

Historische Bodenerosion auf Flurwüstungen im westlichen Steigerwald*

von

ULRIKE RÖSNER und CHRISTIAN TÖPFER

mit 1 Beilage, 14 Abbildungen und 2 Tabellen

1 Einführung

Unter anthropogener Bodenerosion¹ versteht man den Bodenabtrag durch Wasser und Wind, der durch Eingriffe des wirtschaftenden Menschen erst ermöglicht wird (vgl. RICHTER 1976, BORK 1988, SCHACHTSCHABEL et al. 1992 u.a.). Eine solche Bodenerosion ist keineswegs ein Problem, das erst im Zuge von Mechanisierung und Intensivierung der Landwirtschaft entstanden ist, sondern sie trat in allen Kulturkreisen der Erde seit der Entwicklung des Ackerbaus auf, d.h. seit der neolithischen Revolution.

Kenntnisse zur prähistorischen und historischen Bodenerosion sind nicht nur deshalb von Bedeutung, weil sie zum Verständnis rezenter Abtragungsprozesse beitragen können (BORK 1988), oder weil sie es erlauben, die Regenerationsfähigkeit der Böden abzuschätzen (SEMMELE 1995a, 1996, SEMMEL & PÖTSCH 1996). Die Erscheinungsformen der vorzeitlichen Bodenerosion sind vor allem relevant für Forschungen zur Kulturlandschaftsentwicklung: Zum einen helfen sie, wüstgefallenes Acker- oder Weideland unter heutiger Waldbedeckung zu identifizieren (HARD 1963, MACHANN & SEMMEL 1970, HILDEBRANDT & MAQSUD 1985). Zum anderen erlauben sie oft Bilanzierungen des Bodenverlustes und/oder des Nährstoffhaushaltes vorzunehmen, die Rückschlüsse auf die damals verbliebene Ertragsfähigkeit der Flächen zulassen (HILDEBRANDT & MAQSUD 1985, ABRAHAM DE VASQUEZ et al. 1985, BORK 1988, BORK et al. 1998). Vereinzelt können daraus auch ursächliche Zusammenhänge mit Wüstungsprozessen abgeleitet werden (BORK 1988: 56 f.).

Dementsprechend lagen die Schwerpunkte der bisherigen Forschungsarbeiten in Mitteleuropa darin, historische Bodenerosion zu identifizieren und bodenkundlich zu belegen (HEMPEL 1954, VOGT 1958, HARD 1963, WAGNER 1961, RICHTER & SPERLING 1967, MACHANN & SEMMEL 1970), den historischen Abtrag zu datieren und Bodenverluste zu bilanzieren (BORK 1983, 1985, ABRAHAM DE VASQUEZ et al. 1985, BORK et al. 1998) sowie Erklärungsansätze für die auslösenden Faktoren zu finden. Im Zusammenhang mit letzteren wird vorrangig diskutiert, ob überregional wirksame extreme Niederschlagsereignisse für die mittelalterliche und neuzeitliche Erosion

*) Grundlage der vorliegenden Arbeit sind Untersuchungen, die 1997 im Rahmen einer Diplomarbeit durchgeführt wurden.

verantwortlich waren (BORK 1983, 1985, 1988, BORK et al. 1998), oder ob die historische Landnutzung und die regionalen naturräumlichen Voraussetzungen die dominierenden Auslöser waren und dem Klima allenfalls verstärkende Wirkung zukam (RICHTER & SPERLING 1967, RICHTER 1976, BAUER 1993, SEMMEL 1993a, 1995b).

Vor allem der letzte Punkt läßt die Bedeutung regionaler Untersuchungen zur historischen Bodenerosion erkennen. Auch in anderer Hinsicht zeigen sich deutliche gebietspezifische Differenzen. Beispielsweise wurden in verschiedenen Landschaften für die gesamte, in historischer Zeit aufgetretene Bodenerosion mittlere Abtragungsbeträge auf beackerten Hängen errechnet, die von 3 t/ha/Jahr bis zu 48 t/ha/Jahr reichen (BORK et al. 1998: 191 f.). Jedoch gestaltet sich der Nachweis der Erosion unterschiedlich schwierig: In Lößgebieten, aus denen die meisten der erwähnten Arbeiten stammen, läßt sie sich relativ unproblematisch an entsprechenden Bodenprofilverkürzungen feststellen. Die vorherrschenden Parabraunerden oder Pseudogley-Parabraunerden sind überwiegend gut gegliedert und auf verhältnismäßig homogenem Ausgangsmaterial entwickelt; darüber hinaus gibt es hinreichend Anhaltswerte für ungestörte Parabraunerdeprofile auf Löß in verschiedenen Regionen (ca. 100-120 cm nach MACHANN & SEMMEL 1970: 254; ca. 130 cm nach THIEMEYER 1988: 119; 100-180 cm nach BORK et al. 1998: 42). In Gebieten mit differenzierteren Bodengesellschaften auf eher heterogenem Ausgangssubstrat wird der Nachweis dagegen wesentlich problematischer und die Nachweismöglichkeiten wurden bisher noch nicht systematisch untersucht.

Ziel der vorliegenden Untersuchung ist es deshalb, die mittelalterliche und neuzeitliche Bodenerosion auf Flurwüstungen in einer Landschaft außerhalb der typischen Lößverbreitung zu dokumentieren, verschiedene Erosionsindikatoren hinsichtlich ihrer Eignung für die Region zu überprüfen und Differenzierungen des Erscheinungsbildes der Bodenerosion in Abhängigkeit vom Alter der Flurwüstungen herauszuarbeiten.

