

Aus der Sektion Geographie der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg  
Wissenschaftsbereich Physische Geographie  
(Leiter des Wissenschaftsbereiches: Prof. Dr. sc. H. Kugler)

## **Bodenerosionsschutz als Maßnahme der Agrarökosystemgestaltung im Raum Querfurt**

Von Bert Carlsen

Mit 7 Abbildungen

(Eingegangen am 17. Juli 1988)

### 1. Problemstellung

Bodenerosive Abtragungsprozesse richten jährlich vorwiegend auf landwirtschaftlichen Nutzflächen einen beträchtlichen volkswirtschaftlichen Schaden an, dessen indizierte Ursachen in einer nicht den natürlichen Bedingungen angepassten Wirtschaftsweise des Menschen in der Landschaft zu suchen sind. Neben den durchzuführenden qualitativen und quantitativen Untersuchungen zum bodenerosiven Abtrag (vgl. Schröder 1982, 1985, 1987) erscheint es immer dringender, aus der Sicht des integrierten Bodenschutzes Konzepte zu entwickeln und daraus abgeleitete Maßnahmen durchzuführen, deren Hauptziel es ist, die ackerbaulich genutzte Fläche besser vor Erosionsprozessen zu schützen und die Erosionsvorgänge auf ein reproduzierbares Maß der Abtragung zu beschränken. Da Stärke und Ausmaß rezenter Bodenumlagerungen vor allem auf die extrem starke Ausräumung der Kulturlandschaft und dem daraus resultierenden Mangel an erosionshemmenden Flurelementen zurückzuführen sind, stehen Erosionsschutz und landschaftsökologische Strukturverbesserung in einem engen Zusammenhang und werden deshalb integrativ behandelt. Die Vorschläge zur Verbesserung der landschaftsökologischen Struktur des Raumes zielen dabei vor allem auf eine Verbesserung der Situation naturnaher Restflächen ab, wie sie u. a. bei Haber (1971), Schanda (1985) und Tietze, Grosser (1985) gefordert werden. Darüber hinaus gehende Aspekte des Landschaftsschutzes, wie sie etwa in den Hauptforderungen zur Verwirklichung integrierter Schutzgebietssysteme von Mader (1983 a, b), Erz (1983) und Finke (1986) niedergelegt sind, können auf Grund des relativ kleinen Arbeitsgebietes und der fehlenden Datenbasis (Biotopkartierung, Untersuchungen über Verbreitungsdistanzen) nur bedingt Anwendung finden. Deshalb tragen die Vorschläge zur Verbesserung der landschaftsökologischen Struktur nur den Charakter erster Anregungen. Auch bei Beachtung aller vorgeschlagenen Maßnahmen kann noch nicht von einer Gesundung des Naturhaushaltes, wohl aber von einer Verbesserung seiner Stabilität gesprochen werden. Die Schaffung integrierter Schutzgebietssysteme bedarf einer tiefgreifenden interdisziplinären Zusammenarbeit sowie enger Abstimmung mit allen Planungsträgern des Raumes.

### 2. Kurzkennzeichnung des Arbeitsgebietes bezüglich des Erosionsgeschehens und der landschaftsökologischen Struktur

Das Arbeitsgebiet (Abb. 1) gehört vollständig zum Kreis Querfurt und zeigt eine durch den Muschelkalkrand (Wellenkalkschichtstufe) bedingte Zweiteilung in eine lößüberdeckte Muschelkalkplatte (Querfurter Platte) und eine ebenfalls lößüberdeckte Buntsandsteintafel (Ziegelrodaer Plateauhügelland). Überdurchschnittlich gute Boden-

verhältnisse, die ihren Ausdruck in Bodenwertzahlen zwischen 75 und 95 finden, sowie relativ gute klimatische Bedingungen führten dazu, daß der Raum Querfurt zu den am intensivsten genutzten Agrarlandschaften der DDR gehört (Altermann 1981, Schröder 1982, 1986). Ausgewählte Auswirkungen dieser agrarischen Intensivnutzung in bezug auf Bodenerosion und landschaftsökologischer Struktur werden bei Schröder (1982, 1987) und Carlsen (1987) beschrieben. Die Landschaft des Querfurter Raumes besitzt eine potentiell nur geringe bis mäßige Erosionsdisposition. Hemmende Faktoren stellen dabei sowohl die Reliefbedingungen (zumeist geringe Hangneigung) als auch die klimatischen Bedingungen (500 mm Jahresniederschlagssumme, geringe Starkniederschlagsneigung) dar. Dagegen wirken die Substrateigenschaften (Löß- und Sandsteinverwitterungsprodukte) erosionsfördernd.

Ausmaß und Intensität der Erosionsprozesse werden heute allerdings entscheidend durch die nutzungsbedingte Erosionsdisposition geprägt, da der Schutz des Bodens durch eine ganzjährige natürliche Vegetationsdecke im Bereich der Ackerflächen entfällt. Die Großflächenwirtschaft führte dabei im Verbund mit einigen weiter unten aufgeführten Punkten zu einer starken Stimulierung des Erosionsgeschehens. Es kann bereits davon ausgegangen werden, daß die nutzungsbedingte Erosionsdisposition die potentiell natürliche Erosionsdisposition überlagert und zum entscheidenden Faktor geworden ist.

Auf der Grundlage der Interpretation panchromatischer Luftbilder sowie von Analysen der Reliefposition und der Substrateigenschaften kommt Schröder (1982) zu Aussagen über das Ausmaß der Schädigung durch bodenerosive Abspülung im Raum Querfurt. Danach müssen 10–20 % der landschaftlichen Nutzfläche als stark bis extrem stark geschädigt angesehen werden. Am stärksten betroffen sind dabei die Bereiche der Wellenkalkschichtstufe und des Ziegelrodaer Plateauhügellandes (mittlerer Buntsandstein). Während im mittleren Buntsandstein 30–40 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche stark bis extrem stark geschädigt sind, steigt dieser Anteil im Bereich der Wellenkalkschichtstufe auf 60–80 % an.

„Tendenziell ist bei Beibehaltung der gegenwärtigen Produktionsmethoden in der Landwirtschaft mit einer Ausweitung der geschädigten Areale zu rechnen. Dies liegt vor allem an der Tatsache, daß die Landwirtschaft auch potentiell für den Ackerbau ungeeignete (in bezug auf Bodenerhalt) Flächen ackerbaulich nutzt. Auf einem Großteil dieser von ihrer natürlichen Ausstattung her extremen Standorte ist über längere Zeiträume mit einem akuten Bodenabtrag zu rechnen, der bei Beibehaltung heutiger Produktionsmethoden Ernteauffälle in einem Maße bringen wird, die die weitere Nutzung dieser Flächen langfristig ökonomisch bedenklich erscheinen lassen.“ (Schröder 1982)

Das dargestellte Ausmaß der bereits eingetretenen Schäden und diese Prognose machen die Dringlichkeit von Erosionsschutzmaßnahmen deutlich.

