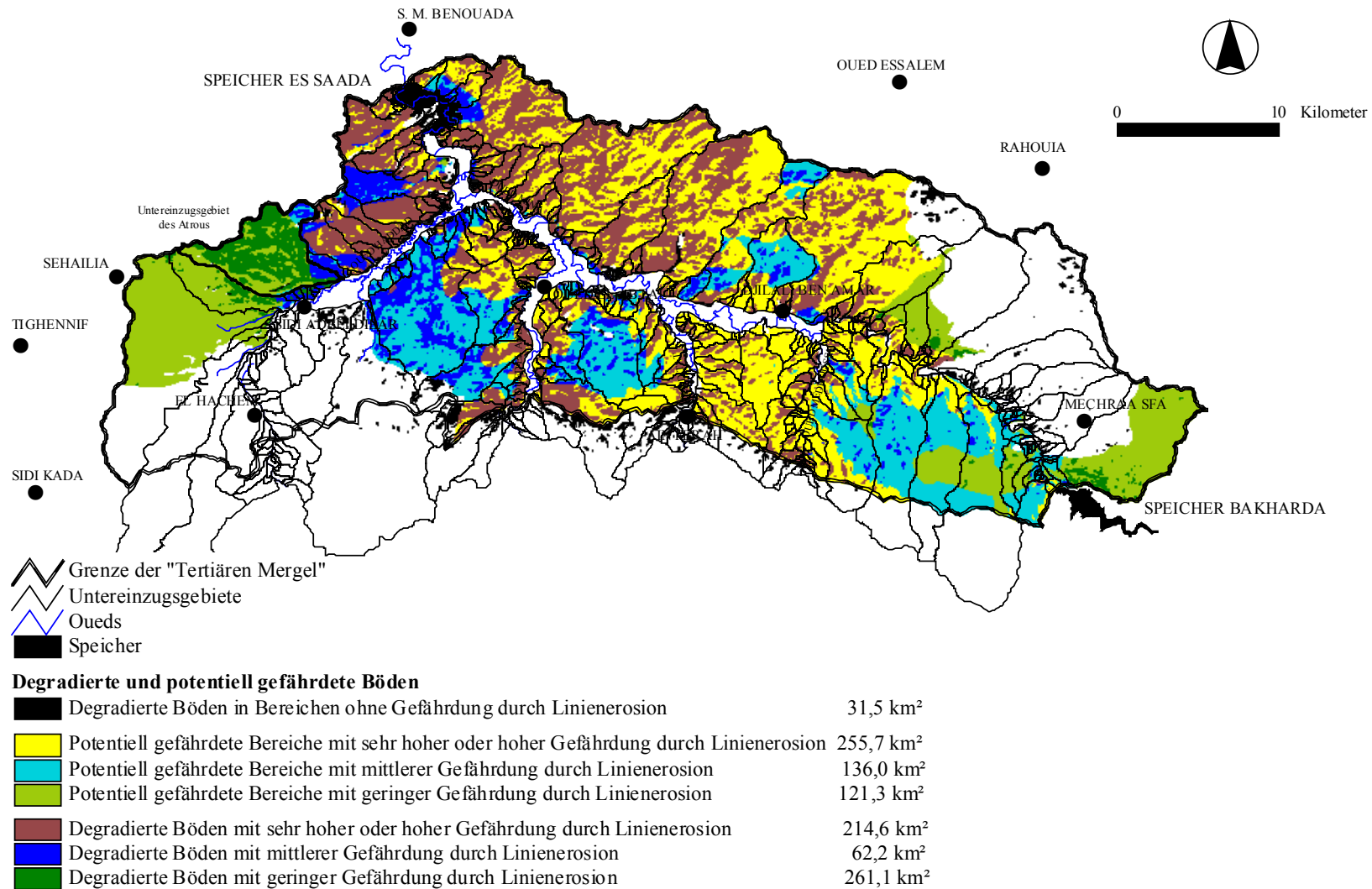


Abbildung 5-2: Degradierte und potentiell gefährdete Böden im Bereich mit einer Grundgefährdung der Mergel durch Linienerosion

Die Ergebnisse bestätigen, daß die Mergelformationen einen entscheidenden Einfluß auf die Linienerosion besitzen, da sich nur ein vergleichsweise geringer Anteil der degradierten Böden außerhalb des Bereiches mit einer Grundgefährdung der Mergel durch Linienerosion befindet. Im Bereich mit einer potentiellen Gefährdung durch Linienerosion in Mergeln besitzen die degradierten Böden einen Flächenanteil von ca. 37 %, wobei sich mehr als 70 % im Bereich mit sehr hoher und hoher Grundgefährdung gegenüber Linienerosion befinden (siehe Abbildung 5-2). Am Beispiel des Untereinzugsgebietes des Atrous wird jedoch deutlich, daß auch Gebiete, die durch eine vergleichsweise geringe potentielle Grundgefährdung der Mergel gekennzeichnet sind, einen hohen Anteil an degradierten Böden aufweisen können. Die extrem ungünstigen klimatischen Bedingungen in Kombination mit der Nutzungsform des Bodens spielten sicherlich eine wichtige Rolle bei der Degradierung dieser Böden.

Abbildung 5-2 zeigt weiter, daß in Gebieten mit einem hohen Flächenanteil an degradierten Böden (Klassen 5-7) Maßnahmen der Sedimentrückhaltung an Bedeutung gewinnen. Kenntnisse über noch nicht degradierte, aber potentiell gefährdete Böden durch Linienerosion (Klassen 2-4) besitzen eine besondere Bedeutung für den präventiven Erosionsschutz. Ackerbaulich nutzbare Böden in Gebieten mit einer sehr hohen oder hohen Grundgefährdung der Mergel durch Linienerosion sollten auch zukünftig so genutzt werden, daß Prozesse der Linienerosion nicht verstärkt werden.

Arten und Bereiche unterschiedlicher Gefährdung der Mergel durch Linienerosion

Die vorangegangenen Betrachtungen gaben einen Überblick über schon degradierte und potentiell gefährdete Böden, erlauben jedoch keine Aussagen über die Arten der Gefährdung. Daher wird in einem zweiten Schritt die Gefährdung der Böden durch den Oberflächenabfluß bei Bearbeitung mit der Gefährdung durch die aktuelle Nutzungsform des Bodens verschnitten und mit den Zonen einer möglichen Nutzungsänderung beim Getreideanbau überlagert. Das Ergebnis kann der Abbildung 5-3 entnommen werden; die einzelnen Klassen sind im Anhang N beschrieben. Es soll zwischen drei Arten von Gefährdungen unterschieden werden. Diese sind:

- **Böden mit einer hohen bis sehr hohen Gefährdung durch den Oberflächenabfluß und fehlenden ackerbaulichen Potentialen – Klasse 1:** Es handelt sich hierbei um die mehr oder weniger stark degradierten Böden (siehe Klassen 5 bis 7 der Abbildung 5-2), die wohl nur noch durch kurative Maßnahmen des Erosionsschutzes behandelt werden können. Sie konzentrieren sich vornehmlich in den Zonen 1 bis 3, die durch eine mittlere bis sehr hohe Gefährdung von Nutzungsänderungen beim Getreideanbau gekennzeichnet sind. Aufgrund des hohen Flächenanteils degradierter Böden besteht insbesondere in den Zonen 1 und 2 die Gefahr, daß ganze Gebiete von der Landwirtschaft aufgegeben werden.
- **Böden mit einer geringen bis mittleren Nutzungsintensität und einer hohen bis sehr hohen Nutzungsvariabilität beim Getreideanbau – Klassen 2 und 4:** Diese Flächen stellen einen Großteil jener Böden dar, die präventiv vor Bodenerosion zu schützen sind, und konzentrieren sich vornehmlich in den Zonen 2 und 4, die durch eine hohe bis mittlere Gefährdung von Nutzungsänderungen beim Getreideanbau gekennzeichnet sind. Es gilt zu prüfen, ob eine Stabilisierung des Betriebssystems der Bergbauern, verbunden mit einer Intensivierung und einer Reduzierung der Variabilität beim Getreideanbau, möglich ist, um diese Flächen vor einer weiteren Zerstörung zu schützen.
- **Bereiche mit negativen Auswirkungen durch die Änderung der Nutzung beim Getreideanbau:** Nutzungsänderungen beim Getreideanbau mit negativen Auswirkungen auf das Erosionsgeschehen sind kurz- bis mittelfristig insbesondere in den Zonen 2 bis 4 zu erwarten. Diese Flächen besitzen daher eine besondere Bedeutung für den Erosionsschutz. In der Zone 5 wirkt sich eine Verringerung der Getreideanbaufläche voraussichtlich erst langfristig aus, da das bestehende landwirtschaftliche Betriebssystem vergleichsweise stabil ist und eine eher geringere Gefährdung der Mergel durch Linienerosion besteht. In der Zone 1 sind in vielen Gebieten die Degradierungsprozesse schon so weit vorangeschritten, daß die vorhandenen Potentiale für den Getreideanbau flächenmäßig so gering sind, daß Nutzungsänderungen beim Getreideanbau kaum noch ins Gewicht fallen.

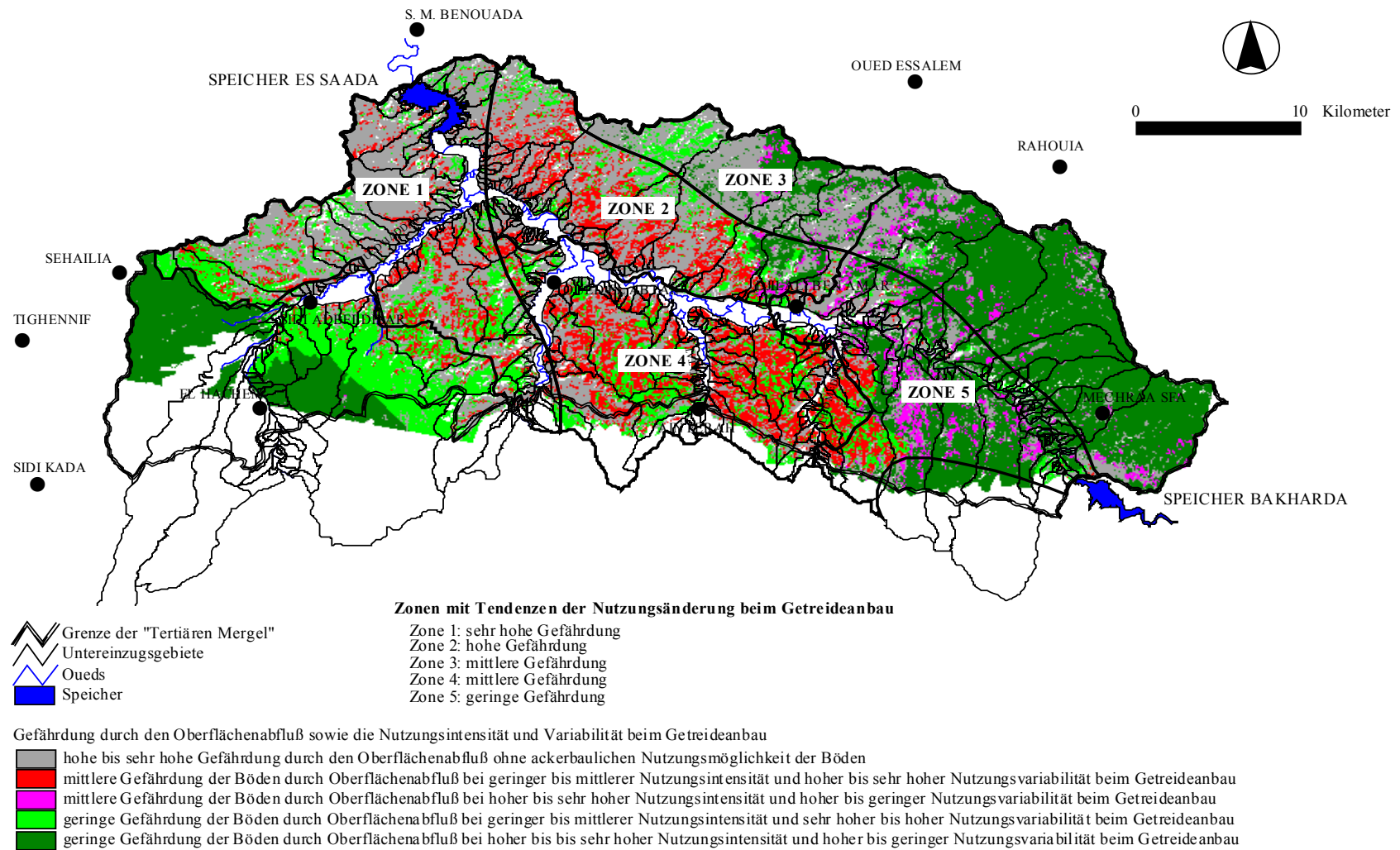


Abbildung 5-3: Zonen unterschiedlicher Gefährdung durch Linienerosion

Wie der Abbildung 5-3 entnommen werden kann, fallen die Gebiete mit einer geringen bis mittleren Nutzungsintensität und einer hohen bis sehr hohen Nutzungsvariabilität beim Getreideanbau mit den Zonen 2 bis 4 zusammen, die durch eine mittlere bis starke Neigung zu Nutzungsänderungen beim Getreideanbau gekennzeichnet sind. Dadurch erhält der mittlere Teil der ‚Tertiären Mergel‘ eine besondere Bedeutung für den präventiven Erosionsschutz. Im nächsten Kapitel sollen die Möglichkeiten zur Minimierung dieser Einzelgefährdungen aufgezeigt werden.

5.2 Teilkonzept des Erosionsschutzes und der Sedimentrückhaltung

Die Untersuchungen zur Bodenerosion zeigten, daß der Hauptteil der Sedimente, die in den Speicher Es Saada eingetragen werden, Folge von Linienerosion in Mergeln durch Oberflächenabfluß sind, und daß die Oberflächenerosion nur einen vergleichsweise geringen Teil dazu beiträgt. Die Dynamik der Linienerosion wird entscheidend durch den Oberflächenabfluß bestimmt. Der Bereich mit erhöhter Erosionsgefährdung befindet sich vornehmlich im mittleren Bereich der ‚Tertiären Mergel‘. Aufgrund der unterschiedlichen Folgewirkungen ist es sinnvoll, zwischen der Oberflächenerosion mit der Folge der Reduzierung landwirtschaftlicher Potentiale und der Linienerosion in Mergeln mit der Folge des Sedimenteintrags in Speicher zu unterscheiden. Auf der Basis dieser Erkenntnisse setzt das Teilkonzept des Erosionsschutzes und der Sedimentrückhaltung auf eine flächenhafte Infiltration des Oberflächenwassers und auf die Unterbrechung des Sedimenttransportes. Die Hauptmerkmale dieser beiden Komponenten sind:

- **Flächenhafte Infiltration des Oberflächenwassers:** Durch eine flächenhafte Infiltration des Oberflächenwassers sollen Prozesse der Konzentration sowie der punktuellen bzw. linienhaften Infiltration vermieden werden. Diese Maßnahme besitzt sowohl für den Schutz des Bodens (Oberflächenerosion), den Oberflächenabfluß wie auch im Hinblick auf die Verlandung von Speichern (Linienerosion in Mergeln) einen präventiven Charakter. Als geeignete Maßnahmen wurden im Abschnitt 4.2.4 der regelmäßige Getreideanbau auf ackerbaulich nutzbaren Böden und die Bildung einer flächigen natürlichen Bodenbedeckung durch permanente und/oder annuelle Pflanzenformationen identifiziert.
- **Unterbrechung des Sedimenttransportes:** In Bereichen mit einem hohen Anteil an degradierten Böden und einer unzureichenden Vegetationsbedeckung zielt der Bau von Sedimentrückhaltebecken auf die Unterbrechung des Sedimenttransportes ab. Gleichzeitig können diese Techniken durch die Verringerung der Fließgeschwindigkeit im Oued sowie durch die Stabilisierung der Ravinensohle die rückschreitende Linienerosion wie auch Hangrutschungen mindern.

Konzepte des Erosionsschutzes und der Sedimentrückhaltung besitzen für die räumliche Planung einen sektoralen Charakter. Betrachtungen zur Auswahl und räumlichen Zuordnung von Maßnahmen des Erosionsschutzes und der Sedimentrückhaltung dienen dazu, den Handlungs- und Entscheidungsspielraum durch das Aufzeigen von Potentialen bewußt zu öffnen und durch das Aufdecken von Restriktionen und Risiken so weit wie nötig und möglich einzunengen. Eignungsprüfungen stellen somit ein wichtiges Element bei der Offenlegung und der Eingrenzung von Potentialen und Restriktionen bei der Erarbeitung möglicher Handlungsalternativen dar.

5.2.1 Teilmodell zur Auswahl und räumlichen Zuordnung von Maßnahmen

Das Teilmodell zur Auswahl und räumlichen Zuordnung von Maßnahmen des Erosionsschutzes und der Sedimentrückhaltung läßt sich verfahrenstechnisch gemäß Abbildung 5-4 in folgende drei Komponenten untergliedern: die Auswahl von Maßnahmen, die Voruntersuchung

von Eignungen technischer Maßnahmen und die räumliche Zuordnung von Zonen unterschiedlicher Eignung für Maßnahmen des Erosionsschutzes und der Sedimentrückhaltung.

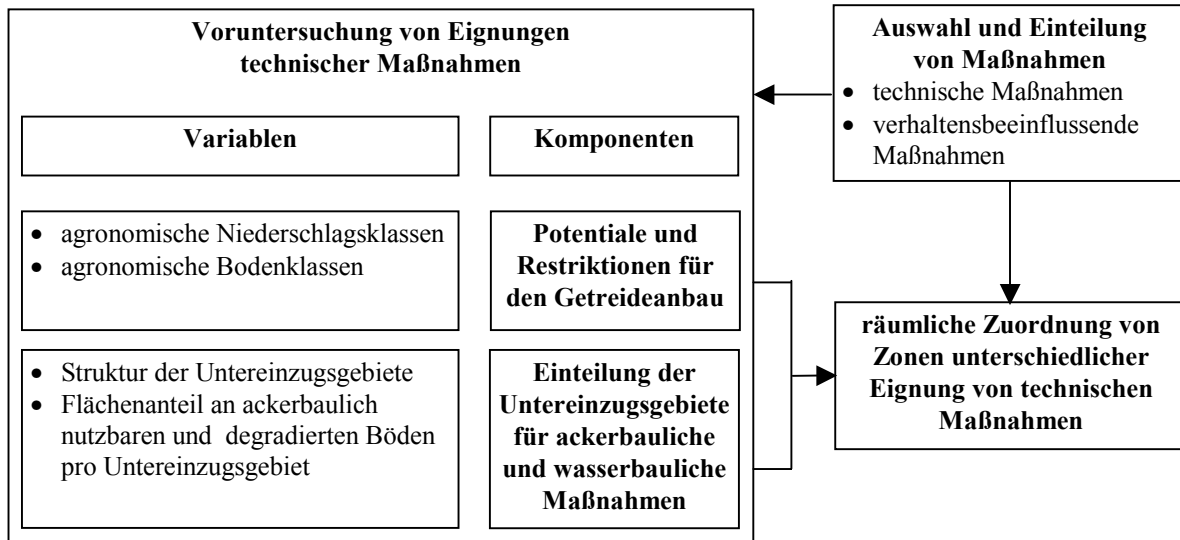


Abbildung 5-4: Komponenten zur Auswahl und räumlichen Zuordnung von Maßnahmen des Erosionsschutzes und der Sedimentrückhaltung

Wie im nächsten Abschnitt noch detaillierter ausgeführt wird, lassen sich die Maßnahmen des Erosionsschutzes und der Sedimentrückhaltung in technische und verhaltensbeeinflussende Maßnahmen untergliedern. Die technischen Maßnahmen stellen dabei die Basis für die Durchführung der Eignungsprüfungen dar. Die Eignungsprüfung unterscheidet gemäß Abbildung 5-4 zwischen den Potentialen und den Restriktionen für den Getreideanbau und der Einteilung der Untereinzugsgebiete mit Eignung für den Getreideanbau und/oder wasserbauliche Maßnahmen. Die Zusammenführung beider Ergebnisse ermöglicht es, Bündel von Maßnahmen des Erosionsschutzes und der Sedimentrückhaltung für unterschiedliche Zonen zu diskutieren. Diese stellen eine Basis für die Formulierung möglicher Teilkonzepte des Erosionsschutzes und der Sedimentrückhaltung dar, auf die zum Abschluß dieses Kapitels eingegangen wird.

5.2.2 Auswahl und Einteilung von Maßnahmen

Maßnahmen des Erosionsschutzes und der Sedimentrückhaltung sind die Ressourcen zur Umsetzung von Strategien. Für strategische Überlegungen sollten sie unter anderem großflächig umsetzbar, nachhaltig wirksam, mit den wirtschaftlichen und kulturellen Rahmenbedingungen der Bergbauern verträglich sein und für den Bereich mit hohem Sedimenttransport spürbare positive Wirkungen auf das Erosions- und Abflugeschehen und/oder die Verlandung von Speichern erwarten lassen. Die Identifikation und Auswahl von Maßnahmen erfolgt in der Regel durch die jeweiligen Spezialisten und/oder im Laufe des Diskussions- und Kommunikationsprozesses mit den Betroffenen und Beteiligten. Inhalte und Art von Maßnahmen können nach unterschiedlichen Kriterien geordnet werden. Gemäß Abbildung 5-5 lassen sich die Maßnahmen des Erosionsschutzes und der Sedimentrückhaltung in zwei Hauptkomponenten untergliedern: die technischen Maßnahmen mit einem mehr oder weniger direkten Einfluß und die verhaltensbeeinflussenden Maßnahmen mit einem indirekten Einfluß. Bei der Auswahl der Maßnahmen des Erosionsschutzes und der Sedimentrückhaltung wird kein Anspruch auf Vollständigkeit erhoben, da sie auf den Zweck dieser Arbeit abgestimmt sind.

- **Technische Maßnahmen mit einem mehr oder weniger direkten Einfluß:** Die technischen Maßnahmen zeigen die Potentiale und Restriktionen der natürlichen Ressourcen auf und besitzen einen mehr oder weniger direkten Einfluß auf das Erosionsgeschehen und den Sedimenttransport. Im Hinblick auf die Wirkungsweise wird zwischen landwirtschaftlichen und wasserbaulichen Maßnahmen unterschieden. Landwirtschaftliche Maßnahmen sind meist flächenhaft und nur in Zusammenarbeit mit den Bergbauern umsetzbar. Die wasserbaulichen Maßnahmen werden meist punktuell oder linienhaft ausgeführt und in der Regel vom Staat oder den beteiligten Institutionen finanziert, realisiert und unterhalten.
- **Verhaltensbeeinflussende Maßnahmen mit einem indirekten Einfluß:** Verhaltensbeeinflussende Maßnahmen gehen auf die gesellschaftlichen Aspekte bei der Planung ein und zielen vornehmlich auf die Verbesserung der allgemeinen Rahmenbedingungen für die Umsetzung landwirtschaftlicher Maßnahmen des Erosionsschutzes sowie der Verbesserung der Versorgungs- und der Lebensverhältnisse der Bergbauern ab. Sie besitzen einen mehr oder weniger indirekten Einfluß auf das Erosionsgeschehen und sind teilweise durch die staatlichen Aufgabenfelder vorgegeben und/oder zwischen den Beteiligten und Betroffenen im Rahmen eines Diskussions- und Kommunikationsprozesses zu identifizieren und auszuhandeln. Bei den verhaltensbeeinflussenden Maßnahmen wird zwischen drei Komponenten unterschieden: Maßnahmen zur Verbesserung der Ausstattung mit Infrastruktur, Maßnahmen zur Verbesserung der wirtschaftlichen und sozialen Situation der Bergbauern und Maßnahmen zur Verbesserung der rechtlichen, administrativen und institutionellen Rahmenbedingungen.

Bei der Elimination von technischen Maßnahmen für die Eignungsprüfung werden jene zurückgestellt oder ausgeschieden, die gegen rechtliche, fachliche, ökologische, wirtschaftliche, soziale, kulturelle oder andere Tatbestände verstoßen oder als extrem problembehaftet anzusehen sind. Gemäß Abbildung 5-5 wurden für das Fallbeispiel folgende technische Maßnahmen für die weiteren Betrachtungen zurückgestellt. Diese sind:

- **Aufforstungen mit Monokulturen:** Sie stehen den Interessen der Bergbauern entgegen, da ihr Land benötigt wird und keine weidewirtschaftlichen Verbesserungen zu erwarten sind. Die privaten Besitzverhältnisse, die Gefahr des Krankheitsbefalls, die Zerstörung durch Waldbrände sowie die ungünstigen Niederschlagsverhältnisse für das Pflanzenwachstum sind als weitere Nachteile zu werten.
- **Terrassen:** Terrassen wurden früher häufig in Kombination mit Aufforstungen angelegt. Unter Berücksichtigung der wirtschaftlichen Rahmenbedingungen läßt sich diese Maßnahme nicht über größere Flächen umsetzen und bietet für den Bergbauern erhebliche Nachteile (siehe hierzu auch Heusch [1970]).
- **Hanggräben:** Bei Hanggräben besteht in steilerem Gelände die Gefahr der punktuellen bzw. linienhaften Infiltration des Oberflächenwassers mit der Gefahr der Förderung von Linienerosion und Hangrutschungen in Mergeln [Vogt 1995:10].

Die von der Voruntersuchung zurückgestellten technischen Maßnahmen können bei der lokalen Umsetzung wieder berücksichtigt werden, sofern dies punktuell sinnvoll erscheint.

5.2.3 Voruntersuchung der Eignung technischer Maßnahmen

Bei Eignungsprüfungen wird in der Regel der Untersuchungsraum flächendeckend nach Eignungen und/oder Nichteignungen, zum Beispiel von einzelnen Maßnahmen des Erosionsschutzes und der Sedimentrückhaltung, abgesucht. Dabei sind Ausschlußtatbestände und Abwägungsgesichtspunkte zu unterscheiden [Köhl/Ortgiese 1994:36]. Bei solchen flächenhaften Suchprozessen ist ein systematisches, teilweise mehrstufiges Such- und Entscheidungsverfahren erforderlich (siehe auch Köhl [1994a:1]). Aufgabe der fachlichen Entscheidung ist die Prüfung der qualitativ und quantitativ unterschiedlich gut erfüllten Standortvoraussetzungen, um die grundsätzliche Eignung durch eine Positivausscheidung und die grundsätzliche Nichteignung durch eine Negativausscheidung festzustellen [Köhl 1994a:3].

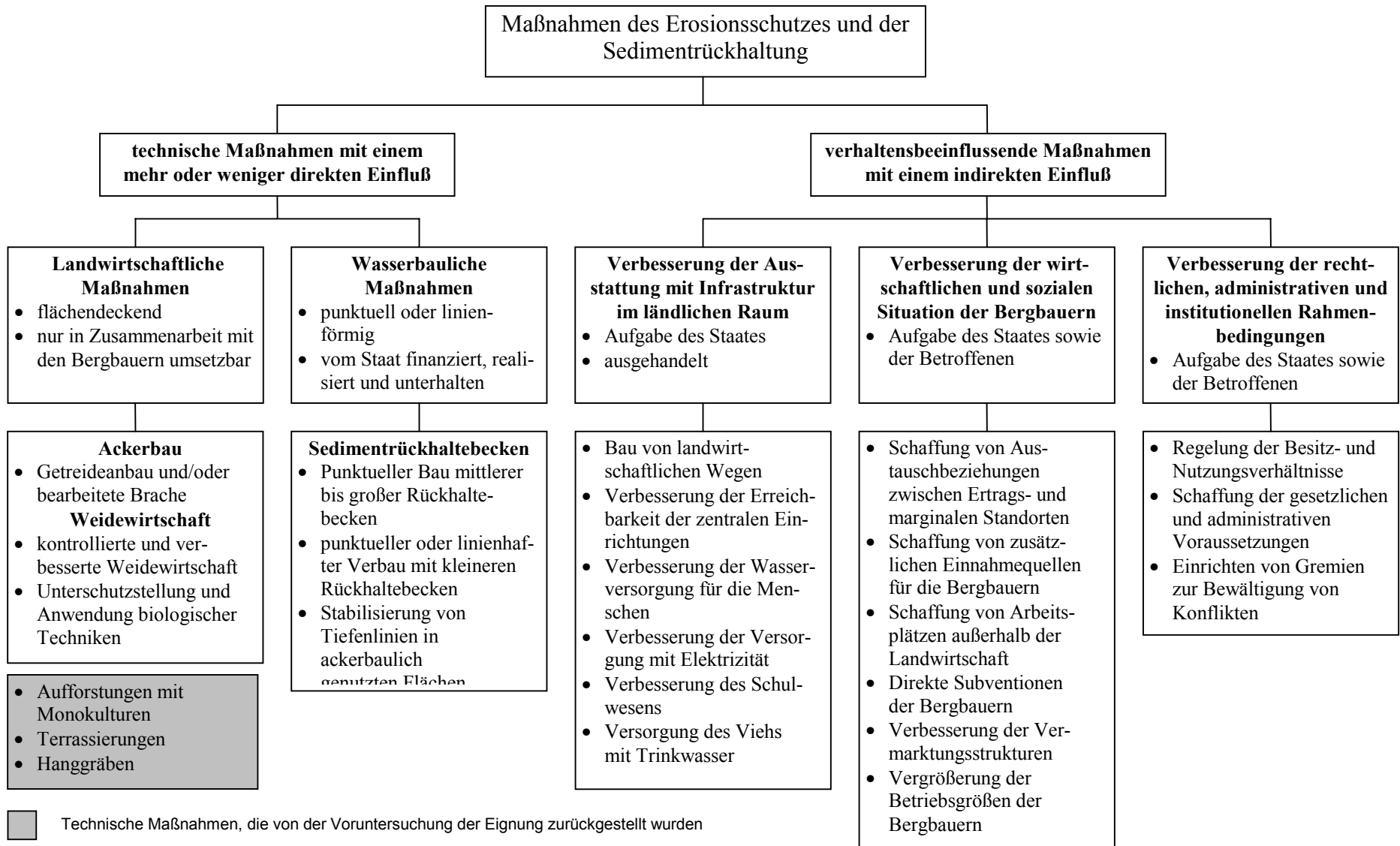


Abbildung 5-5: Art und Struktur der Maßnahmen des Erosionsschutzes und der Sedimentrückhaltung

Die Reduktion ist notwendig, da nicht alle Flächen die Anforderungen gleich gut erfüllen und Unterschiede in der Umweltbelastung vorliegen. Bei der Negativflächenermittlung geht man von der Gesamtfläche des Untersuchungsgebietes aus und scheidet verfahrenssystematisch alle Flächen aus, die als Standorte ungeeignet sind. Die Restfläche stellt die potentielle Eignungsfläche dar. Bei der Positivflächenermittlung sucht man für die Fragestellung nach jenen Flächen mit einer besonderen Eignung. Je nach Kenntnis und Schärfe der gewählten Kriterien für die Positiv- oder Negativausscheidung bleibt eine Restfläche übrig, die für die Problemstellung weder besonders gut noch besonders schlecht geeignet und daher gesondert zu behandeln ist.

Mit Hilfe dieser methodischen Vorgehensweise der Standortsuche könnte theoretisch für jede wasserbauliche und landwirtschaftliche Maßnahme eine flächendeckende Positiv- und Negativausscheidung durchgeführt werden. In der vorliegenden Arbeit steht die Bedeutung wasserbaulicher Maßnahmen und die des Getreideanbaus im Vordergrund der Untersuchungen. In einer abgestuften Vorgehensweise werden in einem ersten Schritt die Potentiale und Restriktionen für den Getreideanbau identifiziert. Dieses Zwischenergebnis dient als Basis für die Einteilung der Untereinzugsgebiete für ackerbauliche und wasserbauliche Maßnahmen. Die Struktur der Untereinzugsgebiete, bezogen auf die Hauptvorfluter, stellt eine entscheidende Abgrenzungseinheit für den Bau von Rückhaltebecken dar, da Oberflächenwasser und Sedimente über das hierarchische Netz von Untereinzugsgebieten zum Speicher Es Saada transportiert werden. Eine Unterbrechung des Sedimenttransportes durch wasserbauliche Techniken kann nur in den Untereinzugsgebieten und nicht in den Hauptvorflutern selbst erfolgen. Flächen für die Weidewirtschaft stellen insbesondere jene Gebiete dar, die weder gut für den Getreideanbau noch völlig degradiert sind.

Potentiale und Restriktionen für den Getreideanbau

Potentiale und Restriktionen für den Getreideanbau lassen sich für regionalplanerische Zwecke mit ausreichender Aussageschärfe aus der Verschneidung der agronomischen Niederschlags- und Bodenklassen ableiten. In semi-ariden Gebieten ist die Höhe des Niederschlags der limitierende Faktor für das Pflanzenwachstum. Das Schema und die Grundsätze der Verschneidung sowie der räumliche Überblick können dem Anhang O entnommen werden.

| Gruppe | Klasse | Niederschlag | | Boden | | Flächenanteil in % | Potential für den Getreideanbau |
|--------------|--------|---------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------|-----------------------------|---------------------------------|
| | | mm/J | Eignung für den Getreideanbau | Eignung für den Getreideanbau | Abflußwirksamkeit | | |
| 1 | 1 | >400 - <550 | günstig | gut/mittel | gering | 18,2 | gut |
| | 2 | >300 - <= 400 | beschränkt | gut/mittel | gering | 24,0 | mittel |
| | 3 | >300 - <=550 | beschränkt/günstig | mittel | hoch | 7,5 | beschränkt |
| 2 | 4 | >300 - <=550 | beschränkt/günstig | gering | mittel | 14,0 | gering |
| | 5 | <=300 | ungünstig | gut/mittel | gering | 6,3 | gering |
| | 6 | <=300 | ungünstig | mittel/gering | mittel/hoch | 4,7 | sehr gering |
| 3 | 7 | - | - | kein | hoch | 25,3 | klein |
| Gesamtfläche | | | | | | 100% = 1163 km ² | |

Tabelle 5-1: Potentiale für den Getreideanbau

Gemäß Tabelle 5-1 wird zwischen 3 Gruppen mit insgesamt 7 Klassen unterschiedlicher Eignung für den Getreideanbau differenziert. Die Gruppen sind durch die folgenden Eigenschaften gekennzeichnet:

- **Gruppe 1 - Flächen mit beschränkten bis guten Potentialen für den Getreideanbau (49,7 %):** Die Flächen der Klassen 1 und 2 mit Böden einer mittleren bis guten Eignung für den Getreideanbau und beschränktem bis günstigem Niederschlagspotential weisen die besten ackerbaulichen Entwicklungsmöglichkeiten auf. Diese Gebiete liegen jedoch zu einem großen Anteil im Westen, Süden und Osten der ‚Tertiären Mergel‘ außerhalb des Bereiches mit einer Grundgefährdung der Mergel gegenüber Linienerosion. Die Flächen der Klasse 3 besitzen für die Linienerosion eine besondere Bedeutung, da die Böden bei einem mittleren Potential für den Getreideanbau eine vergleichsweise hohe Abflußwirksamkeit aufweisen. Für das Fallbeispiel ist jedoch ihr Flächenanteil mit 7,5 % an der Gesamtfläche vergleichsweise gering.
- **Gruppe 2 - Flächen mit sehr geringen bis geringen Potentialen für den Getreideanbau (24 %):** Im Hinblick auf den Erosionsschutz bieten diese Flächen durch ihre geringe Eignung für den Getreideanbau erhebliche Risiken. Die Klasse 4 befindet sich vornehmlich im mittleren Bereich der ‚Tertiären Mergel‘ und umfaßt Böden mit einer geringen Eignung für den Getreideanbau bei meist beschränktem Niederschlagspotential. Bei den Klassen 5 und 6 handelt es sich zwar um Böden mit einer mittleren bis guten Eignung für den Getreideanbau, jedoch sind aufgrund des ungünstigen Niederschlagspotentials die Ertragsaussichten für den Getreideanbau so gering, daß eine andere Nutzungsform anzustreben ist.
- **Gruppe 3 - Flächen mit keinerlei Potential für den Getreideanbau (25,3 %):** Die Klasse 7 besitzt aufgrund des hohen Degradierungszustandes der Böden kein Potential für den Getreideanbau. Da die Abflußwirksamkeit der Böden hoch ist und die Flächen sich vornehmlich im Bereich mit hoher bis sehr hoher Grundgefährdung der Mergel durch Linienerosion befinden, besitzen diese Böden eine besondere Bedeutung für den Oberflächenabfluß und den Sedimenttransport.

Die Ergebnisse zeigen, daß die Potentiale für den Getreideanbau meist außerhalb des Bereiches mit einer Grundgefährdung der Mergel durch Linienerosion liegen.

Einteilung der Untereinzugsgebiete für ackerbauliche und wasserbauliche Maßnahmen

Betrachtungen zur Einteilung der Untereinzugsgebiete zielen darauf ab, diese in Gruppen mit Eignungen für ackerbauliche und/oder wasserbauliche Maßnahmen einzustufen. Es soll aufgezeigt werden, durch welche technischen Maßnahmen ein entscheidender Einfluß auf den Oberflächenabfluß und den Sedimenttransport zu erwarten ist. Als Kriterien dienten die Flächenanteile an beschränkten bis guten Potentialen für den Getreideanbau (Gruppe 1 der Tabelle 5-1) und an degradierten Böden (Gruppe 3 der Tabelle 5-1) für jedes Untereinzugsgebiet der ‚Tertiären Mergel‘.

| Gruppe | Klasse | Flächenanteil in % pro Untereinzugsgebiet | | Flächenanteil in % | Bedeutung technischer Maßnahmen | | | |
|-----------|--------|---|---|------------------------------|---------------------------------|----|----|----|
| | | degradierte Böden | beschränkte bis gute Potentiale für den Getreideanbau | | 1) | 2) | 3) | 4) |
| 1 | 1 | >40 | <20 | 9,95 | | | | |
| | 2 | >40 <60 | >20 <=40 | 13,30 | | | | |
| 2a | 3 | >20 <=40 | <20 | 8,76 | | | | |
| | 4 | <40 | >20 <=40 | 12,77 | | | | |
| 2b | 5 | >20 <=40 | >40 <=60 | 8,91 | | | | |
| | 6 | <20 | >40 <=60 | 9,02 | | | | |
| 3 | 7 | <20 | >60 <=100 | 37,29 | | | | |
| Insgesamt | | | | 100 % = 1333 km ² | | | | |

1) Potentiale für den Getreideanbau

2) Kontrollierte und verbesserte Weidewirtschaft

3) Unterschutzstellung und biologische Techniken

4) Sedimentrückhaltebecken

Tabelle 5-2: Einteilung der Untereinzugsgebiete für wasserbauliche Maßnahmen

Diese Einzelergebnisse wurden zu 3 Gruppen mit insgesamt 7 Klassen zusammengefaßt (siehe Abbildungen O-3 und O-4 im Anhang O), wobei die Gruppe 2 in zwei Untergruppen untergliedert wurde. Tabelle 5-2 gibt einen Überblick über die gewählten Klassen und die jeweilige Bedeutung technischer Maßnahmen. Von Gruppe 1 zu Gruppe 3 hin nimmt die Bedeutung wasserbaulicher Maßnahmen und des Unterschutzstellens und die Anwendung biologischer Techniken ab und die Bedeutung des Getreideanbaus zu. Möglichkeiten einer kontrollierten und verbesserten Weidewirtschaft bestehen vornehmlich in der Gruppe 2. Die Hauptmerkmale dieser Gruppen sind:

- **Gruppe 1 - hohe Bedeutung wasserbaulicher Maßnahmen mit geringen (punktuellen) Potentialen für den Getreideanbau:** Die Untereinzugsgebiete der ersten Gruppe besitzen einen hohen Flächenanteil an degradierten Böden von mehr als 40 %, der bis auf über 60 % (Klasse1) ansteigt. Der Flächenanteil der potentiell nutzbaren Böden für den Getreideanbau ist mit 20 % bzw. 20 bis 40 % so gering, daß man davon ausgehen kann, daß in diesen Gebieten selbst bei einer Steigerung der ackerbaulich genutzten Flächen der Oberflächenabfluß und damit der Sedimenttransport mit Hilfe des Getreideanbaues nicht entscheidend gemindert werden kann.
- **Gruppe 2a - mittlere Bedeutung wasserbaulicher Maßnahmen bei beschränkten Potentialen für den Getreideanbau:** Die Zonen der zweiten Gruppe sind durch einen vergleichsweise geringen Flächenanteil an degradierten Böden wie auch an Flächen mit mittleren bis guten Potentialen für den Getreideanbau gekennzeichnet. Diese Untereinzugsgebiete liegen mit einem überwiegenden Anteil ihrer Flächen im Bereich mit ungünstigen Niederschlagsverhältnissen für den Getreideanbau.
- **Gruppe 2b - mittlere Bedeutung wasserbaulicher Maßnahmen bei mittleren Potentialen für den Getreideanbau:** Gegenüber der Gruppe 2a weisen diese Untereinzugsgebiete einen geringeren Flächenanteil an degradierten Böden und einen etwas höheren Anteil an Potentialen für den Getreideanbau auf.
- **Gruppe 3 - Geringe Bedeutung (punktuelle) wasserbaulicher Maßnahmen bei guten Potentialen für den Getreideanbau:** Bei der dritten Gruppe steigt der Anteil der Flächen mit beschränkten bis guten Potentialen für den Getreideanbau auf mehr als 40 % bzw. mehr als 60 % an. Der Flächenanteil mit degradierten Böden liegt unter 20 %. Die Bedeutung wasserbaulicher Techniken nimmt weiter ab, da man davon ausgehen kann, daß durch eine regelmäßige Bearbeitung des Bodens beim Getreideanbau der Oberflächenabfluß vergleichsweise gering sein dürfte. Zudem liegen diese Untereinzugsgebiete zum überwiegenden Teil außerhalb des Bereiches mit einer Grundgefährdung der Mergel durch Linienerosion.