Im Vordergrund stehen Fragen nach morphologischen Belegen des einstigen Ackerbaus und der Bodenerosion, nach Veränderungen im Aufbau der Bodenprofile, nach dem Indikatorwert bestimmter bodenchemischer und bodenphysikalischer Parameter sowie nach den Unterschieden zwischen verschiedenen alten Wüstungsflächen.

Als Untersuchungsgebiet wurde ein Ausschnitt aus der Keuperschichtstufenlandschaft des Steigerwaldes gewählt. Für diese naturräumliche Einheit hat MACHANN (1972) fast 180 totale bzw. partielle Wüstungen belegen und lokalisieren können, die eine hervorragende Grundlage für die Auswahl geeigneter Flurwüstungen darstellen. Ferner existiert historisches Kartenmaterial, anhand dessen sich die Wiederbewaldung zeitlich eingrenzen läßt (KÜCHLER 1692-1694). Mit den Arbeiten von MACHANN & SEMMEL (1970) und HILDEBRANDT & KAUDER (1993) lagen schließlich effektive Vergleichsmöglichkeiten hinsichtlich der regionalen pedologisch-morphologischen Besonderheiten bzw. der Flurformen und des generellen Wüstungsgeschehens vor.

2 Allgemeine bodenkundliche Vorüberlegungen

Bodenerosion führt zu linearem und/oder schichtweisem Abtrag der Oberflächenebenen. Dabei wird Material fortgeführt und in Senken und/oder am Hangfuß wieder akkumuliert. Dieser Prozeß dokumentiert sich einerseits in Bodenprofilverkürzungen an den Erosionsstandorten und andererseits durch Kolluvien und begrabene Böden an den Akkumulationsstandorten (HARD 1963, MACHANN & SEMMEL 1970, BORK 1988, SCHACHTSCHABEL et al. 1992, FRIELINGHAUS et al. 1993). Prinzipiell kann man davon ausgehen, daß flächenhafte Abspülung und Bodenverlagerung unter Waldbedeckung nicht stattfinden (SEMMEL 1993b: 71).

Des Weiteren ist eine Differenzierung der Korngrößenverteilung sowie der Humus- und Nährstoffgehalte am Hang zu erwarten. Bei der Korngrößensortierung weichen die Angaben jedoch voneinander ab: Nach SPÄTH (1976: 126 f.) nimmt die Erosionsanfälligkeit „von Schutt über Sand und Lehm zu Ton [hin] zu.“ HILDEBRANDT & MAQSUD (1985: 44, 50, 54) stellten auf den erodierten Flächen überwiegend den Abtrag von Ton und Schluff fest. Nach SCHACHTSCHABEL et al. (1992: 470) behindern dagegen Ton und Sand (> 0,1 mm) sowie Steine die Erodierbarkeit eines Bodens, während sie durch hohe Schluff- und Feinstsandgehalte (0,002-0,1 mm) gefördert wird. Auch die Bodenkundliche Kartieranleitung sieht in Feinsand und Schluff die Kornfraktionen, die bevorzugt erodiert werden (AG Boden 1994: 329). Naturgemäß steigt der Abtrag – und damit die transportierbare Korngröße – mit zunehmender Hangneigung und Hanglänge (SPÄTH 1976: 126 f., SCHACHTSCHABEL et al. 1992: 470).

Bei den Humus- und Nährstoffgehalten rechnet man generell mit einer Verarmung im Erosions- und einer Zunahme im Akkumulationsbereich (PEINEMANN & BRUNOTTE 1982: 311, HILDEBRANDT & MAQSUD 1985: 44, 50, 54, SCHACHTSCHABEL et al. 1992: 469, BORK et al. 1998: 211 f.). Für die Nährstoffanalysen wurden in der vorliegenden Arbeit Phosphor, Kalium, Magnesium und Stickstoff ausgewählt: Phosphor wird im pflanzlichen, tierischen und menschlichen Organismus umgesetzt und gelangt mit Vegetationsrückständen sowie tierischen und menschlichen Exkrementen als Phosphat in den Boden. Auf diesem Prinzip beruht die Phosphatmethode, die in Archäologie, Siedlungs- und Wüstungsforschung verbreitet ist (vgl. ZÖLITZ 1983): Erhöhte Phosphatgehalte sind in der Nähe prähistorischer oder historischer Siedlungen zu erwarten sowie auf ackerbaulich genutzten Flächen, da dort durch die Aufbringung organischen Düngers der Eintrag besonders stark war. Phosphat ist sehr immobil, weil es schwerlösliche Bindungsformen eingeht; der Hauptteil des Phosphats wird nach Untersuchungen von BRÜMMER (1975, zit. nach ZÖLITZ 1983: 35) bereits im sorptionsstarken, humosen A-Horizont festgelegt. Nach ZÖLITZ (1983: 35) sollen Anreicherungen sogar mehrere tausend Jahre im Boden überdauern können.

Im Gegensatz zu Phosphor sind Kalium, Magnesium und Stickstoff mobiler und werden mit dem Sickerwasser leichter verlagert (SCHACHTSCHABEL et al. 1992: 231 ff.). Die Stickstoffkonzentration unterliegt besonders starken Schwankungen aufgrund

der saisonal wechselnden Mineralisierung, Immobilisierung, Auswaschung und Denitrifikation. Die endgültige Abfuhr von Kaliumionen ist dagegen infolge ihres hohen Fixierungsvermögens in tonhaltigen Böden (vor allem im Unterboden) relativ gering (SCHACHTSCHABEL et al. 1992: 223). Diese unterschiedliche Nährstoffauswaschung muß natürlich bei der Interpretation im Zusammenhang mit der Bodenerosion berücksichtigt werden.