Nach Untersuchungen von Schlüter (1912) und Sachtleben (1931) war der Westen des Arbeitsgebietes mit einer geschlossenen Waldecke überzogen, während der übrige Teil zu der von Schlüter (1912) beschriebenen weithin offenen Landschaft gehörte, welche sich von Thüringen aus über den Harz bis auf das heutige Hannover hin erstreckte. Im Querfurter Raum sind von dieser Naturlandschaft nur wenige Reste geblieben. Aus der Flächennutzungskarte (Abb. 1) kann man sofort entnehmen, daß es sich um eine weitestgehend ausgeräumte Agrarlandschaft handelt. Die Signatur 2.1.1. für Ackerland kennzeichnet den weitaus größten Teil der Kartenfläche. Die meisten Ackerflächen sind nur sehr gering mit Flurgehölzen durchsetzt. Naturnahe Restflächen, also solche, die noch von Pflanzengesellschaften besiedelt werden, die in Artengefüge, Lebensformenspektrum und Schichtung vorwiegend von den natürlichen Standortbedingungen bestimmt und durch die Nutzung wenig verändert sind, sind nahezu überall

verschwunden. Die Begriffsbestimmung „naturnahe“ erfolgt nach Buchwald (1978). Den besten Ausstattungsgrad an naturnahen Restflächen weist noch die Wellenkalkschichtstufe auf. Aber auch dort sind diese Flächen sehr stark isoliert, so daß sie keine wesentlichen überörtlichen Funktionen für die angrenzenden intensiv genutzten Ackerflächen übernehmen können. Der von Ringler (1981) geprägte Begriff der Vereinzelung, mit den wesentlichen Merkmalen Biotopschrumpfung, Biotopzerstückelung, Biotopzersplitterung, Vergrößerung des Anteils der anthropogen beeinflussten Biotoprandzone und räumliche Isolation durch Verfremdung des Biotopumfeldes, ist voll auf die Situation der naturnahen Restflächen des Querfurter Raumes anwendbar, wobei jedoch eine innergebietliche Differenzierung zu beachten ist.

Die Querfurter Platte stellt das am stärksten ausgeräumte und damit ökologisch verarmte Gebiet dar. Die reliefbedingt gute Eignung zur Anlage von Großschlägen führte dazu, daß die großflächigen, das Landschaftsbild bestimmenden Monokulturen (vorwiegend Getreide und Zuckerrüben) nur selten von einzelnen Baum- oder Gebüscreihen entlang der Wege unterbrochen werden. Obwohl keine betriebsbezogenen quantitativen Analysen vorliegen, kann wohl davon ausgegangen werden, daß Flora und Fauna in diesem Gebiet extrem artenarm sind. Die aus Abb. 1 ablesbare nahezu totale Ausräumung der Flurelemente aus den Ackerflächen in Verbindung mit dem bis an die wenigen verbleibenden Restflächen herangeführten Einsatz von Agrochemikalien legen diesen Schluß nahe. Zur sehr geringen Dichte der verbleibenden Flurelemente kommt hinzu, daß von einer Vernetzung nicht die Rede sein kann. Damit bietet die Querfurter Platte ein Musterbeispiel einer extrem ausgeräumten, biologisch nivellierten Landschaft, in der die natürlichen Regulationsmechanismen weitestgehend durch menschliche Eingriffe (Schädlingsbekämpfung) ersetzt werden müssen. Im Sinne von Buchwald (1978) muß diese Landschaft als naturferne Kulturlandschaft angesprochen werden. Es besteht fast keine Übereinstimmung mehr zwischen der realen und der potentiellen natürlichen Vegetation.

In den wesentlichen Punkten trifft diese Einschätzung auch auf die Bereiche des Ziegelrodaer Plateauhügellandes zu. Allerdings ist hier, wohl durch das lebhaftere Relief bedingt (vgl. Finke 1986), die Nivellierung der Landschaft nicht ganz so weit fortgeschritten.

„Mit zunehmender reliefbedingter Differenzierung nimmt auf Grund der damit verbundenen schlechteren Eignung zur Anlage von Großschlägen auch die natürliche Vielfalt von der Querfurter Platte über das Ziegelrodaer Plateauhügelland bis zur Muschelkalkschichtstufe zu. Als Indiz dafür ist der jeweils höhere Anteil der naturnahen Restflächen zu werten. Trotzdem kann diese zunehmende Diversifizierung nicht nur dem Relief zugeschrieben werden, da mit zunehmender reliefbedingter Differenzierung oftmals auch eine Verbesserung des Wasserhaushaltes oder eine stärkere klimatische Differenzierung zu verzeichnen ist, was zu einer Zunahme von Sonderstandorten (Grundwasserbeeinflussung, Überschwemmungszonen, Trockenrasengesellschaften usw.) und damit zur natürlichen Vielfalt beiträgt.“ (Carlsen 1987)

Die lithologisch bedingte höhere Flußdichte im mittleren Buntsandstein im Vergleich zum Muschelkalk der Querfurter Platte führt dazu, daß die Fließgewässer wie Weida, Kriebuschbach und Schmoner Bach im Landschaftsbild dominanter hervortreten. Obwohl die Bepflanzung der Bachläufe meist sehr lückenhaft ist, eine positive Ausnahme bildet die Querne zwischen dem Ziegelrodaer Forst und Lodersleben, sind damit doch vielfältigere Habitate als in den ackerbaulich genutzten Gebieten anzutreffen.

Als relativ schmale Übergangszone zwischen der Querfurter Platte und dem Ziegelrodaer Plateauhügelland stellt die Wellenkalkschichtstufe im Vergleich zu diesen ein natürliches Gunstgebiet dar, da die reliefbedingte Vielfalt der Nutzungsarten in diesem Bereich im Verbund mit den nicht- bzw. wenig genutzten und mit Büschen und