Die Zusammenführung beider Zwischenergebnissen ermöglicht die räumliche Zuordnung technischer Maßnahmen.

5.2.4 Räumliche Zuordnung von Zonen unterschiedlicher Eignung von technischen Maßnahmen

Die räumliche Zuordnung von Zonen unterschiedlicher Eignung von technischen Maßnahmen dient dazu, mögliche Konzepte des Erosionsschutzes und der Sedimentrückhaltung zu konkretisieren und weiter einzugrenzen. Dazu wurden die Karten mit der Einteilung der Untereinzugsgebiete für ackerbauliche und wasserbauliche Maßnahmen und jene mit den Potentialen für den Getreideanbau miteinander verschnitten und zu sechs Klassen zusammengeführt (siehe Abbildung 5-6). Die ersten drei Klassen zeigen die Einteilung der Untereinzugsgebiete nach der Bedeutung für ackerbauliche und wasserbauliche Maßnahmen, und die letzten drei Klassen zeigen die Potentiale für den Getreideanbau und/oder den Anteil an degradierten Böden innerhalb dieser Klassen. Bei der fünften Klasse handelt es sich um eine Sonderklasse, da sie für alle Gruppen von Einzugsgebieten die mittleren bis guten Böden für den Getreideanbau bei ungünstigem Niederschlagspotential aufzeigt. Für die Gruppen von Untereinzugsgebieten lassen sich folgende Schlußfolgerungen ziehen:

- **Untereinzugsgebiete mit einer hohen Bedeutung für wasserbauliche Maßnahmen – Gruppe 1:** Der Flächenanteil mit mittleren bis guten Potentialen für den Getreideanbau ist in diesen Untereinzugsgebieten vergleichsweise gering und sehr dispers verteilt, wodurch eine Erschließung mit einem hohen Kostenauf-

wand verbunden wäre. Bei diesen Gebieten handelt es sich meist um relative Entleerungsräume mit einer sehr dispersen Siedlungsstruktur aus Einzelgehöften. Für den Schutz des Bodens besitzen die kontrollierte Weidewirtschaft und das Unterschutzstellen eine besondere Bedeutung. Der Schutz des Speichers vor Verlandung ist kurz- bis mittelfristig wohl nur über den Bau von mittleren bis größeren Sedimentrückhaltebecken möglich, die in einem ersten Schritt in einer Kette entlang der Hauptvorfluter zu errichten sind.

- **Untereinzugsgebiete mit einer mittleren Bedeutung für wasserbauliche Maßnahmen – Gruppen 2a und 2b:** In diesen Gruppen von Untereinzugsgebieten wurden sowohl die Flächen mit degradierten Böden wie auch die mit Potentialen für den Getreideanbau dargestellt. Die räumliche Verteilung dieser beiden Klassen ist auch vergleichsweise homogen, so daß keine weiteren räumlichen Untergliederungen möglich oder sinnvoll erscheinen. In den Untereinzugsgebieten mit mittleren bis guten Potentialen für den Getreideanbau sollte versucht werden, die bestehende Nutzungsform aus Weidewirtschaft und Getreideanbau zu stabilisieren. Der Bau von Rückhaltebecken sollte darauf abzielen, innerhalb der Untereinzugsgebiete mehr oder weniger intakte Gebiete durch den Bau einzelner oder linienförmiger Rückhaltebecken vor einer weiteren rückschreitenden Erosion und Hangrutschungen zu schützen. Bei größeren Untereinzugsgebieten sollten Sedimentrückhaltebecken zur Lagerung losgelöster Sedimente errichtet werden.
- **Untereinzugsgebiete mit einer geringen Bedeutung für wasserbauliche Maßnahmen – Gruppe 3:** Der degradierte Flächenanteil in dieser Gruppe von Untereinzugsgebieten ist vergleichsweise gering, läßt sich gut lokalisieren und gegebenenfalls behandeln. Diese Gebiete liegen meist außerhalb des Bereiches mit einer Grundgefährdung der Mergel durch Linienerosion. Es handelt sich meist um Produktionsstandorte für den Getreideanbau.

Die Ergebnisse zeigen, daß der Handlungsspielraum bei der Wahl technischer Maßnahmen des Erosionsschutzes und der Sedimentrückhaltung vergleichsweise gering ist. Die Möglichkeit, Prozesse der Linienerosion durch eine Reduzierung des Oberflächenabflusses mit Hilfe des Getreideanbaus zu minimieren, ist auf Teilgebiete begrenzt. Diese Tatsache unterstreicht die Bedeutung des Baues von Sedimentrückhaltebecken sowie von Maßnahmen zur Regelung der Weidewirtschaft.

5.2.5 Maßnahmenbündel des Erosionsschutzes und der Sedimentrückhaltung

Strategische Teilkonzepte des Erosionsschutzes und der Sedimentrückhaltung dienen dazu, den Handlungsspielraum für das Problemfeld ‚Linienerosion in Mergeln und Verlandung von Speichern‘ aufzuzeigen. Da Maßnahmen des Erosionsschutzes und der Sedimentrückhaltung hinsichtlich ihrer Ursachen und Folgewirkungen unterschiedlich sind und eine Umsetzung der Maßnahmen unabhängig voneinander möglich ist und sinnvoll sein kann, soll eine getrennte Betrachtung dieser beiden Komponenten vorgenommen werden, auch wenn bei einer abschließenden Strategieentwicklung eine Kombination beider Maßnahmentypen sinnvoll ist. Die entflechtende Vorgehensweise erleichtert es, Wechselwirkungen zwischen den einzelnen Komponenten besser zu erkennen und räumlich abzugrenzen. Zudem können Synergieeffekte so besser erkannt und genutzt werden. Zum Abschluß dieses Abschnitts sollen die beiden Teilkonzepte zusammengeführt werden, um Bündel von Maßnahmen zum Zwecke des Erosionsschutzes und der Sedimentrückhaltung für unterschiedliche Teilräume zu identifizieren

Formulierung des Teilkonzeptes des Erosionsschutzes

Basierend auf den Ergebnissen des vorangegangenen Abschnittes, setzt sich ein mögliches Konzept des Erosionsschutzes aus einer Intensivierung des Getreideanbaus (Erhöhung der Nutzungsintensität und Minimierung der Nutzungsvervariabilität beim Getreideanbau) und einer Extensivierung der Viehwirtschaft zusammen, die räumlich in unterschiedlicher Kombination auftreten. Das Betriebssystem der Bergbauern aus Viehwirtschaft und Getreideanbau stellt auch zukünftig die wirtschaftliche Basis, da es wirtschaftlich sinnvoll erscheint und schwer entkoppelt werden kann. Die Intensivierung des Getreideanbaus soll dem Schutz ackerbaulich nutzbarer Böden gerecht werden, und durch eine Extensivierung der Weidewirtschaft soll eine Verbesserung der natürlichen Vegetationsbedeckung angestrebt werden. Beide Maßnahmen

reduzieren den Oberflächenabfluß und damit auch Prozesse der Linienerosion in Mergeln. Um dem Gebot der Nachhaltigkeit gerecht zu werden und um unnötige Risiken zu vermeiden, sollte die Intensivierung des Getreideanbaus von ertragsstärkeren hin zu ertragsschwächeren Gebieten erfolgen. Das aufgezeigte Konzept basiert auf den folgenden Hypothesen:

- **Eine Umsetzung der Maßnahmen des Erosionsschutzes ist nur in Zusammenarbeit mit den Bergbauern möglich:** Die Wiederherstellung oder das Management von Ökosystemen gelingt in den meisten Fällen nur dann wirklich und nachhaltig, wenn sich die Bevölkerung ganz zentral an den Maßnahmen beteiligt und dafür auch die Verantwortung übernimmt [Kochendörfer-Lucius 1995:58].
- **Die Stabilisierung eines Teils der Bergbauern im ländlichen Raum der ‚Tertiären Mergel‘ ist notwendig:** Die Regelung der Besitz- und Nutzungsverhältnisse ist notwendig, um einer unkontrollierten Beweidung von Flächen entgegenzuwirken. Voraussetzung dazu ist eine ausreichende Versorgung mit Infrastruktur und eine Verbesserung der wirtschaftlichen Rahmenbedingungen der Bergbauern.
- **Die Beibehaltung des Getreideanbaus ist eher erosionsmindernd:** Eine Stilllegung von ackerbaulich genutzten Flächen sollte nur dann angestrebt werden, wenn sichergestellt ist, daß diese Bereiche zukünftig nicht einer unkontrollierten Beweidung unterliegen, sondern durch eine mehr oder weniger dichte natürliche Vegetation geschützt werden können.
- **Eine Erhöhung der Nutzungsintensität und die Verringerung der Nutzungsvariabilität beim Getreideanbau ist anzustreben:** Ein Bracheanteil von rund 50 % der potentiell ackerbaulich nutzbaren Fläche kann im Hinblick auf das Erosions- und Abflußverhalten nicht die optimale Lösung darstellen. Beobachtungen von Schrank [1988:69] bei einigen Bauern, die aufgrund der begrenzten Fläche in jedem Jahr Getreide anbauen und auf eine Brache verzichten, deuten darauf hin, daß die Erträge in diesen Fällen nicht signifikant geringer sind.
- **Die Nachhaltigkeit muß gewährleistet sein:** Im Hinblick auf die Nachhaltigkeit von Konzepten des Erosionsschutzes sollten sich in semi-ariden Gebieten landwirtschaftliche Maßnahmen eher an der oberen Bandbreite des Niederschlagsgeschehens orientieren. Ansonsten läuft der Staat Gefahr, bei Grenzertragsstandorten kompensatorische Maßnahmen vorsehen zu müssen, die dem Bauern in extremen Situationen die Lebensgrundlage garantieren.
- **Eine Erhöhung der Einkünfte der Bergbauern ist notwendig:** Die Verbesserung der wirtschaftlichen Situation der Bergbauern (zum Beispiel durch die Vergrößerung der Betriebsgröße, Einkünfte außerhalb der Landwirtschaft und Direktsubventionen) ist Voraussetzung für deren Beteiligung bei der Umsetzung von Maßnahmen des Erosionsschutzes. Ob Maßnahmen für den Bauern annehmbar sind, hängt dabei häufig von der Langfristigkeit ihrer Wirksamkeit und vom Grad der Knappheit seiner Ressourcen ab. Dies betrifft das Vorhandensein freier Kapazitäten in Form von Boden, Arbeit oder Kapital. Eine Anpassung des Bodennutzungssystems erfolgt in der Regel nicht kontinuierlich mit dem sozio-ökonomischem Wandel.
- **Ein Risikoabbau hinsichtlich von Ernteaussfällen beim Getreideanbau erhöht die Planungssicherheit bei den Bergbauern:** Die Übernutzung weidewirtschaftlicher Flächen resultiert teilweise aus der Tatsache, daß der Bergbauer das Risiko von Ernteaussfällen beim Getreideanbau abfedern muß. Weideflächen in unterschiedlichen klimatischen Zonen und Direkthilfen in Jahren extremer Trockenheit stellen Möglichkeiten dar, das Betriebssystem flexibler zu gestalten und Risiken abzubauen.
- **Die Regelung der Besitz- und Nutzungsverhältnisse ist ein zentraler Punkt und mit den Bergbauern auszuhandeln:** Die Regelung der Besitz- und Nutzungsverhältnisse stellt einen entscheidenden Aspekt bei der Umsetzung von Maßnahmen des Erosionsschutzes dar. Die Vergrößerung von Betrieben wie auch die Minimierung der unkontrollierten Weidewirtschaft lassen sich nur durch Regelungen bei den Besitz- und insbesondere bei den Nutzungsverhältnissen erzielen. Eine bessere Regelung der Bodennutzung ist mit den Bergbauern auszuhandeln und könnte durch Prozesse und Strukturen der Kommunikation unterstützt werden.
- **Die Etablierung von Kommunikations- und Vermarktungsstrukturen bilden einen wichtigen formalen und informellen Rahmen:** Sichere Rahmenbedingungen für die Bergbauern und eine langfristige Strategie sind Voraussetzung für die Partizipation der Bergbauern. Die Etablierung von Kommunikations- und Vermarktungsstrukturen ermöglichen das Aushandeln einer langfristigen Strategie, die dann in kurz- bis mittelfristige Vereinbarungen münden können. Gleichzeitig besteht die Möglichkeit, Teilkonzepte des Erosionsschutzes in regionale Planungskonzepte zu integrieren.

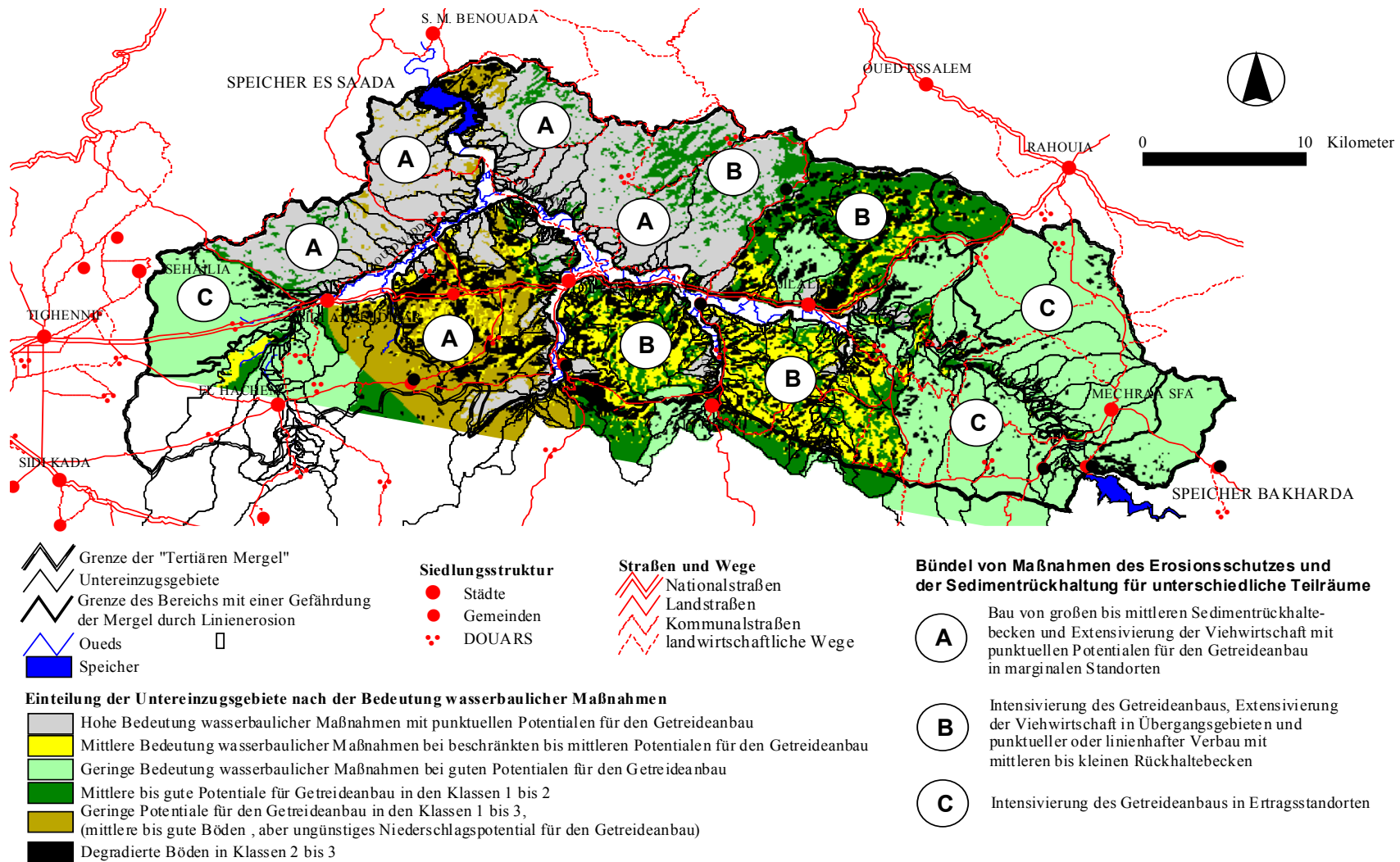


Abbildung 5-6: Zonen unterschiedlicher Eignung von technischen Maßnahmen des Erosionsschutzes und der Sedimentrückhaltung

Formulierung des Teilkonzeptes der Sedimentrückhaltung

Das Teilkonzept der Sedimentrückhaltung basiert auf dem Bau von großen bis mittleren Sedimentrückhaltebecken in den Untereinzugsgebieten entlang der Hauptvorfluter. Aufgrund der Struktur der Untereinzugsgebiete läßt sich durch den Bau einer geringen Anzahl an Rückhaltebecken der Sedimenttransport in den ‚Tertiären Mergeln‘ mehr oder weniger schnell und gut kontrollieren. Um ein Maximum an Sedimenten dort ablagern zu können, sollte das Volumen dieser Speicher so groß sein, daß ein Hauptteil des Jahresniederschlages dort aufgefangen werden könnte. Ist dies mit nur einem Rückhaltebecken nicht möglich, so müßte eine gestaffelte Bauweise erfolgen. In Abhängigkeit vom Versalzungsgrad könnte das Wasser verdunsten oder nach dem Absetzen der Sedimente für Bewässerungszwecke in den Talauen verwendet beziehungsweise in den Speicher Es Saada abgegeben werden. Wie schon früher gezeigt wurde, reduziert der Bau von größeren Rückhaltebecken im Bereich der ‚Tertiären Mergel‘ mit hohem Sedimenttransport nur geringfügig das verfügbare Wasserdargebot im Speicher Es Saada.

Identifizierung von Bündeln von Maßnahmen des Erosionsschutzes und der Sedimentrückhaltung für unterschiedliche Teilräume

Basierend auf den grundlegenden Teilkonzepten des Erosionsschutzes und der Sedimentrückhaltung sollen im folgenden drei strategisch unterschiedliche Bündel von Maßnahmen des Erosionsschutzes und der Sedimentrückhaltung für unterschiedliche Teilräume diskutiert werden:

- A Bau von großen bis mittleren Sedimentrückhaltebecken und Extensivierung der Viehwirtschaft mit punktuellen Potentialen für den Getreideanbau in marginalen Standorten,
- B Intensivierung des Getreideanbaus, Extensivierung der Viehwirtschaft in Übergangsbereichen und punktueller oder linienhafter Verbau mit mittleren bis kleinen Rückhaltebecken,
- C Intensivierung des Getreideanbaus in Ertragsstandorten.

Die Vorgehensweise zielt darauf ab, Maßnahmenbündel für einzelne Teilgebiete zu erkunden, Wechselwirkungen zwischen Einzelmaßnahmen zu erkennen und die qualitative Bedeutung von Einzelmaßnahmen für die drei Maßnahmenbündel aufzuzeigen. Dabei ist der notwendige Abstimmungsbedarf innerhalb und zwischen den technischen und verhaltensbeeinflussenden Maßnahmen zu berücksichtigen. Die in Tabelle 5-3 identifizierten Maßnahmenbündel stellen somit eine wichtige Grundlage für die operative Umsetzung von Strategien dar. Als Basis dienen die in Abschnitt 5.2.2 identifizierten Maßnahmen des Erosionsschutzes und der Sedimentrückhaltung. Die einzelnen Maßnahmenbündel der Tabelle 5-3 sind durch folgende Merkmale gekennzeichnet:

- In Anlehnung an die Einteilung der Untereinzugsgebiete nimmt vom Maßnahmenbündel A nach C die Bedeutung des Getreideanbaus zu.
- Der punktueller oder linienhafte Verbau mit mittleren bis kleinen Rückhaltebecken innerhalb der Untereinzugsgebiete besitzt insbesondere beim Maßnahmenbündel B eine hohe Bedeutung. Die Stabilisierung von Tiefenlinien in ackerbaulich genutzten Flächen dominiert in den Maßnahmenbündeln B und C.
- Die Maßnahmen zur Verbesserung der Infrastrukturausstattung im ländlichen Raum werden entscheidend durch die bestehende bzw. angestrebte Siedlungsstruktur bestimmt. Zur notwendigen Stabilisierung der Bergbauern in Gebieten des Maßnahmenbündels B besitzt die Verbesserung der Infrastrukturausstattung im ländlichen Raum eine vergleichsweise höhere Bedeutung als in Gebieten mit den Maßnahmenbündeln A und C. Beim Maßnah-

menbündel A würden hohe Kosten zur Verbesserung der Infrastruktur im ländlichen Raum in keinem Verhältnis zu den zu erwartenden Erträgen stehen. Bei Ertragsstandorten für den Getreideanbau ist insbesondere der Bau von landwirtschaftlichen Wegen wichtig.

| Maßnahmentyp | Maßnahmenbündel | | |
|--|-----------------|-----|-----|
| | A | B | C |
| MASSNAHMEN DES EROSIONSSCHUTZES | | | |
| Landwirtschaftliche Maßnahmen | | | |
| Getreideanbau und/oder bearbeitete Brache | x | xx | xxx |
| Kontrollierte und verbesserte Weidewirtschaft | xxx | xx | x |
| Unterschutzstellen und Anwendung biologischer Techniken | xxx | xx | x |
| Wasserbauliche Maßnahmen | | | |
| Punktuellem oder linienhafter Verbau mit mittleren bis kleinen Rückhaltebecken | x | xxx | x |
| Stabilisierung von Tiefenlinien in ackerbaulich genutzten Flächen | x | xx | xxx |
| Verbesserung der Infrastrukturausstattung im ländlichen Raum | | | |
| Bau von landwirtschaftlichen Wegen | x | xx | xxx |
| Verbesserung der Erreichbarkeit zentraler Einrichtungen | x | xxx | x |
| Verbesserung der Wasserversorgung für die Menschen | x | xxx | x |
| Verbesserung der Versorgung mit Elektrizität | x | xxx | x |
| Verbesserung des Schulwesens | x | xxx | x |
| Versorgung des Viehs mit Wasser | xx | xx | x |
| Verbesserung der wirtschaftlichen und sozialen Situation der Bergbauern | | | |
| Schaffung von Austauschbeziehungen zwischen Ertrags- und marginalen Standorten | xxx | xxx | x |
| Schaffung von zusätzlichen Einnahmequellen für die Bergbauern | xxx | xxx | x |
| Schaffung von Arbeitsplätzen außerhalb der Landwirtschaft | xxx | xxx | x |
| Direkte Subventionen der Bergbauern | xxx | xxx | x |
| Vergrößerung der Betriebsgrößen der Bergbauern | xxx | xxx | x |
| Verbesserung der Vermarktungsstrukturen | xxx | xxx | xxx |
| Schaffung von Austauschbeziehungen zwischen Ertrags- und marginalen Standorten | xxx | xxx | x |
| Rechtliche, administrative und institutionelle Rahmenbedingungen | | | |
| Regelung der Besitz- und Nutzungsverhältnisse | xxx | xxx | x |
| Schaffung der gesetzlichen und administrativen Voraussetzungen | xxx | xxx | xx |
| Einrichten von Gremien zur Bewältigung von Konflikten | xxx | xxx | x |
| MASSNAHMEN DER SEDIMENTRÜCKHALTUNG | | | |
| Wasserbauliche Maßnahmen | | | |
| Punktuellem Bau mittlerer bis großer Rückhaltebecken | xxx | xx | - |

Bedeutung des Maßnahmentyps für die Umsetzung der Maßnahmenbündel x = gering, xx = mittel, xxx = hoch

Tabelle 5-3: Abstimmung von Maßnahmenbündeln für unterschiedliche Teilräume

- Die Verbesserung der wirtschaftlichen und sozialen Situation der Bergbauern besitzt insbesondere bei den Maßnahmenbündeln A und B eine hohe Bedeutung. Beim Maßnahmenbündel C dürften die natürlichen Potentiale auch zukünftig ausreichend sein, damit die Bauern aus eigenen Kräften ihren Lebensunterhalt erwirtschaften können.
- Bei den rechtlichen, administrativen und institutionellen Rahmenbedingungen benötigen Gebiete mit geringen und beschränkten Potentialen eine vergleichsweise höhere Unterstützung, da sie nicht mehr in der Lage sind, die vorhandenen Probleme und Konflikte allein bewältigen zu können.
- Der punktuelle Bau von mittleren bis großen Sedimentrückhaltebecken ist insbesondere in Gebieten mit den Maßnahmenbündeln A und B von Bedeutung, da Maßnahmen des Erosionsschutzes keinen ausreichenden Schutz des Speichers vor Verlandung bieten können.

Die Unterstützung des Staates ist beim Maßnahmenbündel B vergleichsweise höher als bei den Maßnahmenbündeln A und C. Beim Maßnahmenbündel B könnten die Bergbauern durch die Mithilfe beim Bau und dem Unterhalt von Rückhaltebecken und Maßnahmen zur Verbesserung der Infrastrukturausstattung zusätzliche Einkünfte erzielen. In Abbildung 5-6 wurden diese Maßnahmenbündel unterschiedlichen Zonen zugewiesen.

5.3 Strategieerkundung

Die bisherigen Ergebnisse zeigen, daß in den ‚Tertiären Mergeln‘ eine ausgewogene Verteilung von Entwicklungschancen kaum möglich ist. Eine starke Orientierung der Agrarpolitik am Produktionsziel würde bewirken, daß sich die landwirtschaftlichen Fortschritte nicht gleichmäßig über den gesamten Agrarbereich erstrecken, sondern sich vor allem auf Produktionsstandorte konzentrieren und marginale Standorte weiter ins Abseits gedrängt würden [Kochendorfer-Lucius 1995:54]. Das Prinzip der Nachhaltigkeit legt es nahe, Maßnahmen des Erosionsschutzes in Bereichen mit langfristigen Erfolgsaussichten umzusetzen. Demgegenüber besteht die allgemeine Verpflichtung, die Produktivität der Böden für zukünftige Generationen zu erhalten und vor einer weiteren Degradierung zu schützen. Vor diesem Hintergrund gewinnt die Strategieerkundung durch die Inspektion und Analyse alternativer Lösungswege eine besondere Bedeutung. Das Teilmodell zur Erkundung und Abstimmung von Strategien gliedert sich gemäß Abbildung 5-7 in zwei Komponenten: die Inspektion und Analyse alternativer Lösungswege und die Strategieabstimmung und Empfehlungen zur operativen Umsetzung. Die Ergebnisse aus den strategischen Teilkonzepten des Erosionsschutzes und der Sedimentrückhaltung bilden wichtige Grundlagen.

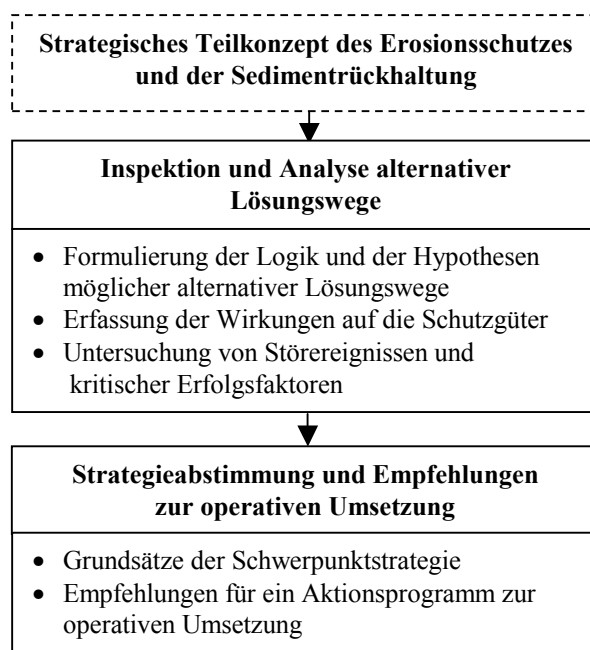


Abbildung 5-7: Arbeitsschritte zur Erkundung und Abstimmung von Strategien

5.3.1 Inspektion und Analyse alternativer Lösungswege

Die Inspektion und Analyse alternativer Lösungswege hat die wichtige Aufgabe, den Handlungsspielraum möglicher Strategien aufzuzeigen und den Verantwortlichen, den Betroffenen und den Beteiligten die Bedeutung jeder alternativen Lösung für die relevan-

ten Faktoren klar und einleuchtend darzustellen, um sie so für die verschiedenen Implikationen zu sensibilisieren [Meyer-Schönherr 1991:42]. Die Vorgehensweise gliedert sich in drei Schritte: die Formulierung der Logik und der Hypothesen möglicher alternativer Lösungswege, die Erfassung der Wirkungen auf die Schutzgüter und die Untersuchung von Störeinflüssen bzw. kritischer Erfolgsfaktoren.

Formulierung der Logik und der Hypothesen möglicher alternativer Lösungswege

Alternative Lösungswege basieren auf Hypothesen, die den grundsätzlichen Rahmen und die Annahmen für die Formulierung der Szenarien und die dabei auftretenden Kopplungen zu anderen Problemfeldern²⁵, Interessenkonflikten und Gefährdungen aufzeigt. Nach Meyer-Schönherr [1991:40] ist dieser Schritt im Szenario-Erstellungsprozeß der schwierigste, da das Szenario-Team nun eine einheitliche Logik zur Differenzierung und Formulierung der Szenarien erarbeiten muß. Die Ausführungen der vorangegangenen Abschnitte dienen dazu, die Szenario-Logik zu konkretisieren.

Im Rahmen dieser Arbeit soll neben dem Trendszenario noch zwischen vier weiteren Szenarien unterschieden werden, die Extrempositionen beleuchten, unabhängig voneinander realisierbar wären und einen Sinn geben würden. Bei der Strategieabstimmung werden diese Einzelszenarien in Abhängigkeit von den Gegebenheiten wieder zusammengeführt. Die einzelnen Szenarien sind:

- Szenario A: Trendszenario,
- Szenario B: Bau von mittleren bis großen Sedimentrückhaltebecken,
- Szenario C: Gezielte Umsetzung von Maßnahmen des Erosionsschutzes,
- Szenario D: Förderung der landwirtschaftlichen Produktionsstandorte im Osten und Westen,
- Szenario E: Bewässerungswirtschaft in den Talauen durch den Bau von Vorsperren.

- **Szenario A - Trendszenario:** Beim Trendszenario wird von einer Fortschreibung der bestehenden Wirkungszusammenhänge und der äußeren Rahmenbedingungen ausgegangen. Arbeitsplätze im nichtlandwirtschaftlichen Sektor werden vornehmlich in den Produktionsstandorten im Westen und Osten der ‚Tertiären Mergel‘ angeboten. Die Prozesse der lokalen Konzentration und Abwanderung im mittleren Bereich der ‚Tertiären Mergel‘ mit hohem Sedimenttransport gehen in Abhängigkeit von den klimatischen Bedingungen unvermindert fort. Durch die Nichtinanspruchnahme der Besitzverhältnisse werden Prozesse der Linienerosion in den Mergeln weiter fortschreiten. Die zunehmende Verlandung des Speichers Es Saada verringert das regulierbare Speichervolumen und damit den Handlungsspielraum bei der Bewirtschaftung des Wasserdargebotes.
- **Szenario B - Bau von mittleren bis großen Sedimentrückhaltebecken:** Durch den Bau von mittleren bis großen Sedimentrückhaltebecken entlang der Hauptvorfluter sollen die losgelösten Sedimente gespeichert werden, damit sie nicht in den Speicher Es Saada gelangen. Da der Hauptteil des Wassers aus den ‚Kalksteinen des Trias‘ stammt, verringert sich das verfügbare Wasserdargebot im Speicher Es Saada nur geringfügig. Die Folgewirkungen der aufgezeigten Prozesse der lokalen Konzentration und Abwanderung schwächen sich nur unwesentlich ab, weil nur in begrenztem Maße in die wirtschaftlichen und sozialen Gegebenheiten der Bergbauern im mittleren Bereich der ‚Tertiären Mergel‘ eingegriffen wird.
- **Szenario C - Gezielte Umsetzung von Maßnahmen des Erosionsschutzes:** Die gezielte Umsetzung von Maßnahmen des Erosionsschutzes greift direkt in das soziale und wirtschaftliche Gefüge der Bergbauern ein, damit sich die Prozesse der lokalen Konzentration und Abwanderung nicht weiter verschärfen und nach Möglichkeit in geordnete Bahnen gelenkt werden können. Durch Regelungen bei den Besitz- und Nutzungsverhältnissen zielen die Maßnahmen auf eine Extensivierung der Weidewirtschaft und auf eine Intensivierung beim Getreideanbau ab. Durch die im Abschnitt 5.2.5 dargestellten Maßnahmen des Erosionsschutzes ist jedoch die Schaffung von Arbeitsplätzen im nichtlandwirtschaftlichen Sektor im mittleren Bereich der ‚Tertiären Mergel‘ nur in begrenzter Form möglich.

²⁵ In diesem Zusammenhang sei an die exemplarische Darstellung von Problem- und Konfliktfeldern bei der Bewirtschaftung von Wassereinzugsgebieten im Abschnitt 4.1.1 erinnert.

- **Szenario D - Förderung der landwirtschaftlichen Produktionsstandorte im Osten und Westen:** Im Gegensatz zum Trendszenario werden die landwirtschaftlichen Produktionsstandorte im Osten und Westen durch eine Verbesserung der Infrastruktur, der Vermarktungsstrukturen sowie der gezielten Schaffung von Arbeitsplätzen im nichtlandwirtschaftlichen Sektor gefördert. Die wirtschaftlichen Verhältnisse der Bergbauern im mittleren Bereich der ‚Tertiären Mergel‘ mit hohem Sedimenttransport würden sich relativ verschlechtern, so daß die Prozesse der lokalen Konzentration und Abwanderung mit den aufgezeigten Folgewirkungen sich eher weiter verstärken würden.
- **Szenario E – Bewässerungswirtschaft in den Talauen durch den Bau von Vorsperren²⁶:** Durch den Bau von großen Speichern im Oued Tat und/oder Oued Abt könnten in den Talauen zusätzliche Bewässerungsmöglichkeiten und Arbeitsplätze im nichtlandwirtschaftlichen Sektor geschaffen werden. Diese Maßnahmen würden direkt in die sozialen und wirtschaftlichen Gegebenheiten im mittleren Bereich der ‚Tertiären Mergel‘ eingreifen. Eine Konzentration der Bevölkerung in den Talauen wäre die Folge, was mit erheblichen Nutzungsänderungen bei den Bergbauern verbunden sein könnte. In Randlagen der Talauen könnte sich das bestehende Betriebssystem der Bergbauern aus Viehwirtschaft und Weidewirtschaft hin zu einem System aus Bewässerungswirtschaft und Viehwirtschaft verändern. Die Nichtinanspruchnahme der Besitzverhältnisse und eine Reduzierung beim Getreideanbau würden Prozesse der Linienerosion eher fördern. Durch den Bau von zusätzlichen Vorspeichern vergrößert sich indirekt das regulierbare Speichervolumen bzw. der Handlungsspielraum bei der Bewirtschaftung des Wasserdargebotes. Andererseits verschärfen sich durch die zusätzlichen Bewässerungsmöglichkeiten in den Talauen die Konflikte zwischen den Wassernutzern unterhalb und innerhalb des Wassereinzugsgebietes.

Bei allen Szenarien wird mit unterschiedlicher Intensität mehr oder weniger direkt oder indirekt in die sozialen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen der Bergbauern eingegriffen. Die Szenarien B und C zielen durch die Umsetzung von Maßnahmen des Erosionsschutzes und der Sedimentrückhaltung direkt auf das Problemfeld ‚Linienerosion mit der Folge der Verlandung des Speichers Es Saada‘ ab. Im Gegensatz dazu wirken die Szenarien D und E durch die Anforderungen aus anderen Schwerpunktstrategien oder durch Veränderungen des Umfeldes indirekt bzw. direkt auf den Bereich mit hohem Sedimenttransport ein. Mit dem Szenario E wird stark in das bestehende System der Nutzung des Wasserdargebotes eingegriffen

Erfassung der Wirkungen auf die Schutzgüter

Die Erfassung der Wirkungen auf die Schutzgüter erfolgt mit Hilfe einer Wirkungstabelle (siehe Anhang P). Da die Mengengerüste der Maßnahmenbündel für die Szenarien bei dieser Untersuchungsstufe noch nicht festliegen, zielt die Wirkungserfassung darauf ab, Tendenzen oder Bandbreiten möglicher Wirkungen zu erfassen. Um eine räumliche Differenzierung vornehmen zu können, erscheint es sinnvoll, die Kriterien für die Erfassung der Wirkungen für unterschiedliche Teilräume getrennt aufzuführen. Darüber hinaus sollten die Kriterien so gewählt werden, daß sie zukünftig für die Früherkennung genutzt werden können und im Rahmen des Monitorings überprüfbar sind. Für das Fallbeispiel können folgende Schlußfolgerungen gezogen werden:

- Das Trendszenario stellt keine gute Alternative dar, da es den Handlungsspielraum zunehmend irreversibel einschränkt.
- Die Minimierung der Verlandung des Speichers scheint kurz- bis mittelfristig nur durch den Bau von mittleren bis großen Sedimentrückhaltebecken erreichbar zu sein. Durch den kurzfristigen Bau von wenigen Sedimentrückhaltebecken läßt sich im Hinblick auf die Verlandung des Speichers der Handlungsspielraum weitestgehend aufrechterhalten.

²⁶ Die Möglichkeiten der Bewässerungswirtschaft in den Talauen durch den Bau von Vorspeichen wurden im Abschnitt 4.1.6 schon angesprochen und sind bei der notwendigen Erkundung eines strategischen Teilkonzeptes zur Nutzung des Wasserdargebotes zu vertiefen.

- Die Maßnahmen des Erosionsschutzes zielen mehr auf den Schutz landwirtschaftlich nutzbarer Böden ab und tragen nur begrenzt zur Reduzierung des Sedimenteintrags in den Speicher bei.
- Der Konflikt zwischen den Nutznießern des verfügbaren Wasserdargebotes unterhalb und/oder innerhalb des Wassereinzugsgebietes wird bei allen Szenarien zunehmen, auch wenn er beim Szenario E am stärksten ausgeprägt sein dürfte.
- Durch den Bau von Vorspeichern im Oued Abt und Tat kann das regulierbare Speichervolumen vergrößert werden. Die Möglichkeit der kontrollierten Wasserabgabe bietet für die Talauen einen Hochwasserschutz und schützt vor Hangrutschungen im Hauptvorfluter, die auch zur Verlandung des Speichers Es Saada beitragen.
- Da die natürlichen Potentiale im mittleren Bereich der ‚Tertiären Mergel‘ gering sind, werden zusätzliche Inputs benötigt, um hier Arbeitsplätze im nichtlandwirtschaftlichen Sektor zu schaffen. Der Bau von Vorsperren im Oued Abt und/oder Oued Tat mit den Möglichkeiten der Bewässerungswirtschaft kann dazu langfristig einen Beitrag leisten.
- Diese Möglichkeiten der Bewässerungswirtschaft in den Talauen der ‚Tertiären Mergel‘ des Szenario E können jedoch Prozesse der Konzentration und Abwanderung der Bergbauern entscheidend fördern und somit die angestrebten Wirkungen der Maßnahmen des Erosionsschutzes vom Szenario C gefährden. Entsprechende Präventivmaßnahmen sind vorzusehen.

Untersuchung von Störereignissen und kritischen Erfolgsfaktoren

Bisher fanden Betrachtungen von Störereignissen und kritischen Erfolgsfaktoren keine explizite Berücksichtigung. Bei einem Störereignis handelt es sich um ein plötzlich auftretendes, einschneidendes Ereignis, das bei den einzelnen Szenarien trendmäßig nicht erfaßt worden ist und eine oder mehrere Entwicklungen in völlig neue Richtungen lenkt oder zusätzliche Unsicherheiten beinhaltet. Kritische Erfolgsfaktoren sind Maßnahmen, deren Umsetzung mit Risiken verbunden ist. Die Auswirkungen von Störereignissen und kritischen Erfolgsfaktoren auf die erstellten Szenarien sind zu untersuchen und entsprechende präventive und/oder reaktive Maßnahmen zu identifizieren [Meyer-Schönherr 1991:55].

Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit zeigen, daß Trocken- oder Feuchtperioden in semi-ariden Gebieten mit erheblichen Folgewirkungen verbunden sind. Da ihr Eintreffen nicht vorhersagbar ist und bei der Entwicklung der Szenarien nicht direkt berücksichtigt wurde, stellen sie eine Art unbeeinflußbares Störereignis dar, so daß die einzelnen Szenarien hinsichtlich der Folgewirkungen zu untersuchen sind (siehe Anhang P). Dies bezieht sich vornehmlich auf die aufgezeigten Prozesse der lokalen Konzentration und Abwanderung, die Umsetzbarkeit und Nachhaltigkeit von Maßnahmen des Erosionsschutzes und den Konflikt bei der Nutzung des Wasserdargebotes. Die Schlußfolgerungen sind:

- Konflikte bei der Nutzung des verfügbaren Wasserdargebotes sollten durch eine adäquate Speicherbewirtschaftung und durch eine adäquate Nutzung des Wasserdargebotes in Jahren oder Perioden der Trockenheit abgefedert werden. Dazu ist es notwendig, das regulierbare Speichervolumen zur Bewirtschaftung des Wasserdargebotes so weit wie möglich aufrecht zu erhalten. Diese Tatsache unterstreicht die Bedeutung von Maßnahmen der Sedimentrückhaltung.
- In Jahren oder Perioden der Trockenheit muß eine flexible Handhabung der Finanzmittel für Maßnahmen des Erosionsschutzes und der Sedimentrückhaltung gegeben sein, um auf die extreme Variabilität der Umfeldbedingungen reagieren zu können. Dazu sind die notwendigen organisatorischen Maßnahmen zu treffen.

5.3.2 Strategieabstimmung und Empfehlungen zur operativen Umsetzung

In diesem Abschnitt werden die Grundsätze für die Schwerpunktstrategie des Erosionsschutzes und der Sedimentrückhaltung und das Aktionsprogramm zu seiner operativen Umsetzung dargestellt.

Grundsätze für die Schwerpunktstrategie des Erosionsschutzes und der Sedimentrückhaltung

Grundsätze für die Schwerpunktstrategie des Erosionsschutzes und der Sedimentrückhaltung dienen dazu, die gewählte Lösungsrichtung hinsichtlich ihrer inhaltlichen und räumlichen Ausprägung zu konkretisieren sowie die zeitliche Abfolge wichtiger Lösungskomponenten aufzuzeigen (siehe Tabelle 5-4). Die prioritären Grundsätze konzentrieren sich auf folgende drei Aspekte:

| Mögliche strategische Ziele | Inhaltliche und zeitliche Bedeutung | | |
|---|-------------------------------------|---------------|-------------|
| | kurzfristig | mittelfristig | langfristig |
| Erhaltung des Handlungsspielraums bei der regulierbaren Speicherkapazität | | | |
| Prioritärer Schutz von Böden in mehr oder weniger intakten Gebieten mit potentieller Erosionsgefährdung | | | |
| Verhaltener Schutz von Böden in stark degradierten Gebieten | | | |

Tabelle 5-4: Mögliche langfristige Grundsätze für das Schwerpunktthema des Erosionsschutzes und der Sedimentrückhaltung und deren zeitliche Bedeutung

- Erhaltung des Handlungsspielraums bei der regulierbaren Speicherkapazität durch den Bau von Sedimentrückhaltebecken:** Um den Handlungsspielraum bei der Speicherbewirtschaftung so lange wie möglich offenzuhalten, ist es sinnvoll, kurz- bis mittelfristig große bis mittlere Rückhaltebecken zur Speicherung von Sedimenten zu errichten. Das kurz- bis mittelfristig offensive Vorgehen sollte langfristig jedoch in ein mehr oder weniger abwartendes Vorgehen überführt werden, das heißt, zukünftig sind in Abhängigkeit vom Verhandlungsprozeß weitere Sedimentrückhaltebecken zu ergänzen. Bei der Wahl der Untereinzugsgebiete spielt neben dem Anteil der degradierten Fläche auch die Größe des Untereinzugsgebietes eine entscheidende Rolle. Der Bau von Sedimentrückhaltebecken ist vornehmlich Aufgabe der Planungsträger der Wilayate von Relizane und Mascara oder staatlicher Institutionen (siehe Tabelle 4-1), so daß die Beteiligung der Bergbauern vergleichsweise gering ist.
- Prioritärer Schutz von Böden in mehr oder weniger intakten Gebieten mit potentieller Erosionsgefährdung durch Linienerosion:** Um dem präventiven Erosionsschutz gerecht zu werden und um bestehende Risiken einer weiteren Bodendegradierung zu minimieren, sollten mehr oder weniger intakte Gebiete mit potentieller Erosionsgefährdung durch Linienerosion prioritär vor einer weiteren Degradierung geschützt werden. Die Maßnahmen beziehen sich auf das in Tabelle 5-3 dargestellte Maßnahmenbündel B. Die räumliche Zuordnung kann der Abbildung 5-6 entnommen werden. Die Erreichung dieses Ziels erfordert die Zusammenarbeit zwischen den Bergbauern und dem Staat. Insbesondere zu Beginn sollte der Staat ein offensives Verhalten bei der Umsetzung der indirekt wirkenden verhaltensbeeinflussenden Maßnahmen zeigen.
- Verhaltener Schutz von Böden in stark degradierten Gebieten:** Die langfristigen Erfolgsaussichten für einen aktiven Erosionsschutz in Gebieten mit einem hohen Anteil stark degradierter Böden werden als ungünstig eingeschätzt. Zur Vermeidung von Risiken und in Anbetracht beschränkter finanzieller Mittel sollte der Staat hier eher eine abwartende Vorgehensweise wählen. Die Bergbauern sollten insbesondere bei der Regelung der Besitz- und Nutzungsverhältnisse unterstützt werden, damit die unkontrollierte Beweidung minimiert wird. Langfristig sollten diese Gebiete in eine weidwirtschaftliche Nutzungsform überführt werden.

Da sich die Einzelmaßnahmen der formulierten Grundsätze räumlich überschneiden, ist eine weitere Abstimmung bei der operativ/taktischen Planung notwendig, wobei die Anpassungsfähigkeit und die Risikostreuung der Handlungen zu berücksichtigen ist. Durch die Konzentration der Kräfte auf bestehende Erfolgspotentiale soll der Handlungsspielraum bei der Be-

wirtschaftung von Speichern sowie der des Erosionsschutzes so weit und so lange wie möglich offengehalten werden. Um unnötige Risiken beim Erosionsschutz zu vermeiden, sollte die Intensivierung des Getreideanbaus von ertragsstärkeren hin zu ertragsschwächeren Gebieten erfolgen.

Empfehlungen für ein Aktionsprogramm zur operativen Umsetzung

Basierend auf den formulierten Grundsätzen für das Schwerpunktthema des Erosionsschutzes und der Sedimentrückhaltung sollen in einem zweiten Schritt Empfehlungen für ein Aktionsprogramm formuliert werden. Ein Aktionsprogramm soll Klärungsprozesse weiter vorantreiben und aufzeigen, mit welchen Handlungen die aufgezeigte Lösungsrichtung auf die operative Ebene überführt werden soll. Aktionsprogramme sind in Zusammenarbeit mit den Akteuren auszuhandeln. Diese Tatsache zeigt auch die Grenzen dieser Arbeit auf. Das folgende Aktionsprogramm beschränkt sich auf fünf Bereiche, die in Form einer Aufzählung dargestellt werden. Dabei beziehen sich die ersten drei Punkte auf die politische Ebene und die letzten beiden auf die Ebene der lokalen Umsetzung von Maßnahmen des Erosionsschutzes und der Sedimentrückhaltung.

- **Erarbeitung von weiteren Schwerpunktstrategien:** Um eine Gesamtstrategie für die Bewirtschaftung von Wassereinzugsgebieten formulieren zu können, ist es notwendig weitere Schwerpunktstrategien für die im Abschnitt 4.1.1 dargestellten Problem- und Konfliktfelder zu erarbeiten. Dies ist auch im Hinblick auf die Festlegung von finanziellen Mitteln notwendig. Die im Rahmen dieser Arbeit aufgezeigte Methodik der Erkundung strategischer Konzepte kann dabei genutzt werden.
- **Erarbeitung einer nationalen Politik für die Bewirtschaftung von Wassereinzugsgebieten:** Die Problematik der Bewirtschaftung von Wassereinzugsgebieten ist in Algerien eine nationale Problemstellung. Eine langfristig abgesicherte Mittelvergabe erfordert die vergleichende Betrachtung zwischen unterschiedlichen Wassereinzugsgebieten, um die Wichtigkeit und Dringlichkeit der Problemfelder für die einzelnen Wassereinzugsgebiete besser einschätzen und Strategien zu deren Bewältigung aufzeigen zu können.
- **Überprüfen und gegebenenfalls Modifikation administrativer Strukturen für die Bewirtschaftung von Wassereinzugsgebieten:** Ohne auf Organisationsstrukturen in Algerien eingehen zu wollen, zeigt die Arbeit, daß eine Koordination und Abstimmung von Aktivitäten zwischen den unterschiedlichen Akteuren in Wassereinzugsgebieten notwendig ist, um Fehlinvestitionen zu vermeiden und Strategien zielführend umsetzen und verfolgen zu können. Dies bezieht sich sowohl auf die formelle wie auch informelle Kommunikation. Auf die Bedeutung der Regionalplanung soll im nächsten Abschnitt noch näher eingegangen werden.
- **Regelung der Besitz- und Nutzungsverhältnisse:** Die Regelung der Besitz- und Nutzungsverhältnisse bildet ein wichtiges Element für den Erfolg von Konzepten des Erosionsschutzes. Daher könnte es als Leitprojekt dienen, an dem sich die Ausformulierung der anderen Maßnahmen orientieren könnte. Die im Abschnitt 5.2.5 (Tabelle 5-3) dargestellten Maßnahmenbündel des Erosionsschutzes dienen als Basis für die inhaltliche und räumliche Zuordnung verschiedener Maßnahmen. Das Vorgehen sollte sich dabei auf ein größeres Gebiet beziehen wie dem mittleren Bereich der ‚Tertiären Mergel‘.
- **Bau von mittleren und großen Sedimentrückhaltebecken:** Der Bau von mittleren bis großen Rückhaltebecken kann als Sofortmaßnahme dienen, um den Sedimenttransport in den Speicher zu mindern. Dadurch hält man den Handlungsspielraum bei der Speicherbewirtschaftung länger offen und gewinnt Zeit, bis Maßnahmen des Erosionsschutzes zumindest das Fortschreiten von Bodenerosion minimieren.

5.3.3 Rolle der räumlichen Planung bei der Bewirtschaftung von Wassereinzugsgebieten

Zum Abschluß dieses Kapitels soll eine Beziehung zwischen den Ergebnissen dieser Arbeit und den im Abschnitt 2.1 aufgezeigten Defiziten der räumlichen Planung hergestellt werden, um daraus allgemeingültige Rückschlüsse für die Rolle der räumlichen Planung bei der Bewirtschaftung von Wassereinzugsgebieten aufzuzeigen, ohne jedoch dabei auf länderspezifische Gegebenheiten einzugehen. Die Aussagen beziehen sich dabei auf folgende Bereiche: die Organisationsform der räumlichen Planung, die Kompetenzen der räumlichen Planung,

die Art und Präzision von Planungsaussagen, das Zusammenwirken von Raum- und Fachplanungen, die Möglichkeiten konsensorientierter sowie diskursiver Planungsformen.

Organisationsform der räumlichen Planung

Grundsätzlich ist festzustellen, daß es eine ideale Organisationsform bei der räumlichen Planung kaum geben kann. So entsprechen die Grenzen von Wassereinzugsgebieten nur in Ausnahmefällen dem funktionalen Verflechtungsraum oder den administrativen Grenzen. Nach Wiechmann [1998:288/289] geht es weniger um die Frage, welchen Einfluß die Organisationsform auf die formale, horizontale und vertikale Koordination hat, als vielmehr darum, ein günstiges Umfeld für einen effektiven regionalen Diskurs sicherzustellen.

Ein auf Dauerhaftigkeit angelegtes Kooperationskonzept braucht jedoch die Einbindung in vorhandene Organisations- und Akteurstrukturen sowie die Berücksichtigung und Rückkopplung zu den demokratisch legitimierten Entscheidungsgremien auf lokaler Ebene [Zeck 1997:48]. Wiechmann [1998:305] plädiert daher für eine reformierte Kompetenzverteilung von staatlicher Autorität und regionaler Konsensfindung.

Für den Erosionsschutz könnte das zum Beispiel so aussehen, daß die Landesplanung aufgrund ihrer staatlichen Legitimation einen ordnungs- und entwicklungspolitischen Orientierungsrahmen vorgibt, der auf erkundeten alternativen Lösungswegen basiert. Die Vorgehensweise zu seiner Erarbeitung wurde im Rahmen dieser Arbeit vorgestellt. Die regionalspezifische Ausfüllung des Rahmens bleibt der lokal bestimmten Regionalplanung vorbehalten. Dabei wird ein regionaler Konsens bzw. Kompromiß angestrebt, und nur soweit dieser nicht erzielt wird, greift erneut die ordnungspolitische Steuerung durch die staatliche Autorität. Die Notwendigkeit, einen lokalen Kompromiß zu erzielen, bezieht sich mehr auf die Umsetzung von Maßnahmen des Erosionsschutzes, da sie die Beteiligung der betroffenen Bauern erfordert, als auf jene der Sedimentrückhaltung.

Durch diese Vorgehensweise kann die räumliche Planung stärker die Rolle des neutralen Moderators und des ‚ehrlichen Maklers‘ übernehmen. Außerdem wächst durch diese Regelung der Druck auf die regionalen und lokalen Akteure, sich auf eine gemeinsame Strategie zu einigen. Freilich kann auch bei einer solchen Arbeitsteilung nicht auf einen verbindlichen Regionalplan verzichtet werden [Wiechmann 1998:279].

Kompetenzen der räumlichen Planung

In Abhängigkeit von den unterschiedlichen Möglichkeiten der Einflußnahme soll zwischen Planungs-, Genehmigungs-, Fördermittel- und Umsetzungskompetenz unterschieden werden. Die Regionalplanung ist von ihren klassischen Aufgaben her prädestiniert, den strategischen Orientierungsrahmen mit einem Regionalplan fortzuschreiben sowie die Aufgaben der Strategieverfolgung wahrzunehmen. Nach Wiechmann [1998:281] wird jedoch die Akzeptanz regionaler Planung direkt mit ihrem finanziellen Potential korrespondieren. Dies würde bedeuten, daß eine reine Genehmigungskompetenz nicht ausreichend wäre, um der räumlichen Planung eine bessere Einflußnahme zu ermöglichen. Die Genehmigungskompetenz ist der Negativplanung zuzuordnen und wird auch aus diesem Grunde dem Verständnis der strategischen Planung, das heißt, eine stärkere Orientierung hin zur Positivplanung zu vollziehen, nicht mehr gerecht. Räumte man der Regionalplanung allerdings umfassende Umsetzungskompetenzen in Form von Investitionsmöglichkeiten ein, so würde die gewünschte Neutralität der räumlichen Planung aufgegeben. Die räumliche Planung kann als Moderatorin nur dann erfolgreich agieren, wenn sie als ‚ehrlicher Makler‘ ohne sektorale Interessen, ohne eigene Klientel auftritt [Wiechmann 1998:279, 282].

Durch die Übernahme der Kompetenz für die Vergabe und Koordination von Fördermitteln zugunsten wichtiger räumlicher Schwerpunktaufgaben, wie zum Beispiel des Erosionsschutz-

zes und der Sedimentrückhaltung, würde einerseits die Neutralität der räumlichen Planung gewahrt, da die Umsetzung durch andere Akteure (sektoriell und/oder speziell eingerichtete Institutionen) erfolgen würde, andererseits besäße die räumliche Planung jedoch die Möglichkeit, die klaffende Lücke zwischen der Planung und der Planverwirklichung zu schließen [Wiechmann 1998:169]. Als Partner ist nur derjenige interessant, dem man auch zutraut, etwas bewegen zu können. Eine Bündelung der Vergabe von Fördermitteln für wichtige Schwerpunktaufgaben bei der Bewirtschaftung von Wassereinzugsgebieten könnte zudem die Möglichkeit der Koordination von Maßnahmen verbessern und die Effizienz der Planung steigern. Dabei müßten die Vergabe der Fördermittel und die Strukturen der Umsetzung so flexibel gestaltet werden, daß zum Beispiel auf ungünstige klimatische Rahmenbedingungen in einzelnen Trockenjahren durch die Anpassung der Maßnahmenbündel schnell und unbürokratisch reagiert werden könnte.

Art und Präzision von Planungsaussagen

Die Ergebnisse der Arbeit haben gezeigt, daß es aufgrund der Technik zunehmend möglich ist, planungsrelevante Informationen mit einem vergleichsweise hohen Detaillierungsgrad gezielt und schnell für regionalplanerische Zwecke aufzuarbeiten, um diese in Kommunikations- und Entscheidungsprozesse einfließen zu lassen. Die räumliche Planung ist daher in Zukunft besser in der Lage, umsetzungsorientierte Konzepte zur Lösung von fachlichen oder räumlichen Schwerpunktthemen zu erarbeiten und zu verfolgen. Der durch seine juristische Verbindlichkeit zahlreichen formalen Zwängen unterworfenen, langfristigen Regionalplan ist als Instrument für diese Aufgabe aufgrund seines statischen Charakters unzureichend.

Die bisherige Ausrichtung der Planung auf einen Plan als gewissen Abschluß von Planungsüberlegungen verschiebt sich somit mehr und mehr auf das Planen als Prozeß und das Koordinieren raumrelevanter Maßnahmen [Köhl 1997a:131; Wiechmann 1998:168]. Dabei gilt es, den politisch akzeptablen Kompromiß zwischen der Verwirklichung von möglichst viel und möglichst schneller Anpassungsfähigkeit einerseits und der Schaffung und Erhaltung von Kontinuität und Verlässlichkeit andererseits immer neu zu definieren [Schmitz/Treuner 1990:35]. Trotz der notwendigen Veränderungen kann auch in der Zukunft auf das bewährte Planungsinstrumentarium, in erster Linie den rechtsverbindlichen Plan, wenn auch modernisiert und verändert, nicht verzichtet werden [Heer/Scholich 1997:170]. Neben dem nach wie vor unverzichtbaren Regionalplan könnten flexible regionale strategische Entwicklungs- und Handlungskonzepte treten [Wiechmann 1998: 285]. Die aufgezeigte Vorgehensweise zur Erarbeitung strategischer Schwerpunktkonzepte leistet dazu einen Beitrag.

Eine fehlende Verbindlichkeit sollte durch die freiwillige Selbstbindung der beteiligten Akteure kompensiert werden, da der regionale Konsens eine unabdingbare Voraussetzung für eine erfolgreiche Umsetzung von Maßnahmen des Erosionsschutzes darstellt. Der Regionalplan könnte sich neben der Negativplanung (Festsetzungen, Bindungen, etc.) stärker darauf konzentrieren, Gefährdungen und Potentiale aufzuzeigen, die die Grundlage für die Erarbeitung strategischer Konzepte darstellen. Die ‚Positivplanung‘ kann ein neues wichtiges Element der räumlichen Planung sein.

Zusammenwirken von Fach- und Raumplanung

Da Planung Teil der Gesellschaft ist und Planungskonzepte unter dem Einfluß unterschiedlichster Größen entwickelt werden müssen, bedürfen sie eines intensiven Zusammenwirkens von Raum- und Fachplanungen einerseits, Politik und Öffentlichkeit andererseits [Lippert 1997:57]. Aufgrund der hohen Bedeutung des Wasserdargebotes in semi-ariden Gebieten birgt jedoch das Verhältnis der räumlichen Planung zu den Fachplanungen bei der Bewirtschaftung von Wassereinzugsgebieten ein hohes Konfliktpotential in sich. Die Zielsetzung und die Vorgehensweisen der Untersuchungen unterscheiden sich in vielerlei Hinsicht und

erschweren damit die für die Regionalplanung erforderliche Kompatibilität [Wiechmann 1998:157]. Die ausgesprochen selbstbewußten Fachplanungen heben ihre Eigenständigkeit gegenüber der räumlichen Planung stets hervor oder können regionalplanerische Konzepte konterkarieren [Wiechmann 1998:155/169].

Regionalplanerische Koordinationsversuche haben daher nur im Vorfeld fachplanerischer Entscheidungen eine Einflußchance [Wiechmann 1998:161]. Daher sollte die räumliche Planung stärker bei der Bearbeitung räumlich bedeutsamer sektoraler Schwerpunktthemen, wie zum Beispiel der Bewirtschaftung von Wassereinzugsgebieten, beteiligt werden, was durch die Kompetenz der Vergabe von Fördermitteln unterstützt werden könnte. Dies würde auch zur Folge haben, daß die räumliche Planung auf wichtige Einzelmaßnahmen von strategischen Konzepten des Erosionsschutzes und der Sedimentrückhaltung, die sektoral von einzelnen Fachplanungen umgesetzt werden, eine stärkere koordinierende Funktion übernehmen und gleichzeitig umsetzungsorientierter ausgerichtet sein könnte.

Möglichkeiten konsensorientierter, diskursiver Planungsformen

Zur Organisation und Moderation des regionalen Diskurses bedarf es eines Moderators, der nicht einer bestimmten Klientel, sondern dem Wohl der Region als Ganzes verpflichtet ist. Die Träger der Regionalplanung sind nur ein Akteur neben Kommunen, Fachplanungen, privatem Sektor und weiteren regionalen Akteuren.

Konsensorientierte, diskursive Planungsformen versuchen über den Aufbau von komplementären, flexiblen und politisch nicht legitimierten regionalen Netzwerken, in die möglichst viele relevante Akteure sowohl von staatlicher als auch privater Seite eingebunden sind, ungenutzte regionale Entwicklungspotentiale zu erschließen [Wiechmann 1998: 206]. Nach Rabl [1990:115] setzen partizipative Ansätze aber ein positives Menschenbild voraus.

Nach Wiechmann [1998:276] haben die bisherigen Ergebnisse gezeigt, daß in der heutigen Zeit ausschließlich „harte“ Strukturen ebenso hilflos sind wie ausschließlich „weiche“ Strukturen. Es handelt sich dabei um einander ergänzende Instrumentarien. Ziel muß es sein, eine Schnittstelle zwischen beiden Handlungsphilosophien zu definieren.

6 Zusammenfassung und Ausblick

Im Rahmen dieser Arbeit wurde für Zwecke der Regionalplanung eine Methodik zur Erkundung von Strategien des Erosionsschutzes und der Sedimentrückhaltung bei der Bewirtschaftung von Wassereinzugsgebieten großer Speicher erarbeitet. Sie gründet auf wirtschaftswissenschaftlichen Kenntnissen und besitzt ihre fachliche Gültigkeit in Gebieten mit Mergeln und semi-aridem Klima bei einer gemischten Nutzungsform aus Getreideanbau und Viehwirtschaft.

Strategische Aufgaben in der räumlichen Planung setzen sich aus einer bestimmten Problemsituation mit ihren Problemfeldern als Aktionsfeld sowie einer spezifischen Planungsleistung und spezifischen Ressourcen als Mitteln zur Umsetzung von Strategien zusammen. Die Strategieerkundung durch Inspektion und Analyse alternativer Lösungswege ist Voraussetzung zur Abstimmung von Strategien und kann als Problemfindungs- und Problemlösungsprozeß in komplexen Situationen unter Risiko und Unsicherheit bei unvollständiger Information charakterisiert werden. Strategien dienen somit der Lösung von Problemen und können nicht getrennt vom zu lösenden Problem betrachtet werden. Der Aktionsbereich der Strategie zielt darauf ab, das politische wie auch das lokale Handeln zu fördern.

Die Arbeit zeigt, daß ein Dualismus zwischen den Problemfeldern mit ihren Einflußfaktoren und den strategischen Aufgabenfeldern mit ihren Ressourcen besteht. Es ist daher zielführend, so schnell wie möglich mit ersten Lösungsversuchen einer Problemstellung zu beginnen. Die Güte von Strategien wird entscheidend durch die Möglichkeiten der Identifizierung und Strukturierung von Problemfeldern sowie der zur Verfügung stehenden Ressourcen und deren jeweiligen Interdependenzen geprägt. Da das Wirkungsgefüge der Ressourcen durch andere Mechanismen als jenes der Problemsituation gesteuert wird, bedeutet dies auch, daß zusätzliche Erkenntnisse über Prozesse von Bodenerosion nicht zwangsläufig für die Erarbeitung von Konzepten des Erosionsschutzes genutzt werden können. Die in der Arbeit durchgeführte parallele Betrachtungsweise der Erfassung der Erosionsgefährdung und der Erkundung von Strategien stellt eine geeignete Vorgehensweise dar, planungsrelevante Informationsdefizite bei der Erkundung strategischer Konzepte des Erosionsschutzes aufzudecken.

Die Inspektion und Analyse alternativer Lösungswege zielt also darauf ab, das potentielle Aufgabenfeld zu erkunden, das heißt, den Spielraum möglicher Strategien offenzulegen. Durch den Pluralismus der Lösungswege entsteht eine Konkurrenzsituation, die das Risiko mindert, etwas Wichtiges zu vergessen. Bei der Strategieerkundung kann zwischen unterschiedlichen strategischen Ebenen unterschieden werden, die jeweils durch einen spezifischen Abstimmungsbedarf gekennzeichnet sind. Bei der Erarbeitung strategischer Teilkonzepte des Erosionsschutzes und der Sedimentrückhaltung besteht der Abstimmungsbedarf innerhalb der und zwischen den technischen und verhaltensbeeinflussenden Maßnahmen, um konsistente Maßnahmenbündel auch im Hinblick auf die Nutzung von Synergieeffekten zu entwickeln. Das Ziel der Erkundung alternativer Lösungswege besteht darin, die Konzepte des Erosionsschutzes und der Sedimentrückhaltung mit den Anforderungen anderer Schwerpunkthemen und der Umwelt abzustimmen. In dieser Planungsstufe werden die Wirkungen auf die Schutzgüter erfaßt wie auch Störereignisse und kritische Erfolgsfaktoren berücksichtigt und diskutiert. Die Strategieabstimmung zielt darauf ab, für das betrachtete Aufgaben- bzw. Problemfeld die Grundsätze für die angestrebte Lösungsrichtung zu umreißen und ein Aktionsprogramm zur operativen Umsetzung zu formulieren. Strategien sollten den Handlungsspielraum offen halten, unnötige Risiken vermeiden und anpassungsfähig sein. Die Ausrichtung des Aktionsfeldes von Maßnahmen für ein betrachtetes Problem- bzw. Aufgabenfeld ergibt sich so-

mit aus der Inspektion und der Analyse alternativer Lösungswege und kann nicht vorab definiert werden.

Zukünftige Forschungsaktivitäten bei der Erkundung von Strategien des Erosionsschutzes und der Sedimentrückhaltung sollten sich darauf konzentrieren, die Mechanismen von Nutzungsänderungen besser erfassen zu können, das heißt, welche Faktoren beeinflussen und durch welche Faktoren sich Nutzungsänderungen beeinflussen lassen. Diese Kenntnisse könnten in das im Rahmen dieser Arbeit konzipierte Teilmodell zur Erfassung der Erosionsgefährdung einfließen. Es sei daran erinnert, daß neben physischen auch sozioökonomische Einflußfaktoren in den Ansatz integriert werden, so daß eine Unterscheidung zwischen beeinflussbaren und unbeeinflussbaren Gefährdungskomponenten möglich ist. Darüber hinaus sollten die Untersuchungen zu den Nutzungsänderungen auch darauf abzielen, weitere Kenntnisse über die Zusammensetzung und die Wirkung von Maßnahmenbündeln und hier insbesondere von verhaltensbeeinflussenden Maßnahmen des Erosionsschutzes zu erhalten. Dadurch würde gleichzeitig die notwendige Integration von Konzepten des Erosionsschutzes und der Sedimentrückhaltung in regionale Planungskonzepte erleichtert. Um dem neuen Planungsverständnis gerecht zu werden, sollte die Regionalplanung stärker als Akteur in Erscheinung treten.

Die praktischen Ergebnisse der Arbeiten zeigen, daß im Hinblick auf die Verlandung von großen Speichern der Bau von Sedimentrückhaltebecken eine besondere Bedeutung besitzt, wodurch der Handlungsspielraum bei der Bewirtschaftung des Wasserdargebotes langfristig offengehalten werden kann. Erleichtert wird die Maßnahme, wenn der Bereich mit hohem Sedimenttransport klein ist und der Hauptteil des Wasserdargebotes außerhalb dieses Bereiches stammt. Maßnahmen des Erosionsschutzes sollten darauf abzielen mehr oder weniger intakte Gebiete, die durch Linienerosion in Mergeln potentiell gefährdet sind, zu schützen. Die Ergebnisse verdeutlichen, daß insbesondere in den Übergangsbereichen zwischen reinen Weidegebieten und Produktionsstandorten für den Getreideanbau erhebliche Risiken für das Erosionsgeschehen wie auch für die Umsetzung von Maßnahmen des Erosionsschutzes bestehen. Für das Fallbeispiel entspricht dies ungefähr dem Niederschlagsbereich von im Mittel 300-450 mm/Jahr. Insbesondere in diesen Gebieten sollte der Staat mit Hilfe von verhaltensbeeinflussenden Maßnahmen eine aktive und offensive Rolle beim Erosionsschutz spielen, wobei die Regelung der Besitz- und Nutzungsverhältnisse eine besondere Bedeutung besitzt.

7 Literatur

- Achenbach, Hermann (1981): Agronomische Trockengrenzen im Lichte hygrischer Variabilität - dargestellt am Beispiel des östlichen Maghreb. In: Würzburger Geographische Arbeiten: Geographische Probleme in Trockenräumen der Erde, Heft 53, S. 1-22
- Achenbach, Hermann (1979): Klimagebundene Risikostufen der Ertragsbildung und räumliche Standortdifferenzierung der Landwirtschaft im Maghreb. In: Erdkunde, Band 33, Heft 4, S. 275-281
- Achenbach, Hermann (1979): Zum räumlichen Beziehungsverhältnis von Bevölkerungsdynamik und agrarer Tragfähigkeit in Tunesien. In: Kieler Geographische Schriften, Band 50, S. 395-416
- Arnold, Adolf (1981): Die Verstädterung in Algerien. In: Würzburger Geographische Arbeiten: Geographische Probleme in Trockenräumen der Erde, Heft 53, S. 23-50
- Arnold, Adolf (1995): Algerien - eine frühere Siedlungskolonie auf dem Weg zum Schwellenland. Gotha: Perthes, 219 S.
- Auerswald, K. (1987): Sensitivität erosionsbestimmender Faktoren. In: Wasser + Boden, Heft 1, S. 34-38
- Auerswald, K. (1987b): Problematik von Prognosekarten - dargestellt am Beispiel von Übersichtskarten der Erosionsgefährdung in Bayern. In: Deutsche Bodenkundliche Gesellschaft: Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft, Heft 53, Göttingen, S. 13-19
- Arabi, M. (1991): Influence de quatre systèmes de production sur le ruissellement et l'érosion en milieu méditerranéen à médéa-Algérie. Université Joseph Fourier-Grenoble I
- Bachfischer, R. (1978): Die ökologische Risikoanalyse - eine Methode zur Integration natürlicher Umweltfaktoren in die Raumplanung. München: Lehrstuhl für Raumforschung, Raumordnung und Landesplanung - Technische Universität München, 298 S. (= Diss. Technische Universität München)
- Bea, Franz Xaver und Haas, Jürgen (1997): Strategisches Management. Stuttgart: Lucius und Lucius. 2. Auflage, 608 S.
- Bensaad, Ali (1993): Climat et potentialités hydro-agricoles en Algérie. In: Travaux de l'Institut de Géographie de Reims, N° 85-86, S. 5-14
- Bertel, Jürgen 1992³: Informationsbedarf. In: Frese, Erich (Hrsg): Handwörterbuch der Organisation. Stuttgart: Poeschel, Band 2, 3. Auflage, S. 872-886
- Bick, Hartmut (1989): Ökologie - Grundlagen, terrestrische und aquatische Ökosysteme, angewandte Aspekte. Stuttgart: Fischer, 327 S.
- Bunge, Thomas (1992): Zur Umweltverträglichkeitsprüfung von Politikentscheidungen, Plänen und Programmen. In: Hübler, Karl-Hermann (Hrsg.): UVP von Plänen und Programmen, Bonn: Economica, S. 1-16
- Bußmann, Werner (1994): Planungswerkzeug Grundwassergefährdungskarten. In: VR, Jg. 56, Heft 8, S. 433-446
- Blakie, Piers (1985): The political economy of soil erosion in developing countries. New York: Longman Scientific&Technical, 188 S.

- Bogardi, Janos J. (1994): Can reservoirs eliminate uncertainty in water resources management. In: Proceedings of the international Symposium - Water Resources Planning in a Changing World, International Hydrological Program of UNESCO, Karlsruhe, June 28-30, S. II-17 - II-45
- Bong-Hee, Joeng (Lee) (1990): Die Analyse der Siedlungssysteme als eine Grundlage für die Regionalplanung in einem Schwellenland der Dritten Welt - Das Beispiel der Südwest-Region in Südkorea-. Goßmann, Hermann (Hrsg.): Freiburger Geographische Hefte. Albert-Ludwigs-Universität Freiburg i. Br., Heft 31, 186 S.
- Bork, H.-R. (1988): Bodenerosion und Umwelt - Verlauf, Ursachen und Folgen der mittelalterlichen und neuzeitlichen Bodenerosion. Bork, H.-R. und A. Herrmann (Hrsg.): Landschaftsgenese und Landschaftsökologie, Abteilungen für Physische Geographie und Landschaftsökologie und für Physische Geographie und Hydrologie, Technische Universität Braunschweig, Braunschweig: Selbstverlag, 247 S.
- Bossel, H. et al. (1985): Dynamik des Waldsterbens: Mathematisches Modell und Computersimulation. Möller D. und Schmidt, B.: Fachberichte Simulation, Band 4, Berlin: Springer, 257 S.
- Breburda, J. (1983): Bodenerosion – Bodenerhaltung. Frankfurt (Main): DLG, 125 S.
- Bronstert, Axel (1994): Modellierung der Abflußbildung und der Bodenwasserdynamik von Hängen. Karlsruhe: Institut für Hydrologie und Wasserwirtschaft, 192 S. (= Dr.-Ing. Diss. Universität Karlsruhe)
- Claude, J; Francillon, G. und J. Y. Loyer (1977): Les alluvions désoées par l'oued Medrjera lors de la crue exceptionnelle de mars 1973. Cahier ORSTOM, Série Hydrologique, VOL: XIV, N°1, S. 37-109
- Clausewitz, Carl von (1832/1957): Vom Kriege - Hinterlassenes Werk des Generals Carl von Clausewitz. Eingeleitet von Prof. Dr. Ernst Engelberg und Generalmajor A. D. Dr. Otto Korfes, (1. Auflage 1832). Berlin: Ministerium für Nationale Verteidigung, 901 S.
- Cube, Alexander von (1995): Konzeption für eine Umweltdemographische Gesamtrechnung (UDG). In: Zeitschrift für Bevölkerungswissenschaft, Jg. 20, Heft 1, S. 27-65
- Daenzer, W. F. (Hrsg.) (1989): Systems engineering - Leitfaden zur methodischen Durchführung umfangreicher Planungsvorhaben. Betriebswirtschaftliches Institut der ETH Zürich. Zürich: Industrielle Organisation, 283 S.
- Dörner, Dietrich et al. (1983): Lohhausen - Vom Umgang mit Unbestimmtheit und Komplexität. Bern: Huber, 462 S.
- Eberhardt, A. und Ewen, Ch. (1994): Herausforderung Umweltmanagement: Konzepte, Instrumente und Voraussetzungen für ökologische Entscheidung in Verwaltung, Betrieb und Politik. Bonn: Economica, 140 S. (= Planung und Praxis im Umweltschutz)
- Eberle, D.; Kucharzewski, I.; Pohlmann, H.-J. und Van Eck, P. (1992): Umweltverträglichkeitsprüfung für Regionalpläne. Akademie für Raumforschung und Landesplanung. Hannover: ARL, 85 S. (= Arbeitsmaterial der Akademie für Raumforschung und Landesplanung)
- Fleissner, P. (1977): Grundzüge der Systemanalyse unter besonderer Verwendung von Forrester's Systemdynamik. In: Bruckmann, G. (Hrsg.): Langfristige Prognosen - Möglichkeiten und Methoden der Langfristprognostik komplexer Systeme. Würzburg: Physica-Verlag, S. 291-303

- Frederichs, Günther und Blume, Hartwig (1990): Umweltprognosen: Methoden und Anwendungsprobleme der präventiven Umweltpolitik. Berlin: Schmidt, 76 S. (= Beiträge zur Umweltgestaltung, Band 118)
- Gassner, Erich (1993): Methoden und Maßstäbe für die planerische Abwägung, Theorie und Praxis abgeleiteter Bewertungsnormen, Köln: Bundesanzeiger, 134 S.
- Giessner, Klaus (1991): Der mediterrane Wald im Maghreb - Ein Beitrag zur physisch-geographischen Kennzeichnung der Atlasländer. In: Geographische Rundschau, Jg. 23, Heft 8, S. 390-400
- Gleim, Christian (1985): Möglichkeiten und Grenzen der Berücksichtigung ökologischer Belange in der räumlichen Planung - Eine vergleichende Studie zur methodischen Beurteilung ökologischer Bewertungsverfahren in der räumlichen Planung unter besonderer Berücksichtigung der Bundesverkehrswegeplanung. Projektarbeit am Institut für Regionalwissenschaften, Universität Stuttgart, 96 S.
- Gomer, Dieter (1994): Oberflächenabfluß und Bodenerosion in Kleineinzugsgebieten mit Mergelböden unter einem semiariden mediterranen Klima. Karlsruhe: Institut für Wasserbau und Kulturtechnik, 207 S. (= Dr.-Ing. Diss. Universität Karlsruhe)
- Götze, Uwe und Rudolph, Friedhelm (1994): Instrumente der strategischen Planung. In: Bloech, Jürgen et al. (Hrsg.): Strategische Planung - Instrumente, Vorgehensweisen und Informationssysteme. Heidelberg: Physica, S. 1-56
- Götze, Uwe (1994): Strategische Planung auf der Grundlage von Szenarien. In: Bloech, Jürgen et al. (Hrsg.). Strategische Planung - Instrumente, Vorgehensweisen und Informationssysteme. Heidelberg: Physica, S.101-124.
- Grünig, Rudolf und Kühn, Richard (2000): Methodik der strategischen Planung: ein prozeßorientierter Ansatz für Strategieplanungsprojekte. Bern: Haupt, 496 S. (= Praxishilfen für Unternehmungen, Band 5).
- GTZ Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (1995): Landnutzungsplanung - Strategien, Instrumente, Methoden. Eschborn: GTZ, 225 S.
- GTZ Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (1996): L'Aménagement des Zones Marneuses dans les Bassins-Versants des Montagnes de l'Atlas Tellien Semi-Aride. Eschborn: GTZ, 142 S. (= Schriftenreihe der GTZ No. 256)
- Guedjal, A.; S. Vannitse und Demaree, G. R. (1993): Changements climatiques abrupts en Algérie du nord. In: Agence National des Ressources Hydroliques, Eaux & Sols d'Algérie, Heft 6, S. 7-30
- Hauser, J. A. (1990): Bevölkerungs- und Umweltprobleme der Dritten Welt. Bern und Stuttgart: Haupt, 365 S.
- Heer, Ernst und Scholich, Dietmar (1996): Zusammenfassung der wichtigsten Erkenntnisse aus den Arbeiten. In: Maurer, Jakob et. al. (Hrsg): Planungssysteme – Planungskonzepte, wie weiter?. Zürich: vdf Hochschulverlag, S. 115-144 (= ORL-Bericht 101/1996)
- Heidemann, Claus (1985): Zukunftswissen und Zukunftsgestaltung – Planung als verständiger Umgang mit Maßnahmen und Gerüchten. In: Daimler-Benz-Aktiengesellschaft (Hrsg.). Langfristprognosen – Zahlenspielerei oder Hilfsmittel für die Planung. Schriftenreihe der Daimler-Benz AG, Report 5, S. 47-62