Bei allen Untersuchungen zur historischen Bodenerosion ist daneben zu beachten, daß das anstehende Gestein in den seltensten Fällen das Ausgangssubstrat für die Oberflächenböden bildet. Vielmehr treten ubiquitär periglaziale Deckschichten (i. S. von SEMMEL 1968) aus Lockersubstraten auf, die überwiegend während der letzten Kaltzeit solifluidal hangabwärts verlagert und zum Teil auch mit äolischen Sedimenten vermischt wurden. Solche Deckschichten sind auch aus dem Steigerwald bekannt (MACHANN & SEMMEL 1970, DREXLER 1985) und müssen in die Untersuchung einbezogen werden.

Nach dem neuesten Gliederungskonzept der *AG Boden* (1994) und des *AK Bodensystematik* (1998) werden die Deckschichten als „Lagen“ bezeichnet und in Basis-, Mittel- und Hauptlage gegliedert; unter bestimmten Bedingungen kann lokal noch eine Oberlage zu finden sein. Die Basislage rekrutiert sich im wesentlichen aus der Verlagerung des verwitterten anstehenden Gesteins; sie hat normalerweise den höchsten Skelettanteil. Dagegen zeigt die Mittellage – sie ist nicht immer erhalten – einen hohen Lößanteil, der auf äolische Dynamik unter trocken-kaltzeitlichen Bedingungen hinweist, sowie den geringsten Skelettanteil. Im Hangenden folgt die Hauptlage, die dem „Deckschutt“ bzw. dem „Decksediment“ nach SEMMEL (1968) entspricht. Sie enthält sowohl Bestandteile aus dem Liegenden als auch äolische Fremdkomponenten, weist jedoch einen geringeren Lößanteil als die Mittellage auf. Es gilt inzwischen als sicher, daß die Hauptlage in der jüngeren Tundrenzeit, d.h. während des letzten einschneidenden Kälterückschlages im Spätglazial, entstanden ist (vgl. KLEBER 1991: 85; *AK Bodensystematik* 1998: 176 f.). Im Gegensatz zu Basis- und Mittellage hat die Hauptlage in relativ konstanter Mächtigkeit von 30-70 cm (durchschnittlich 50 cm) die Hänge überzogen (SEMMEL 1968: 97, MACHANN & SEMMEL 1970: 253, KLEBER 1991: 85, KLEBER & SCHELLENBERGER 1998: 471). Eine detaillierte Beschreibung der Unterscheidungskriterien, nach denen auch die Gliederung der hier bearbeiteten Profile vorgenommen wurde, ist zusammenfassend bei KLEBER (1991) sowie in den Anleitungen der *AG Boden* (1994) und des *AK Bodensystematik* (1998) nachzulesen. Da unsere Profilaufnahmen auf Bohrstocksondierungen basieren, bekommt das Kriterium der Korngrößendifferenzierung automatisch mehr Gewicht als das des Skelettgehaltes.

Bedeutsam für unsere Fragestellung ist die auffällige Bindung der Bodenhorizonte an die Schichtgrenzen. Besonders bei Braunerden ist zu beobachten, daß die Untergrenze des Bv-Horizontes häufig mit der Untergrenze der Hauptlage annähernd übereinstimmt (MACHANN & SEMMEL 1970: 252, KLEBER 1991: 90). Bei Parabraunerden fällt die Grenze zwischen Hauptlage und Mittellage (bzw. Basislage, falls

die Mittellage fehlt) oft mit dem Horizontwechsel Al/Bt zusammen, bei Pseudogleyen mit dem Übergang Sw/Sd (KLEBER 1991: 90; KLEBER & SCHELLENBERGER 1998: Fig. 2 und Fig. 3, S. 474 und 476). Diese Zusammenhänge erklären sich wahrscheinlich aus dem Wechsel der Substrateigenschaften und der damit verbundenen veränderten Wasserleitfähigkeit (KLEBER 1991: 88).

Auf diesen Kenntnissen bzw. Erwartungen basierte das Arbeitsprogramm in Gelände und Labor.

3 Das Arbeitsgebiet

3.1 Das Kontrollgebiet und die ausgewählten Flurwüstungen

Für die Untersuchungen wurden drei bewaldete Flurwüstungen unterschiedlichen Alters im westlichen Steigerwald ausgewählt (Rambach, Schmerb, Obersteinach). Als Kontrollgebiet diente ein Waldstück (Störleinsgrund), für das hinreichend Belege existieren, daß es früher nicht ackerbaulich genutzt war (Abb. 1). Folgende Kriterien wurden der Auswahl zugrundegelegt:

1. Die Areale mußten anhand historischer Quellen und nach den Flurkarten eindeutig im Gelände zu identifizieren sein, d.h. die als Wüstungen erwähnten Orte mußten sich auf den Flurkarten (1:5000) noch als Flurname wiederfinden lassen und möglichst noch auf älteren Karten erscheinen (s.u.).
2. Der Zeitpunkt des Wüstfallens mußte bekannt sein.
3. Ferner war wichtig, daß die aufgegebenen Flächen seitdem – beim Kontrollgebiet ständig – unter Wald gelegen haben.
4. Alle vier Arbeitsgebiete sollten vergleichbare geologisch-petrographische Voraussetzungen sowie zumindest annähernd ähnliche Hangneigungsverhältnisse aufweisen.