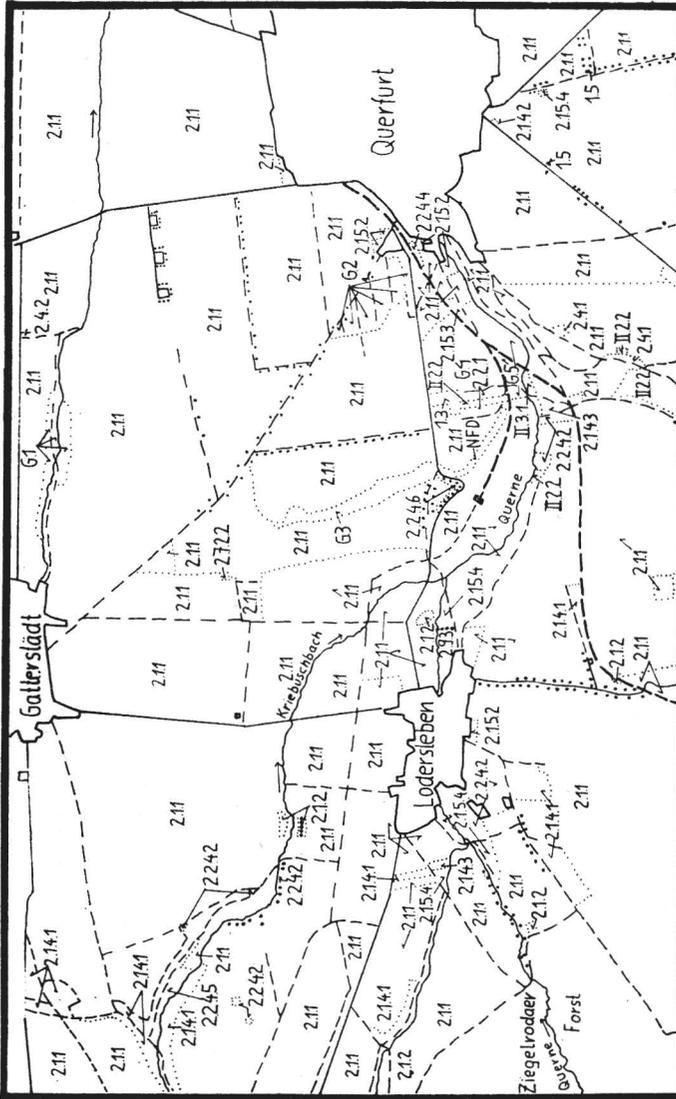


Abb. 1. Flächennutzungskarte des Raumes Querfurt (Ausschnitt) –  
 (Grundlage der Karten in Abb. 1 und Abb. 2: Meßtischblatt Querfurt 1 : 25 000, Ausgabe 1928)

Verkehrswege:

- Straße
- - - - - Feldweg
- - - - - Eisenbahnstrecke

Gewässer:

- Querne** → Fließgewässer
- ⊥ Fließgewässer mit biologisch verbauter Uferzone

Sonstiges:

- ⋯ biologische Verbauung am Hang
- ⋯ biologisch verbauter Tiefenlinienbereich
- ⋯ Umwidmungsfläche (naturnahe Vegetation)
- ⋯ sonstige Nutzungsgrenze    NFD    Naturflächen ⋯

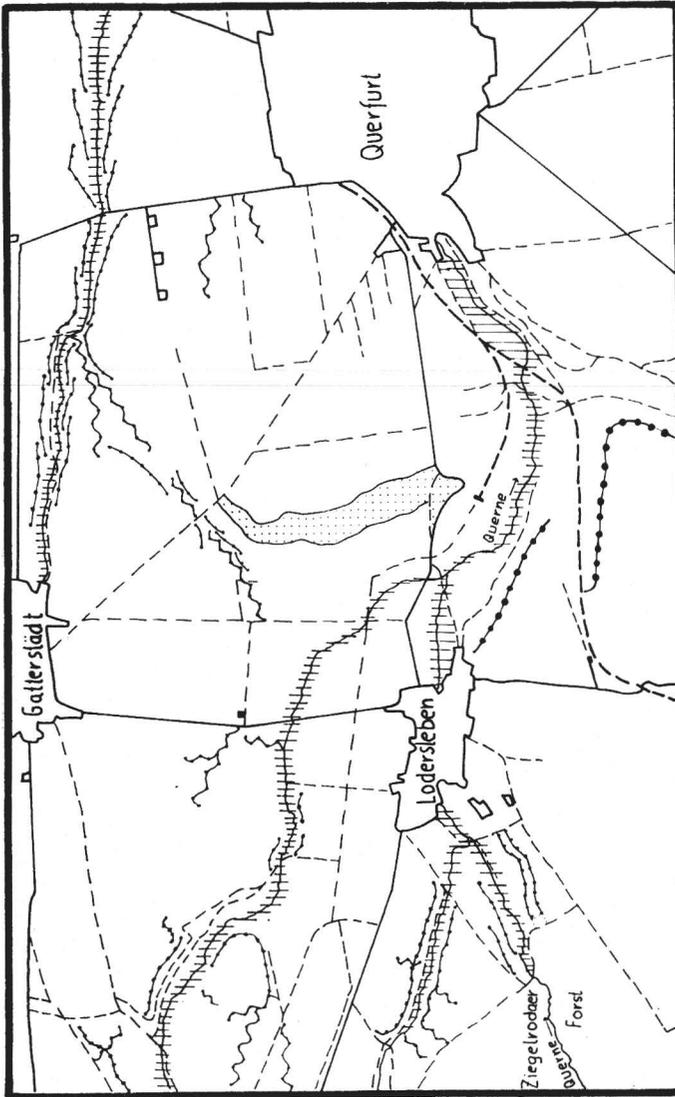


Abb. 2. Karte der Erosionsschutzmaßnahmen, Gestaltungsvorschläge

- |          |   |  |
|----------|---|--|
| I.       | Genutzte Flächen                                    |  |
| 1.       | Genutzte bebaute Flächen                            | 2.1.5.2. Hausgärten                      |
| 1.3.     | Industrielle und gewerbliche Produktion             | 2.1.5.3. Feldgärten                      |
|          |   | 2.1.5.4. Grabeland                       |
| 1.5.     | Lagerung  | 2.2. forstwirtschaftliche Ertragsflächen |
| 2.       | landwirtschaftliche und gärtnerische Ertragsflächen | 2.2.1. produktive Holzbodenflächen       |
| 2.1.1.   | Ackerland   | 2.2.4. Flur- und Ufergehölze             |
| 2.1.2.   | Grasland  | 2.2.4.2. Baumgruppen                     |
| 2.1.4.   | Obstbauland   | 2.2.4.4. Flächengehölze                  |
| 2.1.4.1. | Obstanlagen   | 2.2.4.5. Gebüschstreifen, Hecken         |
| 2.1.4.2. | alte Obstanlagen                                    | 2.2.4.6. Flächengebüsch                  |
| 2.1.4.3. | extensive Obstbauflächen                            | 2.4. Lagerfreiflächen                    |
| 2.1.5.   | Gartenland  | 2.4.1. Lagerplätze aller Art             |
|          |   | 2.4.2. offene Silos                      |

2.5.	Abbauflächen	2.7.7.2.	geordnete Deponie
2.7.	Freiflächen der Entsorgung	2.9.	selbständige Freiflächen
2.7.2.	Deponieflächen	2.9.3.	privates Wochenendland
2.7.2.1.	wilde Deponie		
II. Ungenutzte Flächen			
2.	Ungenutzte Freiflächen	G.1	2.1.1. / 2.2.4.4. / 2.1.4.3. / 2.1.2. / 2.5.
2.2.	aufgelassene Freiflächen	G.2	2.1.5.4. / 2.7.2.1. / 2.2.1. / 2.1.1.
3.	ungenutzte Wasserflächen	G.3	2.2.4.2. / 2.2.4.1. / 2.2.4.5. / 2.7.2.1.
3.1.	ungenutzte aufgelassene natürliche oder künstliche stehende Gewässer	G.4	2.4.1. / 2.2.4.2. / II. 2.2.
		G.5	2.1.1. / 2.2.4.2. / II. 2.2.