- Heidemann, Claus (1992): Auf welche Gedanken bringt uns die Betrachtung der Bevölkerungsdichte. Karlsruhe: Institut für Regionalwissenschaften, 21 S. (= Diskussionspapier, Heft 21)
- Heidemann, Claus (1993): Bausteine einer erneuerten Regionalplanung. In: Institut für Regionalplanung und Strukturforchung (Hrsg.): Vom Eigensinn des Raumes. Karlsruhe: Institut für Regionalwissenschaft, S. 88-106 (=Materialien des IRS, Graue Reihe, Heft 1)
- Heusch, Bernard (1986): Cinquante ans de banquettes de D.R.S. - C.E.S. en Afrique du Nord: un bilan. In: Cahier ORSTOM, Série Pédologie, Vol. XXII, N° 2, Paris, S. 153-162
- Hinterhuber, Hans H. (1990²): Wettbewerbsstrategie. Berlin: de Gruyter. 2. Aufl., 267 S. (= De-Gruyter-Lehrbuch),
- Hochstrate, Klaus (1986): Interaktives lösungsraumorientiertes Entscheidungsverfahren für Infrastrukturinvestitionen. Karlsruhe: Institut für Städtebau und Landesplanung, Universität Karlsruhe. 147 S. (= Schriftenreihe, Heft 19, hrsg. von Köhl, Werner)
- Hoffmann-Bohner, Karl Heinz und Wagner, Stefano (1997): Über Grenzen gehen... Grenzkonzepte - Konzeptgrenzen. In: Maurer, Jakob et. al. (Hrsg): Planungssysteme – Planungskonzepte, wie weiter?. Zürich: vdf Hochschulverlag, S. 61-80 (= ORL-Bericht 101/1996),
- Honermann, Helmut (1992): Projet Pilote d'aménagement intégré du bassin versant de l'Oued Mina - Schéma directeur (première version). Sidi M'hamed Benaouda, 66 S. + Anhang (= unveröffentlichter Projektbericht)
- Honermann, Helmut (1991): Nécessité et possibilités d'identification de mesures pour ralentir l'envasement des barrages. In: Actes du Colloque sur l'érosion des sols et l'envasement des barrages, Alger 1-3 décembre 1991. Alger: Agence National des Ressources Hydrauliques (ANRH), S. 227-237
- Hudson, N.W. (1981): Social, Political and Economic Aspects of Soil Conservation. In: Morgan R.P.C. (Hrsg.): Soil Conservation, Problems and Prospects. New York: John Wiley and Sons, S. 45-54
- Hurni, Hans (1986): Guidelines for Development Agents on Soil Conservation in Ethiopia, Comunity Forests and Soil Conservation Development Department, Ministry of Agriculture, Ethiopia.
- Hübler, Karl-Hermann (1984): Wirkungsanalyse und -prognose in der Umweltpolitik - zur Evaluierung umweltpolitischer Maßnahmen. In: Akademie für Raumforschung und Landesplanung (Hrsg): Wirkungsanalyse und Erfolgskontrolle in der Raumplanung, Band 154, Hannover: ARL, S. 207- 229
- Institut für Geowissenschaften (IFG) (1987): Projet d'aménagement intégré du Bassin versant de l'Oued Mina. Offenburg, 230 S. (= unveröffentlichter Projektbericht)
- Jacoby, Christian (1992): UVP in der Bauleitplanung - Von der projektbezogenen UVP für Bebauungspläne zur programmbezogenen UVP in der Flächennutzungsplanung. In: Hübler, Karl-Hermann (Hrsg.): UVP von Plänen und Programmen. Bonn: Economica, S. 17- 38
- Jansson, Margareta B. (1982): Land erosion by water in different climates. Uppsala: Department of physical geography - Uppsala University, 151 S. (= UNGI Rapport Nr. 57)

- Jürgens, Carsten und Fander, Michael (1992): Soil erosion assessment and simulation by means of satellite remote sensing and ancillary digital data. In: GIS, Jg. 1992, Heft 4, S. 27-31
- Klug, Heinz und Lang, Robert (1983): Einführung in die Geosystemlehre. Darmstadt: Wissenschaftliche Buchgesellschaft, 182 S.
- Kunzmann, Michael (1999): Boden- und Wasserschutz in landwirtschaftlich genutzten Gebieten der Mata Atlântica Brasilien. Karlsruhe: Institut für Wasserwirtschaft und Kulturtechnik, Universität Karlsruhe 196 S. (= Schriftenreihe Heft 205. hrsg. von Nestmann, Franz)
- Kochendorfer-Lucius, Gudrun (1995): Welternährung - Ein ungelöstes Problem? Ist Malthus wirklich überwunden? In: Schäfer, Hans-Bernd (Hrsg.): Bevölkerungsdynamik und Grundbedürfnisse in Entwicklungsländern. Berlin: Duncker & Humbot, S. 51-61 (= Schriftenreihe des Vereins für Sozialpolitik, Band 241)
- Kouri, L. (1993): L'érosion hydrique des sols dans le bassin versant de l'Oued Mina (Algérie) - Etude des processus et types fonctionnels de ravins dans la zone des marnes tertiaires. Straßbourg : Laboratoire Environnement, Cartographie, Télédétection, Université Louis Pasteur, 226 S.
- Köhl, Werner (1992): Auswahl von Optionen: Abwägung als planerisches Entscheidungsproblem. In: VR , Jg. 54, Heft 2+3, S. 92-99
- Köhl, Werner und Ortgiese, Michael (1994): Raumordnungsverfahren mit integrierter Umweltverträglichkeitsprüfung. Karlsruhe: Institut für Städtebau und Landesplanung - Universität Karlsruhe, 97 S. (= Schriftenreihe, Heft 25, hrsg. von Köhl, Werner)
- Köhl, Werner (1994a): Standortfindung für Deponien. Sonderdruck aus: Müllhandbuch, Lieferung 7/94, 34 S.
- Köhl, Werner (1994b): Abwägung in der Verkehrsplanung. Unveröffentlichtes Manuskript, Karlsruhe, 22 S.
- Köhl, Werner (1995): Von Beanstandungen und Befürchtungen zu Überzeugungen und Hoffnungen: Die schwierige Entscheidung über Planung. In: VR, Jg. 57, Heft 7+8, S. 352-362
- Köhl, Werner (1997a): Anforderungen an einen Landesentwicklungsplan der neuen Generation - Gedanken zu Ziel und Zweck, Verfahren und Ergebnis sowie zum Selbstverständnis der Landesplanung. In: Europäische Raumordnungspolitik: Regionales Management und Marketing; Anforderungen an die Fortschreibung des Landesentwicklungsplanes Baden-Württemberg. Hannover: ARL, S. 126-150 (= Arbeitsmaterial der Akademie für Raumforschung und Landesplanung, Nr. 220)
- Köhl, Werner (1997b): Die Abwägungsentscheidung unter besonderer Berücksichtigung naturschutzrechtlicher Belange im Rahmen der Bauleitplanung - Eine Darstellung aus methodischer Sicht. In: Kommunalzeitschrift des Gemeindetags Baden-Württemberg, Heft 3, S. 76-81
- Köhl, Werner (1998): Standortsuche für das Gewerbegebiet Ochsenhausen (GZO) mit dem Formalisierten Abwägungs- und Rangordnungsverfahren FAR. In: VR, Jg. 60, Heft 2+3, S. 66-82
- Köhl, Werner (1999): Der wissenschaftliche Blick in die Zukunft. Delphi-Untersuchungen als Prognoseverfahren für eine Langfristschau. In: VR, Jg. 61, Heft 3, S. 137-147

- Krause, Donald G. (1996): Die Kunst des Krieges für Führungskräfte: Sun Tzus alte Weisheiten – aufbereitet für die heutige Geschäftswelt. Wien: Ueberreuter, 156 S.
- Krause, Christian L. (1980): Methodische Ansätze zur Wirkungsanalyse im Rahmen der Landschaftsplanung. In: Schriftenreihe für Landschaftspflege und Naturschutz, Heft 20, Bonn Bad Godesberg, S. 7-206
- Kühn, Richard und Grünig, Rudolf (1998): Grundlagen der strategischen Planung - Ein integraler Ansatz zur Beurteilung von Strategien. Bern: Haupt. 252 S. (= Praxishilfen für Unternehmungen, Band 4)
- Lahmeyer (1984): Repartition et confortement des grands barrages en exploitation, Plan directeur de devasement. Travaux type 3, Cahier 16, Reconnaissance et depouillement Barrage de Sidi Mohamend Benaouada, Frankfurt (Main), 31 S.
- Lahmeyer (1985): Possibilités offertes pour l'utilisation de la vase extraite de la retenue du Fergoug. Frankfurt (Main), 19 S.
- Laoumina, Abdellah (1992): Recherches actuelles sur les processus d'érosion au Maroc. In: Réseau erosion, Bulletin N° 12, S. 292-299.
- Lippert, Jörg (1997): Fallbeispiel des grenzüberschreitenden Doppelzentrums Sonneberg-Neustadt bei Coburg. In: Maurer, Jakob et. al. (Hrsg): Planungssysteme – Planungskonzepte, wie weiter?. Zürich: vdf Hochschulverlag. S. 54-60 (= ORL-Bericht 101/1996)
- Maurer, Gérard (1993): Le renouveau des montagnes rifaines et telliennes. In: Colloque "Les Jbala (Rif Occidental): Savoirs et systèmes paysans", Kénitra, 16 et 17 décembre 1993.
- Maurer, Jakob et al. (1997) (Hrsg): Planungssysteme - Planungskonzepte, wie weiter? Zürich: vdf Hochschulverlag, 179 S. (=ORL-Bericht 101/1996)
- Meddi Mohamed (1992): Hydropluviométrie et transport solide dans le bassin versant de l'Oued Mina (Algérie). Strasbourg: Centre d'études et de Recherche éco-géographique, Université Louis Pasteur, 226. S.
- Menzel, Petra (1997): Entwicklungskonzept Filder. In: Maurer, Jakob et. al. (Hrsg): Planungssysteme – Planungskonzepte, wie weiter? Zürich: vdf Hochschulverlag, S. 9-14 (= ORL-Bericht 101/1996)
- Meirich, Susanne (1992): Vegetationsaufnahme des Wassereinzugsgebietes des Stausees Sidi M'Hamed Benaouada. Neu Isenburg: Selbstverlag, 91 S. (= unveröffentlichter Projektbericht)
- Meurer, Manfred 1986: Macchie und Garrigue im mediterranen Nordwesten Tunesiens. In: Geographische Rundschau 38, Heft 7-8, S. 395-403
- Meyer-Schönherr, Mirko (1992): Szenario-Technik als Instrument der strategischen Planung. Ludwigsburg: Wissenschaft & Praxis, 311 S. (= Schriftenreihe Unternehmensführung, Band 7)
- Nahal, Ibrahim (1975): Principes de conservation du sol. Collection de géographie applicable. Masson et Cie Editeurs. 120 Boulevard Saint-Germain, Paris.
- Neddens, Martin C. (1986): Ökologisch orientierte Stadt- und Raumentwicklung. Wiesbaden/Berlin: Bauverlag, 253 S.

- Odening, Martin (1994): Komplexitätsreduktion in Entscheidungsmodellen. Frankfurt (Main): Lang. (= Europäische Hochschulschriften, Reihe V - Volks- und Betriebswirtschaft, Vol 1622)
- Ogrysek, Hartmut (1994): Vegetationskundliche Studien im algerischen Tell-Atlas - Ein Beitrag zum Erosionsschutz, Diplomarbeit am Geographischen Institut der Rheinischen Friedrich-Wilhelm Universität Bonn
- Ortgiese, Michael (1997): Räumliche Planung unter Unsicherheit. Karlsruhe: Institut für Städtebau und Landesplanung. 142 S. (= Schriftenreihe Heft 28. hrsg. von Werner Köhl)
- Popper, Karl R. (1997³): Alles Leben ist Problemlösen – Über Erkenntnis, Geschichte und Politik. 3. Auflage, München: Piper, 336 S.
- Popper, Karl R. (1993⁴): Objektive Erkenntnis: ein evolutionärer Entwurf. Hamburg: Hoffmann und Campe, 4. Auflage (1. Aufl. 1972), 414 S. (= deutsche Übersetzung von Hermann Vetter)
- Prinz, Dieter; Gomer Dieter und Belz, Stefan (1994): Studies of the causes of soil erosion on marl soils in northern Algeria: The role of traditional soil tillage. In: Land Degradation and Rehabilitation, Vol. 5, S. 271-280
- Prinz, Dieter (1996): Water Harvesting – History, techniques and Trends. In: Zeitschrift für Bewässerungswirtschaft, 31. Jahrgang, Heft 1, S. 64 - 105
- Quaisser, Wolfgang et al. (1982): Stadt-Land-Beziehungen und Stadt-Land-Verflechtungen. In: Arbeitsgruppe Stadt-Land-Verflechtungen (Hrsg.), Schriften des Zentrums für regionale Entwicklungsforschung der Justus-Liebig-Universität Gießen, Gießen: Breitenbach Publishers, Band 22, S. 1-20
- Rabl, Klaus (1990): Strukturierung strategischer Planungsprozesse. Wiesbaden: Gabler, S. 213.
- Reibnitz, Ute von (1991): Szenario-Technik: Instrumente für die unternehmerische und persönliche Erfolgsplanung. Wiesbaden: Gabler, 279 S.
- Rink, Claus E. (1992): Beitrag zur Risikoanalyse im Umweltbereich. In: Spindler, Edmund A. (Hrsg): Risiko-UVP: die Umweltverträglichkeitsprüfung als Ansatz zur Risikoabschätzung für Unternehmen, Versicherungen und Banken. Bonn, S. 100-118
- Sauer, Bernd (1993): Strategische Situationsanalyse im Umweltmanagement. Wiesbaden: Deutscher Universitäts-Verlag, 279 S.
- Schmidt, B. (1985): Systemanalyse und Modellaufbau - Grundlagen der Simulationstechnik. Möller, D. und Schmitt, B. (Hrsg): Fachberichte Simulation, Band 1, Berlin: Springer, 243 S.
- Schmidt, Helmut (1985): Informationsinstrumente zur Umweltplanung - Theoretische, methodische und forschungspolitische Probleme. Frankfurt (Main): Haag+Herchen, 441 S.
- Schmidt, Ursula (1997): Vom Umgang mit Planungssystemen und Planungskonzepten. In: Maurer, Jakob et. al. (Hrsg.): Planungssysteme – Planungskonzepte, wie weiter?. Zürich: vdf Hochschulverlag. S. 110-144 (= ORL-Bericht 101/1996)
- Schmitz, Gottfried und Treuner, Peter (1990): Herausforderungen und Aufgaben der Raumplanung, Landes- und Regionalplanung für die 90er Jahre. Akademie für Raumforschung und Landesplanung (Hrsg.). Hannover: ARL, S. 16-35 (= Forschungs- und Sitzungsbericht 186)

- Schmitz, Gottfried (1997): Kommentar. In: Maurer, Jakob et. al. (Hrsg.): Planungssysteme – Planungskonzepte, wie weiter?. Zürich: vdf Hochschulverlag, S. 155-159 (= ORL-Bericht 101/1996)
- Scholl Bernd (1995): Aktionsplanung – Zur Behandlung komplexer Schwerpunktaufgaben in der Raumplanung. Zürich: vdf Hochschulverlag, 274 S.
- Scholl Bernd (1996): Die Planung von Großvorhaben als Einsichtsquelle für die Regionalplanung. Karlsruhe: Institut für Regionalwissenschaften, 18 S. (= Diskussionspapier, Heft 25)
- Scholles, Frank (1992): Bewertung der Umweltauswirkungen mit Umweltqualitätszielen und Risikoabschätzung. In: Spindler, Edmund A. (Hrsg): Risiko-UVP: die Umweltverträglichkeitsprüfung als Ansatz zur Risikoabschätzung für Unternehmen, Versicherungen und Banken, Bonn, S. 173-189
- Schönebeck, C. (1975): Der Beitrag komplexer Stadtsimulationsmodelle (vom Forrester-Typ) zur Analyse und Prognose großstädtischer Systeme. Basel: Birkhäuser, 118 S.
- Schramm, M. (1994): Ein kinematisches Erosionsmodell mit dynamischer Rillenmorphologie. Karlsruhe: Institut für Wasserbau und Kulturtechnik. (= Dr.-Ing. Diss. Universität Karlsruhe)
- Schrank, Andreas 1988: Die Situation der Weidewirtschaft im algerischen Tell-Atlas - das Beispiel Taassalet, Diplomarbeit am Institut für Geographie und Wirtschaftsgeographie, Universität Hamburg, 137 S.
- Schretzenmayr, Martina (1997): Was führt zum Scheitern raumplanerischer Konzepte? In: Maurer, Jakob et. al. (Hrsg.): Planungssysteme – Planungskonzepte, wie weiter? Zürich: vdf Hochschulverlag, S. 115-144 (= ORL-Bericht 101/1996)
- Steinborn, Dieter (1993): Die Analyse nominal-skaliertes Daten in Kontingenztafeln mit Assoziationsmaßen unter besonderer Berücksichtigung von Datenvariationen. Frankfurt (Main): Lang, 156 S. (=Europäische Hochschulschriften: Reihe 5, Volks- und Betriebswirtschaft, Bd. 1446)
- Simon, K.-H. (1989): Zur Anwendbarkeit der Systemtheorie auf Fragen der Raumentwicklung - Aspekte planerischer Theorie und Praxis nebst zweier Anwendungsskizzen. Kassel: Fachbereich Stadtplanung, Landschaftsplanung, 178 S. (= Dissertation Gesamthochschule Kassel)
- Stocking; Michael (1987): A methodology for erosion hazard mapping of the SADCC region, Workshop on Erosion Hazard Mapping, Lusaka, Zambia, 31 S.
- Strassert, Günter (1995): Das Abwägungsproblem bei multikriteriellen Entscheidungen. Grundlagen und Lösungsansatz – unter besonderer Berücksichtigung der Regionalplanung. Frankfurt (Main): Lang, 111 S.
- Strassert, Günter (1999): Zu der Möglichkeit eines kurzen Lösungsweges bei dem Formalisierten Abwägungs- und Rangordnungsverfahren (FAR) – zugleich eine Stellungnahme zu den Beiträgen von Köhl [1998] und Callis [1999]. In: VR, 61 Jg., Heft 3, S. 417-428
- Strunz, Herbert (1993): Umweltmanagement: Konzepte - Probleme – Perspektiven. Wien: Springer, 161 S.
- Sunzi (1999): Die Kunst des Krieges. München: Drömer, 160 S.

- Sydow, Achim (Hrsg.) (1980): *Anwendungsaspekte der Systemanalyse*. Berlin: Akademie-Verlag, 157 S. (= Ausgewählte Beiträge der 7. Jahrestagung „Grundlagen der Modellierung und Simulation“, Rostock, 12.-14. Dez. 1978)
- Taabni, Mohamed und Kouti, Abdelaziz (1993): *Stratégies de conservation, mise en oeuvre et réaction du milieu et des paysans dans l'ouest Algérien*. In: *Bull. Association Géographique Française*, Paris, 1993 - 5, S. 408-422
- Taabni, Mohamed (1994): *Les programmes „Développement de l'Agriculture de Montage“ dans le nord-ouest Algérien: Apport et limites dans la dynamisation du secteur agricole traditionnel*. 1er Colloque de Géographie: Développement et Environnement au Maghreb, SFAX, 14 - 16 Mars 1994, 13 S.
- Trautmann Michael (1993): *Die Reduktion Strategischer Geschäftsfelder – Ein Beitrag zum ökologieorientierten Marketing*. Augsburg: FGM (= Fördergesellschaft Marketing an der Universität Augsburg e. V.), 278 S.
- Trautmann, Wolfgang 1979: *Entwicklung und Probleme der Agrarreform in Algerien*. In: *Erdkunde*, Band 33, Heft 3, S. 215 - 226
- Treuner, Peter 1994: *Regionalentwicklung im Spannungsfeld zwischen Zentrum und Peripherie – Entwicklungsperspektiven für den Gesamttraum Brandenburg-Berlin*. In: *Institut für Regionalentwicklung und Strukturplanung (IRS) (Hrsg.): Raumordnung in Brandenburg und Berlin*, Berlin: Selbstverlag, S. 57-61
- Vester, Frederic und Hesel, Alexander (1980): *Sensitivitätsmodell - Regionale Planungsgemeinschaft Untermain Frankfurt am Main*, Im Auftrag des Umweltbundesamtes, Forschungsbericht 80-101 040 34, 282 S.
- Vester, Frederic (1980): *Neuland des Denkens: Vom technokratischen zum kybernetischen Zeitalter*. Stuttgart: Deutsche Verlags-Anstalt, 538 S.
- Vester, Frederic (1983): *Ballungsgebiet in der Krise: Vom Verstehen und Planen menschlicher Lebensräume*. München: Deutscher Taschenbuchverlag, 148 S.
- Vester, Frederic (1989): *Unsere Zukunft - Veränderungen im Umgang mit komplexen Systemen der Wirtschaft, Umwelt und Gesellschaft*. In: *Schweizer Ingenieur- und Architekten-Verein (Hrsg.): Vernetzte Systeme - ganzheitliches Denken*, 8. Engelberger Tagung, Engelberg: Selbstverlag, S. 13-21
- Vester, Frederic (1989): *Einführung in die Gruppenarbeit*. In: *Schweizer Ingenieur- und Architekten-Verein (Hrsg.): Vernetzte Systeme - ganzheitliches Denken*, 8. Engelberger Tagung, Engelberg: Selbstverlag, S. 21 – 35
- Vester, Frederic (1990): *Ausfahrt Zukunft - Strategien für den Verkehr von morgen - Eine Systemuntersuchung*. München: Heyne, 484 S.
- Vester Frederic (1991): *Ausfahrt Zukunft: Material zur Systemuntersuchung*. (Hrsg.): Studiengruppe für Biologie und Umwelt GmbH. München: Selbstverlag, 127 S.
- Voigt, Kai-Ingo (1992): *Strategische Planung und Unsicherheit*. Wiesbaden: Gabler, 660 S.
- Wiechmann, Thorsten (1998): *Vom Plan zum Diskurs? Anforderungsprofil, Aufgabenspektrum und Organisation regionaler Planung in Deutschland*. 1. Auflage, Baden-Baden: nomos, 335 S.
- Willke, Helmut (1993⁴): *Systemtheorie - Eine Einführung in die Grundprobleme der Theorie sozialer Systeme*. Stuttgart: Fischer, 4. Auflage, 313 S.

- Wischmeier, W. H. und Smith, D. D. (1978): Predicting rainfall erosion losses - a guide to conservation planning. Supersedes Agriculture Handbook No. 537, United States Department of Agriculture, Washington, D. C., 58 S.
- Zalad, Konstantin (1997): Von der Raum-Planung zum Raum-Management. In: Maurer, Jakob et. al. (Hrsg.): Planungssysteme – Planungskonzepte, wie weiter? Zürich: vdf. Hochschulverlag, S. 81-100 (=ORL-Bericht 101/1996)

Abbildungsverzeichnis

| | |
|---|----|
| Abbildung 1-1: Realisierte Speicher mit den entsprechenden Wassereinzugsgebieten im Nordwesten von Algerien..... | 12 |
| Abbildung 1-2: Zunahme der Bevölkerung in Algerien [Arnold 1995]..... | 13 |
| Abbildung 1-3: Schema zum Aufbau der Arbeit..... | 16 |
| Abbildung 2-1: Grundzüge der verschiedenen Aufgabentypen [Scholl 1996] | 20 |
| Abbildung 2-2: Struktur von natürlichen und anthropogenen Einflußfaktoren auf die Bodenerosion | 27 |
| Abbildung 3-1: Strategie als Problemfindungs- Problemlösungspfad in komplexen Situationen (nach Hinterhuber [1990 ² :178]) (S1, S2... Sn: strategische Entscheidungen als Festlegungen für eine unter mehreren Möglichkeiten)..... | 33 |
| Abbildung 3-2: Vierstufiges Schema zur Wissenschaftstheorie (nach Popper [1997 ³ :15ff]) .. | 36 |
| Abbildung 3-3: Dualismus zwischen Problemfeld und strategischem Aufgabenfeld | 36 |
| Abbildung 3-4: Verhältnis von Informationsbedarf, -angebot und -nachfrage (nach Bertel [1992 ³ :875]). | 38 |
| Abbildung 3-5: Aktionsbereich der Strategie und strategische Ebenen (in Anlehnung an Hinterhuber [1990 ² :55])..... | 45 |
| Abbildung 3-6: Abstimmungsbedarf bei strategischen Aufgaben [Grünig/Kühn 2000:194] .. | 46 |
| Abbildung 3-7: Interdependenzen zwischen strategischen Aufgabenfeldern und Aufgabenbereichen (nach Grünig/Kühn [2000:196]. | 47 |
| Abbildung 3-8: Zusammenhang zwischen Umsetzung, Verfolgung und Entwicklung von Strategien..... | 49 |
| Abbildung 3-9: Arbeitsschwerpunkte und zentrale Ergebnisse bei der Strategieentwicklung | 50 |
| Abbildung 3-10: Abstimmungsbedarf bei der Erkundung von Strategien auf unterschiedlichen strategischen Ebenen | 52 |
| Abbildung 3-11: Wirkungsgefüge (formale Darstellung) eines offenen Systems (nach Vester [1991:111] und Daenzer [1989:14])..... | 59 |
| Abbildung: 3-12: Beziehung zwischen zwei Elementen (nach Krause [1980:55])..... | 65 |
| Abbildung 3-13: Parallelkopplung und n - Parallelkopplung..... | 66 |
| Abbildung 3-14: Exemplarische Beispiele für eine direkte und indirekte Rückkopplung [Klug/Lang 1983:58] | 66 |
| Abbildung 4-1: Wassereinzugsgebiet des Speichers Es Saada | 71 |
| Abbildung 4-2: Planungs- und Entscheidungsschritte zur Erkundung von Strategien des Erosionsschutzes und der Sedimentrückhaltung in Mergeln für den Speicher Es Saada | 73 |

| | |
|---|-----|
| Abbildung 4-3: Vegetations- und Nutzungseinheiten (nach IFG [1987] und Meirich [1992])..... | 77 |
| Abbildung 4-4: Ursachen und Folgen von Prozessen der lokalen Konzentration und Abwanderung der Bevölkerung im ländlichen Raum..... | 81 |
| Abbildung 4-5: Merkmalsausprägungen der sozioökonomischen Teilsysteme der ‚Tertiären Mergel‘ | 83 |
| Abbildung 4-6: Jahresniederschläge für die Station Oued El Abtal (Datengrundlage: Wittenberg [1992]) | 85 |
| Abbildung 4-7: Bandbreite für unterschiedliche Perioden des Niederschlagsgeschehens..... | 85 |
| Abbildung 4-8: Beziehung zwischen dem mittleren Jahresniederschlag und der Wahrscheinlichkeit des Unterschreitens des Grenzniederschlags für den Getreideanbau von 300 bzw. 350 mm/Jahr (Datenbasis: 20 Meßstationen) | 87 |
| Abbildung 4-9: Mittlere Jahresniederschläge [Wittenberg 1992] | 89 |
| Abbildung 4-10: Hydrologische Teilsysteme..... | 91 |
| Abbildung 4-11: Zusammenhang zwischen Linienerosion in Mergeln und der Einschränkung des Handlungsspielraums bei der Bewirtschaftung des Wasserdargebotes von Speichern..... | 93 |
| Abbildung 4-12: Zusammenhang zwischen dominierenden Formen der Linienerosion, den Mergelformationen und den Haupteinflußfaktoren | 96 |
| Abbildung 4-13: Geologische Formationen und ihre Einstufung in Klassen der Empfindlichkeit gegenüber Formen und Prozessen der Linienerosion | 98 |
| Abbildung 4-14: Einteilung der Böden nach Abflußwirksamkeit und ackerbaulicher Nutzungsmöglichkeit für den Getreideanbau..... | 102 |
| Abbildung 4-15: Betriebssystem der Bergbauern im mittleren Bereich der ‚Tertiären Mergel‘ | 104 |
| Abbildung 4-16: Nutzungsweise ackerbaulich nutzbarer Böden | 105 |
| Abbildung 4-17: Folgewirkungen von Jahren oder Perioden der Trockenheit | 106 |
| Abbildung 4-18: Komponenten zur Beschreibung der Erosionsgefährdung durch die Nutzungsform des Bodens für den Bereich der ‚Tertiären Mergel‘ | 109 |
| Abbildung 4-19: Zusammenhang zwischen Tendenzen der Änderung der Nutzungs- form und einer lokalen Erhöhung der Erosionsgefährdung bei gemischter Nutzungsform aus extensiver Viehwirtschaft und ertragslabilem Getreideanbau..... | 110 |
| Abbildung 5-1: Gefährdungskomponenten der Mergel durch Linienerosion | 113 |
| Abbildung 5-2: Degradierete und potentiell gefährdete Böden im Bereich mit einer Grundgefährdung der Mergel durch Linienerosion | 117 |
| Abbildung 5-3: Zonen unterschiedlicher Gefährdung durch Linienerosion | 119 |
| Abbildung 5-4: Komponenten zur Auswahl und räumlichen Zuordnung von Maßnahmen des Erosionsschutzes und der Sedimentrückhaltung | 121 |

| | |
|--|-----|
| Abbildung 5-5: Art und Struktur der Maßnahmen des Erosionsschutzes und der Sedimentrückhaltung | 123 |
| Abbildung 5-6: Zonen unterschiedlicher Eignung von technischen Maßnahmen des Erosionsschutzes und der Sedimentrückhaltung | 129 |
| Abbildung 5-7: Arbeitsschritte zur Erkundung und Abstimmung von Strategien | 132 |
| Abbildung B-1: Bevölkerung im ländlichen Raum und in den Städten und Gemeinden in 1987 | 167 |
| Abbildung B-2: Zu- und Abnahme der Bevölkerung zwischen 1977 und 1987 im ländlichen Raum sowie in den Orten und Städten..... | 168 |
| Abbildung E-1: Aktueller Degradierungszustand der Böden..... | 176 |
| Abbildung F-1: Mittlerer Niederschlagsverlauf bezogen auf den Jahresniederschlag von 6 Stationen in der Pilotzone Taassalet (Datenquelle: Institut für Wasserbau und Kulturtechnik)..... | 177 |
| Abbildung I-1: Relief der ‚Tertiären Mergel‘ | 185 |
| Abbildung I-2: Exposition in den ‚Tertiären Mergeln‘ | 185 |
| Abbildung I-3 : Struktur der Untereinzugsgebiete - bezogen auf die Hauptvorfluter | 185 |
| Abbildung J-1: Verschneidungsschema zur Erfassung der Grundgefährdung der Mergel durch Linienerosion | 186 |
| Abbildung J-2: Grundgefährdung der Mergel durch Linienerosion..... | 189 |
| Abbildung K-1: Verschneidungsschema der Gefährdung der Böden durch Oberflächenabfluß | 190 |
| Abbildung K-2: Gefährdung der Böden durch Oberflächenabfluß | 192 |
| Abbildung L-1: Verschneidungsschema der Gefährdung der Böden durch die aktuelle Nutzungsform..... | 193 |
| Abbildung L-2: Gefährdung der Böden durch die aktuelle Nutzungsform..... | 195 |
| Abbildung M-1: Einflußfaktoren und Grundsätze der Einstufung der Gefährdung der Böden durch die Änderung der Nutzungsform beim Getreideanbau | 196 |
| Abbildung M-2: Gefährdung der Böden durch Änderung der Nutzungsform beim Getreideanbau | 197 |
| Abbildung O-1: Verschneidungsschema zur Identifizierung potentiell für den Getreideanbau geeigneter Flächen..... | 199 |
| Abbildung O-2: Potentiell für den Getreideanbau geeignete Flächen..... | 200 |
| Abbildung O-3: Verschneidungsschema zur Einteilung der Untereinzugsgebiete nach der Eignung für wasserbauliche Maßnahmen und nach Potentialen für den Getreideanbau..... | 201 |
| Abbildung O-4: Einteilung der Untereinzugsgebiete nach der Eignung für wasserbauliche Maßnahmen und Potentialen für den Getreideanbau | 202 |

Tabellenverzeichnis

| | |
|--|-----|
| Tabelle 2-1: Ansätze zur Abschätzung von Bodenabtrag, Oberflächenabfluß und Sedimenttransport (nach Jansson [1982])..... | 25 |
| Tabelle 3-1: Grundlegende Arten strategischer Vorgehensweisen mit ihren dominierenden Bezugsebenen | 42 |
| Tabelle 3-2: Merkmale der vier wichtigsten Skalentypen..... | 61 |
| Tabelle 3-3: Typisierung von Systemelementen und deren Ausprägungen | 64 |
| Tabelle 4-1: Exemplarische Darstellung von Problem- und Konfliktfeldern bei der Bewirtschaftung des Wassereinzugsgebietes des Staudamms Es Saada | 74 |
| Tabelle 4-2: Einteilung der Böden nach deren Abflußwirksamkeit und Eignung für den Getreideanbau (Bodenklassen nach Vogt et al. [1992]) | 100 |
| Tabelle 4-3: Abflußverhalten und Oberflächenerosion bei unterschiedlichen Nutzungselementen (nach Arabi [1991: 202- 205]) | 107 |
| Tabelle 4-4: Nutzungsintensität extensiver Weidewirtschaft und ertragslabilen Getreideanbaus für die Vegetations- und Nutzungseinheiten in den ‚Tertiären Mergeln‘ | 109 |
| Tabelle 5-1: Potentiale für den Getreideanbau | 124 |
| Tabelle 5-2: Einteilung der Untereinzugsgebiete für wasserbauliche Maßnahmen | 125 |
| Tabelle 5-3: Abstimmung von Maßnahmenbündeln für unterschiedliche Teilräume..... | 131 |
| Tabelle 5-4: Mögliche langfristige Grundsätze für das Schwerpunktthema des Erosionsschutzes und der Sedimentrückhaltung und deren zeitliche Bedeutung..... | 136 |
| Tabelle C-1: Bevölkerung zwischen 1966 und 1987..... | 169 |
| Tabelle C-2: Bandbreite der Zu- bzw. Abnahme der Bevölkerung im Jahre 2010 für das Wassereinzugsgebiet und sein näheres Umfeld..... | 170 |
| Tabelle C-3: Bandbreite der Zu- bzw. Abnahme der Bevölkerung im Jahre 2010 für das westliche Teilsystem der ‚Tertiären Mergel‘ | 170 |
| Tabelle C-4: Bandbreite der Zu- bzw. Abnahme der Bevölkerung im Jahre 2010 für das mittlere Teilsystem der ‚Tertiären Mergel‘ | 171 |
| Tabelle C-5: Bandbreite der Zu- bzw. Abnahme der Bevölkerung im Jahre 2010 für das östliche Teilsystem der ‚Tertiären Mergel‘ | 171 |
| Tabelle D-1: Liste mit den erhobenen Einrichtungen der technischen und sozialen Infrastruktur in den Städten und Gemeinden..... | 172 |
| Tabelle D-2: Ausstattung der Städte und Gemeinden mit technischer und sozialer Infrastruktur..... | 173 |
| Tabelle F-1: Ernteerträge für Hartweizen und Gerste und Jahresniederschläge (Datenbasis: Proben von Feldern kooperierender Bauern in der Pilotzone Taassalet)..... | 178 |

| | |
|---|-----|
| Tabelle G-1: Erhebung der natürlichen Vegetation [Ogrysek 1994] | 179 |
| Tabelle J-1: Zusammenfassung der Variablen für die Erfassung der Grundgefährdung der Mergel durch Linienerosion (Rillen- und Rinnenerosion) | 187 |
| Tabelle J-2: Zusammenfassung der Variablen für die Erfassung der Grundgefährdung der Mergel durch Linienerosion (Tunnelerosion, Solifluxion, oberflächliches Abbröckeln)..... | 188 |
| Tabelle K-1: Zusammenfassung der Einflußfaktoren für die Gefährdung der Böden durch Oberflächenabfluß | 191 |
| Tabelle L-1: Zusammenfassung der Einflußfaktoren für die Erfassung der Erosionsgefährdung der Böden durch die aktuelle Nutzungsform..... | 194 |

Anhangverzeichnis

| | |
|--|-----|
| Anhang A: Beschreibung der Vegetations- und Nutzungseinheiten | 161 |
| Anhang B: Sozioökonomische Rahmendbedingungen | 164 |
| Anhang C: Bandbreite der zukünftigen Zu- bzw. Abnahme der Bevölkerung in den sozioökonomischen Zonen und Teilsystemen | 169 |
| Anhang D: Ausstattung mit technischer und sozialer Infrastruktur | 172 |
| Anhang E: Beschreibung der Einstufung der Böden..... | 174 |
| Anhang F: Einfluß des Niederschlagsverlauf in der Wachstumsphase auf die Getreideernte..... | 177 |
| Anhang G: Natürliche Vegetationsbedeckung in unter Schutz gestellten Gebieten | 179 |
| Anhang H: Besitz- und Nutzungsverhältnisse im Untereinzugsgebiet des Atrous..... | 181 |
| Anhang I: Topographie und räumliche Untergliederung der ‚Tertiären Mergel‘ | 184 |
| Anhang J: Grundgefährdung der Mergel durch Linienerosion | 186 |
| Anhang K: Gefährdung der Böden durch Oberflächenabfluß..... | 190 |
| Anhang L: Gefährdung der Böden durch die aktuelle Nutzungsform..... | 193 |
| Anhang M: Gefährdung der Böden durch die Änderung der Nutzungsform beim Getreideanbau | 196 |
| Anhang N: Arten und Bereiche unterschiedlicher Gefährdung der Mergel durch Linienerosion | 198 |
| Anhang O: Eignung technischer Maßnahmen zum Schutz des Bodens vor Bodenerosion und des Speichers vor Verlandung..... | 199 |
| Anhang P: Exemplarische Zusammenstellung von Wirkungen auf die Schutzgüter | 203 |

Anhang A: Beschreibung der Vegetations- und Nutzungseinheiten

Bewässerungswirtschaft in den Talauen: Bewässerungsflächen befinden sich aufgrund der Wasserverfügbarkeit vornehmlich entlang des Oued Mina, des Oued Haddad und des Oued Abt. Seit 1988 besitzt der private Sektor in Algerien die Erlaubnis, Gemüse zu produzieren und zu vermarkten. Aufgrund dieser Tatsache und durch die steigende Nachfrage nach Gemüse durch die stark zunehmende Bevölkerung wird der Druck auf das Wasserdargebot ständig größer. In diesem Zusammenhang sind noch die Bewässerungsflächen in den ‚Kalksteinen des Trias‘ bei Takhemaret hervorzuheben, die aufgrund ihres Flächenanteiles eine große wirtschaftliche Bedeutung und Anziehungskraft für die dort lebende Bevölkerung besitzen. Das Bewässerungswasser wird dort zum großen Teil aus Grundwasservorkommen geschöpft.

Intensiver Ackerbau mit teilweisen Baumkulturen: Es handelt sich um Flächen, die großflächig maschinell bearbeitet werden und in denen weitgehend die natürliche Vegetation ausgeräumt ist. Sie umfassen ca. 14% der Fläche des Wassereinzugsgebietes. Auf einzelnen Flächen befinden sich auch Obstbaumkulturen. Insgesamt kann man davon ausgehen, daß die für den Ackerbau geeigneten Produktionsstandorte größtenteils erschlossen sind, so daß Produktionssteigerungen nicht mehr durch eine Ausdehnung der Fläche, sondern vornehmlich durch eine Intensivierung der Landwirtschaft möglich sind. Die begrenzten Niederschlagsverhältnisse stellen jedoch in vielen Gebieten einen limitierenden Faktor dar (siehe hierzu Abschnitt 4.1.4). Realistischerweise muß man eher davon ausgehen, daß infolge der verhältnismäßig feuchten Jahre zwischen 1945 und 1975 Flächen unter den Pflug genommen wurden, die jedoch bei einer langjährigen Betrachtungsweise für den Getreideanbau als zu niederschlagsarm anzusehen sind.

Ackerbau mit Weidewirtschaft: Die Gebiete mit einer Mischnutzung aus dominierendem Ackerbau und Weidewirtschaft liegen verstreut im Wassereinzugsgebiet und bedecken ca. 15 % der Fläche. Die ackerbaulich nutzbaren Flächen, auf denen vorwiegend Getreide angebaut wird, werden meist kleinräumig durch anstehendes Gestein zerteilt.

Weidewirtschaft und Ackerbau auf vegetationslosen Böden: Diese Gebiete konzentrieren sich im mittleren Bereich der ‚Tertiären Mergel‘ und sind geprägt durch ein hügeliges und zerschnittenes Gelände. Wie gezeigt wurde, liefert dieser Bereich den Hauptteil der Sedimente und besitzt daher eine besondere Bedeutung für die Verlandung des Speichers Es Saada. Der Getreideanbau auf ackerbaulich nutzbaren Flächen dient vornehmlich der Selbstversorgung der Bergbauern und als zusätzliches Viehfutter, da die natürliche Vegetation keine ausreichende Futterbasis darstellt. Die Haupteinnahmequelle der dort in dispers gelegenen Gehöften lebenden Bergbauern ist die extensive Viehwirtschaft. Weitere Ausführungen zum Betriebs- und Nutzungssystem der Bergbauern siehe Abschnitt 4.2.3. Auf nicht ackerbaulich genutzten Flächen dominiert eine Garigue-Gesellschaft, die kurz vor dem Zusammenbruch ist [Meirich 1992:12]. Eine mögliche schützende Vegetationsdecke jährlicher Pflanzen kann sich infolge der zu starken Beweidung nicht ausbilden. Ödflächen sind auch auf aufgelassenen oder unfruchtbar gewordenen Ackerflächen entstanden. Diese werden so intensiv beweidet, daß sich keine Vegetation etablieren kann [Meirich 1992:87]. Hiervon ist der Bereich im Nordwesten in unmittelbarer Umgebung des Speichers Es Saada besonders betroffen, der durch extrem niedrige Niederschlagswerte gekennzeichnet ist. Ogrysek [1994:17] geht in seiner Arbeit davon aus, daß es sich bei diesem Gebiet ursprünglich um ein Steppengebiet handelt, in dem das Halfagras eine weitaus größere Ausdehnung besaß als die jetzige Restfläche. Aufgrund des starken Weidedruckes war die Bodenbedeckung, die mit zunehmenden Niederschlägen leicht zunimmt, im Mittel meist niedriger als 15%. Von einer Schutzfunktion der natürlichen Vegetation kann daher kaum noch gesprochen werden. Im Nordwesten erreichten

die Getreidefelder in der Wachstumsperiode 1991/92 auch nur eine geringe Bodenbedeckung von höchstens 20 %. In den höhergelegenen Gebieten mit mehr Niederschlag stieg dieser Wert auf 40 % an.