Störleinsgrund

Das Kontrollgebiet Störleinsgrund liegt auf einem Höhenrücken zwischen Rauher Ebrach im N und Mittelebrach im S im Staatswald des Forstamtes Ebrach (District XI: Schmerb, Abteilung 8: Störleinsgrund). Drei Gründe sprechen für die Annahme, daß dieses Gelände immer – oder zumindest erheblich länger als die Flurwüstung Rambach (s.u.) – von Wald bestanden war:

Erstens ist weder in dem ausführlichen Wüstungsverzeichnis von MACHANN (1972), noch in den zur Verfügung stehenden historischen Karten ein Hinweis zu finden, daß hier landwirtschaftlich genutzte Flächen lagen bzw. ein wüstgefallener Ort zu lokalisieren sei.

Zweitens weisen die KÜCHLERSchen Karten (Tabulae X und XI) von 1692-1694 auf dem Gebiet des „Groß stüleins grund“ dicke, große Baumsignaturen aus, die sich deutlich von den dünneren und kleineren Bäumen der benachbarten Gebiete, insbesondere jedoch von denen der ältesten Wüstung, Rambach (Tabula XIV) (s.u.), abheben; diese „dicken Bäume“ können als Hinweis auf einen sehr alten Waldbestand gedeutet werden.

Und drittens hätte der gleiche Kartenzeichner gegebenenfalls einen ehemaligen Ort in der Nähe des Flurstückes Störleinsgrund sicher ebenso in seiner Karte vermerkt, wie er das mit der Wüstung Rambach getan hat (s.u.).

Der Extraditionsplan von 1847/48 (Blatt NW 83-33) belegt schließlich, daß der Wald auch in der Mitte des letzten Jahrhunderts noch existierte. Die Nutzung als Waldweide kann mit diesen Kriterien allerdings nicht ausgeschlossen werden.

Rambach

Die ehemalige Rambacher Flur liegt ostnordöstlich von Ebrach auf dem gleichen Höhenrücken wie das Gebiet Störleinsgrund. Es handelt sich um eine totale Orts- und Flurwüstung im Staatswald des Forstamtes Ebrach (District II: Rambach, Abteilung 4: Köhler).

Die Entstehung von Rambach fällt nach MACHANN (1972: 22) vermutlich in das 9.-11. Jahrhundert, also in die ältere Ausbauzeit. 1317 wurde Rambach im Lehenbuch des Würzburger Bischofs Gottfried III. noch als Dorf erwähnt; im Jahr 1325, als das Kloster Ebrach den Ort kaufte, wurde er in der Urkunde schon als *villa desolata* bezeichnet (MACHANN 1972: 148).

Weil es dem Wald stets eine besondere Bedeutung beimaß, hat das Kloster Ebrach im allgemeinen keine Anstrengungen unternommen, einmal aufgelassene Flächen in größerem Umfang als Ackerland zu erhalten, sondern es hat den Wald wieder hochkommen lassen (HILDEBRANDT & KAUDER 1993: 31, 54). Gegen eine spätere Wiederbesiedlung des Ortes – und damit eine erneute Flurnutzung – spricht auch der Vermerk auf der KÜCHLERSchen Karte (Tabula XIV) von 1692-1694 im Bereich der Rambacher Flur: „Gegen diser Refier soll ein Dorff gestanden seyn“.

Zieht man die zahlreichen Wüstungen in Betracht, die im Ebracher Gesamturbar von 1340 genannt werden, und deren Fluren laut dieser Quelle schon wieder mit Buschgehölz überzogen waren, dann könnte die Waldsukzession schon für die erste Hälfte des 14. Jahrhunderts angenommen werden (HILDEBRANDT & KAUDER 1993: 31). Spätestens eingesetzt haben muß sie jedoch Mitte des 15. Jahrhunderts, da in der Chronik des Pater J. AGRICOLA aus dem Jahr 1660 sehr mächtige Eichenbäume auf der ehemaligen Rambacher Flur erwähnt werden (HILDEBRANDT & KAUDER 1993: 28). Auch im Kartenwerk des Feldmessers Friedrich KÜCHLER von 1692-1694 (Tabula XIV) sind durch stilisierte Baumsignaturen kräftig entwickelte Laubbäume belegt.

Die Extraditionspläne von 1847/48 (Blätter NW 83-32 und NW 82-32) weisen die ehemaligen Rambacher Ackerfluren noch in der Mitte des letzten Jahrhunderts als bewaldet aus.

Schmerb

Schmerb, eine partielle Orts- und Flurwüstung, liegt auf dem gleichen Höhenrücken wie Rambach; sie gehört ebenfalls zum Staatswald des Forstamtes Ebrach (Distrikt XI: Schmerb, Abteilung 3: Langäcker).

Schmerb wird 1317 erstmals urkundlich erwähnt. Zwischen 1418 und 1667 hat das Zisterzienserklöster Ebrach Dorf und Flur nach und nach erworben (GUNZELMANN 1990: 143 f.). Nach der Säkularisation des Klosters im Jahr 1803 erhielten die Bauern die Möglichkeit, die von ihnen bewirtschafteten Höfe als Besitz zu erwerben, wozu sie jedoch Hypotheken aufnehmen mußten. Als die wirtschaftlichen Schwierigkeiten für die Bauern immer größer wurden, entschlossen sie sich, ihre Anwesen und ihren Grundbesitz an den Bayerischen Staat zu verkaufen (HAAS o. J.: 81). Die Verhandlungen begannen 1859; 1868 war schließlich das letzte Anwesen in Staatsbesitz übergegangen. Anschließend wurde planmäßig aufgeforstet (GUNZELMANN 1990: 143).

Im Fall von Schmerb konnten die alten Ackerflächen relativ einfach anhand eines Schaubildes identifiziert werden, das die Wald-Feld-Wiesen-Verteilung in der Gemarkung Schmerb von 1861 zeigt (Schaubild im Besitz des Forstamtes Ebrach; vgl. auch TÖPFER 1997, Abb. 6, S. 42).