Bäumen durchsetzten steileren Flächen zu einem engräumig wechselnden Flächennutzungs mosaik führt. Besonders die steilsten, ungenutzten Bereiche mit naturnaher Vegetation sind eine große Bereicherung der Landschaft. Allerdings ist auch im Bereich der Schichtstufe die ackerbauliche Nutzung schon sehr weit fortgeschritten, so ist z. B. der Bereich nördlich der Landstraße Lodersleben-Querfurt fast vollständig unter den Pflug genommen worden. Eine weitere Ausweitung des Ackerbaus würde dazu führen, daß die Schichtstufe wichtige Funktionen (z. B. Ausbreitungszentrum für verschiedene Populationen), die sie für den gesamten Raum zu erfüllen hat, nicht mehr ausüben könnte. Als Glied eines anzustrebenden Biotopenverbundsystems im Sinne von Schanda (1985) kommen solchen Einheiten wie der Wellenkalkschichtstufe wichtige agrar- und landschaftsökologische Funktionen zu, die wesentlich zur Stabilisierung des Landschaftshaushaltes beitragen.

Die Ausräumung der Landschaft stellt einen historischen Prozeß dar und ist keineswegs auf die letzten 30 Jahre zu beschränken (Carlsen 1987). Allerdings ist die Tatsache unbestreitbar, daß mit Einführung der Großflächenwirtschaft der Prozeß der Flurausräumung stark forciert wurde. Daraus ergibt sich neben der Vielzahl von gesetzlichen Verpflichtungen zum Landschaftsschutz auch eine moralische Verpflichtung. Der Hauptflächennutzer Landwirtschaft muß auch zum Hauptlandschaftsgestalter im ökologischen Sinne werden.

### 3. Methodische Vorgehensweise bei der Erarbeitung von Schutzmaßnahmen

Grundlage der Erarbeitung von Schutzvorschlägen war die Kartierung der Flächennutzung des Querfurter Raumes im Maßstab 1 : 10 000. Diese Aufnahme diente der Erstellung der Flächennutzungskarte 1 : 25 000 (Abb. 1), unter Anwendung der Legende von Krause, Jänckel und Zinke (1980). An einigen Stellen machte sich bei der Umsetzung auf den Maßstab 1 : 25 000 eine Generalisierung notwendig. Dabei wurden kleinere Flächen mit unterschiedlichen Nutzungsarten zu Nutzungsgefügen zusammengefaßt. Als Beispiel dafür diene das Nutzungsgefüge Nr. 5. In der Karte wird der zugehörigen Fläche die Bezeichnung G.5 zugeordnet. In der Legende sind unter G.5 die Zahlengruppen 2.1.1, 2.2.4.2 und II.2.2 aufgeführt. Die Reihenfolge der Zahlengruppe richtet sich dabei nach dem jeweiligen Anteil an der Gesamtfläche des Nutzungsgefüges.

Die Anzahl der die Erosionsprozesse beeinflussenden Faktoren ist beträchtlich. Relief, geologischer Bau, Klima und Bodeneigenschaften üben ebenso einen fördernden bzw. hemmenden Einfluß aus wie die Wirtschaftsweise. Während die Wirtschaftsweise durch den Menschen relativ schnell veränderbar ist, sind die anderen Faktoren mehr oder weniger stabil oder lassen sich, wie z. B. das Relief durch Terrassierung, nicht in ökonomisch vertretbaren Grenzen beeinflussen. Alle vom Autor gemachten Vorschläge kommen daher im Rahmen der Wirtschaftsweise zum Tragen. Unter dem

Oberbegriff Wirtschaftsweise sind dabei die Einflußgrößen Flurgliederung, Bodenbearbeitung, Fruchtfolge, Bewachungsgrad und Schutzmaßnahmen zusammengefaßt. Besonders eine Veränderung der Flurgliederung und des Bewachungsgrades sowie der Anwendung zusätzlicher Schutzmaßnahmen sollen der Vermittlung von erosionshemmenden Wirkungen dienen. Speziell für den Querfurter Raum bieten sich dabei folgende Maßnahmen an:

- Veränderung des Flurholzanbaus, Anlage von Schutzstreifen
- Umwidmung von Nutzflächen in besonders gefährdeten Lagen
- Korrektur der Schlagstruktur.

Im Mittelpunkt der Planung von Schutzmaßnahmen steht dabei die Frage, an welcher Stelle der Einsatz von Schutzpflanzungen notwendig und sinnvoll ist. Zur Beantwortung der Frage standen dem Autor folgende Hilfsmittel zur Verfügung:

- Karte über die Verteilung der bodenerosiv stark geschädigten Areale des Querfurter Raumes (Schröder 1982)
- Hangneigungskarten des Untersuchungsgebietes (1 : 10 000)
- Topographische Karten des Untersuchungsgebietes (1 : 10 000)
- Rezente Erosionszeugen nach der Schneeschmelze im Frühjahr 1987
- Flächennutzungskarte des Raumes Querfurt (Abb. 1).

Das Relief als grundlegenden Ausgangspunkt zu nehmen liegt nahe, da ja vor allem Hangneigung, Hanglänge und Hangwölbung wesentlich die Erosionsdisposition beeinflussen. Der Neigung kommt dabei eine besondere Bedeutung zu, da die Schleppkraft des Wassers bei linearer Hangversteilung nahezu quadratisch wächst (vgl. Richter 1985, Schröder 1965, Schröder 1982). Allerdings dürfen die Einflußfaktoren Hanglänge und Hangwölbung nicht unterschätzt werden. Schematisch läßt sich die Erarbeitung der Schutzvorschläge in vier Arbeitsschritte unterteilen:

- (1) Analyse der Erosionsgefährdung des Geländes
- (2) Festlegung der für den Ackerbau ungeeigneten und/oder für Schutzpflanzungen vorgesehenen Geländeteile
- (3) Erarbeitung eines Schutzvorschlages mit folgenden Maßnahmen
  - a) Umwidmung von Nutzflächen
  - b) partielle biologische Verbauung der Hänge
  - c) partielle biologische Verbauung der Tiefenlinien
  - d) Einbettung der Maßnahmen in das Landschaftsbild
  - e) direkte bzw. indirekte Vernetzung der neugeschaffenen bzw. bereits vorhandenen Flurenelemente unter zwei Gesichtspunkten:
    - Schaffung zusammenhängender Areale mit naturnaher Vegetation
    - Einsatz von Flurelementen zur Steuerung der Pflugrichtung
- (4) Kartographische Fixierung in einer Übersichtskarte (Abb. 2).