Weidewirtschaft in Steppen: Die Steppen umfassen ca. 19 % der Fläche des Wassereinzugsgebietes und sind durch nährstoffarmes Bodensubstrat und meist geringen Niederschlag gekennzeichnet. Sie befinden sich vornehmlich in den Tallagen des Oued Abd, des Oued Tat und im Südwesten der ‚Tertiären Mergel‘. Diese meist stark überweideten Gebiete besitzen häufig einen hohen Steinanteil. Die Vegetationsbedeckung ist fleckig und liegt aufgrund der Überweidung bei nur ca. 15 % (März/April 1992). Die Steppe besteht vorwiegend aus Zwergsträuchern der Garigue und jährlichen Pflanzenarten. Trotz der geringen Bodenbedeckung ist auf den Erhebungspartellen mit über 60 Pflanzenarten die Vielfalt erstaunlich hoch [Meirich 1992:55], so daß die natürliche Vegetation bei Nichtbeweidung sich zumindest teilweise wieder etablieren könnte. Die wenigen aufgelassenen Ackerflächen besitzen einen Ödlandcharakter [Meirich 1992:55]. Nur kleinräumig befinden sich im Süden des Wassereinzugsgebietes noch Flächen von Stipa-Steppe, die durch die intensive Nutzung der Nomaden auch durch Überweidung gekennzeichnet sind.

Weidewirtschaft in Macquis: Die Macquis besitzt mit ca. 32 % einen hohen Flächenanteil, der fast ausschließlich auf den Bergrücken anzutreffen ist. Eine gut erhaltene Macquis besitzt eine Bodenbedeckung von über 90 % und weist im Vergleich zu aufgeforsteten Monokulturen eine sehr hohe Anzahl (>100) an unterschiedlichen, meist strauchartigen Pflanzenarten auf [Meirich 1992:10]. Durch diese Vielfalt und die Krautschicht bietet sie im Frühjahr für die Weidetiere ein sehr eiweißreiches Futter, das bis in den Herbst mit den zumindest immergrünen Sträuchern abwechslungsreich bleibt. Die Krautschicht reagiert am empfindlichsten auf Überweidung. Die Macquis ist nicht nur oberirdisch, sondern durch ein stark verzweigtes Wurzelwerk auch in der Tiefe ein sicherer und ganzjähriger Schutz des Bodens. Zudem sorgt sie für Kontinuität des Bestandes und Beweidungsmöglichkeiten auch über längere Trockenperioden [Meirich 1992:8]. Mit zunehmendem Anteil an Krautschicht, was ein Zeichen von Beweidung ist, unterliegt der Bedeckungsgrad und der Futterwert einer Macquis stärker den klimatischen Schwankungen. Die Macquis besitzt neben dem Bodenschutz für die Weidewirtschaft die Funktion permanenter Futterreserven für das Vieh [Meirich 1992:43].

Zeichen der Überweidung sind in vielen Bereichen der Macquis zunehmend feststellbar. Die Fraßgänge zwischen den Sträuchern werden immer breiter, die Verjüngung der Sträucher findet nur noch innerhalb des Horstes statt, die Zwergsträucher verschwinden, und es bilden sich offene Stellen, die dem Wasserabfluß Angriffsmöglichkeiten bieten und in Mergeln zu Linienerosion führen. In stärker degradierten Bereichen ist die Schutzfunktion der Macquis nur noch bedingt gewährleistet.

Aufforstungen: Im Wassereinzugsgebiet nehmen Aufforstungen eine Fläche von ca. 5,7 % ein und kommen nur sehr fragmentiert vor. Natürliche Waldbestände gibt es im Wassereinzugsgebiet fast überhaupt nicht. Aufforstungen wurden häufig auf Bereichen der Macquis erstellt, so daß deren Funktion durch die Aufforstungen meist zerstört wurde. In Kombination mit der Errichtung von Terrassen wurde in vielen Fällen auch die Bodenstruktur stark geschädigt.

In der Regel erfolgten Aufforstungen meist als Monokulturen mit Pinus oder Eukalyptus, so daß, im Vergleich zur Macquis, keine ökologisch und wirtschaftlich bessere Vegetationsbedeckung erstellt wurde. Aufforstungen in unmittelbarer Nähe des Speichers Es Saada zielten auf einen Schutz des Speichers vor Verlandung ab. Diese Funktion konnten und können sie jedoch nicht erfüllen, da sie im Unterwuchs eine flächendeckende Vegetationsbedeckung verdrängen [Ogrysek 1994:23/69, Meirich 1992:60].

In den meisten Gebieten des Wassereinzugsgebietes sind die mittleren Jahresniederschläge niedriger als 400 mm, so daß sich auch aus wirtschaftlichen Gründen eine Forstwirtschaft nicht anbietet [IFG 1987:96]. Untersuchungen nach Schröder [Meirich 1993:147] ergaben, daß die Beweidung der Bereiche mit permanenter Vegetation für die Bergbauern eine höhere Bedeutung besitzt und den mittleren jährlichen Gesamtwert der gewerblichen Forstnutzung um das Dreifache übertrifft. Bei den Aufforstungen neueren Datums sind die Pflanzen aufgrund der letzten Trockenperiode so klein und kümmerlich, daß noch nicht sicher ist, ob der Bestand überlebt [Meirich 1992:91]. Durch Waldbrände, Krankheit und Schädlingsbefall (Prozessionsspinner) sind ganze als Monokulturen ausgeführte Pinus-Aufforstungen schon zerstört oder gefährdet [Meirich 1992:34; Ogrysek 1994:65; Kouri 1991:34]. Zudem unterliegen auch die Aufforstungen, da sie ja in traditionellen Weidegebieten erstellt wurden, einer mehr oder weniger starken Beweidung und damit auch dem Verbiß durch Tiere. Nach Arabi [1991:43,44] haben vergleichende Betrachtungen zwischen 1980 und 1989 ergeben, daß die aufgeforsteten Flächen den Verlust durch Waldbrände nicht ausgleichen konnten.

Anhang B: Sozioökonomische Rahmendbedingungen

Wirtschaftliche und soziale Entwicklung in Algerien

Das algerische Entwicklungsmodell ist, nach der Unabhängigkeit von Frankreich im Jahre 1962, durch einen sozialistischen oder staatskapitalistischen Weg gekennzeichnet. Der Staat griff sehr stark in das Wirtschaftsleben ein und gab der Industrialisierung eindeutig Priorität. Die Investitionen wurden durch Einnahmen aus dem Öl- und Erdgasexport finanziert. Durch den beachtlichen Industriebesatz erreichte man zwar in vielen Gebieten eine autarke Güterversorgung, dem stehen jedoch eine geringe Kapitaleffizienz, wenig konkurrenzfähige Produkte und neue technologische Abhängigkeiten von den Industrieländern gegenüber [Arnold 1995:17].

Die Landwirtschaft und der ländliche Raum blieben das Stiefkind der wirtschaftlichen Entwicklung in Algerien. Heute müssen zwischen 60 und 70 % der Grundnahrungsmittel importiert werden. Die Ursachen liegen in der erhöhten Nachfrage durch die Zunahme der Bevölkerung und in der stagnierenden Produktion bei den meisten Erzeugnissen auf dem Niveau der fünfziger Jahre. Die Produktion von Getreide, der wichtigsten Nahrungsfrucht, stagniert seit 1965. Der Anstieg der Gemüseproduktion ist vor allem der Verdienst des privaten Sektors. Obwohl die Viehzählungsergebnisse mit Vorsicht zu bewerten sind, ist vor allem bei den Schafen eine starke Zunahme der Tierbestände feststellbar, der den Druck auf die natürliche Vegetation vergrößert. Sowohl beim Gemüseanbau wie auch bei der Fleischproduktion sind hohe Preise der Hauptanreiz für die Produktionssteigerungen. Im Gegensatz dazu unterliegt der Getreidepreis staatlichen Reglementierungen. Durch den weiteren Anstieg der Bevölkerung und die zunehmende Verstädterung steht das Land vor schweren Versorgungsproblemen.

Algerien besitzt stark ausgeprägte räumliche Disparitäten, die durch ein Nord-Süd und ein Stadt-Land-Gefälle gekennzeichnet sind. Das Land befindet sich in einem raschen Wandel seiner Bevölkerungs-, Gesellschafts-, Sozial- und Siedlungsstruktur. Es ist gekennzeichnet durch ein hohes Bevölkerungswachstum von ca. 3,1 % (1977-1987) pro Jahr (eine Verdoppelung der Bevölkerung in weniger als 25 Jahren), durch eine steigende Lebenserwartung von 47 auf 65 Jahre, einen Anstieg der Stadtbevölkerung von 30 % auf 52 % (1960-1990), einen Rückgang des Anteils der landwirtschaftlichen Erwerbspersonen von 67 % auf 23 % (1960-1990), einen Anstieg der Arbeitslosen auf 25-30 % der Erwerbspersonen (85 % der Arbeitslosen sind jünger als 30 Jahre; von diesen starken Jahrgängen ist jetzt jeder zweite ohne Arbeit), eine Beschleunigung der Inflation und durch die Andauer der Wohnungsnot. Mehr als 50 % der Bevölkerung ist jünger als 20 Jahre, so daß Algerien zur Zeit mehr Schüler als Erwerbspersonen zählt.

Das starke Wachstum der Bevölkerung wird noch jahrzehntelang anhalten, selbst wenn es gelingen sollte, die Fertilitätsziffer rasch zu senken. So geht man davon aus, daß sich die Bevölkerung von ca. 25 Millionen Einwohner im Jahr 1987 bis zum Jahre 2010 auf ca. 40-50 Millionen Menschen verdoppeln wird. Aufgrund der weiter fortschreitenden Verstädterung wird es zu erheblichen Verschiebungen bei den Verflechtungen zwischen städtischen und ländlichen Gebieten kommen. Diese Prozesse werden durch soziale, wirtschaftliche und physische Disparitäten in ihrer Ausprägung und den damit verbundenen Folgewirkungen räumliche Unterschiede aufweisen und bedingen daher unterschiedliche lokale Lösungsansätze.

Dichte, Zu- und Abnahme der Bevölkerung in den Gemeinden und Städten sowie im ländlichen Raum

Die folgenden Ausführungen basieren auf den Auswertungen der Daten zu den Volkszählungen von 1966/77/87. Die Bevölkerungsdichte im ländlichen Raum schwankte im Jahr 1987 innerhalb des Wassereinzugsgebietes zwischen 156 Einwohnern/km² im nordwestlichen Gebiet von Tighenif und 2 Einwohner/km² im südlichen Steppenbereich des Sersou (siehe Abbildung B-1). Eine Erhebung der größeren Douars innerhalb des ländlichen Raumes ergab, daß sich die Bevölkerung in der Vergangenheit an bestimmten Orten verdichtete [Honermann 1992:16]. Die Gebiete der Konzentration waren:

- entlang der Hauptvorfluter, wo eine begrenzte Bewässerung landwirtschaftlicher Flächen möglich und die Wasserversorgung des Viehes einfacher ist,
- entlang der Zonen mit permanenter Vegetation, wodurch in den Trockenmonaten die Futtermittellieferung des Viehes gewährleistet ist und
- im Umfeld der relativ größeren Städte wie Tighenif, Takhemaret und Frenda sowie entlang der größeren Verkehrswege - wegen besserer Möglichkeiten, sich zusätzlich monetäre Einnahmen zu erschließen.

Die Zu- und Abnahme der Bevölkerung im ländlichen Raum schwankte im Zeitraum zwischen 1977 und 1987 bei einem Mittelwert von ca. 1,3 % zwischen -1,8 % und 4,2 % (siehe Abbildung B-2). Trotz des insgesamt starken Wachstums der Bevölkerung im Untersuchungsgebiet von ca. 3,1 % pro Jahr ist somit in manchen Gebieten ein effektiver Rückgang der ländlichen Bevölkerung feststellbar. Diese Bereiche sind vor allem landwirtschaftliche Grenzertragsstandorte mit niedrigen mittleren Jahresniederschlägen, die eine vergleichsweise geringe Bevölkerungsdichte und eine disperse Siedlungsstruktur aufweisen und durch die extrem trockenen Jahre in den letzten 15 Jahren wirtschaftlich am stärksten getroffen wurden. Der mittlere Bereich der ‚Tertiären Mergel‘ mit hohem Sedimenttransport in unmittelbarer Nähe des Speichers Es Saada fällt in diese Gruppe und ist gekennzeichnet durch Prozesse der lokalen Konzentration und Abwanderung.

Die Städte und Gemeinden wiesen zwischen 1966 und 1977 im Mittel ein starkes Wachstum von 3,7 % pro Jahr auf, das zwischen 1977 und 1987 sogar noch auf 4,9 % pro Jahr anstieg. In Gebieten mit geringen natürlichen Potentialen und abnehmender oder stagnierender Bevölkerung im ländlichen Raum war die Zunahme der Bevölkerung in den Gemeinden und Städten überproportional hoch (siehe hierzu auch Arnold 1995:31). In den betroffenen Wilayaten wuchsen die Gemeinden und Städte mit einer Bevölkerung zwischen 1500 und 10000 Einwohner prozentual schneller als die größeren Städte mit mehr als 50000 Einwohnern. Bereiche mit wirtschaftlichen und/oder natürlichen Potentialen scheinen diesen Druck auf die Gemeinden und Städte teilweise abzufedern. Die starke Zunahme der Bevölkerung in den kleinen Gemeinden resultiert aus dem Geburtenüberschuß und zu einem hohen Anteil aus lokalen Prozessen der Konzentration und Abwanderung. Bei den mittleren und größeren Städten ist die Zunahme der Bevölkerung zu einem überwiegenden Teil dem Geburtenüberschuß der Städte selbst sowie auf lokale Wanderungsgewinne zurückzuführen.

Das Wassereinzugsgebiet ist insgesamt durch einen ländlichen Charakter geprägt. Obwohl der Verstädterungsgrad (Anteil der städtischen Bevölkerung an der Gesamtbevölkerung) mit ungefähr 50 % dem Landesdurchschnitt entspricht, lebte die Bevölkerung im Jahr 1987 vornehmlich in kleineren Städten und Gemeinden. Douars sind haufendorfähnliche Siedlungen, in denen sich die ländliche Bevölkerung konzentriert [Trautmann 1979:216]. Die größeren Verwaltungszentren der Wilayate von über 100000 Einwohnern liegen alle außerhalb des Wassereinzugsgebietes. Von 60 Gemeinden und Städten besaßen lediglich zwei (Tighenif und

Frenda) eine Bevölkerung zwischen 20000 und 40000 Einwohner. Dagegen lag bei 44 Orten die Bevölkerungszahl unter 3000 Einwohnern.

Im ländlichen Raum erhalten noch 67 % der Beschäftigten ihre Einkünfte aus der Landwirtschaft. Bei den größeren Städten beträgt dieser Anteil noch 25 %, und bei den kleineren Gemeinden bis 3000 Einwohner lag dieser Anteil im Jahr 1987 noch bei 51 %. In den Städten stellt der tertiäre Sektor die wichtigste Einnahmequelle dar. Da sich innerhalb des Wassereinzugsgebietes keine Industriebetriebe befinden, liegt der Anteil der Beschäftigten in diesem Bereich unter 3 %. Ungefähr 9 % der Beschäftigten arbeiten im Bausektor, und 21 % der Erwerbstätigen sind im tertiären Sektor tätig. Der Anteil der Erwerbslosen an der aktiven Bevölkerung liegt mit ca. 25 % im Landesdurchschnitt, was aber überwiegend die junge Bevölkerung betrifft.

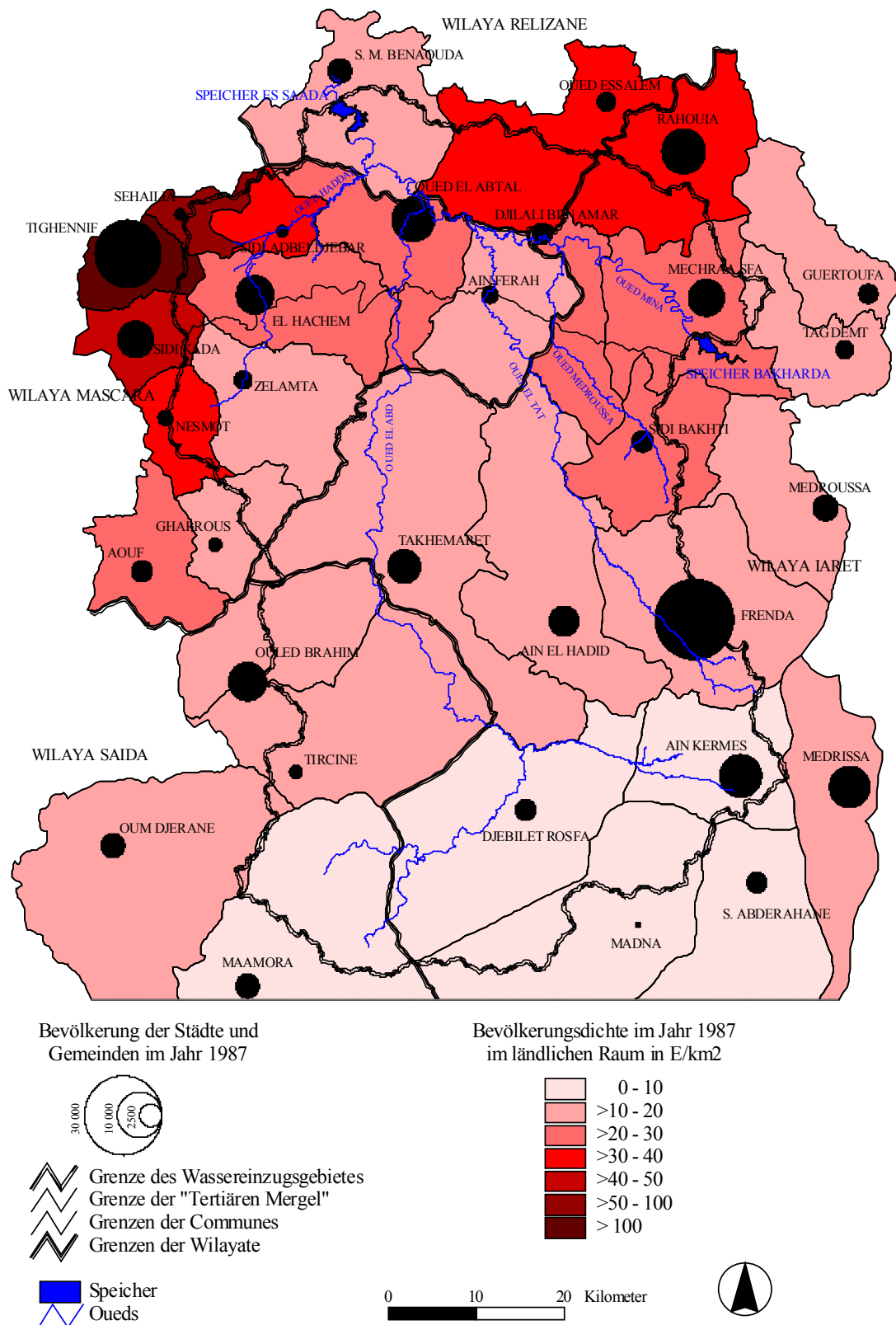
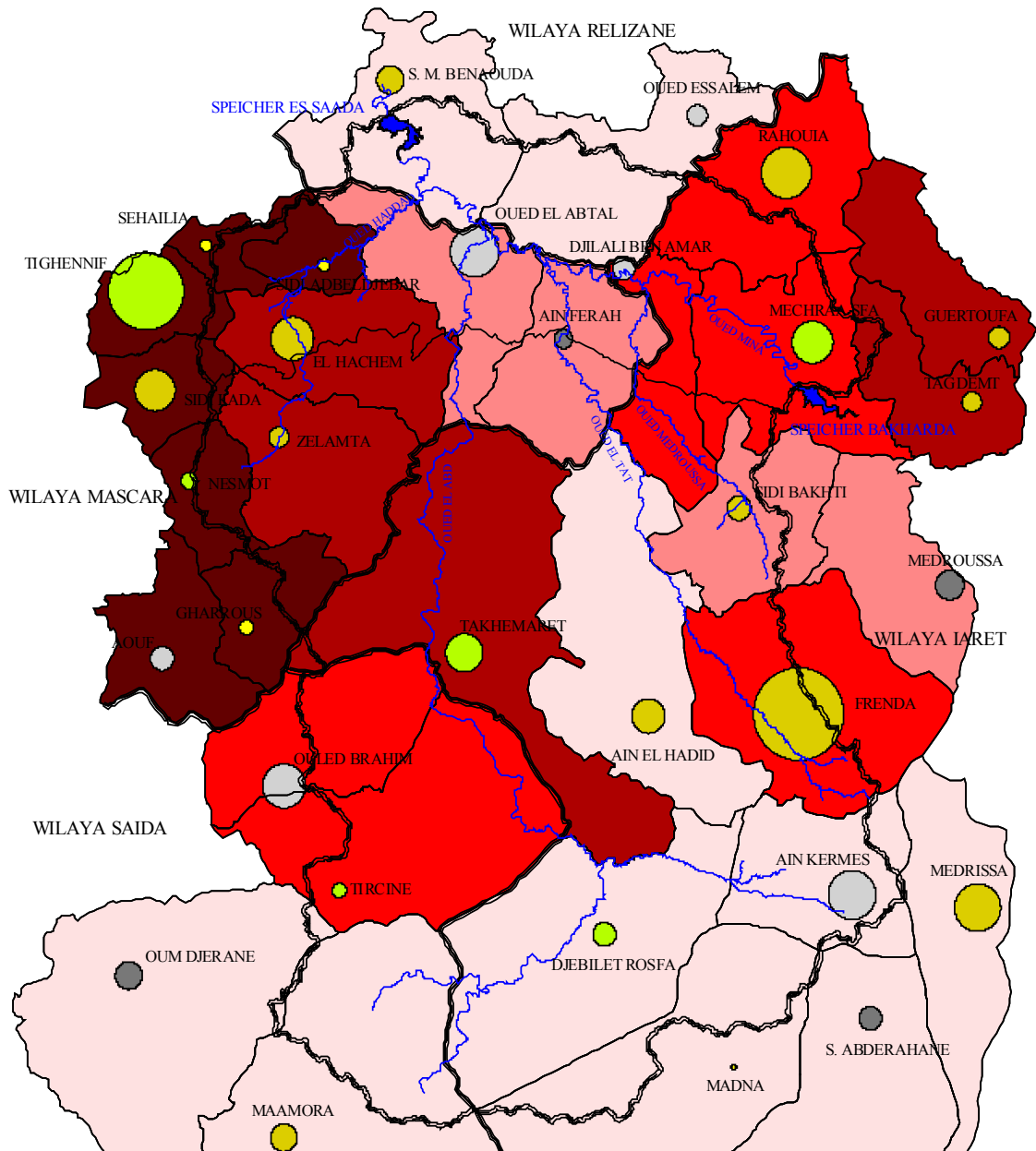
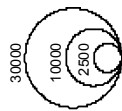


Abbildung B-1: Bevölkerung im ländlichen Raum und in den Städten und Gemeinden in 1987



Bevölkerung der Städte und Gemeinden im Jahr 1987

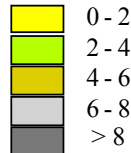


- Grenze des Wassereinzugsgebietes
- Grenze der "Tertiären Mergel"
- Grenzen der Communes
- Grenzen der Wilayate

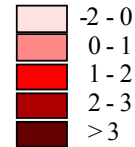
- Speicher
- Oueds

Zu- oder Abnahme der Bevölkerung zwischen 1977 und 1987 in %/Jahr

Städte und Gemeinden



Ländlicher Raum



0 10 20 Kilometer



Abbildung B-2: Zu- und Abnahme der Bevölkerung zwischen 1977 und 1987 im ländlichen Raum sowie in den Orten und Städten

Anhang C: Bandbreite der zukünftigen Zu- bzw. Abnahme der Bevölkerung in den sozioökonomischen Zonen und Teilsystemen

Die Bevölkerung in Algerien wird sich in den nächsten Jahrzehnten mehr als verdoppeln. Kenntnisse über die Bandbreite der zukünftigen Zu- und Abnahme der Bevölkerung in den sozioökonomischen Zonen und Teilsystemen sollen einen ersten Orientierungsrahmen über mögliche zukünftige Veränderungen bei den aufgezeigten Wirkungszusammenhängen geben. Tabelle C-1 gibt einen Überblick über die Dichte, Zu- und Abnahme der Bevölkerung zwischen 1966 und 1987 für die identifizierten Zonen und Teilsysteme (siehe hierzu auch Abschnitt 4.1.3).

| | Unter- suchungs- gebiet | ,Kalksteine des Trias' | ,Tertiäre Mergel' | | | |
|--|-------------------------------|---------------------------|-------------------|-------------|-------|-------|
| | | | Total | Teilsysteme | | |
| | | | | West | Mitte | Ost |
| BEVÖLKERUNG 1987 | | | | | | |
| Total [Einw.] | 359720 | 184687 | 175033 | 79164 | 50870 | 44999 |
| Städte/Gemeinden [Einw.] | 195730 | 106200 | 89530 | 47342 | 19512 | 22676 |
| Ländl. Raum [Einw.] | 163990 | 78487 | 85503 | 31822 | 31358 | 22323 |
| ZUNAHME DER BEVÖLKERUNG 1966 - 87 | | | | | | |
| Total [%/Jahr] | 2,66 | 2,81 | 2,52 | 3,23 | 1,77 | 2,27 |
| Städte/Gemeinden [%/Jahr] | 4,27 | 4,91 | 3,61 | 3,30 | 4,62 | 3,48 |
| Ländl. Raum [%/Jahr] | 1,27 | 0,96 | 1,59 | 3,13 | 0,60 | 1,29 |
| DICHTE DER BEVÖLKERUNG 1987 | | | | | | |
| Total [Einw./km ²] | 32 | 22 | 65 | 149 | 41 | 50 |
| Ländl. Raum [Einw./km ²] | 15 | 9 | 32 | 60 | 25 | 25 |
| VERSTÄDTERUNGSGRAD 1987 | | | | | | |
| | 0,54 | 0,58 | 0,51 | 0,59 | 0,38 | 0,5 |
| FLÄCHE ¹⁾ | | | | | | |
| Fläche [km ²] | 11084 | 8400 | 2684 | 530 | 1248 | 906 |

¹⁾ Untersuchungsgebiet geht über die Wasserscheide hinaus

Tabelle C-1: Bevölkerung zwischen 1966 und 1987

Bei der Erkundung der möglichen Bandbreite der zukünftigen Zu- bzw. Abnahme der Bevölkerung bis zum Jahre 2010 wurde davon ausgegangen, daß aufgrund der physischen und wirtschaftlichen Gegebenheiten sich die Aufteilung der sozioökonomischen Zonen und Teilsysteme nicht wesentlich verändert und daher beibehalten wird. Für das gesamte Untersuchungsgebiet sowie für die drei Teilsysteme der ,Tertiären Mergel' wurden drei Varianten dargestellt: (A) eine pessimistische Variante mit vergleichsweise hoher jährlicher Wachstumsrate, (B) eine tendenzielle Variante mit leicht abgeschwächter jährlicher Wachstumsrate und (C) eine optimistische Variante mit einer gegenüber der Vergangenheit geringeren Wachstumsrate. Um die Auswirkungen unterschiedlicher Wachstumsraten bei den Städten und im ländlichen Raum zu erfassen, wurden für die einzelnen Varianten die Zu- bzw. Abnahme der Bevölkerung bei verschiedenen Graden der Verstädterung berechnet. Die Ergebnisse können den Tabellen C-2 bis C-5 entnommen werden. Für die Erarbeitung möglicher alternativer Lösungswege können folgende Schlußfolgerungen gezogen werden:

- Insgesamt wird die Bevölkerung auch zukünftig stark zunehmen und sich gegenüber 1987 bis zum Jahre 2010 fast verdoppeln. Dies beruht auch auf der Tatsache, daß zur Zeit ca. 50 % der Bevölkerung unter 20 Jahre sind.

- Die effektive Zunahme der Bevölkerung zwischen 1987 und 2010 schwankt zwischen 240000 und 310000 Einwohnern. Mit einem Verstärkungsgrad von ca. 0,6 bis 0,75 wird der Großteil der Bevölkerung voraussichtlich in den Städten und größeren Gemeinden leben.
- Die Städte und die kleinen Gemeinden werden auch weiterhin ein überproportionales Wachstum aufweisen. Die Zu- bzw. Abnahme der Bevölkerung im ländlichen Raum wird in Abhängigkeit von den lokalen Prozessen der Konzentration und Abwanderung auch zukünftig sehr unterschiedlich sein. Im ländlichen Raum dürfte es auch zukünftig relative Entleerungsräume geben.

| Variante | Verstädterungsgrad | Bevölkerung 2010 | | | Zu- und Abnahme der Bevölkerung zwischen 1987 und 2010 [%] | | | Effektive Zu- oder Abnahme der Bevölkerung zwischen 1987 und 2010 | | | Dichte der Bevölkerung in 2010 [Einw./km ²] | |
|---------------------------|--------------------|------------------|--------|-------------|--|--------|-------------|---|--------|-------------|---|-------------|
| | | Total | Städte | ländl. Raum | Total | Städte | ländl. Raum | Total | Städte | ländl. Raum | Total | ländl. Raum |
| A pessimistisch | 0.60 | 671345 | 402807 | 268538 | 2.75 | 3.19 | 2.17 | 311626 | 207077 | 104548 | 61 | 24 |
| | 0.65 | 671345 | 436374 | 234971 | 2.75 | 3.55 | 1.58 | 311626 | 240644 | 70981 | 61 | 21 |
| | 0.70 | 671345 | 469941 | 201403 | 2.75 | 3.88 | 0.90 | 311626 | 274211 | 37413 | 61 | 18 |
| | 0.75 | 671345 | 503508 | 167836 | 2.75 | 4.19 | 0.10 | 311626 | 307778 | 3846 | 61 | 15 |
| B tendenziell | 0.60 | 634764 | 380858 | 253906 | 2.50 | 2.94 | 1.92 | 275045 | 185128 | 89916 | 57 | 23 |
| | 0.65 | 634764 | 412597 | 222167 | 2.50 | 3.30 | 1.33 | 275045 | 216867 | 58177 | 57 | 20 |
| | 0.70 | 634764 | 444335 | 190429 | 2.50 | 3.63 | 0.65 | 275045 | 248605 | 26439 | 57 | 17 |
| | 0.75 | 634764 | 476073 | 158691 | 2.50 | 3.94 | -0.14 | 275045 | 280343 | -5299 | 57 | 14 |
| C optimistisch | 0.60 | 600095 | 360057 | 240038 | 2.25 | 2.69 | 1.67 | 240376 | 164327 | 76048 | 54 | 22 |
| | 0.65 | 600095 | 390061 | 210033 | 2.25 | 3.04 | 1.08 | 240376 | 194331 | 46043 | 54 | 19 |
| | 0.70 | 600095 | 420066 | 180028 | 2.25 | 3.38 | 0.41 | 240376 | 224336 | 16038 | 54 | 16 |
| | 0.75 | 600095 | 450071 | 150024 | 2.25 | 3.69 | -0.39 | 240376 | 254341 | -13966 | 54 | 14 |

Tabelle C-2: Bandbreite der Zu- bzw. Abnahme der Bevölkerung im Jahre 2010 für das Wassereinzugsgebiet und sein näheres Umfeld

| Variante | Verstädterungsgrad | Bevölkerung 2010 | | | Zu- bzw. Abnahme der Bevölkerung zwischen 1987 und 2010 [%] | | | Effektive Zu- bzw. Abnahme der Bevölkerung zwischen 1987 und 2010 | | | Dichte der Bevölkerung in 2010 [Einw./km ²] | |
|---------------------------|--------------------|------------------|--------|-------------|---|--------|-------------|---|--------|-------------|---|-------------|
| | | Total | Städte | ländl. Raum | Total | Städte | ländl. Raum | Total | Städte | ländl. Raum | Total | ländl. Raum |
| A pessimistisch | 0.60 | 165196 | 99118 | 66078 | 3.25 | 3.26 | 3.23 | 86032 | 51776 | 34256 | 312 | 125 |
| | 0.65 | 165196 | 107377 | 57819 | 3.25 | 3.62 | 2.63 | 86032 | 60035 | 25997 | 312 | 109 |
| | 0.70 | 165196 | 115637 | 49559 | 3.25 | 3.96 | 1.94 | 86032 | 68295 | 17737 | 312 | 94 |
| | 0.75 | 165196 | 123897 | 41299 | 3.25 | 4.27 | 1.14 | 86032 | 76555 | 9477 | 312 | 78 |
| B tendenziell | 0.60 | 156237 | 93742 | 62495 | 3.00 | 3.01 | 2.98 | 77073 | 46400 | 30673 | 295 | 118 |
| | 0.65 | 156237 | 101554 | 54683 | 3.00 | 3.37 | 2.38 | 77073 | 54212 | 22861 | 295 | 103 |
| | 0.70 | 156237 | 109366 | 46871 | 3.00 | 3.71 | 1.70 | 77073 | 62024 | 15049 | 295 | 88 |
| | 0.75 | 156237 | 117178 | 39059 | 3.00 | 4.02 | 0.89 | 77073 | 69836 | 7237 | 295 | 74 |
| C optimistisch | 0.60 | 147744 | 88646 | 59098 | 2.75 | 2.76 | 2.73 | 68580 | 41304 | 27276 | 279 | 112 |
| | 0.65 | 147744 | 96034 | 51710 | 2.75 | 3.12 | 2.13 | 68580 | 48692 | 19888 | 279 | 98 |
| | 0.70 | 147744 | 103421 | 44323 | 2.75 | 3.46 | 1.45 | 68580 | 56079 | 12501 | 279 | 84 |
| | 0.75 | 147744 | 110808 | 36936 | 2.75 | 3.77 | 0.65 | 68580 | 63466 | 5114 | 279 | 70 |

Tabelle C-3: Bandbreite der Zu- bzw. Abnahme der Bevölkerung im Jahre 2010 für das westliche Teilsystem der ‚Tertiären Mergel‘

| Variante | Verstädte- rungsgrad | Bevölkerung in 2010 | | | Zu- bzw. Abnahme der Bevölkerung zwischen 1987 und 2010 [%] | | | Effektive Zu- bzw. Abnahme der Bevölkerung zwischen 1987 und 2010 | | | Dichte der Bevöl- kerung in 2010 [Einw./km ²] | |
|-------------------------|-------------------------|---------------------|--------|----------------|---|--------|----------------|---|--------|----------------|---|----------------|
| | | Total | Städte | ländl. Raum | Total | Städte | ländl. Raum | Total | Städte | ländl. Raum | Total | ländl. Raum |
| A pessimi- stisch | 0.40 | 80217 | 32087 | 48130 | 2.00 | 2.19 | 1.88 | 29347 | 12575 | 16772 | 64 | 39 |
| | 0.45 | 80217 | 36098 | 44119 | 2.00 | 2.71 | 1.50 | 29347 | 16586 | 12761 | 64 | 35 |
| | 0.50 | 80217 | 40108 | 40108 | 2.00 | 3.18 | 1.08 | 29347 | 20596 | 8750 | 64 | 32 |
| | 0.55 | 80217 | 44119 | 36098 | 2.00 | 3.61 | 0.61 | 29347 | 24607 | 4740 | 64 | 29 |
| | 0.60 | 80217 | 48130 | 32087 | 2.00 | 4.00 | 0.10 | 29347 | 28618 | 729 | 64 | 26 |
| B tendenziell | 0.40 | 75815 | 30326 | 45489 | 1.75 | 1.94 | 1.63 | 24945 | 10814 | 14131 | 61 | 36 |
| | 0.45 | 75815 | 34117 | 41698 | 1.75 | 2.46 | 1.25 | 24945 | 14605 | 10340 | 61 | 33 |
| | 0.50 | 75815 | 37907 | 37907 | 1.75 | 2.93 | 0.83 | 24945 | 18395 | 6549 | 61 | 30 |
| | 0.55 | 75815 | 41698 | 34117 | 1.75 | 3.36 | 0.37 | 24945 | 22186 | 2759 | 61 | 27 |
| | 0.60 | 75815 | 45489 | 30326 | 1.75 | 3.75 | -0.15 | 24945 | 25977 | -1032 | 61 | 24 |
| C optimi- stisch | 0.40 | 71644 | 28658 | 42986 | 1.50 | 1.69 | 1.38 | 20774 | 9146 | 11628 | 57 | 34 |
| | 0.45 | 71644 | 32240 | 39404 | 1.50 | 2.21 | 1.00 | 20774 | 12728 | 8046 | 57 | 32 |
| | 0.50 | 71644 | 35822 | 35822 | 1.50 | 2.68 | 0.58 | 20774 | 16310 | 4464 | 57 | 29 |
| | 0.55 | 71644 | 39404 | 32240 | 1.50 | 3.10 | 0.12 | 20774 | 19892 | 882 | 57 | 26 |
| | 0.60 | 71644 | 42986 | 28658 | 1.50 | 3.49 | -0.39 | 20774 | 23474 | -2700 | 57 | 23 |

Tabelle C-4: Bandbreite der Zu- bzw. Abnahme der Bevölkerung im Jahre 2010 für das mittlere Teilsystem der ‚Tertiären Mergel‘

| Variante | Verstädte- rungsgrad | Bevölkerung in 2011 | | | Zu- bzw. Abnahme der Bevölkerung zwischen 1987 und 2010 [%] | | | Effektive Zu- bzw. Abnahme der Bevölkerung zwischen 1987 und 2010 | | | Dichte der Bevöl- kerung in 2010 [h/km ²] | |
|-------------------------|-------------------------|---------------------|--------|----------------|---|--------|----------------|---|--------|----------------|---|----------------|
| | | Total | Städte | ländl. Raum | Total | Städte | ländl. Raum | Total | Städte | ländl. Raum | Total | ländl. Raum |
| A pessimi- stisch | 0.55 | 75069 | 41288 | 33781 | 2.25 | 2.64 | 1.82 | 30070 | 18612 | 11458 | 83 | 37 |
| | 0.60 | 75069 | 45041 | 30027 | 2.25 | 3.03 | 1.30 | 30070 | 22365 | 7704 | 83 | 33 |
| | 0.65 | 75069 | 48795 | 26274 | 2.25 | 3.39 | 0.71 | 30070 | 26119 | 3951 | 83 | 29 |
| | 0.70 | 75069 | 52548 | 22521 | 2.25 | 3.72 | 0.04 | 30070 | 29872 | 198 | 83 | 25 |
| B tendenziell | 0.55 | 70959 | 39027 | 31932 | 2.00 | 2.39 | 1.57 | 25960 | 16351 | 9609 | 78 | 35 |
| | 0.60 | 70959 | 42575 | 28384 | 2.00 | 2.78 | 1.05 | 25960 | 19899 | 6061 | 78 | 31 |
| | 0.65 | 70959 | 46123 | 24836 | 2.00 | 3.14 | 0.46 | 25960 | 23447 | 2513 | 78 | 27 |
| | 0.70 | 70959 | 49671 | 21288 | 2.00 | 3.47 | -0.21 | 25960 | 26995 | -1035 | 78 | 23 |
| C Optimi- stisch | 0.55 | 67065 | 36886 | 30179 | 1.75 | 2.14 | 1.32 | 22066 | 14210 | 7856 | 74 | 33 |
| | 0.60 | 67065 | 40239 | 26826 | 1.75 | 2.52 | 0.80 | 22066 | 17563 | 4503 | 74 | 30 |
| | 0.65 | 67065 | 43592 | 23473 | 1.75 | 2.88 | 0.22 | 22066 | 20916 | 1150 | 74 | 26 |
| | 0.70 | 67065 | 46945 | 20119 | 1.75 | 3.21 | -0.45 | 22066 | 24269 | -2204 | 74 | 22 |

Tabelle C-5: Bandbreite der Zu- bzw. Abnahme der Bevölkerung im Jahre 2010 für das östliche Teilsystem der ‚Tertiären Mergel‘

Anhang D: Ausstattung mit technischer und sozialer Infrastruktur

Im Rahmen der Projektarbeiten wurde eine Erhebung der technischen und sozialen Infrastruktur durchgeführt. Die Ausstattung der Städte und Gemeinden mit sozialer und technischer Infrastruktur ist in den Tabellen D-1 und D-2 zusammengestellt. Die Ergebnisse zeigen, daß sämtliche Städte, Gemeinden und größeren Douars mit einer geteerten Straße an das überörtliche Verkehrsnetz angeschlossen sind. Sie besitzen in der Regel eine zentrale Wasserversorgung und sind mit Elektrizität versorgt [Beck 1993]. Dagegen ist die Entsorgung und Behandlung der Abwässer häufig unzureichend. Die Erhebungen im ländlichen Raum ergaben, dass die Versorgung der bäuerlichen Gehöfte mit Elektrizität in vielen Fällen gegeben ist. Im ländlichen Raum ist die Wasserversorgung durch öffentliche Zapfstellen in den meisten Gebieten gewährleistet, und eine Grundschule ist in akzeptabler Entfernung zu erreichen. Das landwirtschaftliche Wegenetz weist jedoch selbst in landwirtschaftlichen Produktionsstandorten erhebliche Defizite auf.