Obersteinach

Hier handelt es sich ebenfalls um eine partielle Orts- und Flurwüstung. Sie liegt auf dem Höhenrücken zwischen Mittlebrach im Norden und Reicher Ebrach im Süden. Im Unterschied zu den anderen Gebieten befindet sie sich nicht im Staatswald, sondern im Crailsheimer Privatwald.

Obersteinach wird im Ebracher Gesamturbar von 1340 als ein Dorf erwähnt, das schon 1281 existiert hat (SCHNEIDER 1958: 162). Der Ort überstand die kritischen Abschnitte des Spätmittelalters, in denen viele Siedlungen und Fluren in den deutschen Mittelgebirgen abgingen (JAKOB 1968: 252 f.). Erst die Agrarkrise in Deutschland gegen Ende des 19. Jahrhunderts veranlaßte nach Ansicht von SCHENK & HEISTERMANN (1995: 35) die Bewohner, ihren Besitz zwischen 1902 und 1909 an die Freiherr von Crailsheim'sche Gutsherrschaft zu verkaufen. Die neuen Eigentümer ließen die meisten Gebäude abbrechen und den größten Teil der Flur mit Nadelwald (v.a. Fichten) aufforsten (GUNZELMANN 1990: 144). Ein Vergleich des Extraditionsplanes von 1847/48 (Blatt NW 80-33) mit der Flurkarte von 1954 belegt die ehemalige ackerbauliche Nutzung genauso, wie das die im heutigen Waldgebiet noch gül-

tigen Flurnamen „Erbsenäcker“, „Winkeläcker“ und „Seeäcker“ auf der aktuellen Flurkarte tun.

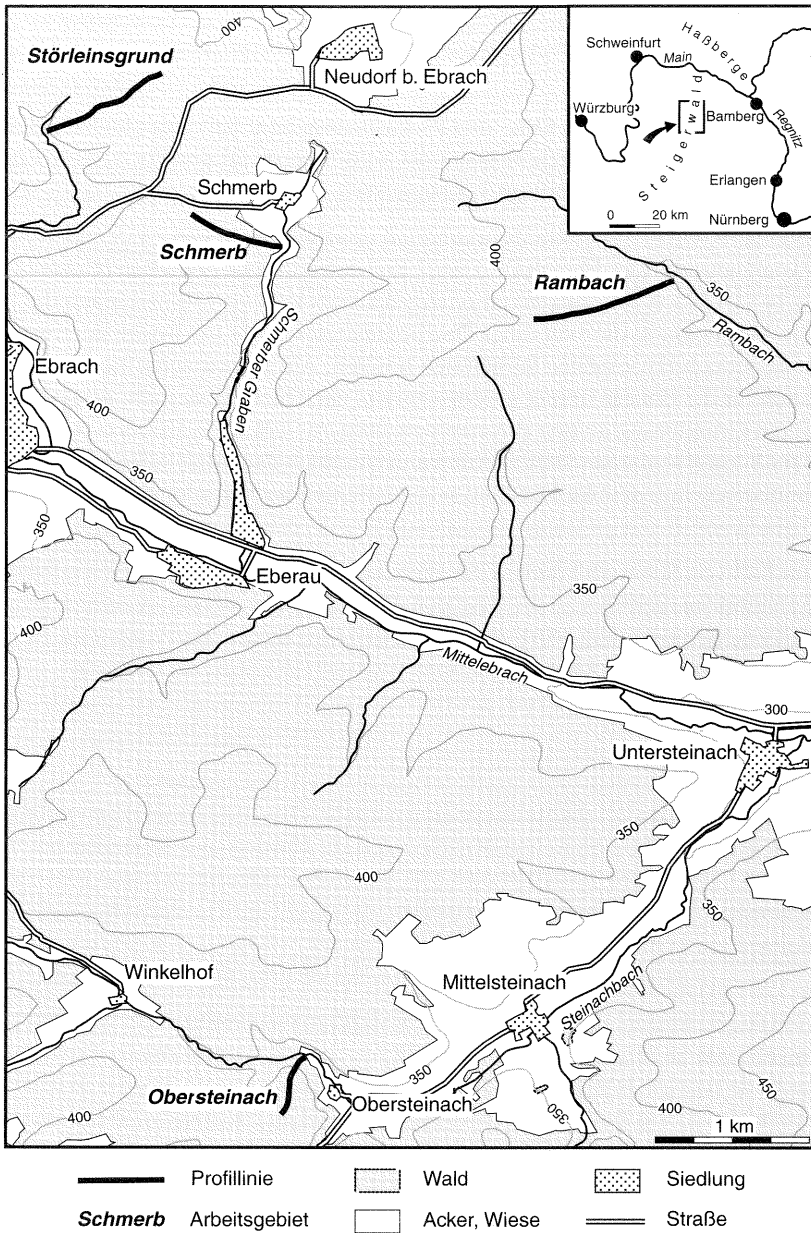


Abb.1: Das Arbeitsgebiet im Steigerwald und die Lage der Bohrprofilsequenzen

3.2 Naturräumliche Voraussetzungen

Flurwüstungen und Kontrollgebiet liegen im Bereich der Sandsteinkeuperschichten des Mittleren Keupers. Blasensandstein und Coburger Sandstein mit ihren hellen fein- bis mittelkörnigen Sandsteinen und meist graugrünen Tonschluffsteinen bilden hier die untersten Einheiten. Darüber folgen der Untere Burgsandstein mit grauen bis grünlichgrauen schluffigen Tonstein- und feinkörnigen Sandsteinlagen sowie der Mittlere Burgsandstein mit roten Basisletten und fein- bis mittelkörnigem grauen Sandstein (WEHR 1981, KNOCH 1982, EMMERT 1985, *Geologische Karte des Naturparks Steigerwald* 1991). Die lokale Stratigraphie ist jeweils in den einzelnen Profillängsschnitten der Abbildungen 2, 8, 10 und 13 vermerkt.