Auf Grund der engen Verbindung von Erosions- und Landschafts- bzw. Biotopschutz macht sich die unmittelbare Verknüpfung der jeweils vorgesehenen Maßnahmen erforderlich. Dort, wo eine gute Verbindung gelingt und z. B. ein Verbauungsstreifen auch die Funktion als „Trittstein-Biotop“ übernehmen kann, leistet sie einen Beitrag zur Minimierung des Flächenbedarfs und damit zur Kostensenkung.

#### 4. Maßnahmen

##### 4.1. Die partielle biologische Verbauung der Hänge

Da die Hangneigung als wichtigster Einflußfaktor auf das Erosionsgeschehen in vertretbaren ökonomischen Grenzen nicht großflächig einflußbar ist, müssen andere Möglichkeiten des Erosionsschutzes gesucht werden. Dabei bietet sich eine Beeinflussung der Hanglänge an, da sie ebenfalls einen wesentlichen Einfluß auf die ablaufen-

den Erosionsprozesse ausübt. So vergrößert sich z. B. mit zunehmender Hanglänge auch das Einzugsgebiet und damit die Wasserabflußmenge (Richter 1965).

Zingg (1940) gibt an, daß der Abtrag pro Flächeneinheit im Durchschnitt in der 0,6 Potenz der Hanglänge wächst. Wishmeier und Smith (1962) ermittelten einen Exponenten, der zwischen 0,4 und 0,6 liegt. Das bedeutet, daß bei einer Verdoppelung der Hanglänge der Abtrag um rund 30 % wächst, während bei einer Verzwanzigfachung lediglich eine Zunahme um rund 70 % zu erwarten ist. Bei gleichartiger Beeinflussung der Hanglänge sind also kürzere Hänge besser geschützt als z. B. die langgestreckten flachgeneigten Hänge der Querfurter Platte.

Allerdings kann die Hanglänge ebenso wie die Neigung nicht direkt beeinflußt werden. Die indirekte Beeinflussung durch eine partielle biologische Verbauung der Hänge ist allerdings möglich. Wie wirkt sich nun eine solche Verbauung auf das Erosionsgeschehen aus? Die günstigste Möglichkeit, mit dem anfallenden Niederschlags- und Schmelzwasser fertig zu werden, besteht darin, es an Ort und Stelle zur Versickerung zu bringen. Dazu muß die Verweildauer auf dem Acker verlängert und die Abflußgeschwindigkeit verringert werden. Die biologische Verbauung wird diesen Forderungen gerecht, da sie den Hang in mehrere Erosions- und Akkumulationszonen unterteilt, die in bezug auf die Verminderung des Transports abgespülter Materialien günstig sind und die Verweildauer des Wassers wesentlich erhöhen.

Im folgenden sollen anhand eines Testhanges mehrere Verbauungsvarianten bezüglich ihrer Vor- und Nachteile betrachtet werden. Der Hang ist nord-nordwest-exponiert und wird sowohl forstwirtschaftlich als auch landwirtschaftlich genutzt. Dieser konvex-konkav Normalhang im Buntsandstein kann als typisch für die Rückseitenabdachung des Ziegelrodaer Plateaus angesehen werden. Ein Teil des landwirtschaftlich genutzten Bereiches (ca. 1 ha, Neigungsverhältnisse bis 13°) ist 1966 bereits der Erosion zum Opfer gefallen und wird seitdem nur episodisch als Schafweide genutzt. Der andere Teil weist ebenfalls erhebliche Erosionsschäden auf. Der einfachste und in bezug auf Erosionsschutz wirksamste Weg ist die Umwidmung der besonders gefährdeten Bereiche in Grünland bzw. die Anlage naturnaher Pflanzengesellschaften (Abb. 3). Da bei einer derartigen Umwidmung eine maximale Flächenbeanspruchung erfolgt, sollen im weiteren die Varianten besprochen werden, die eine generelle Umwidmung größerer Flächen vermeiden. Allerdings darf kein Zweifel daran gelassen werden, daß unter dem Gesichtspunkt des Biotopschutzes Flächen größerer Ausdehnung (auch über 4 ha) aus der ackerbaulichen Nutzung genommen werden müssen. Alle folgenden Verbauungsvarianten sind also Kompromisse zwischen dem Wunsch, Umwidmungen größerer Flächen zu vermeiden, und der dringenden Notwendigkeit, Erosionsschutzmaßnahmen zu ergreifen.

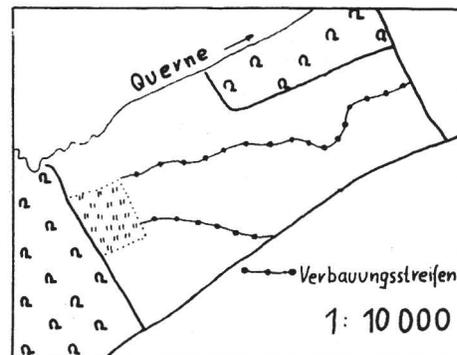
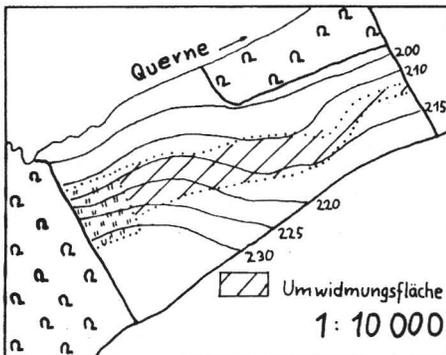


Abb. 3. Umwidmung der besonders durch Abspülung gefährdeten Bereiche  
Abb. 4. Biologische Verbauung (Variante 1)

Abbildung 4 zeigt die einfachste Verbauungsvariante. Es handelt sich um einen in etwa isohypsenparallel verlaufenden Schutzstreifen, bei dem die Enden leicht hangaufwärts verlaufen, um eventuell auftretendem Stauwasser den Weg entlang des Schutzstreifens zu versperren. Diese Variante zeichnet sich durch einen geringen Flächenbedarf aus, hat aber wegen ihrer Einfachheit verschiedene Nachteile: Im Rahmen einer solchen Verbauung können besonders gefährdete Bereiche (z. B. Hohlhänge) nicht gesondert geschützt werden. Zudem würde sich bei besonders ergiebigen Niederschlägen das gesamte Stauwasser auf wenige Punkte konzentrieren und damit die Durchbruchgefahr wachsen.