Die Ausstattung mit Infrastruktur erfolgte über die Städte, Gemeinden und Douars in den ländlichen Raum hinein. Es kann davon ausgegangen werden, daß in Gebieten mit begrenzten natürlichen Potentialen eine Verbesserung der Ausstattung mit Infrastruktur ohne gleichzeitige Verbesserung der wirtschaftlichen Rahmenbedingungen Prozesse der Konzentration nicht verhindern, sondern maximal den Zeitpunkt verschieben kann.

| Nr. | Einrichtung | Nr. | Einrichtung |
|-----|-----------------------------------|-----|--|
| 1 | Grundschule | 25 | Apotheke |
| 2 | Geschäft mit Grundnahrungsmitteln | 26 | Eisenwarenhandel |
| 3 | Wasserversorgung | 27 | Baugeschäft |
| 4 | Elektrizität | 28 | Tankstelle |
| 5 | Gasverkauf | 29 | Mutter-Kind-Beratungsstelle |
| 6 | Krankenstation | 30 | Bibliothek |
| 7 | Moschee | 31 | Jugendzentrum |
| 8 | Post | 32 | Elektrowerkstatt |
| 9 | Fußballplatz | 33 | Traditionelles Handwerk |
| 10 | Stadtverwaltung | 34 | Verwaltung der Daira (Kreis) |
| 11 | Taxis | 35 | Gymnasium |
| 12 | Öffentliche Busanbindung | 36 | Bank |
| 13 | Abwassernetz | 37 | Sporthalle |
| 14 | Koranschule | 38 | Verarbeitung landwirtschaftlicher Produkte |
| 15 | Kulturzentrum | 39 | Gewerbegebiet mit Fabriken |
| 16 | Metallbauer | 40 | Polyklinik |
| 17 | Metzgerei | 41 | Schule für Technik |
| 18 | Öffentliches Bad (Hamam) | 42 | Gericht |
| 19 | Hauptschule | 43 | Berufsschule |
| 20 | Autowerkstatt | 44 | Eisenbahnanschluß |
| 21 | Markt | 45 | Krankenhaus |
| 22 | Supermarkt | 46 | Schwimmbad |
| 23 | Private Autobusanbindung | 47 | Kino |
| 24 | Arzt (Privat) | 48 | Hotel |

Tabelle D-1: Liste mit den erhobenen Einrichtungen der technischen und sozialen Infrastruktur in den Städten und Gemeinden

Anhang E: Beschreibung der Einstufung der Böden

1 Stabile Vertisole - geringe Abflusswirksamkeit und gute ackerbauliche Nutzungsmöglichkeiten: Bei dieser Gruppe von Böden handelt es sich um tiefgründige Vertisole mit einem Tongehalt über 60 %. Diese sehr gut infiltrierenden Böden weisen selbst nach größeren Starkniederschlägen und bei hohen Bodenvorfeuchten verhältnismäßig geringe Abflußbeiwerte auf [Gomer 1994:108]. Es bilden sich tiefreichende und breite Schrumpfrisse bei Trockenheit. Sie stellen die ertragreichsten Böden für den Getreideanbau im Untersuchungsgebiet dar. Sie umfassen ca. 23 % des betrachteten Gebietes und befinden sich vornehmlich im östlichen Teil der ‚Tertiären Mergel‘.

2 Stabile Roterdenböden und Rendzinen auf Kalkkrusten - geringe Abflußwirksamkeit und mittlere ackerbauliche Nutzungsmöglichkeiten: Beide Bodenarten ruhen auf Kalkkrusten, sind mittel- bis tiefgründig, besitzen ein sehr gutes Infiltrationsvermögen, neigen jedoch im Vergleich zur ersten Gruppe eher zur Oberflächenverschlammung. Ihre Anfälligkeit gegenüber dem Niederschlagsgeschehen dürfte insgesamt höher sein. Für den Getreideanbau kann von einer mittleren Güte der Böden ausgegangen werden. Sie besitzen mit ca. 23 % auch einen hohen Flächenanteil und liegen, räumlich gesehen, in unmittelbarer Nähe der ersten Gruppe, wobei jedoch eine stärkere Konzentration im westlichen Teil der „Tertiären Mergel“ besteht.

3 Wenig entwickelte Schwemmböden - hohe Abflußwirksamkeit und mittlere ackerbauliche Nutzungsmöglichkeiten sowie Sonderkulturen: Es handelt sich um junge, wenig entwickelte und tiefgründige Böden, die sich meist aus alluvialen Depots gebildet haben. Sie neigen zu schneller Abflußbildung. Diese Böden stellen ca. 12 % an der betrachteten Gesamtfläche, liegen vornehmlich in den Talauen der Hauptvorfluter und werden dort für Bewässerungszwecke genutzt. In anderen Lagen besitzen sie mittlere ackerbauliche Nutzungsmöglichkeiten.

4 Lehm Böden - mittlere Abflusswirksamkeit und geringe ackerbauliche Nutzungsmöglichkeiten: Es handelt sich um tiefgründige Lehm Böden. Bei zunehmendem Salzgehalt nimmt ihre Verdichtung und Abflußwirksamkeit zu. Die ackerbaulichen Nutzungsmöglichkeiten werden zudem durch den hohen Steingehalt an der Oberfläche beeinträchtigt. Ihr Flächenanteil beträgt ca. 16 % des Untersuchungsgebietes, wobei eine Konzentration im mittleren Bereich der ‚Tertiären Mergel‘ feststellbar ist.

5 Versalzten Böden - hohe Abflußwirksamkeit und keine ackerbauliche Nutzungsmöglichkeit: Diese salzhaltigen, vegetationsarmen Böden erweisen sich als deutlich abflußwirksamer als die ackerbaulich nutzbaren Böden. Dies bestätigt die Aussagen einer geringen Aggregatstabilität dieser Böden ebenso wie die Tatsache, daß unter den gegebenen Randbedingungen die salzhaltigen Böden an der Oberfläche sehr leicht verkrusten [Gomer 1994:107]. „Bei geringen Bodenvorfeuchten und einer geringen hydraulischen Leitfähigkeit infiltriert sehr wenig Niederschlag in diese kompakten Böden. Bei höherer Bodenvorfeuchte mit einer theoretisch höheren Leitfähigkeit verhindert die Oberflächenverschlammung höhere Infiltrationsraten, so daß hier sehr rasch höchste Abflußbeiwerte erzielt werden“ [Gomer 1994:108]. Diese Böden besitzen ein fortgeschrittenes Stadium der Degradierung und reagieren schnell und stark auf das Niederschlagsgeschehen. In den ‚Tertiären Mergeln‘ sind sie fast überall

anzutreffen und nehmen mit ca. 18 % am Untersuchungsgebiet einen recht hohen Flächenanteil ein. Eine ackerbauliche Nutzung ist meist nicht gegeben.

6 Bad-lands - hohe Abflusswirksamkeit und keine ackerbauliche Nutzungsmöglichkeit:

Bei den bad-lands steht praktisch das Urgestein des Mergels an der Oberfläche an. Sie besitzen eine hohe Abflußwirksamkeit und keine ackerbaulichen Nutzungsmöglichkeiten. Mit 5 % ist ihr Flächenanteil verhältnismäßig gering. Da sie sich vornehmlich im Nordwesten der „Tertiären Mergel“ konzentrieren (siehe Abbildung E-1), besitzen sie jedoch dort einen nicht unerheblichen Flächenanteil. In der Realität dürfte der effektive Flächenanteil höher sein, da die bad-lands sich häufig in sehr steilem Gelände befinden und das Satellitenbild lediglich die senkrechte Projektion wiedergibt.

7/8 Sanddünen und sonstige Flächen: Diese zwei Sondergruppen, die Sanddünen und sonstige Flächen, werden nicht näher dargestellt, da ihre Bedeutung und der prozentuale Anteil für die Fragestellung nicht relevant sind.

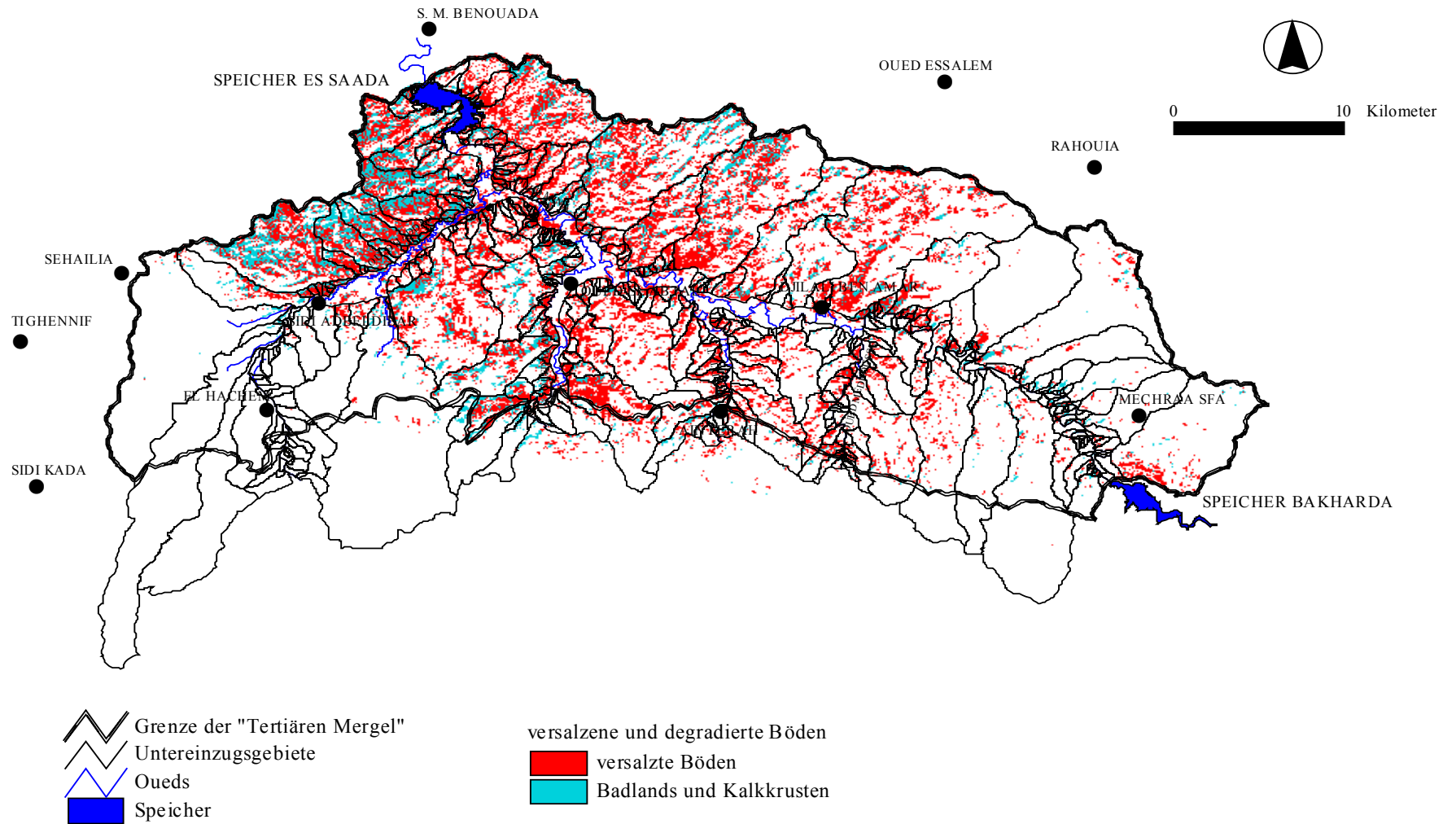


Abbildung E-1: Aktueller Degradierungszustand der Böden

Anhang F: Einfluß des Niederschlagsverlauf in der Wachstumsphase auf die Getreideernte

Die Intensität der Nutzung, der Grad der Bodenbedeckung und die Ertragsaussichten ackerbaulich nutzbarer Böden durch den Bauern wird in semi-ariden Gebieten entscheidend durch die Höhe der jährlichen Niederschläge und durch den Verlauf des Niederschlagsgeschehens innerhalb der Wachstumsperiode bestimmt. Die Vorgehensweise zur räumlichen Abgrenzung von Grenzertrags- bzw. Produktionsstandorten für den Getreideanbau mit Hilfe der Isohyeten wurde im Abschnitt 4.1.4 dargestellt. In den folgenden Ausführungen soll die Bedeutung des Verlaufs des Niederschlagsgeschehens in der Wachstumsperiode für die Ertragsaussichten beim Getreideanbau und die daraus resultierenden Konsequenzen für das Betriebssystem der Bergbauern aufgezeigt werden.

In der Pilotzone Taassalet (siehe Abbildung 4-1), die im nördlichen Teil der ‚Tertiären Mergel‘ liegt, wurden in drei aufeinander folgenden Jahren von Getreidefeldern kooperierender Bergbauern Ernteproben genommen. Pro Feld wurden an drei repräsentativen Stellen auf einer abgegrenzten Fläche von je einem Quadratmeter das Getreide geerntet und hinsichtlich seiner Kornerträge ausgewertet. Der Kornertrag pro Feld ergab sich aus dem Mittel aller drei Proben. Bei den Böden handelte es sich um gut bis mittel ackerbaulich nutzbare Böden (siehe Abschnitt 4.2.2). Eine weitere Unterteilung wurde nicht vorgenommen. Die Einzelergebnisse wiesen hinsichtlich der Exposition keine signifikanten Unterschiede in den Erträgen auf, so daß sich eine getrennte Betrachtung erübrigte.

Die Niederschlagsmengen wurden aus gemessenen Werten in der Nähe befindlicher Meßstationen der Kleineinzugsgebiete abgeschätzt. Abbildung F-1 zeigt den mittleren Niederschlagsverlauf bezogen auf den Jahresniederschlag von sechs Meßstationen in der Pilotzone Taassalet für die betrachteten Jahre. Obwohl der absolute Wert der Jahresniederschläge für die einzelnen Meßstationen schwankte, war der Verlauf der bezogenen Jahresniederschläge für ein bestimmtes Jahr bei allen Stationen fast identisch.

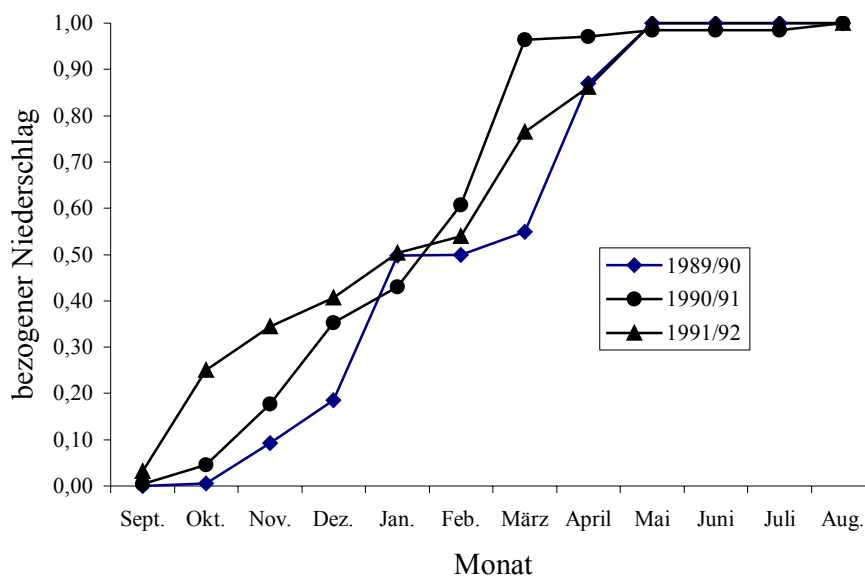


Abbildung F-1: Mittlerer Niederschlagsverlauf bezogen auf den Jahresniederschlag von 6 Stationen in der Pilotzone Taassalet (Datenquelle: Institut für Wasserbau und Kulturtechnik)

Die Kurven in Abbildung F-1 verdeutlichen, daß der Verlauf des Regengeschehens für die einzelnen Jahre erhebliche Unterschiede aufweist. Im Jahr 1991/92 fielen bis Ende Oktober schon ca. 25 % des Jahresniederschlages. Das Jahr 1989/90 ist durch ein Ausbleiben der Niederschläge in der Wachstumsperiode von Januar bis März gekennzeichnet, was sich sicherlich negativ auf das Pflanzenwachstum und die Ernteerträge auswirkte. Das Jahr 1990/91 weist bei einem vergleichsweise kontinuierlichen Verlauf des Regengeschehens den höchsten Jahresniederschlag von ca. 350 mm auf. Das frühe Ende der Niederschläge im März dürfte sich ertragsmindernd ausgewirkt haben.

Betrachtet man nun die Ernteerträge der Tabelle F-1, so sind die Jahre 1989/90 und 1991/92 durch die niedrigsten Kornerträge gekennzeichnet. Gerste weist in diesen Jahren dabei mit 7 und 5 Dz/ha im Mittel leicht höhere Erträge auf als Hartweizen mit 6 und 3 Dz/ha. Die mittleren Jahresniederschläge in diesen beiden Jahren lagen unter 300 mm. Obwohl im Jahr 1989/90 geringere mittlere Jahresniederschläge zu verzeichnen waren als im Jahr 1991/92, sind die Kornerträge vergleichsweise höher. Dies läßt den Schluß zu, daß neben der Höhe der Niederschläge die zeitliche Verteilung innerhalb der Wachstumsperiode einen nicht unerheblichen Einfluß auf die Ernteerträge ausübt. Ein zu frühes Einsetzen des Regengeschehens, wie im Jahr 1991/92, scheint bei niedrigen Jahresmittelwerten nicht vorteilhaft für die Ernteerträge zu sein. Nach Achenbach [1979:280] ist die Ungewißheit des herbstlichen Regeneintritts weniger verhängnisvoll als vielmehr das Ausbleiben oder zu frühe Aufhören der Frühjahrsniederschläge. Im Jahr 1990/1991 sind die Kornerträge um den Faktor 3 bis 4 höher als in den anderen beiden Jahren. Auch hier sind die Erträge bei Gerste mit 28 Dz/ha im Mittel höher als bei Hartweizen von im Mittel 19 Dz/ha. In diesem Jahr lagen die maximalen Erträge bei ca. 30 dz/ha. Bei den meisten Versuchsfeldern lagen die Niederschläge über 300 mm im Jahresmittel und stiegen bis auf 350 mm an. Zudem war der Verlauf des Regengeschehens vergleichsweise günstig, obwohl sich das frühe Ende der Niederschläge im März ertragsmindernd ausgewirkt haben dürfte.

| Jahr | Getreideart | Erträge an Korn in DZ/ha | | | Niederschläge mm/Jahr | Anzahl der Felder |
|---------|-------------|--------------------------|---------|---------|--------------------------|----------------------|
| | | Mittelwert | Minimum | Maximum | | |
| 1989/90 | Hartweizen | 6 | 1 | 12 | 180 - 230 | 17 |
| 1990/91 | Hartweizen | 19 | 15 | 27 | 260 - 350 | 11 |
| 1991/92 | Hartweizen | 3 | 1 | 5 | 240 - 280 | 6 |
| 1989/90 | Gerste | 7 | 1 | 17 | 180 - 230 | 18 |
| 1990/91 | Gerste | 28 | 26 | 33 | 350 | 4 |
| 1991/92 | Gerste | 5 | 2 | 8 | 240 - 280 | 8 |

Tabelle F-1: Ernteerträge für Hartweizen und Gerste und Jahresniederschläge (Datenbasis: Proben von Feldern kooperierender Bauern in der Pilotzone Taassalet)

Insgesamt ist festzuhalten, daß die Ernteerträge vergleichsweise gering sind. Darauf weist auch Arabi [1991:39] in seiner Arbeit hin. Aufgrund des risikobehafteten Getreideanbaues und der daraus resultierenden geringen Ernteerträge kann in niederschlagsarmen Gebieten der Getreideanbau keine ausreichende Einkommensbasis für den Bergbauern darstellen.

Anhang G: Natürliche Vegetationsbedeckung in unter Schutz gestellten Gebieten

Im Rahmen des Projektes wurden staatliche Flächen am rechten Ufer des Mina kurz vor dem Speicher Es Saada im Jahre 1986 unter Schutz gestellt, um zu sehen, wie sich die natürliche Vegetation entwickelt beziehungsweise ob sie sich überhaupt noch entwickeln kann, wenn sie sich selbst überlassen wird. Bilder aus den Trockenjahren 1984 bis 1990 ließen die Vermutung aufkommen, daß in den ‚Tertiären Mergeln‘ durch den hohen Beweidungsdruck schon das Samenpotential der Weiden vernichtet sei [Meirich 1992:21].

Ogrysek [1994] stellte in seiner vegetationskundlichen Studie unter Schutz gestellte Versuchspartzen beweideten Flächen gegenüber. Es handelt sich um Grasland-Gesellschaften mit einem Krautanteil von über 90% an der Vegetation. Zwergsträucher und Sträucher kommen nur vereinzelt vor. Das Ziel der Untersuchungen von Ogrysek [1994:103] bestand in der Prüfung der Möglichkeiten einer Installation von Weideflächen auf nicht ackerbaulich genutzten Böden mittels jährlicher Spontanvegetation. Die Ergebnisse sind [Ogrysek 1994; Meirich 1992]:

- **Potentiale der natürlichen Vegetation scheinen auch noch nach mehreren Trockenjahren vorhanden zu sein.** Eine Regeneration der natürlichen Vegetationsbedeckung in degradierten Gebieten benötigt jedoch Zeit und die geeigneten klimatischen Rahmenbedingungen. In den ersten Jahren nach der Unterschutzstellung erholte sich die natürliche Vegetationsbedeckung aufgrund der geringen Niederschläge nur unwesentlich. Das Vegetationsjahr 1990/91 mit höheren Niederschlägen als in den Vorjahren war ausreichend, um einen Entwicklungsprozeß in Gang zu setzen.
- **Die Vegetationsbedeckung, die Artenvielfalt und die Größe der Pflanzen waren bei gleichen Umweltbedingungen in unter Schutz gestellten Bereichen wesentlich höher als auf einer normal beweideten Fläche (siehe Tabelle G-1).** Die Bereiche unter Beweidung stellen Fragmentgesellschaften der Versuchspartzen unter Schutz dar, wobei der Anteil der Pflanzen überproportional zunahm, die nur einen geringen Weidewert haben [Meirich 1992:25]. In südexponierten Lagen ist die Bodenbedeckung bei Versuchspartzen unter Schutz geringer als in nordexponierten Lagen, obwohl die Anzahl der Pflanzenarten in südexponierten Lagen höher war. Dort dominieren mehr die wärmeliebenden Arten.

| Parz. | Neig. | Expos. | Erhebung | Bedeckung | Pflanzenarten | Nutzungsform |
|-------|-------|--------|-----------|-----------|---------------|--------------|
| Nr | % | - | Datum | % | Anzahl | - |
| 3.2 | 18 | S-SO | 5.3.1992 | 55 | 27 (41) | unter Schutz |
| | | | 28.4.1992 | 60 | 34 (55) | |
| 3.3 | 25 | NW | 4.3.1992 | 85 | 21 (39) | unter Schutz |
| | | | 28.4.1992 | 90 | 26 (43) | |
| 3.6 | 23 | N-NW | 9.3.1992 | 22 | 17 (22) | beweidet |
| | | | 28.4.1992 | 22 | 26 (35) | |
| 3.7 | 29 | S-SW | 9.3.1992 | 14 | 11 (19) | beweidet |
| | | | 28.4.1992 | 12 | 12 (14) | |

() berücksichtigte Pflanzenarten außerhalb der Aufnahmepartzen in unmittelbarer Umgebung

Tabelle G-1: Erhebung der natürlichen Vegetation [Ogrysek 1994]

- **Die natürliche Vegetation ist sehr anpassungsfähig.** Im Verlauf der Vegetationszeit und in Abhängigkeit von den Niederschlägen verschiebt sich die Dominanz einzelner Arten. Die Vegetationsdichte blieb dabei ähnlich. Die einjährigen Arten haben höchste Reproduktionsraten und den kürzesten Vegetationszyklus, der in Jahren mit viel Niederschlag auch

mehrfach durchlaufen werden kann. Bei ausbleibendem Regen können die Samen mehrere Jahre überdauern.

- **Die annuelle Spontanvegetation besitzt aufgrund der hohen Artendiversität gegenüber den Kulturarten (Getreidearten) den Vorteil der natürlichen Anpassung.** Die annuelle Spontanvegetation kann den Keimungszeitpunkt bei entsprechenden klimatischen Voraussetzungen selbst bestimmen. Im Vergleich zu Kulturgräsern ergibt sich ein längerer Zeitraum mit einer schützenden Vegetationsdecke für den Boden. Aufgrund der Artenvielfalt und der kontinuierlichen Vegetationsdecke besitzt der Boden eine gute Durchwurzelung, wodurch die Gefahr der Verschlammung des Bodens reduziert wird. Das Wachstum von Kulturgräsern ist dagegen von der Pflanzenart, vom Einsaatzeitpunkt und den dann fallenden Niederschlägen abhängig und beinhaltet somit ein wesentlich höheres Risiko. [Ogrysek 1994:62].
- **Auf den Parzellen unter Schutz sind wesentlich geringere Erosionsvorgänge zu erkennen gewesen als auf den beweideten Flächen [Ogrysek 1994:50].** Durch den Samen-transport werden auch langsam die Seitenwände der Ravinen mit einer Vegetationsschicht bedeckt, wodurch der Wasserabfluß gebremst und die Linienerosion entscheidend gemildert wird. [Ogrysek 1994:60]. Aufgrund ihres Wurzelwerkes leisten die vertrockneten annualen Pflanzenbestände der letzten Vegetationsperiode auch in den Trockenmonaten einen aktiven Beitrag zum Bodenschutz [Ogrysek 1994:97].

Ogrysek [1994:83] stellt in seiner Arbeit eine im Projektgebiet heimische Auswahl von 29 Pflanzenarten vor, die nach vorgegebenen Kriterien (Anpassungsfähigkeit an die klimatischen Gegebenheiten und Bodenverhältnisse, Schutzfunktion für den Bodens und Bedeutung für die Weidewirtschaft etc.) ausgewählt wurden. Generell ist jedoch die Akzeptanz der Errichtung von Schutzzonen oder eine kontrollierte Beweidung bei den Bergbauern als gering einzustufen. Zu den Gründen siehe auch Abschnitt 4.1.2.

Anhang H: Besitz- und Nutzungsverhältnisse im Untereinzugsgebiet des Atrous

Für das Untereinzugsgebiet des Atrous wurden die Besitz- und Nutzungsverhältnisse durch einen Mitarbeiter der ORDF (Office Régionale pour le Développement Forestière – durchführende Forstbehörde) aufgenommen, da diese eng mit der Form und der Intensität der Bodennutzung verknüpft sind. Das Ziel der Untersuchungen bestand darin, nähere Information über die Größe und Verteilung der Parzellen, die Namen und Wohnorte der beteiligten Bauern und die Art und Intensität der Landnutzung zu erhalten. Zur Durchführung der Arbeiten standen folgende Unterlagen zur Verfügung:

- Vergrößerte Luftbilder im Maßstab 1:5000 und topographische Karten im Maßstab 1:25000. Leider standen keine Orthophotoplans zur Verfügung.
- Den Untersuchungen zur Dichte, Zu- bzw. Abnahme der Bevölkerung (siehe Abschnitt 4.1.3 und Anhang B).
- Kleinräumige Angaben über die Lage der Gehöfte sowie deren Bewohner zum Zeitpunkt der Volkszählung im Jahre 1987.
- In Gesprächen mit den Bauern und den lokalen Behörden zeichnete der Mitarbeiter der ORDF auf den vergrößerten Luftbildern die Parzellen ein und erhob die oben aufgeführten Informationen. Bei der Kartierung galt es zu unterscheiden zwischen den Besitzverhältnissen und den Nutzungsgrenzen. Die erhobenen Daten wurden in eine Datenbank eingegeben und die Grenzen der Parzellen (Kataster) digitalisiert, georeferenziert und ausgewertet. Parallel zu den Erhebungen wurden mit den Bauern und den lokalen Behörden offene Gespräche durchgeführt, um einen allgemeinen Überblick über Probleme, Restriktionen und Potentiale des Gebietes zu erhalten. Diese Informationen wurden in einem gesonderten Protokoll festgehalten.

Lage und Rahmenbedingungen zum Untereinzugsgebiet des Atrous

Das Untereinzugsgebiet des Atrous besitzt eine Fläche von ca. 3000 ha und liegt im Nordwesten des Wassereinzugsgebietes des Speichers Es Saada oberhalb des Oued Haddad und der Gemeinde Sidi Adbeldjebar (siehe Abbildung 4-1). Aufgrund der geringen Niederschläge und der stark fortgeschrittenen Bodendegradierung ist das Gebiet durch ungünstige Standortfaktoren gekennzeichnet. Daher wird dieser Bereich sozioökonomisch von den umliegenden, wirtschaftlich besser gestellten Gebieten stark beeinflusst und gewinnt auch dadurch seine besondere Bedeutung.

Auswertungen der Volkszählungsdaten und die lokalen Untersuchungen zeigten, daß immer mehr Bauern aus dem Untereinzugsgebiet des Atrous abwandern und eine zunehmende Konzentration der Bevölkerung entlang des Oued Haddad oder in den angrenzenden Gemeinden feststellbar ist. Innerhalb des Untereinzugsgebietes des Atrous leben nur noch sehr wenige Bauern. Dieser Prozeß der Abwanderung und der lokalen Konzentration geht einher mit einer Änderung des Betriebssystems der Bergbauern mit der Folgewirkung einer Änderung der Nutzungsform des Bodens. Bezogen auf die Erosionsproblematik sind die verringerte oder unregelmäßige Nutzung ackerbaulich nutzbarer Flächen und die zunehmende unkontrollierte Beweidung negativ orientiert, das heißt, mittel bis langfristig dürften dadurch die Böden einer stärkeren Degradierung unterliegen und bei entsprechenden Niederschlägen einen erhöhten Sedimenttransport aufweisen. Die mittleren Jahresniederschläge liegen bei 325 mm/Jahr und stellen somit die untere Grenze für den Getreideanbau dar. Bei Überweidung reagiert die natürliche Vegetation sehr sensibel.

Das Betriebssystem der Bauern des Untereinzugsgebietes des Atrous setzt sich traditionell aus dem Getreideanbau und der Viehwirtschaft zusammen, wobei monetäre Einkünfte vornehmlich durch den Verkauf des Viehes erzielt wurden. Der Getreideanbau diente vornehmlich zur Eigenversorgung und als Viehfutter. Da sich die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen zunehmend verändern, sind viele Bauern gezwungen, weitere Einnahmequellen (Lohnarbeit, Bewässerungswirtschaft etc.) zu erschließen.

Besitz- und Nutzungsverhältnisse

Insgesamt wurden 407 Parzellen unterschiedlicher Größe erhoben, die 228 Bauern gehörten. Der Flächenanteil für die einzelnen Bauern war dabei sehr unterschiedlich:

- 170 Bauern (25 % der Fläche) besaßen eine Fläche von unter 12 ha,
- bei 47 Bauern (36 % der Fläche) schwankte die Flächen zwischen 12 und 50 ha,
- 11 Bauern (39 % der Fläche) besaßen Flächen von mehr als 50 ha.

Es sei nochmals darauf hingewiesen, daß ein Großteil der Bauern auch außerhalb des Untereinzugsgebietes weitere Flächen besitzen. Das Ziel der Untersuchungen bestand nicht darin, einzelne Betriebssysteme zu untersuchen.

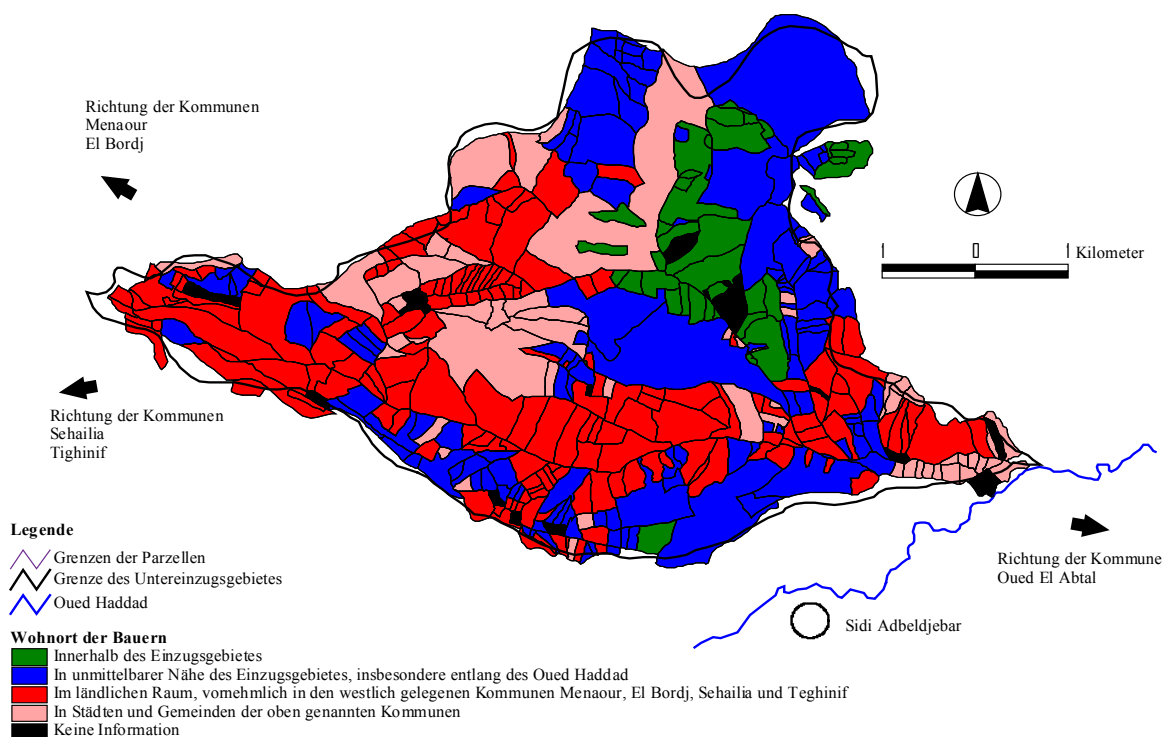


Abbildung H-1: Besitzverhältnisse im Untereinzugsgebiet des Atrous

Die Daten zum Wohnsitz der Bauern wurden zur besseren Interpretation in Gruppen untergliedert, wodurch eine Unterscheidung möglich ist: a) wie weit ein Bauer vom Untereinzugsgebiet entfernt wohnt und b) ob er außerhalb oder in einer Stadt oder Gemeinde wohnt (siehe Abbildung H-1). Die Ergebnisse sind:

- 6 Bauern (9 % der Fläche) wohnten innerhalb des Untereinzugsgebietes des Atrous,
- 55 Bauern (32 % der Fläche) wohnten in unmittelbarer Nähe des Untereinzugsgebietes, das heißt in der Nähe des Oued Haddad oder im Ort Sidi Adbeljebar,
- 124 Bauern (39 % der Fläche) wohnten im ländlichen Raum, vornehmlich in den westlich gelegenen Kommunen Menaoué, El Bordj, Sahailia und Tighenif,

- 39 Bauern (18 % der Fläche) lebten in Städten und Gemeinden der eben genannten Kommunen. Lediglich 4 davon wohnten weiter entfernt in der Stadt Mascara.

Die Ergebnisse zeigen, daß nur noch wenige Bauern innerhalb des Untereinzugsgebietes wohnen. Der momentane Wohnsitz der Bauern spiegelt die traditionellen Bindungen zu den im Westen gelegenen Kommunen Menaoue, El Bordj, Sahailia und Tighenif wieder. Demgegenüber bestehen geringe Beziehungen zur östlich gelegenen Kommune von Oued El Abtal.

Gleichzeitig mit dem Inventar der Parzellen wurde die Nutzungsform des Bodens für die Vegetationsperiode 1991/92 erhoben. Von den 228 Bauern bearbeiteten 30 auf 48 Parzellen lediglich 14 % der Gesamtfläche. Der Hauptteil dieser Bauern wohnt innerhalb oder in unmittelbarer Nähe des Untereinzugsgebietes des Atrous (Gruppe 1 und 2) und verfügt insgesamt über ca. 30 % der Gesamtfläche. Die Niederschläge in der Wachstumsperiode 1991/92 lagen mit ca. 250 mm unterhalb des langjährigen Mittelwertes und erklären zumindest teilweise die geringe Nutzungsintensität beim Getreideanbau. Am Beispiel des Atrous wird deutlich, daß die Umsetzung von Maßnahmen des Erosionsschutzes lokal auf erhebliche Schwierigkeiten stoßen kann, wenn ein Hauptteil der Bauern außerhalb des Untereinzugsgebietes und in vergleichsweise besseren sozioökonomischen Verhältnissen wohnen. Die Regelung der Besitz- und Nutzungsverhältnisse spielt daher eine entscheidende Rolle bei der Umsetzung von Konzepten des Erosionsschutzes.

Anhang I: Topographie und räumliche Untergliederung der ‚Tertiären Mergel‘

Relief – Hangneigung und Exposition

Das Relief der ‚Tertiären Mergel‘ ist stark zergliedert. Die tief eingeschnittenen, meist asymmetrischen V-Täler sind in der Südexposition zumeist deutlich steiler geneigt als die Nordexposition. Als Ursache dieser Asymmetrie sind nach Blum [1989] die in Abhängigkeit von der Exposition unterschiedlich intensiv ablaufenden Prozesse der Bodenbildung, der Verwitterung und des Bodenabtrags zu sehen. Als weitere reliefformende Kräfte sind hier noch Hangrutschungen zu nennen, die aufgrund der im Mergel eingelagerten Salze und Anhydrite zu einer treppenförmigen Überprägung der Hänge führen können (Gomer 1994:77).

Für das Gebiet der ‚Tertiären Mergel‘ lagen keine Karten zur Exposition und zur Hangneigung in digitaler Form vor. Für die Erarbeitung alternativer Lösungswege ist eine lokale Festlegung von Maßnahmen des Erosionsschutzes und der Sedimentrückhaltung nicht gefordert, da das Ziel darin besteht, Maßnahmenbündel für Zonen zu identifizieren. Eine sehr genaue Beschreibung des Reliefs, wie dies zum Beispiel für hydrologische Betrachtungen gefordert wird (siehe Gomer [1994:77]), erübrigt sich somit. Auf der Basis der topographischen Karte im Maßstab 1:50000 wurden die Höhenlinien alle 50 m digitalisiert und das Geländemodell, die Hangneigung und die Exposition berechnet. Dieses Zwischenergebnis wurde benutzt, um homogene Zonen des Reliefs (siehe Abbildung I-1) und der Exposition (siehe Abbildung I-2) räumlich abzugrenzen.

Struktur der Untereinzugsgebiete - bezogen auf die Hauptvorfluter

Das abfließende Oberflächenwasser sowie die mitgeführten Sedimente werden über ein hierarchisches Netz von Untereinzugsgebieten mit den entsprechenden Vorflutern gesammelt, bis sie in den Speicher Es Saada gelangen. Abbildung I-3 zeigt die Struktur und die Größe der Untereinzugsgebiete, bezogen auf die Hauptvorfluter. Auffallend ist die senkrechte Orientierung dieser Untereinzugsgebiete. In den ‚Tertiären Mergeln‘ wurde insgesamt 222 Untereinzugsgebiete erfaßt, wobei jedoch 140 Untereinzugsgebiete eine Größe von unter 2 km² besitzen. In unmittelbarer Nähe der Talauen wurden zusätzlich Flächen ausgewiesen, die durch einen mehr oder weniger flächenhaften Abfluß ohne eindeutige Abflußrinne gekennzeichnet sind, so daß sich wasserbauliche Techniken in diesen Gebieten nicht umsetzen lassen. Abbildung I-3 verdeutlicht auch, daß mit der Behandlung von vergleichsweise wenigen Untereinzugsgebieten ein großer Flächenanteil des mittleren Bereiches der ‚Tertiären Mergel‘ mit hohem Sedimenttransport kontrolliert werden kann.