Auf periglazialen Deckschichten sind lehmig-sandige bis schluffig-lehmige, oft steinige Böden von geringer bis mittlerer Entwicklungstiefe ausgebildet. Typologisch handelt es sich um saure Braunerden oder – bei tonigem Untergrund und muldenförmigem Relief – um Pseudogleye. Vereinzelt finden sich Fahlerden, Parabraunerden und Böden mit Pelosol-Merkmalen (WEHR 1981, KNOCH 1982, DREXLER 1985).

Die durchschnittlichen Jahresniederschläge betragen 680 mm. Die Jahresmitteltemperaturen liegen der Höhenlage von 350-450 m entsprechend bei nur 7-8 °C (*Klimaatlas von Bayern* 1996).

Für den nördlichen Teil des Steigerwaldes sind im allgemeinen Laubmischwälder charakteristisch, wobei Buchen mit bis zu 50 % Anteil vorherrschen (SEIBERT 1968). Lokal gesellen sich Fichten oder Eichen als zweite dominierende Art hinzu oder es treten – flächenmäßig begrenzt – reine Fichtenwälder auf. Nutzungsart, Vegetationsform und vorherrschende Baumarten auf den einzelnen bearbeiteten Hängen sind den Abbildungen 2, 8, 10 und 13 zu entnehmen.

4 Methodik

In jedem der vier Gebiete wurde ein Hang für eine Bohrprofilsequenz ausgewählt; die Abbildungen 2, 8, 10 und 13 enthalten die Längsschnitte mit den zugehörigen Gefällsangaben und der Hangexposition. Beiderseits der Profillinie (ca. 150-200 m) wurden zunächst morphologische Belege des ehemaligen Ackerbaus und der Erosion im Maßstab 1:5 000 kartiert. Anschließend wurden mit einem 1 m-Pürckhauer-Bohrstock im Abstand von 30 m (bei steileren Neigungen) bzw. 50 m (bei flacheren Neigungen) Sondierungen durchgeführt, bei mächtigeren Kolluvien oder im Auenbereich wurde die Bohrung auf 2 m verlängert; insgesamt wurde an ca. 70 Standorten gebohrt. Die Bodenansprache und die Gliederung der Deckschichten erfolgten nach den Vorgaben der *AG Boden* (1994) und unter Berücksichtigung der später durchgeführten Sedimentanalysen. Für die laboranalytischen Untersuchungen wurde jedes zweite – auf sehr flachen Oberhängen jedes vierte – Bohrprofil horizont-

weise beprobt; meist waren drei Bohrstockeinschläge pro Standort nötig, um genügend Probenmaterial zu erhalten.

Von den fast 150 Proben wurden zunächst allgemeine Sedimenteigenschaften bestimmt: Farbe in lufttrockenem Zustand nach den MUNSELL-Soil Color Charts (1975); Korngrößenverteilung mittels kombiniertem Sieb- und Schlämmverfahren nach KÖHN (nach BARSCH et al. 1984: 37ff.); pH (H₂O) und pH (CaCl₂) mittels Glaselektrode (nach KRETZSCHMAR 1994: 279); Carbonatgehalt mit der SCHEIBLER-Apparatur (nach SCHLICHTING et al. 1995: 145 f.).

Die Humus- und Nährstoffanalysen erfassen jeweils die oberen drei Horizonte. Die Ergebnisdarstellung in Beilage 1 beschränkt sich allerdings auf die Daten aus dem jeweils ersten (meist Ah-Horizont) und zweiten Horizont (meist BV-, Ael+Bt- oder Sew-Horizont) jedes Bodenprofils, weil stoffliche Differenzierungen primär in diesen zu erwarten sind (vgl. MACHANN & SEMMEL 1970, HILDEBRANDT & MAQUSD 1985). Das gleiche gilt auch für die Präsentation einiger Korngrößenverhältnisse in den Abbildungen 4 und 5.

Der Humusgehalt wurde über den Glühverlust bestimmt (nach SCHLICHTING et al. 1995: 195). Die Phosphatanalyse erfolgte nach der Molybdän-Blau-Methode durch Extraktion mit Ammoniumlactatessigsäure, Versatz der Lösung mit NH₄-Molybdät und Ascorbinsäure sowie anschließender kolorimetrischer Bestimmung (nach SCHLICHTING et al. 1995: 128 f.). Für die Kalium- und Magnesiumanalysen wurde zunächst ebenfalls eine Extraktion mit Ammoniumlactatessigsäure vorgenommen. Die Kaliumbestimmung erfolgte dann flammenphotometrisch im Spektralphotometer, die Magnesiumbestimmung mittels AAS (Atom-Absorptions-Spektrophotometer) (nach SCHLICHTING et al. 1995: 124 f.). Die Angaben zum Stickstoffgehalt beziehen sich auf den Gesamtstickstoff (N_{Kjel}) oder KJELDAHL-Stickstoff nach KRETZSCHMAR (1994: 508 ff.).

Die angewandten Verfahren erfassen von Phosphat, Kalium und Magnesium jeweils nur die austauschbare Fraktion. Damit sollte neben einer Konzentrationsdifferenzierung gleichzeitig eine Abschätzung der tatsächlichen Nährstoffverfügbarkeit auf den Wüstungsflächen erreicht werden.