Das Prinzip, den isohypsenparallelen Verbauungsstreifen in einzelne 10 bis 20 m lange und in der Mitte leicht zum Hangfuß hin durchhängende Segmente zu unterteilen (Abb. 5), ist geeignet, die Schäden bei eventuellen Stauwasserdurchbrüchen zu minimieren, da das Stauwasser aufgeteilt wird. Größe und Durchhängtiefe kann dabei variiert und damit den konkreten Geländebedingungen optimal angepaßt werden. Der Flächenaufwand im Vergleich zum einfachen Schutzstreifen steigt dabei um rund 10 % an. Außerdem wird die Bearbeitung der Randbereiche durch die geschwungene Linienführung erschwert. Eine Angabe von konkreten Hangneigungsintervallen für die verschiedenen Verbauungsvarianten ist schwierig, da dabei andere Faktoren wie Wölbungsgrad und Bewachungsgrad vernachlässigt werden. Allerdings sollte bei Neigungen von 5–8° zumindest die letztere Variante zum Tragen kommen. Bei beiden Varianten müssen Durchfahrten angelegt werden, die in bezug auf Lage und Ausführung so ausgelegt sind, daß sie nicht potentielle Durchbruchstellen darstellen.

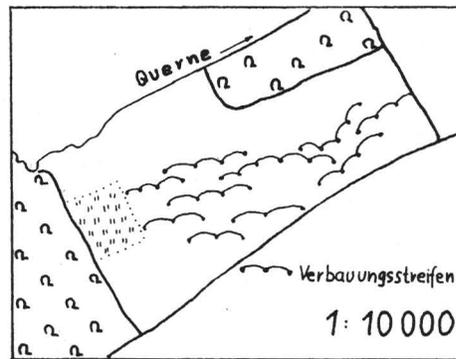
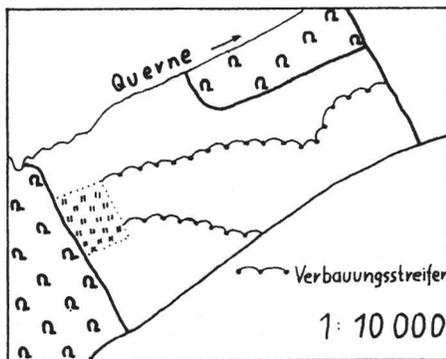


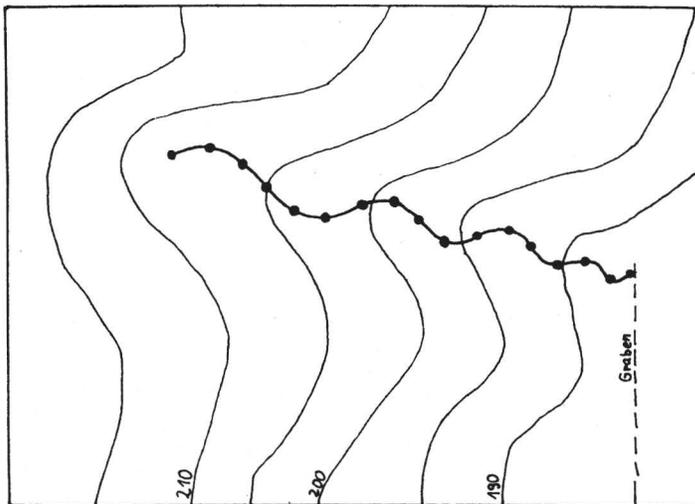
Abb. 5. Biologische Verbauung (Variante 2)    Abb. 6. Biologische Verbauung (Variante 3)

Die dritte Verbauungsvariante bedarf solcher Durchfahrten nicht, da es sich hier nicht um einen durchgehenden Schutzstreifen, sondern um am Hang versetzte, sich an besonders gefährdeten Stellen überlappende Schutzstreifenanteile handelt (siehe Abb. 6). Damit kann weit flexibler auf die konkreten Geländebedingungen eingegangen werden. Besonders für Hänge mit Hangneigungen über 8°, die aus den verschiedensten Gründen nicht generell umgewidmet werden sollen, bietet sich diese Variante an. Durch die Überlappung verstärkt sich die Schutzwirkung erheblich. Allerdings steigt der Flächenaufwand bei einer durchschnittlichen Überlappung von 10 m um 25–30 % im Vergleich zur Variante 2 (Abb. 5) an. Bei weiter zunehmender Hangneigung und sich daraus ergebender Mehrfachverbauung nähert sich der Flächenbedarf dem einer Gesamtumwidmung. Die Anlage naturnaher Pflanzengesellschaften innerhalb der Verbauungsstreifen kann auf Grund der daraus folgenden stärkeren Durchwurzelung das Wasserspeichervermögen wesentlich erhöhen und damit den Erosionsschutz erheblich verstärken. Ein nicht gering zu schätzender Erosionsschutzeffekt wird auch durch die

von den Verbauungstreifen vermittelte Steuerung der Pflugrichtung in eine isohypsenparallele Richtung vermittelt, da die Schutzstreifen die hangauf- bzw. hangabwärts gerichtete Bearbeitung zumindest erschweren.

#### 4.2. Die biologische Verbauung der Tiefenlinien

Da sich in den Tiefenlinien-Bereichen das Oberflächenwasser sammelt und konzentriert zum Abfluß kommt, sind diese besonders stark der Bodenerosion ausgesetzt. Die nach der Schneeschmelze im Frühjahr 1987 anzutreffenden Erosionsgräben belegen dies deutlich. Dabei liegt es auf der Hand, daß in den unteren Bereichen der Tiefenlinien auf Grund des höheren Wasserangebotes, die erosiven Schädigungen am stärksten sind. Das Phänomen der Tiefenlinienerosion ist besonders schwer zu bekämpfen, da das nicht gebundene Wasser grundsätzlich zum Abfluß gebracht werden muß. Die einzige Möglichkeit, die sich daraus zwangsläufig ergebenden Erosionsschäden zu begrenzen, besteht in der Verminderung der Abflußgeschwindigkeit. Dies kann durch eine wellenförmige biologische Verbauung (Abb. 7) erfolgen. Der wesentliche Effekt besteht darin, daß sich das Wasser rechts und links des Verbauungstreifens immer neu „totläuft“ und damit die Fließgeschwindigkeit niedrig gehalten wird. Das ehemals einheitliche Einzugsgebiet wird zudem auf zwei getrennten Wegen, rechts und links des Verbauungstreifens, abgeführt. Bei relativ geringen Niederschlägen würde sich sogar der größte Teil in den Ausbuchtungen des Verbauungstreifens sammeln, so daß ein mit Erosion verbundener Abfluß nicht mehr stattfindet. Bei kleineren Einzugsgebieten genügt es, lediglich die unteren Bereiche der Tiefenlinie zu verbauen. Inwieweit die Ausbuchtungen der Verbauungstreifen hangaufwärts geführt werden, hängt von der Größe des Wasserangebotes ab. Deshalb ist es angebracht, in den oberen Bereichen mit einer schwächer ausgeprägten Wellenform zu beginnen, die sich dann nach unten hin verstärkt. Die Lage des Verbauungstreifens zum Isohypsenbild ist aus Abb. 7 zu entnehmen. Besonders wichtig ist der Hinweis,



 Verbauungstreifen

Abb. 7. Lage der Verbauungstreifen in den Tiefenlinien zum Isohypsenbild

daß an den Enden der Tiefenlinien (Schlagränder, Wege, Straßen) für einen gefahrlosen Abfluß des Wassers in Gräben gesorgt werden muß, da ansonsten Wassereintrübe in benachbarte Felder verheerende Schäden anrichten können.