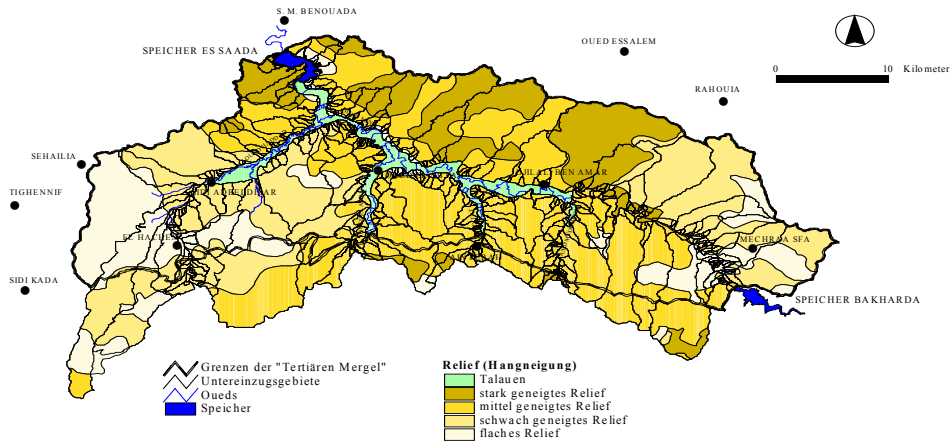


Abbildung I-1: Relief der ‚Tertiären Mergeln‘

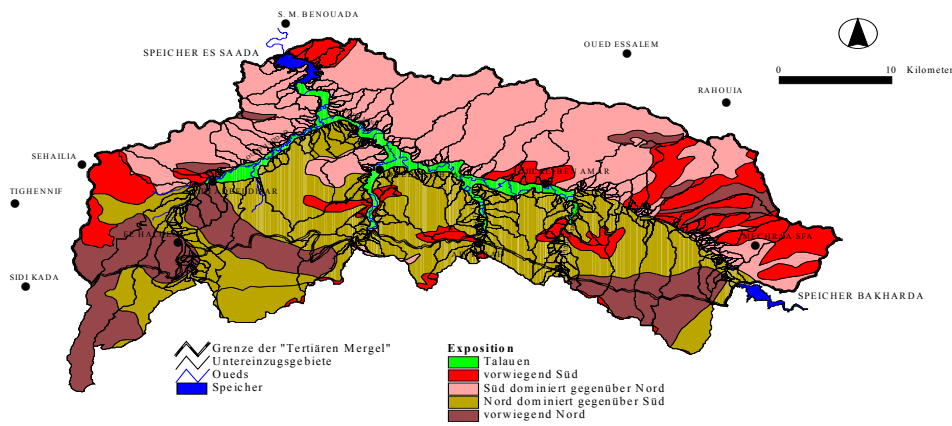


Abbildung I-2: Exposition in den ‚Tertiären Mergeln‘

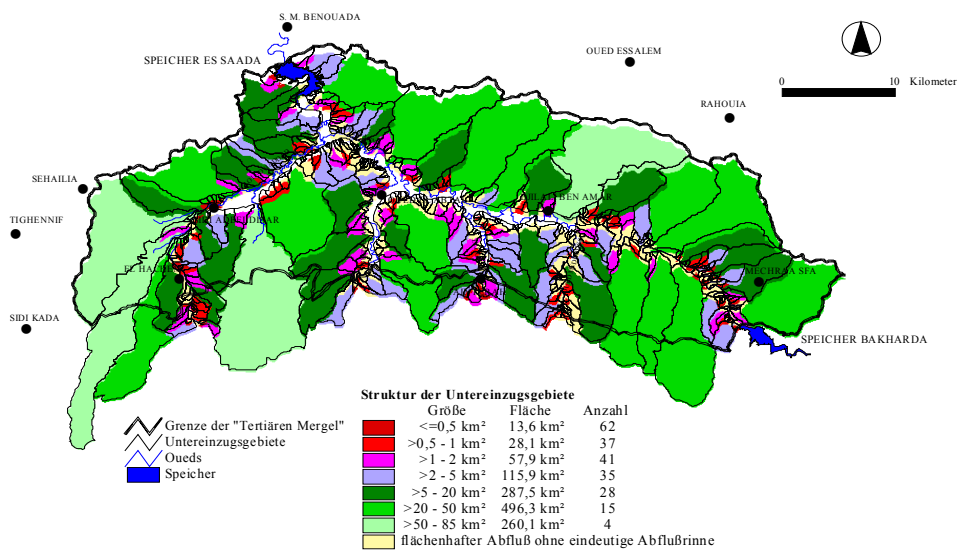
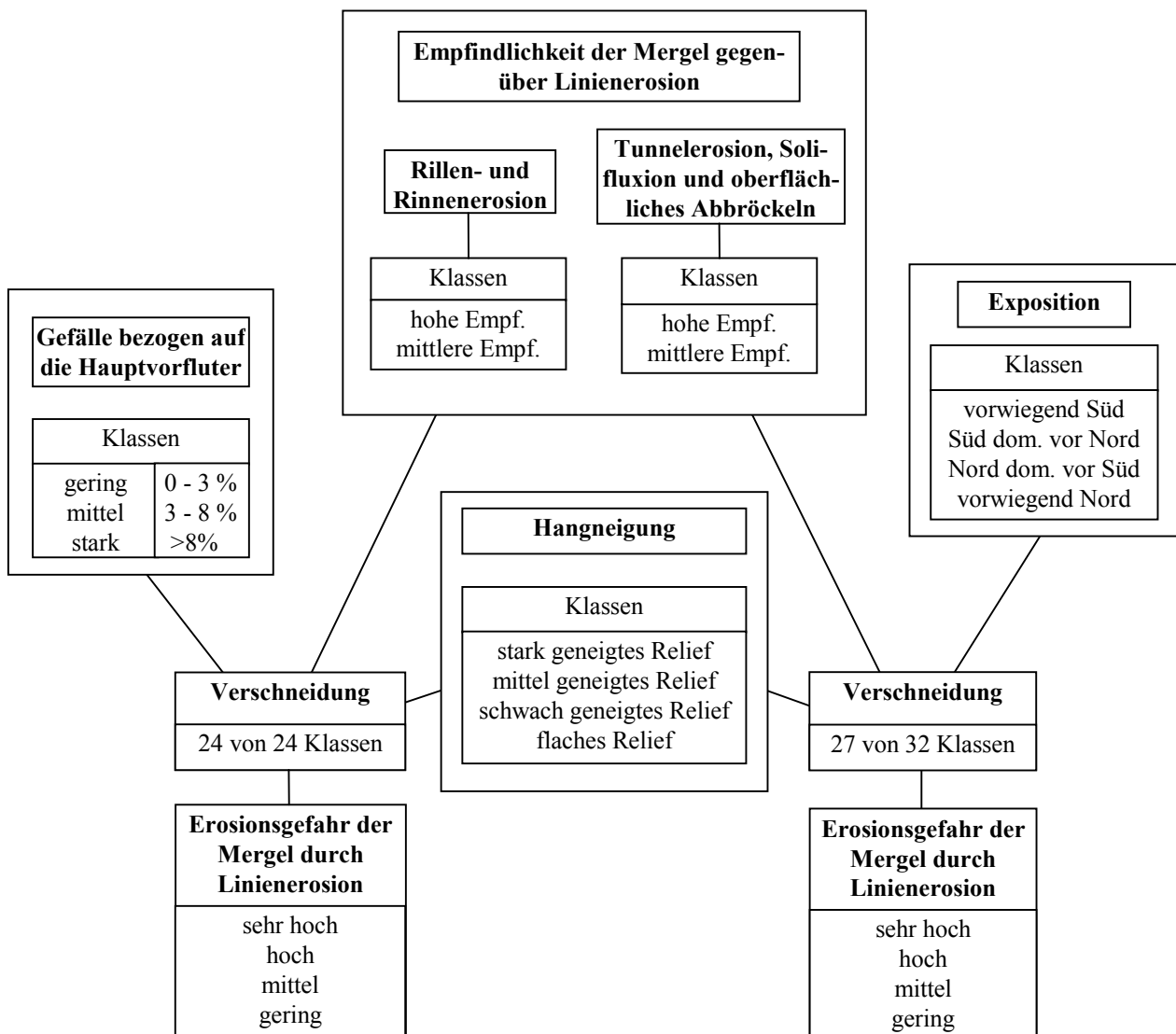


Abbildung I-3 : Struktur der Untereinzugsgebiete - bezogen auf die Hauptvorfluter

Anhang J: Grundgefährdung der Mergel durch Linienerosion



Verschneidungsgrundsätze: Grundgefährdung der Mergel durch Linienerosion für die Teilprozesse

Rillen- und Rinnenerosion

Je höher die Empfindlichkeit der Mergel gegenüber Linienerosion, je steiler das Relief und je stärker das Gefälle bezogen auf die Hauptvorfluter, desto höher ist die Gefährdung durch Rillen- und Rinnenerosion. Die entgegengesetzten Einstufungen der Variablen führt zu einer geringen Gefährdung der Mergel durch Rillen- und Rinnenerosion. Kombinationen aus mittleren Einstufungen führen zu einer hohen oder mittleren Grundgefährdung.

Tunnelerosion, Solifluxion und oberflächliches Abbröckeln

Hohe Empfindlichkeit der Mergel, Gebiete mit südlicher Exposition und steilem Relief führen zu einer hohen Grundgefährdung der Mergel gegenüber Linienerosion. Nordexponierte Lagen mit flachem Relief und mittlerer Grundgefährdung der Mergel ergeben eine geringe Grundgefährdung der Mergel. Kombinationen aus mittleren Einstufungen führen zu einer hohen oder mittleren Grundgefährdung.

Abbildung J-1: Verschneidungsschema zur Erfassung der Grundgefährdung der Mergel durch Linienerosion

| Anzahl Klassen | Hangneigung | Gefälle bezogen auf die Hauptvorfluter | Empfindlichkeit der Mergel | Grundgefährdung der Mergel durch Linienerosion |
|-----------------------|--------------------------|---|-----------------------------------|---|
| 1 | stark geneigtes Relief | stark | Hoch | sehr hoch |
| 2 | stark geneigtes Relief | mittel | Hoch | sehr hoch |
| 3 | mittel geneigtes Relief | stark | Hoch | sehr hoch |
| 4 | stark geneigtes Relief | gering | hoch | hoch |
| 5 | schwach geneigtes Relief | stark | hoch | hoch |
| 6 | mittel geneigtes Relief | mittel | hoch | hoch |
| 7 | mittel geneigtes Relief | gering | hoch | hoch |
| 8 | schwach geneigtes Relief | stark | hoch | hoch |
| 9 | stark geneigtes Relief | stark | mittel | hoch |
| 10 | stark geneigtes Relief | mittel | mittel | hoch |
| 11 | mittel geneigtes Relief | stark | mittel | hoch |
| 12 | schwach geneigtes Relief | mittel | hoch | mittel |
| 13 | schwach geneigtes Relief | gering | hoch | mittel |
| 14 | flaches Relief | mittel | hoch | mittel |
| 15 | flaches Relief | gering | hoch | mittel |
| 16 | stark geneigtes Relief | gering | mittel | mittel |
| 17 | schwach geneigtes Relief | stark | mittel | mittel |
| 18 | mittel geneigtes Relief | mittel | mittel | mittel |
| 19 | mittel geneigtes Relief | gering | mittel | mittel |
| 20 | flaches Relief | stark | mittel | mittel |
| 21 | schwach geneigtes Relief | mittel | mittel | gering |
| 22 | schwach geneigtes Relief | gering | mittel | gering |
| 23 | flaches Relief | mittel | mittel | gering |
| 24 | flaches Relief | gering | mittel | gering |

Tabelle J-1: Zusammenfassung der Variablen für die Erfassung der Grundgefährdung der Mergel durch Linienerosion (Rillen- und Rinnenerosion)

| Anzahl Klassen | Exposition | Relief | Empfindlichkeit der Mergel | Grundgefährdung der Mergel durch Linienerosion |
|----------------|-------------------|--------------------------|----------------------------|--|
| 1 | Süd dom. vor Nord | stark geneigtes Relief | hoch | sehr hoch |
| 2 | vorwiegend Süd | stark geneigtes Relief | hoch | sehr hoch |
| 3 | vorwiegend Süd | mittel geneigtes Relief | hoch | sehr hoch |
| 4 | Süd dom. vor Nord | mittel geneigtes Relief | hoch | hoch |
| 5 | Nord dom. vor Süd | mittel geneigtes Relief | hoch | hoch |
| 6 | vorwiegend Nord | mittel geneigtes relief | hoch | hoch |
| 7 | Süd dom. vor Nord | stark geneigtes Relief | mittel | hoch |
| 8 | vorwiegend Süd | stark geneigtes Relief | mittel | hoch |
| 9 | Nord dom. vor Süd | stark geneigtes Relief | mittel | hoch |
| 10 | vorwiegend Nord | stark geneigtes Relief | mittel | hoch |
| 11 | vorwiegend Süd | mittel geneigtes Relief | mittel | hoch |
| 12 | Süd dom. vor Nord | schwach geneigtes Relief | hoch | mittel |
| 13 | Vorwiegend Süd | schwach geneigtes Relief | hoch | mittel |
| 14 | Nord dom. vor Süd | schwach geneigtes Relief | hoch | mittel |
| 15 | Süd dom. vor Nord | flaches Relief | hoch | mittel |
| 16 | vorwiegend Süd | flaches Relief | hoch | mittel |
| 17 | Nord dom. vor Süd | flaches Relief | hoch | mittel |
| 18 | Nord dom. vor Süd | mittel geneigtes Relief | mittel | mittel |
| 19 | Süd dom. vor Nord | mittel geneigtes Relief | mittel | mittel |
| 20 | Süd dom. vor Nord | schwach geneigtes Relief | mittel | gering |
| 21 | Vorwiegend Süd | schwach geneigtes Relief | mittel | gering |
| 22 | Nord dom. vor Süd | schwach geneigtes Relief | mittel | gering |
| 23 | vorwiegend Nord | schwach geneigtes Relief | mittel | gering |
| 24 | Süd dom. vor Nord | flaches Relief | mittel | gering |
| 25 | Vorwiegend Süd | flaches Relief | mittel | gering |
| 26 | Nord dom. vor Süd | flaches Relief | mittel | gering |
| 27 | vorwiegend Nord | flaches Relief | mittel | gering |

Tabelle J-2: Zusammenfassung der Variablen für die Erfassung der Grundgefährdung der Mergel durch Linienerosion (Tunnelerosion, Solifluxion, oberflächliches Abbröckeln)

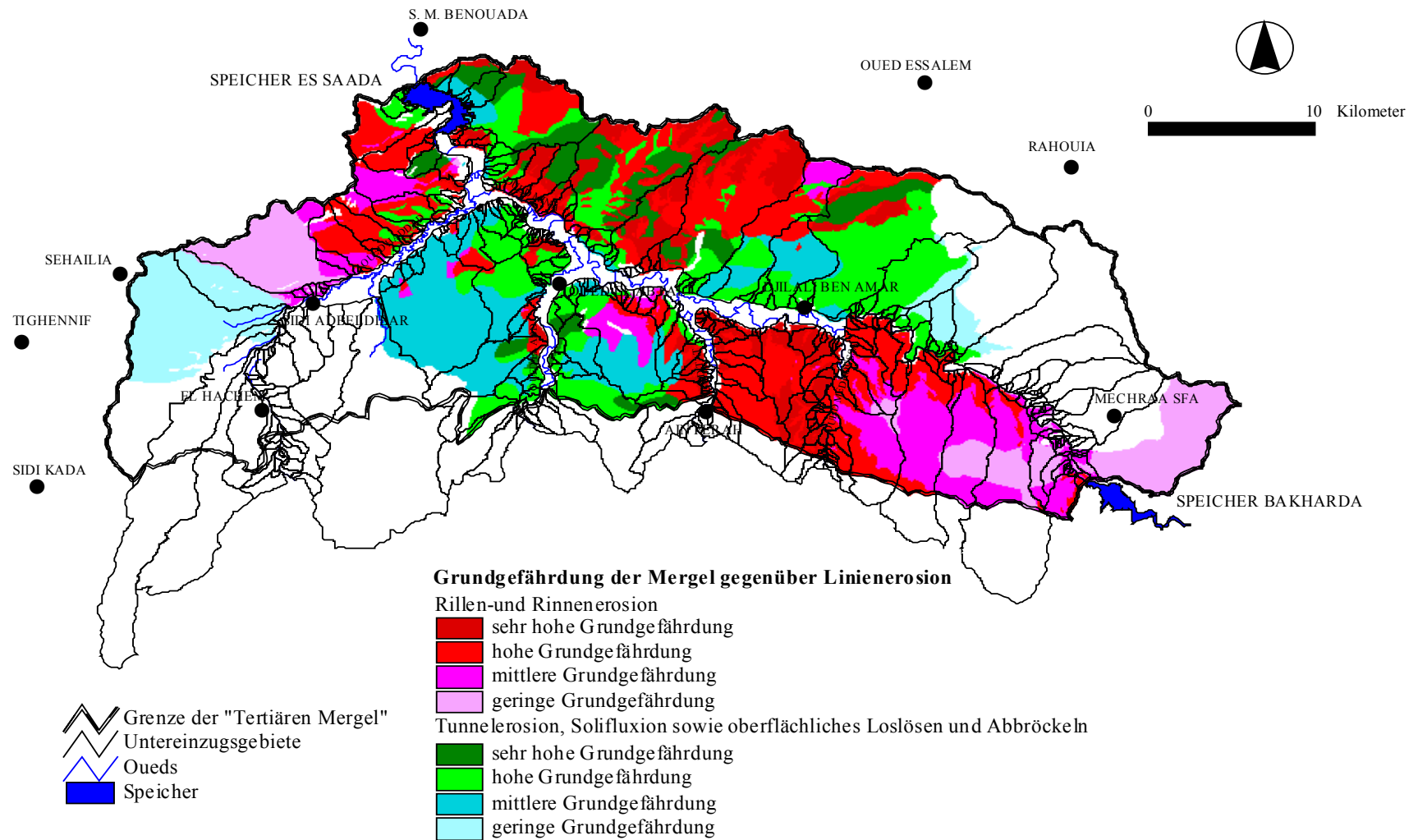
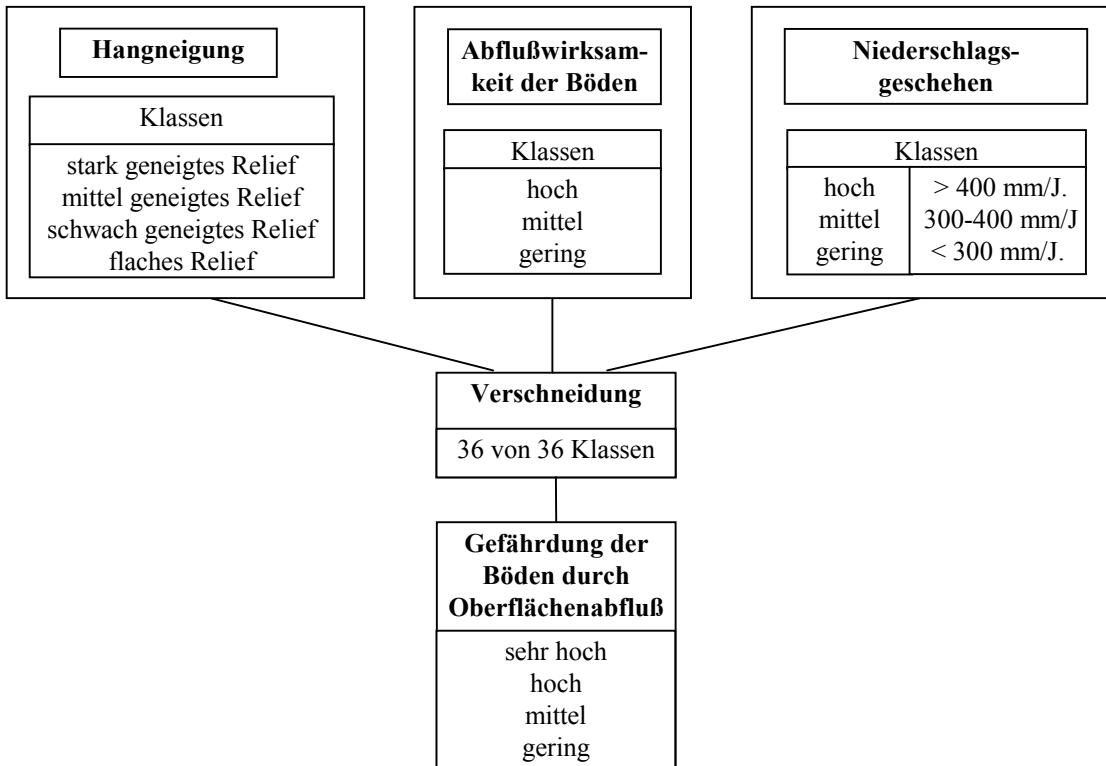


Abbildung J-2: Grundgefährdung der Mergel durch Linienerosion

Anhang K: Gefährdung der Böden durch Oberflächenabfluß



Verschneidungsgrundsätze: Gefährdung der Böden durch Oberflächenabfluß

Bei den Verschneidungen der drei Variablen wird davon ausgegangen, daß bei regelmäßiger Bearbeitung der ackerbaulich nutzbaren Böden die Gefährdung durch den Oberflächenabfluß unabhängig von der Hangneigung und dem Niederschlagsgeschehen als gering einzustufen ist. Versuche haben gezeigt, daß die Infiltrationskapazität dieser Böden so hoch ist, daß nur ein vergleichsweise geringer Oberflächenabfluß eintritt. Ausnahmen stellen hier extreme Niederschlagsereignisse dar. Demgegenüber führt unabhängig vom Relief eine hohe Abflußwirksamkeit der Böden und Jahresniederschläge von größer als 300mm/Jahr zu einer sehr hohen Gefährdung der Böden durch Oberflächenabfluß. Mittlere und hohe Einstufungen der Gefährdung der Böden durch Oberflächenabfluß ergeben sich aus Kombinationen, die zwischen diesen beiden Klassen liegen.

Abbildung K-1: Verschneidungsschema der Gefährdung der Böden durch Oberflächenabfluß

| Anzahl Klassen | mittlerer Jahresniederschlag | Hangneigung | Abflußwirksamkeit des Bodens | Ackerbauliche Nutzungsmöglichkeiten | Flächenanteil in % | Gefährdung der Böden durch Oberflächenabfluß |
|----------------|------------------------------|---------------------|------------------------------|-------------------------------------|--------------------|--|
| 1 | < 300 mm | stark gen. Relief | hoch | keine | 2 | hoch |
| 2 | 300 - 400 mm | stark gen. Relief | hoch | keine | 4 | sehr hoch |
| 3 | 400 - 600 mm | stark gen. Relief | hoch | keine | 3 | sehr hoch |
| 4 | < 300 mm | mittel gen. Relief | hoch | keine | 4 | hoch |
| 5 | 300 - 400 mm | mittel gen. Relief | hoch | keine | 10 | sehr hoch |
| 6 | 400 - 600 mm | mittel gen. Relief | hoch | keine | 2 | sehr hoch |
| 7 | < 300 mm | schwach gen. Relief | hoch | keine | 3 | hoch |
| 8 | 300 - 400 mm | schwach gen. Relief | hoch | keine | 3 | sehr hoch |
| 9 | 400 - 600 mm | schwach gen. Relief | hoch | keine | 1 | sehr hoch |
| 10 | < 300 mm | flaches Relief | hoch | keine | 1 | hoch |
| 11 | 300 - 400 mm | flaches Relief | hoch | keine | 1 | sehr hoch |
| 12 | 400 - 600 mm | flaches Relief | hoch | keine | 0 | sehr hoch |
| 13 | < 300 mm | stark gen. Relief | mittel | gering | 0 | mittel |
| 14 | 300 - 400 mm | stark gen. Relief | mittel | gering | 2 | mittel |
| 15 | 400 - 600 mm | stark gen. Relief | mittel | gering | 1 | hoch |
| 16 | < 300 mm | mittel gen. Relief | mittel | gering | 1 | mittel |
| 17 | 300 - 400 mm | mittel gen. Relief | mittel | gering | 10 | mittel |
| 18 | 400 - 600 mm | mittel gen. Relief | mittel | gering | 0 | hoch |
| 19 | < 300 mm | schwach gen. Relief | mittel | gering | 1 | mittel |
| 20 | 300 - 400 mm | schwach gen. Relief | mittel | gering | 1 | mittel |
| 21 | 400 - 600 mm | schwach gen. Relief | mittel | gering | 0 | hoch |
| 22 | < 300 mm | flaches Relief | mittel | gering | 0 | mittel |
| 23 | 300 - 400 mm | flaches Relief | mittel | gering | 0 | mittel |
| 24 | 400 - 600 mm | flaches Relief | mittel | gering | 0 | hoch |
| 25 | < 300 mm | stark gen. Relief | gering | mittel - gut | 0 | gering |
| 26 | 300 - 400 mm | stark gen. Relief | gering | mittel - gut | 2 | gering |
| 27 | 400 - 600 mm | stark gen. Relief | gering | mittel - gut | 3 | gering |
| 28 | < 300 mm | mittel gen. Relief | gering | mittel - gut | 2 | gering |
| 29 | 300 - 400 mm | mittel gen. Relief | gering | mittel - gut | 9 | gering |
| 30 | 400 - 600 mm | mittel gen. Relief | gering | mittel - gut | 4 | gering |
| 31 | < 300 mm | schwach gen. Relief | gering | mittel - gut | 4 | gering |
| 32 | 300 - 400 mm | schwach gen. Relief | gering | mittel - gut | 5 | gering |
| 33 | 400 - 600 mm | schwach gen. Relief | gering | mittel - gut | 9 | gering |
| 34 | < 300 mm | flaches Relief | gering | mittel - gut | 1 | gering |
| 35 | 300 - 400 mm | flaches Relief | gering | mittel - gut | 8 | gering |
| 36 | 400 - 600 mm | flaches Relief | gering | mittel - gut | 3 | gering |
| | | | | | 100 | |

Tabelle K-1: Zusammenfassung der Einflußfaktoren für die Gefährdung der Böden durch Oberflächenabfluß

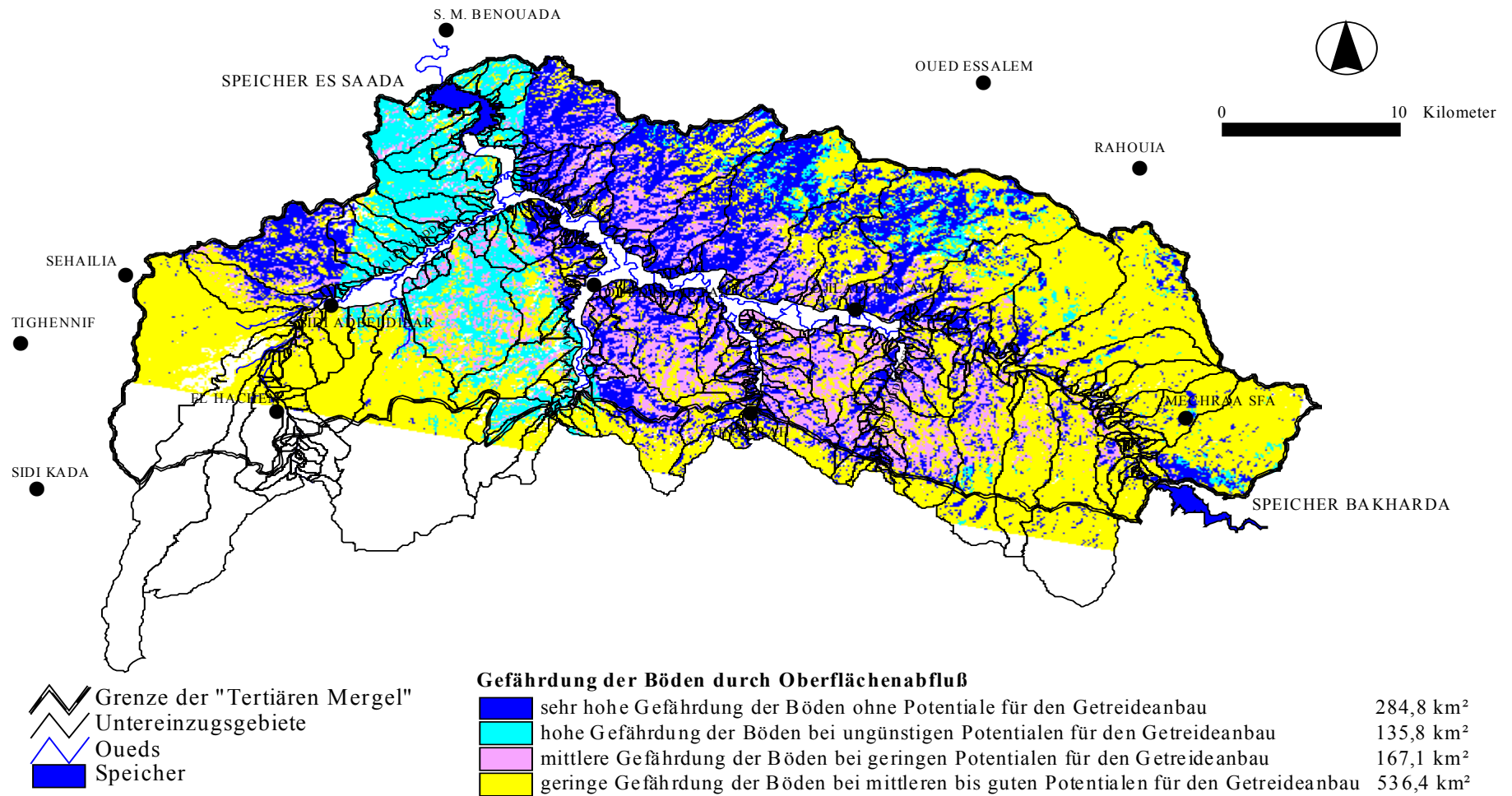
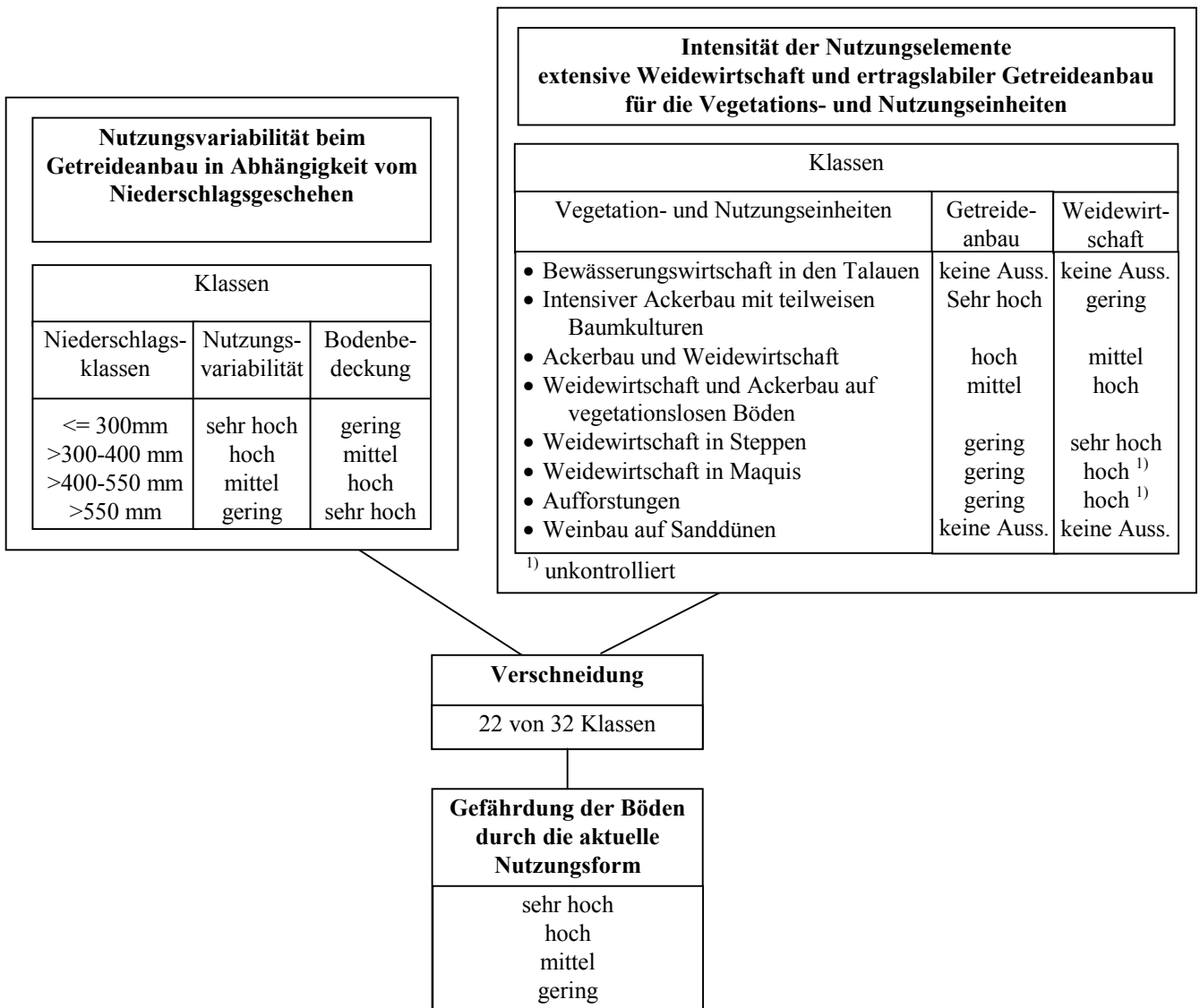


Abbildung K-2: Gefährdung der Böden durch Oberflächenabfluß

Anhang L: Gefährdung der Böden durch die aktuelle Nutzungsform



Verschneidungsgrundsätze: Gefährdung der Böden durch die aktuelle Nutzungsform

In den „Tertiären Mergeln“ ist von einer hohen weidewirtschaftlichen Nutzung auszugehen, so daß nicht ackerbaulich genutzte Böden aufgrund des hohen Weidedrucks meist vegetationslos und dem natürlichen Niederschlagsgeschehen ungeschützt ausgesetzt sind. Die Intensität der ackerbaulichen Nutzung wird durch das Betriebssystem bestimmt, das heißt, Bereiche mit intensivem Ackerbau weisen einen höheren Anteil an ackerbaulich genutzten Böden auf als Gebiete mit einer gemischten Nutzungsform aus Weidewirtschaft und Ackerbau. Je niedriger die mittleren Jahresniederschläge sind, desto höher ist die Nutzungsvariabilität und desto geringer die Bodenbedeckung beim Getreideanbau. Im Vergleich zum Bodenpotential ist in semi-ariden Gebieten das Niederschlagsgeschehen der limitierende Faktor für das Pflanzenwachstum. Bei der Einstufung der Variablen wurde davon ausgegangen, daß mit steigender Nutzungsintensität und abnehmender Nutzungsvariabilität beim Getreideanbau die Gefährdung der Böden durch die aktuelle Nutzungsform abnimmt.

Abbildung L-1: Verschneidungsschema der Gefährdung der Böden durch die aktuelle Nutzungsform

| Nr | Vegetations- und Nutzungseinheiten | Nutzungsintensität bei den Vegetations- und Nutzungseinheiten | | Niederschlagsklassen | Nutzungsvariabilität beim Getreideanbau | Bodenbedeckung beim Getreideanbau | Gefährdung der Böden durch die aktuelle Nutzungsform | Flächenanteil % |
|------------------------------|------------------------------------|---|--------------------|----------------------|---|-----------------------------------|--|--------------------------------|
| | | Getreideanbau | Weidewirtschaft | | | | | |
| 1 | 4 | mittel | hoch | <=300 mm | sehr hoch | gering | sehr hoch | 7.1 |
| 2 | 5 | gering | sehr hoch | <=300 mm | sehr hoch | gering | sehr hoch | 6.8 |
| 3 | 7 | gering | hoch ¹⁾ | <=300 mm | sehr hoch | gering | sehr hoch | 0.6 |
| 4 | 3 | hoch | mittel | <=300 mm | sehr hoch | gering | hoch | 0.9 |
| 5 | 4 | mittel | hoch | >300 - 400 mm | hoch | mittel | hoch | 22.5 |
| 6 | 5 | gering | sehr hoch | >300 - 400 mm | hoch | mittel | hoch | 3.3 |
| 7 | 7 | gering | hoch ¹⁾ | >300 - 400 mm | hoch | mittel | hoch | 1.8 |
| 8 | 7 | gering | hoch ¹⁾ | >400 - 550 mm | mittel | hoch | hoch | 1.1 |
| 9 | 2 | sehr hoch | gering | >300 - 400 mm | hoch | mittel | mittel | 7.0 |
| 10 | 3 | hoch | mittel | >300 - 400 mm | hoch | mittel | mittel | 10.1 |
| 11 | 4 | mittel | hoch | >400 - 550 mm | mittel | hoch | mittel | 3.8 |
| 12 | 2 | sehr hoch | gering | >400 - 550 mm | mittel | hoch | gering | 5.7 |
| 13 | 2 | sehr hoch | gering | >550 mm | gering | sehr hoch | gering | 0.5 |
| 14 | 3 | hoch | mittel | >400 - 550 mm | mittel | hoch | gering | 8.0 |
| 15 | 3 | hoch | mittel | >550 mm | gering | sehr hoch | gering | 0.5 |
| 16 | 1 | keine Aussage | | <=300 mm | keine Aussage | | keine Aussage | 1.0 |
| 17 | 1 | keine Aussage | | >300 - 400 mm | keine Aussage | | keine Aussage | 3.2 |
| 18 | 6 | keine Aussage | | <=300 mm | keine Aussage | | keine Aussage | 1.2 |
| 19 | 6 | keine Aussage | | >300 - 400 mm | keine Aussage | | keine Aussage | 10.1 |
| 20 | 6 | keine Aussage | | >400 - 550 mm | keine Aussage | | keine Aussage | 2.8 |
| 21 | 6 | keine Aussage | | >550 mm | keine Aussage | | keine Aussage | 0.8 |
| 22 | 8 | keine Aussage | | >300 - 400 mm | keine Aussage | | keine Aussage | 1.0 |
| ¹⁾ unkontrolliert | | | | | | | | 100 1400,26 km ² |

Tabelle L-1: Zusammenfassung der Einflußfaktoren für die Erfassung der Erosionsgefährdung der Böden durch die aktuelle Nutzungsform

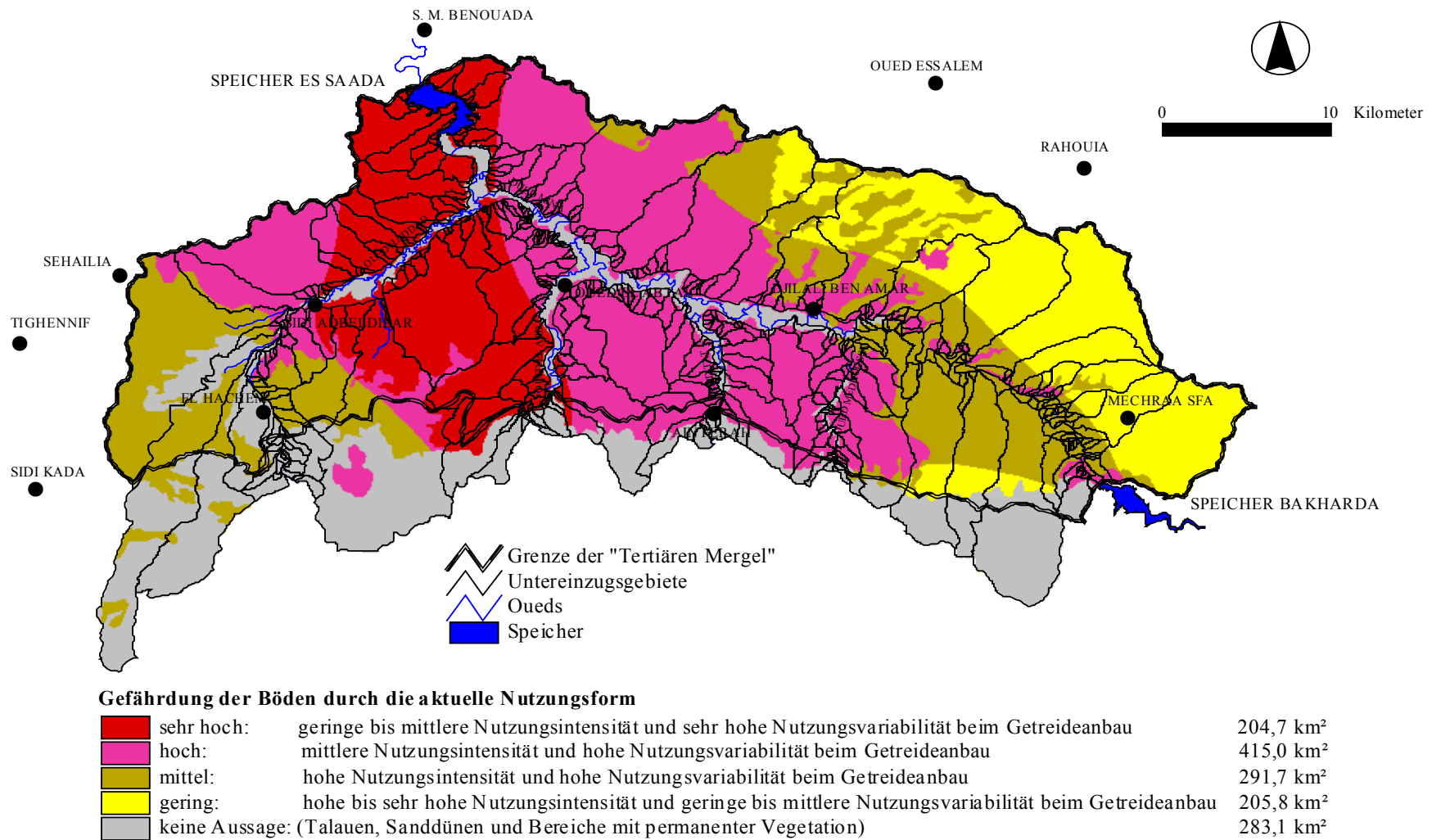
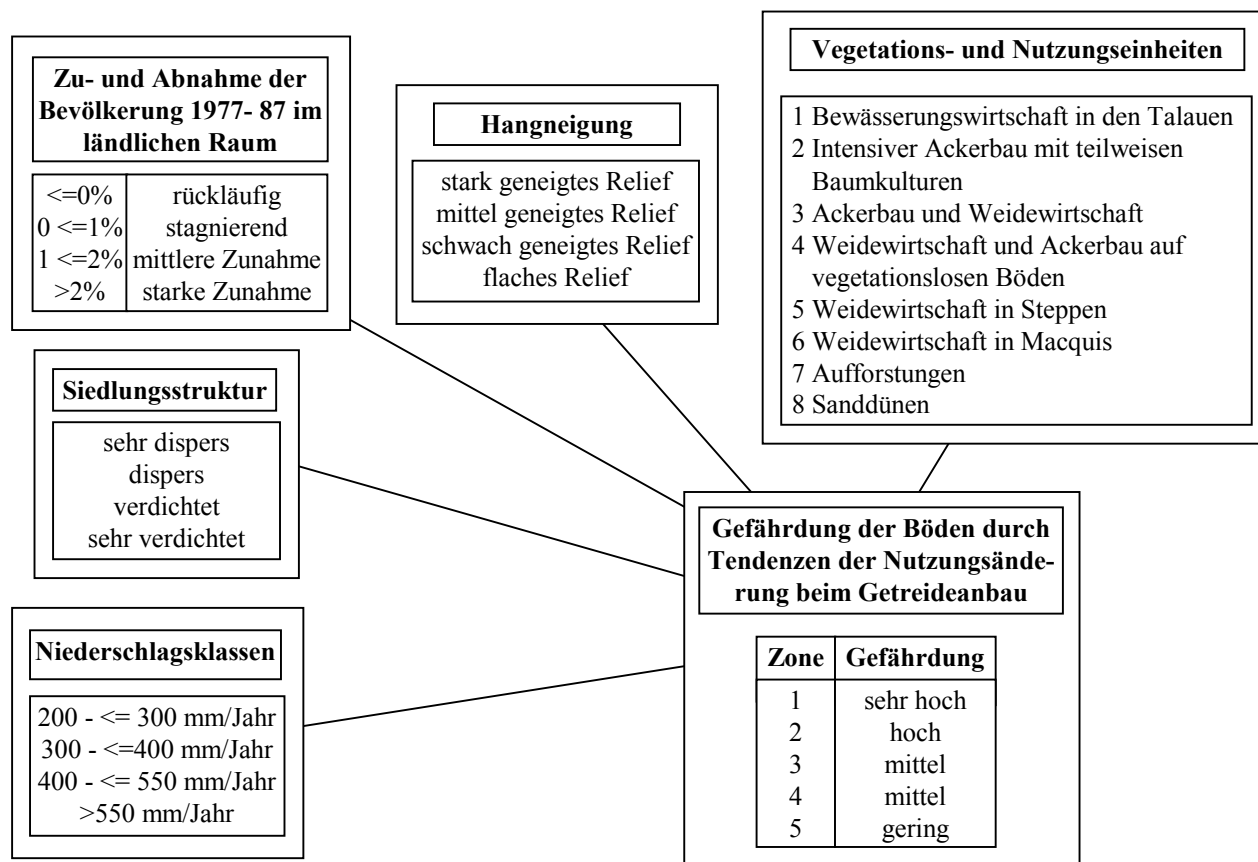


Abbildung L-2: Gefährdung der Böden durch die aktuelle Nutzungsform

Anhang M: Gefährdung der Böden durch die Änderung der Nutzungsform beim Getreideanbau



Grundsätze der Einstufung: Gefährdung der Böden durch die Änderung der Nutzungsform beim Getreideanbau

- Zone 1 Sehr hohe Gefährdung: Sie resultiert aus einer abnehmenden Bevölkerung im ländlichen Raum bei einer sehr dispersen Siedlungsstruktur, einem Betriebssystem aus Weidewirtschaft mit Ackerbau bei mittleren Jahresniederschlägen kleiner 300 mm/Jahr und einem schwach bis stark geneigten Relief.
- Zone 2 Hohe Gefährdung: Die Rahmenbedingungen sind vergleichbar mit jenen der Zone 1, obwohl die mittleren Jahresniederschläge mit im Mittel zwischen 300 – 400 mm/Jahr etwas höher liegen. Demgegenüber ist das Relief jedoch steiler als bei der Zone 1.
- Zone 3 Mittlere Gefährdung: Gegenüber der Zone 2 liegen die Jahresniederschläge im Mittel höher als 400 mm/Jahr, so daß von einer mittleren Gefährdung gegenüber Nutzungsänderungen beim Getreideanbau ausgegangen werden kann.
- Zone 4 Mittlere Gefährdung: Die mittlere Gefährdung resultiert aus einer stagnierenden Bevölkerung im ländlichen Raum bei einer dispersen Siedlungsstruktur, einem Betriebssystem aus Weidewirtschaft mit Ackerbau bei mittleren Jahresniederschlägen zwischen 300 – 400 mm/Jahr und einem mittel geneigten Relief.
- Zone 5 Geringe Gefährdung: Die vergleichsweise geringe Gefährdung durch Nutzungsänderungen beim Getreideanbau in der Zone 5 resultiert aus der mittleren Zunahme der Bevölkerung im ländlichen Raum bei disperser Siedlungsstruktur, der Nutzungsform aus Ackerbau und Viehwirtschaft bei Niederschlägen zwischen 300 –400 mm/Jahr und einem mittel geneigten Relief.