5 Ergebnisse

5.1 Das Kontrollgebiet Störleinsgrund

Oberflächige Ackerbaurelikte und Erosionsrinnen

Auf dem Hang des Flurstückes Störleinsgrund sind weder oberflächige Relikte ehemaligen Ackerbaus noch Spuren linearer Bodenerosion zu finden. Das bestätigt prinzipiell die in Kap. 3 begründete Annahme, daß auf diesem Gelände nicht geackert worden ist, weil es ständig unter Wald lag.

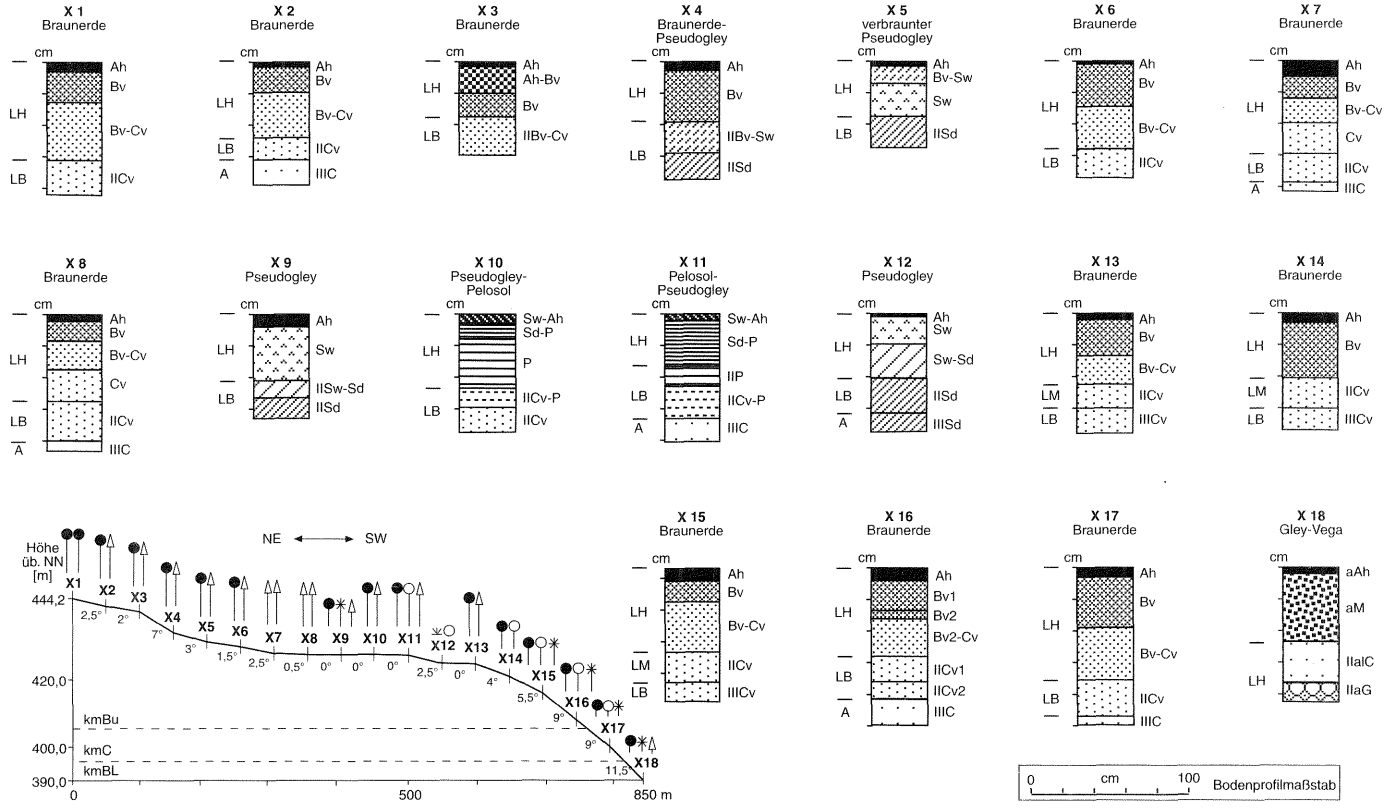


Abb. 2: Bodencatena Störleinsgrund (Längsschnitt fünfmal überhöht; Legende zu Vegetation und Geologie in Abb. 13)