#### 4.3. Neuschaffung und Erhaltung großflächiger naturnaher Restflächen

Große naturnahe Restflächen sind im Arbeitsgebiet praktisch nicht mehr vorhanden. Da aber kleinere Bestände nur rund 50 % der typischen Arten aufweisen (Heydemann 1983), ist die Neuanlage von Großflächenbiotopen (2–800 ha) dringend erforderlich, um einen umfassenden Artenschutz zu gewährleisten bzw. Neuansiedlungen zu ermöglichen. Der Bereich der Wellenkalkschichtstufe bietet sich aus mehreren Gründen zur Schaffung eines Großflächenbiotops an:

1. Die bereits eingetretenen Erosionsschäden sind hier am größten.
2. Auf der Schichtstufe befinden sich viele schützenswerte Sonderstandorte (Felsheiden, Trockenrasen).
3. Es existieren mehrere auf Grund extremer Neigungsverhältnisse vorhandene ungenutzte Flächen.
4. Die ökonomischen Aufwendungen wären auf Grund des vergleichsweise geringen Anteils an landwirtschaftlicher Nutzfläche niedriger als bei der Anlage eines Großflächenbiotops im Ziegelrodaer Plateauhügelland oder auf der Querfurter Platte.

Mittel- und langfristige ist es am besten, auf die Schaffung eines LSG Wellenkalkschichtstufe zu orientieren, so daß nach und nach der gesamte Bereich, soweit möglich, aus intensiver Nutzung herausgenommen werden kann. In Verbindung mit sorgfältigen Vernetzungsmaßnahmen könnte ein solches LSG auch die ökologische Situation in den angrenzenden Gebieten verbessern. Eine weitere Verbesserung würde auch eine zumindest in den Randbereichen des Ziegelrodaer Forstes vorgenommene Umwandlung der forstwirtschaftlichen Monokulturen in naturnahe Wälder bewirken. Aus der langgestreckten Form der Schichtstufe ergibt sich die Notwendigkeit, daß die Landwirtschaft im unmittelbaren Randbereich (rd. 1 km) die Verwendung von Agrochemikalien und Gülle reduziert. Am günstigsten wäre es, um die Schichtstufe herum einen extensiv genutzten Weidestreifen zu schaffen. Dies dient dazu, die anthropogen beeinflusste Randzone des Biotops so klein wie möglich zu halten. Weiterhin sollte die Neuanlage von im Querfurter Raum weitestgehend verschwundenen Feuchtbiotopen geprüft werden.

#### 4.4. Direkte und indirekte Vernetzung naturnaher Restflächen

Da die wenigen naturnahen Restflächen im Querfurter Raum völlig isoliert liegen (inmitten intensiv agrarisch genutzter Flächen) und zudem nicht durch sie umgebende Ausgleichs- und Schutzbiotope geschützt werden, sind Maßnahmen zur direkten Vernetzung, Anlage von linienhaften „Trittstein-Biotopen“, und zur indirekten Vernetzung, Verdichtung punktueller Kleinbiotope, dringend geboten. Dabei sollten die fünf Grundprinzipien der Vernetzung (Heydemann 1983) beachtet werden.

Zur direkten Vernetzung sind die ohnehin in der Landschaft vorhandenen linienhaften Elemente (Fließgewässer, Versorgungsleitungen, Eisenbahnlinien, Straßen, Wege) gut geeignet. Im Arbeitsgebiet wäre die Vernetzung des Ziegelrodaer Forstes mit dem LSG Wellenkalkschichtstufe besonders wichtig. Dazu könnte entlang der Fließgewässer (auf beiden Seiten) eine mindestens 2 m breite biologische Verbauung angelegt werden. Eine andere Möglichkeit der direkten Vernetzung besteht in der konsequenten Bepflanzung der Straßenränder, Wegraine und der Flächen unterhalb von Freileitungen mit Laubgehölzen. Bereits vorhandene, extensiv genutzte Obstanlagen können in die entstehenden Baumreihen mit einbezogen werden. Heydemann (1983 b) gibt für linienhafte Biotope eine Breite von 3–50 m an. Dabei beziehen sich die 50 m auf Saumbiotope wie z. B. Waldränder. Die Länge muß mindestens 5–10 km

betragen, um rund 50 % des typischen Artenbestandes zu sichern. Nach Abschluß der West-Ost-Vernetzung (Ziegelrodaer Forst – Wellenkalkschichtstufe) muß an der Verbindung der Vernetzungstreifen untereinander in Nord-Süd-Richtung gearbeitet werden. Die großflächige Anwendung der unter 4.1. und 4.2. vorgeschlagenen Erosionsschutzstreifen könnte einen wesentlichen Beitrag zur indirekten Vernetzung naturnaher Restflächen leisten. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, die reichlich vorhandenen offenen Dauerlagerflächen sowie Wasserhäuschen und Trafostationen mit einem Gehölzgürtel zu umgehen. Da auf der Querfurter Platte vergleichsweise wenig Verbauungstreifen existieren, sollten hier zusätzliche Kleinbiotope mit naturnaher Vegetation eingestreut werden. Dazu bieten sich insbesondere alte, aufgelassene Obstanlagen und zur Vernässung neigende Standorte an.

#### 4.5. Abschätzung des Flächenbedarfs für die vorgeschlagenen Maßnahmen

Die Summe aller vorgeschlagenen Maßnahmen, die besonders in bezug auf die landschaftsökologische Strukturverbesserung keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben, dürfte rund 7–10 % der Gesamtfläche beanspruchen. Dabei unterliegen aber nicht nur ackerbauliche Ertragsflächen der Umwidmung. Der Anteil der Umwidmungsfläche am Ackerland würde bei rund 5 % liegen. Dies bedeutet aber aus verschiedenen Gründen keinen 5%igen Ertragsrückgang:

- die meisten Umwidmungsflächen (stark geneigte Hänge, zur Vernässung neigende Standorte, stark erosionsgeschädigte Flächen) haben ein geringes Ertragspotential;
- mit verschiedenen Maßnahmen sind in den angrenzenden Bereichen Ertragssteigerungen verbunden (z. B. Wasserspeicherung der Schutzstreifen);
- Im Zuge der Stabilisierung des Naturhaushaltes kommt es zu positiven Effekten in bezug auf eine natürliche Schädlingsbekämpfung.