Abbildung M-1: Einflußfaktoren und Grundsätze der Einstufung der Gefährdung der Böden durch die Änderung der Nutzungsform beim Getreideanbau

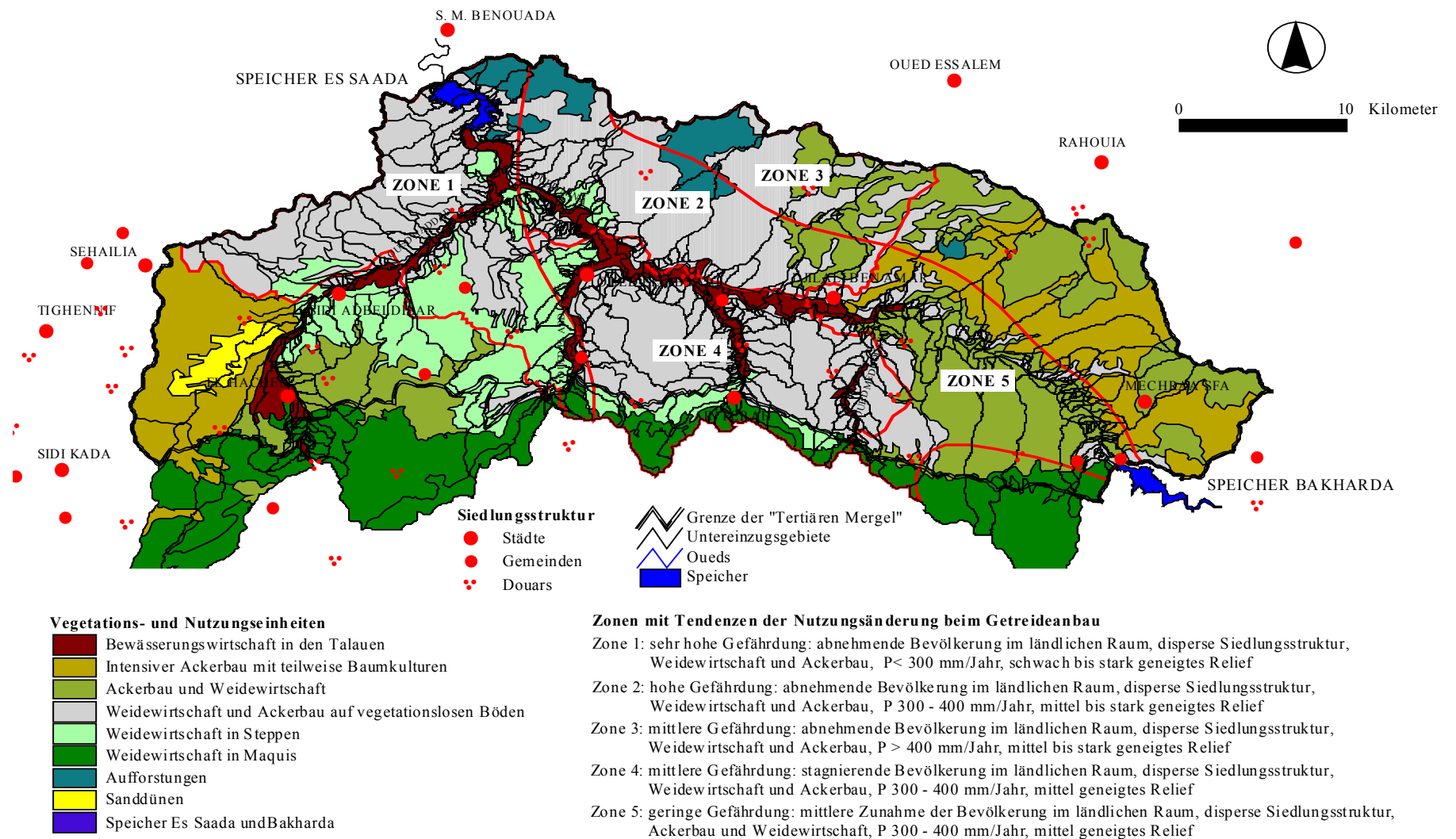


Abbildung M-2: Gefährdung der Böden durch Änderung der Nutzungsform beim Getreideanbau

Anhang N: Arten und Bereiche unterschiedlicher Gefährdung der Mergel durch Linienerosion

Beschreibung der Klassen der Abbildung 5-3

Klasse 1: Es handelt sich um die degradierten Böden, die durch eine hohe bis sehr hohe Gefährdung der Böden durch Oberflächenabfluß bei keinen Möglichkeiten der ackerbaulichen Nutzung gekennzeichnet sind. Eine Behandlung dieser Flächen ist vornehmlich durch eine kontrollierte und verbesserte Weidewirtschaft und/oder durch Unterschutzstellen und Anwendung biologischer Techniken möglich.

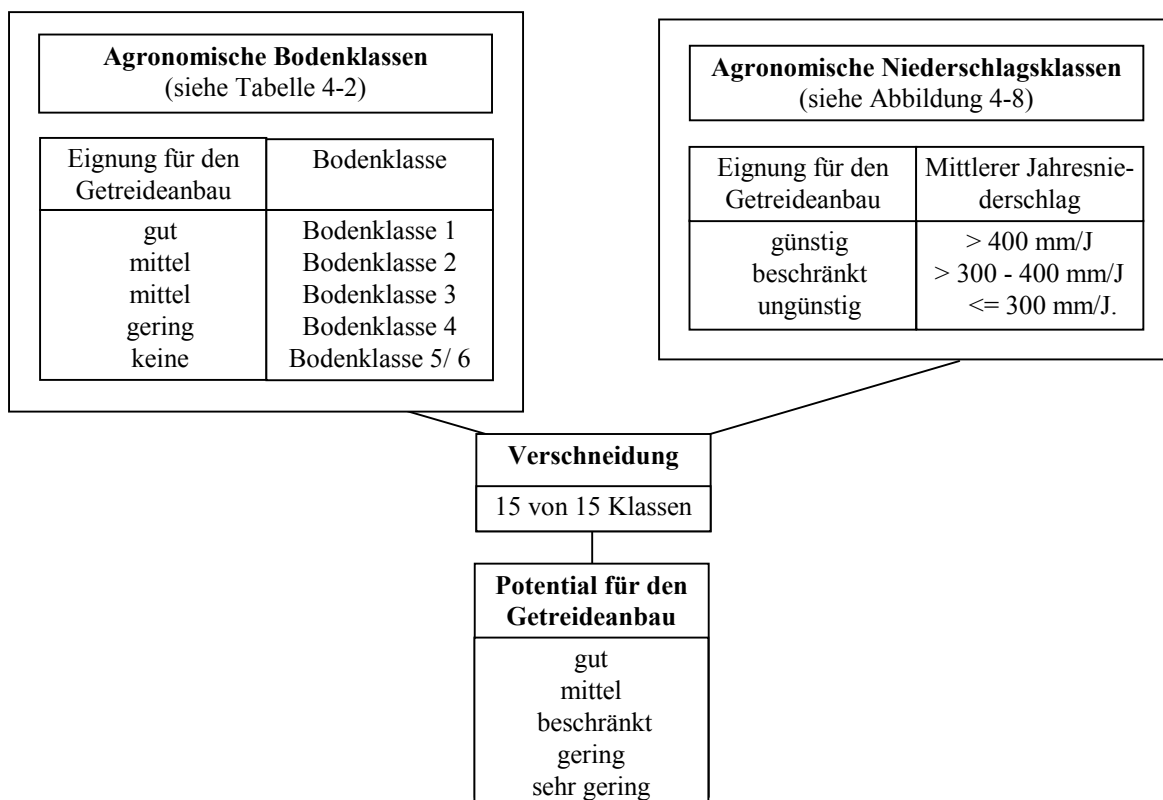
Klasse 2: Diese Flächen besitzen bei Bearbeitung eine mittlere Gefährdung der Böden durch Oberflächenabfluß und nur geringe ackerbauliche Nutzungsmöglichkeiten. Zusätzliche Gefährdungen resultieren aus der geringen bis mittleren Nutzungsintensität und der hohen bis sehr hohen Nutzungsvariabilität beim Getreideanbau. Die Flächen konzentrieren sich in der zweiten und vierten Zone möglicher Tendenzen von Nutzungsänderungen beim Getreideanbau. Es gilt zu prüfen, ob bei dem bestehenden Betriebssystem durch eine Reduzierung der Nutzungsvariabilität und einer Intensivierung beim Getreideanbau diese Flächen langfristig vor einer Degradierung geschützt werden können. Wäre dies nicht möglich, so ist eine kontrollierte und verbesserte Weidewirtschaft oder ein Unterschutzstellen und Anwendung biologischer Techniken anzustreben.

Klasse 3: Es handelt sich wie bei der Klasse 2 um Flächen mit einer mittleren Gefährdung der Böden durch Oberflächenabfluß und nur geringen ackerbaulichen Nutzungsmöglichkeiten. Die Intensität und Variabilität beim Getreideanbau wird mit hoch bis sehr hoch bzw. gering bis mittel eingeschätzt, so daß man im Vergleich zur Klasse 2 von günstigeren Rahmenbedingungen ausgehen kann. Die Flächen konzentrieren sich im östlichen Teil der ‚Tertiären Mergel‘ in unmittelbarer Nähe der Klasse 5, wobei jedoch der Flächenanteil für das Fallbeispiel vergleichsweise gering ist.

Klasse 4: Bei der vierten Klasse weisen die Böden bei Bearbeitung eine geringe Gefährdung durch Oberflächenabfluß sowie mittlere bis gute ackerbauliche Nutzungsmöglichkeiten auf. Gefährdungen resultieren insbesondere aus der geringen bis mittleren Nutzungsintensität und der hohen bis sehr hohen Nutzungsvariabilität beim Getreideanbau. Insbesondere die im Westen gelegenen Böden dieser Klasse liegen jedoch außerhalb des Bereiches mit einer potentiellen Gefährdung der Mergel durch Linienerosion.

Klasse 5: Die Böden der fünften Klasse besitzen bei Bearbeitung eine geringe Gefährdung durch Oberflächenabfluß sowie mittlere bis gute ackerbauliche Nutzungsmöglichkeiten. Im Gegensatz zur Klasse 4 ist die Nutzungsintensität hoch bis sehr hoch und die Nutzungsvariabilität hoch bis gering eingestuft worden. Die meisten Böden dieser Klasse liegen außerhalb des Bereiches mit einer potentiellen Gefährdung der Mergel durch Linienerosion.

Anhang O: Eignung technischer Maßnahmen zum Schutz des Bodens vor Bodenerosion und des Speichers vor Verlandung



Verschneidungsgrundsätze: Potentiale und Restriktionen für den Getreideanbau

Das Potential für den Getreideanbau orientiert sich am limitierenden Faktor des Niederschlagsgeschehens. Bei mittleren Jahresniederschlägen unter 300 mm ist das Potential für den Getreideanbau so gering, daß aus ökologischen wie auch wirtschaftlichen Bedingungen in diesen Gebieten vom Getreideanbau abzuraten ist.

| Klassen | Niederschlag | | Boden | | Flächenanteil in % | Potential für den Getreideanbau |
|--------------|--------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| | mm/J | Eignung für den Getreideanbau | Eignung für den Getreideanbau | Abflußwirksamkeit | | |
| 1 | ≤300 | ungünstig | gut | gering | 1 | Gering |
| 2 | >300 – ≤400 | beschränkt | gut | gering | 9 | mittel |
| 3 | >400- <550 | günstig | gut | gering | 13 | gut |
| 4 | ≤300 | ungünstig | mittel | gering | 5 | gering |
| 5 | >300 – ≤400 | beschränkt | mittel | gering | 14 | mittel |
| 6 | >400- <550 | günstig | mittel | gering | 4 | gut |
| 7 | ≤300 | ungünstig | mittel | hoch | 3 | sehr gering |
| 8 | >300 – ≤400 | beschränkt | mittel | hoch | 7 | beschränkt |
| 9 | >400- <550 | günstig | mittel | hoch | 2 | beschränkt |
| 10 | ≤300 | ungünstig | gering | mittel | 2 | sehr gering |
| 11 | >300 – ≤400 | beschränkt | gering | mittel | 12 | gering |
| 12 | >400- <550 | günstig | gering | mittel | 2 | gering |
| 13 | ≤300 | ungünstig | kein | hoch | 8 | kein |
| 14 | >300 – ≤400 | beschränkt | kein | hoch | 13 | kein |
| 15 | >400- <550 | günstig | kein | hoch | 3 | kein |
| Restfläche | | | | | 2 | |
| Gesamtfläche | | | | | 100 % = 1285.8 km ² | |

Abbildung O-1: Verschneidungsschema zur Identifizierung potentiell für den Getreideanbau geeigneter Flächen

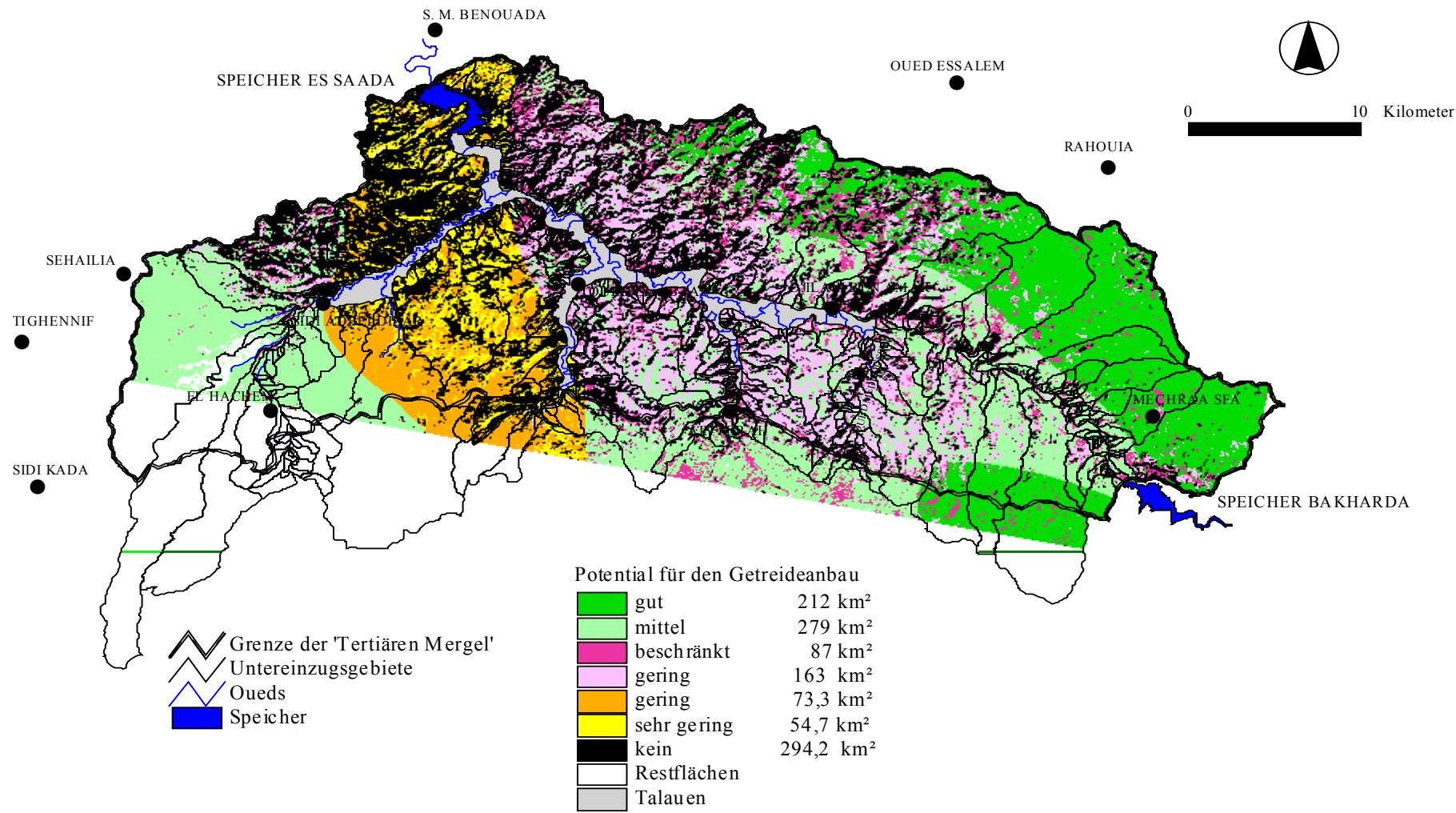
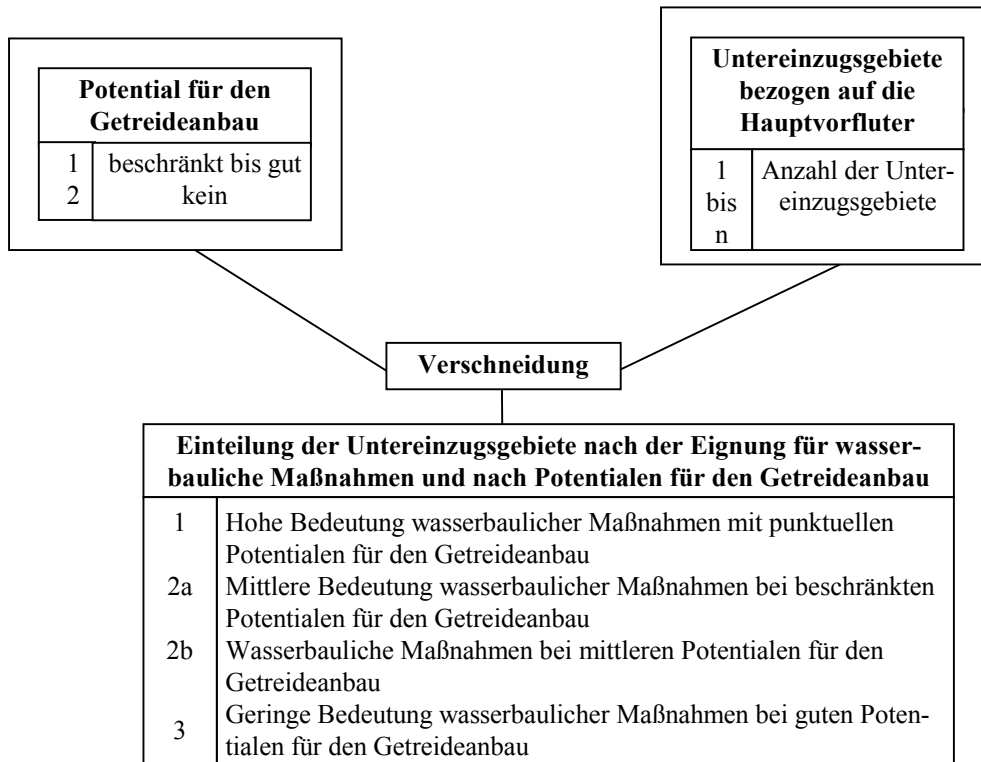


Abbildung O-2: Potentiell für den Getreideanbau geeignete Flächen



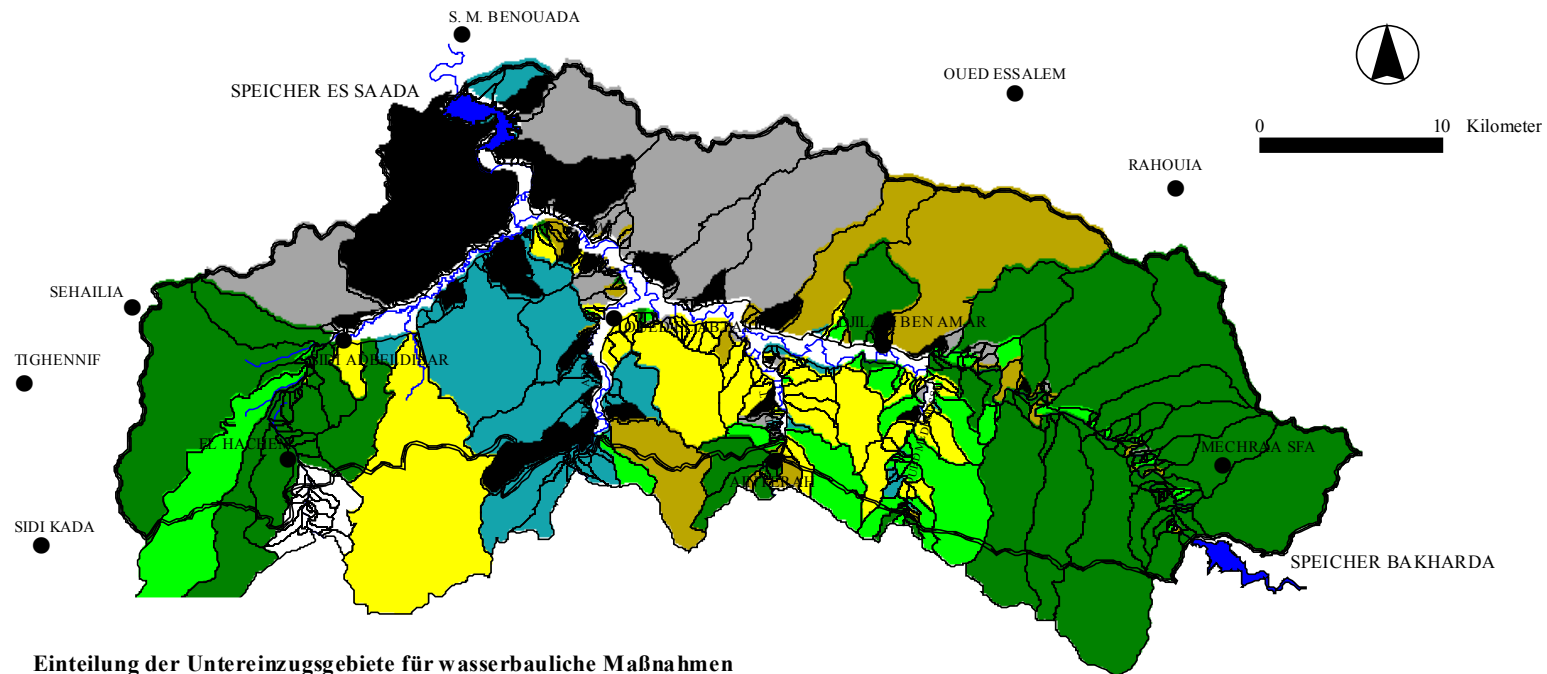
Verschneidungsgrundsätze: Einstufung der Untereinzugsgebiete nach der Eignung für wasserbauliche Maßnahmen und nach Potentialen für den Getreideanbau

Die Einteilung der Untereinzugsgebiete bezogen auf die Hauptvorfluter basiert auf den jeweiligen Flächenanteilen an degradierten Böden und mit beschränkten bis guten Potentialen für den Getreideanbau.

Mit steigendem Anteil an degradierten Böden nimmt die Bedeutung wasserbaulicher Maßnahmen zu und mit steigendem Anteil an Potentialen für den Getreideanbau die Bedeutung des Getreideanbaus.

| Nr. | Flächenanteil in % pro Untereinzugsgebiet | | Flächenanteil in % insgesamt | Klassen |
|--------------|---|---|------------------------------|---------|
| | Degradierte Böden | beschränkte bis gute Potentiale für den Getreideanbau | | |
| 1 | $\geq 60\%$ | $\leq 20\%$ | 6.0 | 1 |
| 2 | $\geq 40 - < 60\%$ | $\leq 20\%$ | 3.9 | 1 |
| 3 | $\geq 20 - < 40\%$ | $\leq 20\%$ | 7.7 | 3 |
| 4 | $< 20\%$ | $\leq 20\%$ | 1.0 | 3 |
| 5 | $\geq 60\%$ | $> 20 - \leq 40\%$ | 0.3 | 2 |
| 6 | $\geq 40 - < 60\%$ | $> 20 - \leq 40\%$ | 13.0 | 2 |
| 7 | $\geq 20 - < 40\%$ | $> 20 - \leq 40\%$ | 4.3 | 4 |
| 8 | $< 20\%$ | $> 20 - \leq 40\%$ | 8.5 | 4 |
| 9 | $\geq 40 - < 60\%$ | $> 40 - \leq 60\%$ | 0.4 | 5 |
| 10 | $\geq 20 - < 40\%$ | $> 40 - \leq 60\%$ | 8.6 | 5 |
| 11 | $< 20\%$ | $> 40 - \leq 60\%$ | 8.4 | 6 |
| 12 | $\geq 20 - < 40\%$ | $> 60 - \leq 100\%$ | 0.6 | 6 |
| 13 | $< 20\%$ | $> 60 - \leq 100\%$ | 37.3 | 7 |
| Gesamtfläche | | | 100% = 1333 km ² | |

Abbildung O-3: Verschneidungsschema zur Einteilung der Untereinzugsgebiete nach der Eignung für wasserbauliche Maßnahmen und nach Potentialen für den Getreideanbau



Einteilung der Untereinzugsgebiete für wasserbauliche Maßnahmen












| | Anteil degradiertes Böden | Anteil Potentiale für Getreideanbau | Bedeutung technischer Maßnahmen | |
|---|---------------------------|-------------------------------------|---|--|
|  | >40% | <20% | Hohe Bedeutung wasserbaulicher Maßnahmen mit geringen Potentialen für den Getreideanbau |  Grenze der "Tertiären Mergel"  Untereinzugsgebiete  Oueds  Speicher |
|  | >40 - <=60% | >20 - <=40% | | |
|  | >20 - <=40% | <20% | Mittlere Bedeutung wasserbaulicher Maßnahmen mit beschränkten Potentialen für den Getreideanbau | |
|  | <40% | >20 - <=40% | | |
|  | >20 - <=40% | >40 - <=60% | Mittlere Bedeutung wasserbaulicher Maßnahmen mit mittleren Potentialen für den Getreideanbau | |
|  | <20% | >40 - <=60% | Geringe Bedeutung wasserbaulicher Maßnahmen mit guten Potentialen für den Getreideanbau | |
|  | <20% | >60 - <=100% | | |

Abbildung O-4: Einteilung der Untereinzugsgebiete nach der Eignung für wasserbauliche Maßnahmen und Potentialen für den Getreideanbau

Anhang P: Exemplarische Zusammenstellung von Wirkungen auf die Schutzgüter

| Kriterien | Szenario A Trendszenario | Szenario B Bau von mittleren bis großen Sedimentrück- haltebecken | Szenario C Maßnahmen des Erosionsschutzes | Szenario D Förderung der Produk- tionsstandorte im Osten und Westen | Szenario E Bewässerungswirtschaft in den Talauen durch den Bau von Vorsperren |
|--|-----------------------------|--|---|--|--|
| A) Wirkungen auf die Schutzgüter | | | | | |
| Bodenerosion im mittleren Bereich der ‚Tertiären Mergel‘ | | | | | |
| Erosionsgefährdung durch Linienerosion in Mergeln | hoch | hoch | mittel | hoch | sehr hoch |
| Degradierter Flächenanteil | nimmt zu | nimmt zu | nimmt langsamer zu | nimmt zu | nimmt stärker zu |
| Hangrutschungen in den Untereinzugsgebieten | keine Änderung | wesentliche Verbesserung | keine Änderung | keine Änderung | geringfügige Verbesserung |
| Hangrutschungen in den Hauptvorflutern | keine Änderung | geringfügige Verbesserung | keine Änderung | keine Änderung | wesentliche Verbesserung |
| Wasserqualität und Sedimenteintrag in den Speicher | | | | | |
| Mittlerer Sedimenteintrag pro Jahr in den Speicher Es Saada | 2 bis 4 hm ³ | 0.5 bis 1.0 hm ³ | 1.5 bis 3 hm ³ | 2 bis 4 hm ³ | 2 bis 4 hm ³ |
| Verschmutzungsgefahr durch die Bewässerungswirtschaft in den Talauen | nimmt zu | nimmt zu | nimmt zu | nimmt zu | nimmt stärker zu |
| Salzgehalt des Wasserdargebotes | gleich | nimmt ab | gleich | gleich | nimmt zu |
| Wasserdargebot und Wasserabfluß | | | | | |
| Verfügbares Wasserdargebot pro Jahr für Bewässerungszwecke unterhalb des Speichers | 80 - 110 hm ³ | 75 - 105 hm ³ | 80 - 110 hm ³ | 80 - 110 hm ³ | 60 – 90 hm ³ |
| Konflikt bei der Nutzung des Wasser- dargebotes | nimmt zu | nimmt zu | nimmt zu | nimmt zu | nimmt stark zu |
| Hochwasserschutz in den Talauen | kein | Geringe Verbesserung in den ‚Tertiären Mer- geln‘ | kein | kein | Verbessert entlang der Hauptvorfluter |

| Kriterien | Szenario A Trendszenario | Szenario B Bau von mittleren bis großen Sedimentrück- haltebecken | Szenario C Maßnahmen des Erosionsschutzes | Szenario D Förderung der Produk- tionsstandorte im Osten und Westen | Szenario E Bewässerungswirtschaft in den Talauen durch den Bau von Vorsperren |
|---|-----------------------------|--|---|--|--|
| Landwirtschaft | | | | | |
| Nutzungsintensität beim Getreideanbau im Bereich mit Erosionsgefährdung | gering - mittel | gering - mittel | mittel | gering - mittel | gering |
| Nutzungsvariabilität beim Getreideanbau im Bereich mit Erosionsgefährdung | mittel - hoch | mittel - hoch | mittel | mittel - hoch | hoch |
| Unkontrollierte Weidewirtschaft im Bereich mit Erosionsgefährdung | hoch | hoch | mittel | hoch | Sehr hoch |
| Landwirtschaftliche Produktion im Bereich mit Erosionsgefährdung | nimmt geringfügig zu | nimmt geringfügig zu | nimmt zu | nimmt geringfügig zu | nimmt eher ab |
| Bewässerungswirtschaft in den Talauen | nimmt zu | nimmt zu | nimmt zu | nimmt zu | nimmt stark zu |
| Landwirtschaftliche Produktion in den Produktionsstandorten | nimmt zu | nimmt zu | nimmt zu | nimmt stärker zu | nimmt zu |
| Bevölkerung und soziale Rahmenbedingungen | | | | | |
| Prozesse der Konzentration und Abwanderung im Bereich mit Erosionsgefährdung | mittel | mittel | mittel - gering | mittel - stark | stark |
| Außerlandwirtschaftliche Einkunftsmöglichkeiten im mittleren Bereich der ‚Tertiären Mergel‘ | sehr gering | gering | gering | gering | mittel |
| Außerlandwirtschaftliche Einkunftsmöglichkeiten in den Produktionsstandorten | mittel | mittel | mittel | mittel - hoch | mittel |
| Verkehrerschließung im mittleren Bereich der ‚Tertiären Mergel‘ | gering | gering | mittel | gering | gering |
| Verkehrerschließung in den landwirtschaftlichen Produktionsstandorten | gering | gering | gering | mittel | gering |

| Kriterien | Szenario A Trendszenario | Szenario B Bau von mittleren bis großen Sediment- rückhaltebecken | Szenario C Maßnahmen des Erosionsschutzes | Szenario D Förderung der Produk- tionsstandorte im Osten und Westen | Szenario E Bewässerungswirtschaft in den Talauen durch den Bau von Vorsperren |
|-----------------------|---|--|--|--|--|
| Kosten | | | | | |
| Wesentliche Maßnahmen | <ul style="list-style-type: none"> • Keine wesentlichen zusätzlichen Maßnahmen | <ul style="list-style-type: none"> • Planung, Bau und Unterhalt von mittleren bis großen Sedimentrückhaltebecken entlang der Hauptvorfluter | <ul style="list-style-type: none"> • Bau von mittleren bis kleinen Rückhaltebecken, • Direktsubventionen für ackerbauliche und weidwirtschaftliche Maßnahmen, • Verbesserung der Ausstattung mit Infrastruktur im ländlichen Raum, • Verbesserung der wirtschaftlichen und sozialen Situation der Bergbauern, • Verbesserung der rechtlichen, administrativen und institutionellen Rahmenbedingungen. | <ul style="list-style-type: none"> • Bau von landwirtschaftlichen Wegen • Verbesserung der rechtlichen, administrativen und institutionellen Rahmenbedingungen | <ul style="list-style-type: none"> • Planung, Bau und Unterhalt von Vorsperren im Oued Abt und/oder Oued Tat • Planung, Bau und Unterhalt von Bewässerungsperimetern |

| Kriterien | Szenario A Trendszenario | Szenario B Bau von mittleren bis großen Sediment- rückhaltebecken | Szenario C Maßnahmen des Erosionsschutzes | Szenario D Förderung der Produk- tionsstandorte im Osten und Westen | Szenario E Bewässerungswirtschaft in den Talauen durch den Bau von Vorsperren |
|--|---|--|---|---|---|
| B) Störereignisse und kritische Erfolgsfaktoren | | | | | |
| Niederschlagsgeschehen | | | | | |
| Verhalten bei Trockenperioden | Prozesse der Kon- zentration und Abwanderung werden beschleu- nigt. | Sedimentrückhalte- becken laufen langsamer voll. | Mittel für Direktsub- ventionen der Berg- bauern steigern und müssen sofort verfüg- bar sein. | Erträge in den Produk- tionsstandorten für den Getreideanbau sind gerin- ger oder fallen auch dort teilweise aus. | Konflikte bei der Nutzung des Wasserdargebotes werden noch größer und müssen durch ein adequates Management des Wasser- dargebotes bewältigt werden |
| Verhalten bei Feuchtperioden | Prozesse der Kon- zentration und Abwanderung werden verlang- samt. | Sedimentrückhalte- becken laufen schnel- ler voll. | Handlungsspielraum der Bergbauern für die Umsetzung von Maß- nahmen des Erosions- schutzes wird größer. | | Durch die Vergrößerung der regulierbaren Speiche- kapazität kann das gesamte verfügbare Wasserdargebot aufgefangen werden |

Lebenslauf von Helmut Honermann

| | | |
|-----------------------|---------------------|---|
| Geburtsdatum: | 15. Juni 1955 | |
| Geburtsort: | Legden | |
| Familienstand: | verheiratet, 1 Kind | |
| Schulbildung: | 04/1962 - 03/1966 | Marienschule in Legden |
| | 04/1966 - 07/1971 | Alexander-Hegius-Gymnasium in Ahaus |
| | 08/1971 - 06/1973 | Fachoberschule für Technik in Ahaus |
| Studium: | 10/1973 - 11/1976 | Fachhochschule Münster: Fachbereich Bauingenieurwesen, Studienrichtung Wasserbau |
| | 10/1981 - 07/1988 | Technische Hochschule der Universität Karlsruhe (TH): Fachbereich Bauingenieurwesen, Vertiefungsrichtung Konstruktiver Ingenieurbau |
| Berufliche Tätigkeit: | 12/1976 - 09/1977 | Angestellter in der Tiefbauabteilung des Bauamtes der Stadt Ahaus |
| | 10/1977 - 12/1978 | Anstellung als Projekt- und Bauleiter bei der Bauunternehmung Adolf Münstermann in Heek |
| | 01/1979 - 9/1981 | Tätigkeit als Berater der Bauabteilung des CARDER ATLANTIQUE (Regionalentwicklungsgesellschaft) in Benin für den Deutschen Entwicklungsdienst in Berlin |
| | 09/1988 - 12/1992 | Regionalplaner im Projekt ‚Integrierter Erosionsschutz im Wassereinzugsgebiet des Oued Mina‘ in Algerien für die Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) in Eschborn |
| | 10/1993 - 08/1995 | Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Städtebau und Landesplanung der Universität Karlsruhe (TH). Fortführung der Arbeiten im Projekt ‚Integrierter Erosionsschutz im Wassereinzugsgebiet des Oued Mina‘ |
| | 05/1995 - 05/2000 | Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Städtebau-Institut der Universität Stuttgart: Koordinator einer interdisziplinären Arbeitsgruppe mit dem Arbeitsschwerpunkt - Management schnell wachsender Städte in Algerien im Projekt ‚Hochschulkooperation mit der Ecole Polytechnique d’Architecture et d’Urbanisme (EPAU)‘ |
| | 06/2000 | Gutachtertätigkeit im Projekt ‚Hochschulkooperation mit der Ecole Polytechnique d’Architecture et d’Urbanisme (EPAU)‘ im Auftrag der Deutschen Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) |