Letztlich ist die Ertragseinbuße nicht mit Schutzmaßnahmen zu begründen, da ohne sie mittel- und langfristig weitaus größere Verluste zu erwarten wären. Heydemann (1983 a) kommt am Beispiel Schleswig-Holsteins auf einen Flächenbedarf von 10 % für Vorranggebiete zum Naturschutz und 7 % zur Anlage von Ausgleichs- und Vernetzungsbiotopen in besonders intensiv genutzten Agrargebieten.

#### Z u s a m m e n f a s s u n g

Bei den landschaftsgestalterischen Maßnahmen in Agrarökosystemen finden bodenerosive Abspülprozesse und ihre Wirkungen nicht immer in ausreichendem Maße Berücksichtigung. Am Beispiel der Querfurter Lößlandschaft werden verschiedene Varianten von Maßnahmen erarbeitet, ihre Vor- und Nachteile besprochen, mit dem Ziel, den Bodenerosionsschutz, insbesondere vor Wassererosion, als Bestandteil eines zu schaffenden Biotopverbundsystems zu integrieren. Als Maßnahmen werden auf Testschlägen die partielle biologische Verbauung der Hänge, die biologische Verbauung der Tiefenlinien, die Neubeschaffung und der Erhalt großflächiger naturnaher Restflächen und die direkte und indirekte Vernetzung naturnaher Restflächen diskutiert.

#### S c h r i f t t u m

- Altermann, M., et al.: Die Lößstandorte des Kreises Querfurt und Möglichkeiten der Verbesserung ihrer technologischen Eignung. Stoffkreislauf und Bodennutzung. Tagungsmat. Bodennutzg. Ges. 26.–28. 5. 1981 in Halle, Halle (1981) S. 100–101.
- Buchwald, K., u. W. Engelhardt (Hrsg.): Handbuch für Planung, Gestaltung und Schutz der Umwelt. 4 Bde., München (1978–1980).
- Band 1: Die Umwelt des Menschen.
- Band 2: Die Belastung der Umwelt.
- Band 3: Die Bewertung der Planung der Umwelt.
- Band 4: Umweltpolitik.

- Carlsen, B.: Erarbeitung von Vorschlägen zur Gestaltung der Agrarlandschaft im Raum Querfurt unter besonderer Berücksichtigung des Erosionsschutzes und Einbeziehung landschaftsökologischer Gesichtspunkte. Diplomarbeit, Halle (1987).
- Erz, W.: Flächensicherung für den Artenschutz – Grundbegriffe und Einführung. Jh. Naturschutz Landschaftspflege, 31 (1983) 7–20.
- Finke, L.: Landschaftsökologie. Braunschweig (1986).
- Haber, W.: Landschaftspflege durch differenzierte Bodennutzung. Bayer. Landwirtschaft 48 (1971) 19–35.
- Heydemann, B.: Vorschlag für ein Biotopschutzkonzept am Beispiel Schleswig-Holsteins – Ausweisung von schutzwürdigen Ökosystemen und Fragen ihrer Vernetzung. In: Schr. Deutscher Rat für Landespflege, H. 41 (1983 a) 95–104.
- Krause, K., R. Jänckel u. G. Zinke: Methodische Untersuchungen zur Flächennutzungserfassung und -darstellung in den Maßstäben 1 : 1 000 – 1 : 50 000 und Möglichkeiten ihrer Anwendung in der Planungspraxis und in der geographischen Forschung – Forschungsbericht (G 4), MLU Halle (1980).
- Mader, H.-J.: Biotop- und Artenschutz in landwirtschaftlichen Intensivgebieten. Schr. Deutscher Rat für Landespflege 42 (1983 a).
- Mader, H.-J.: Größe von Schutzgebieten unter Berücksichtigung des Isolationseffektes. Schr. Deutscher Rat für Landespflege 41 (1983 b) 82–85.
- Richter, G.: Bodenerosion – Schäden und gefährdete Gebiete in der Bundesrepublik Deutschland. Forsch. z. Dt. Landesk. 152 (1965).
- Ringler, A.: Schrumpfung und Dispersion von Biotopen. Natur und Landschaft 56 (1981) 39–45.
- Sachtleben, A.: Beiträge zur Siedlungskunde des östlichen Harzvorlandes. Mitteilungen des Sächsisch-Thüringischen Vereins für Erdkunde zu Halle a. S., Halle 54 (1930) 1–88.
- Schanda, F.: Naturschutz und Landschaftspflege in der Planung. Beiträge zur Landschaftsplanung im intensiv genutzten Agrarraum des 22. Wiener Gemeindebezirkes (Marchfeld). Schr. d. Österreichischen Instituts für Raumplanung, Reihe B, 13 (1985).
- Schlüter, O.: Deutsches Siedlungswesen. In: Hoops Reallexikon der Germanischen Altereskunde. Straßburg (1912).
- Schröder, H.: Qualitative und quantitative Untersuchungen zur Erfassung der bodenerosiven Abspülung. Dargestellt mittels Testuntersuchungen im Einzugsgebiet der Weida. (Pegel Stedten). Diss. A, Halle (1982).
- Schröder, H.: Erfassungsmethodik und Ausmaß bodenerosiver Abspülungen auf Hanglagen im südöstlichen Harzvorland – Raum Querfurt. Hall. Jb. f. Geow. 10 (1985) 81–92.
- Schröder, H.: Allgemein-geographische Charakteristik der natürlichen Verhältnisse des südöstlichen Harzvorlandes. Hercynia N. F., Leipzig 23 (1986) 1–14.
- Schröder, H.: Multispektrale und multitemporale Analyse bodenerosiv geschädigter Standorte in Lößlandschaften. Diss. B, Halle (1987).
- Tietze, F., u. N. Grosser: Zur Bedeutung von Habitatsinseln in der Agrarlandschaft aus tierökologischer Sicht. Hercynia N. F., Leipzig 22 (1985) 60–71.
- Wisheimer, W. H., und Smith, D. D.: Soilloss estimation as a tool in soil and water management planning. Internat. Assoc. of Scient. Hydrology, Commission of Land Erosion, Symposium of Bari, Gertbrugge (1962) 148–159.
- Zingg, A. W.: Degree and length of land slope as it affects soil loss and runoff. Agricultural Engineering 21 (1940) 59–64.

Dipl.-Lehrer Bert Carlsen  
 Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg  
 WB Physische Geographie  
 H.- u. Th.-Mann-Straße 26  
 Halle (Saale) .  
 DDR - 4020