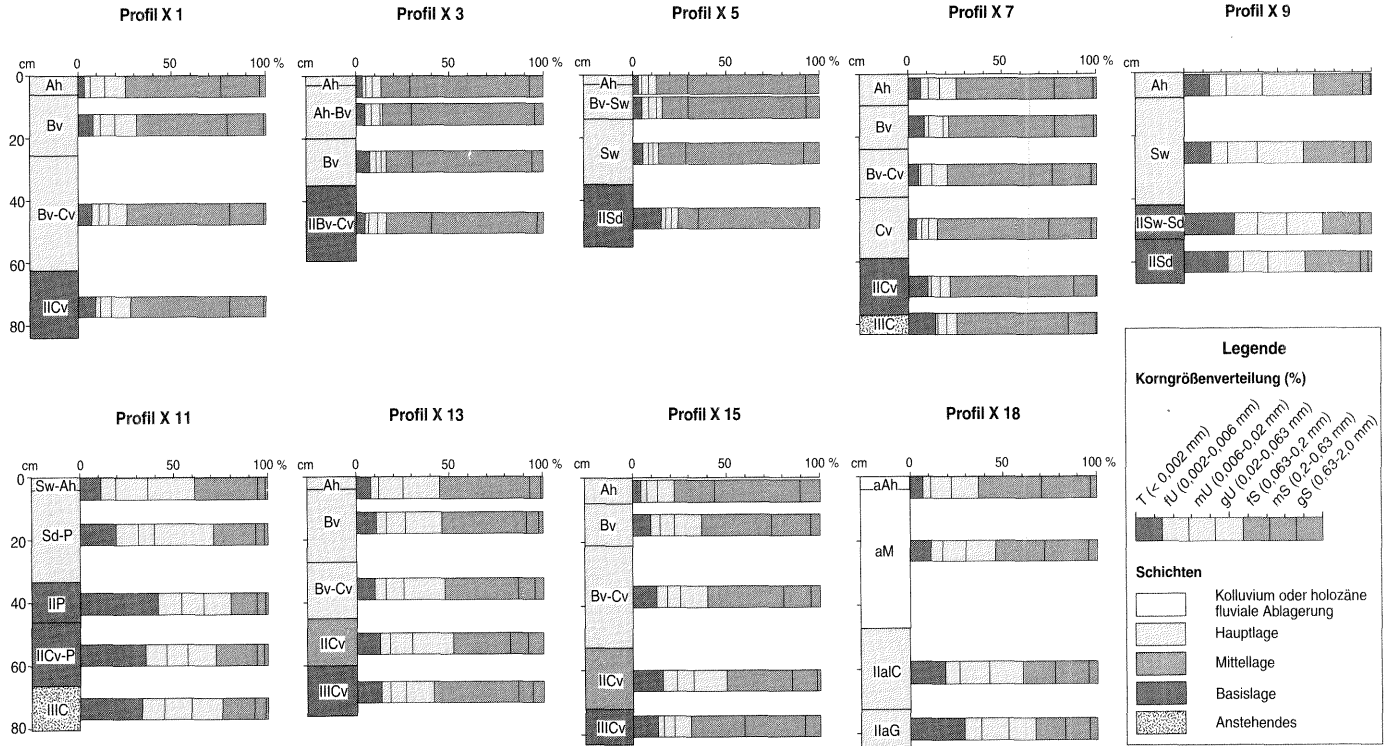


Abb. 3: Korngrößenverteilungen in den Profilen der Bodencatana Störleinsgrund

Böden und Deckschichten

Am Oberhang finden sich Braunerden geringer bis mittlerer Entwicklungstiefe (Profile X1 bis X3) (Abb. 2). Im Übergangsbereich zwischen einer Geländestufe und dem flachen Mittelhang entstanden infolge Staunässe Pseudogleye (X4 und X5). Der anschließende Hangabschnitt scheint trotz seiner nur geringen Neigung (0,5-2,5°) besser entwässert zu sein, denn die Braunerden (X6 bis X8) zeigen keine hydromorphen Merkmale mehr. Erst im fast ebenen Bereich (X9 bis X12) treten wieder Pseudogleye oder Pseudogley-Pelosole auf dem stauenden, tonhaltigen Substrat auf. Der steilere Unterhang (X13 bis X17) ist erneut durch Braunerden geringer bis mittlerer Entwicklungstiefe gekennzeichnet. Am Hangfuß sind Akkumulationshorizonte (X18) vorhanden, die jedoch auf die fluviale Dynamik in der Bachau und nicht auf Hangabspülung zurückzuführen sind.

In allen Profilen sind Basis- und Hauptlage vertreten (Abb. 2 und 3), während die Mittellage mit ihrem definitionsgemäß höheren Lößanteil lediglich in den Profilen X13 bis X15 vorkommt (vgl. Kap. 2). Die Hauptlage ist zwischen 33 cm und 71 cm mächtig, wobei der Durchschnitt bei 48 cm liegt (vgl. Tab. 2). Diese normale Mächtigkeit (vgl. hierzu KLEBER 1991: 85) deutet auf lange Zeit stabile Hangverhältnisse hin. Dafür spricht auch, daß keine Hangkolluvien vorhanden sind und daß die Stärke der Ah-Horizonte (2-10 cm) keinen Zusammenhang zu den Neigungsverhältnissen am Hang erkennen läßt. Die geringe bis mittlere Entwicklungstiefe der Böden von etwa 20-40 cm ist folglich als primär anzusehen.

Analytische Parameter

Am Oberhang (X1 bis X7) zeigen die **Korngrößenspektren**² der Bodenprofile eine relativ hohe Gleichförmigkeit im Tiefenverlauf (Abb. 3), die U- und S-Gehalte stimmen im ersten und zweiten Horizont jeweils überein (Abb. 4) und auch die U/S- und die fS/mS-Verhältnisse sind nahezu identisch (Abb. 5). Hier kam es offensichtlich nicht zu Korngrößensortierungen, wie sie bei Erosionsprozessen zu erwarten gewesen wären.

Der Mittelhang (X9 bis X13) weist eine Lößkomponente in den obersten Horizonten auf. Sie ist am erhöhten U-Gehalt und an der „Linkstreppung“ in der U-Fraktion erkennbar, d.h. an den von fU über mU zu gU hin steigenden Anteilen (vgl. RÖSNER 1990: 64, Abb. 18) (Abb. 3). Die geringen Abweichungen in den U- und S-Gehalten zwischen den beiden Horizonten (Abb. 4) und die Differenzen in den U/S- und fS/mS-Verhältnissen (Abb. 5) können kaum auf Abspülprozesse zurückgehen, weil das Gelände fast eben ist; die Unterschiede sind vermutlich synsedimentär bei der Bildung der lößhaltigen periglazialen Deckschichten entstanden. Nur der deutlich höhere S-Anteil im Ah-Horizont von Profil X15 (Abb. 4) am stärker geneigten Unterhang deutet auf lokal begrenzte Erosionsprozesse hin. In diesem Fall liegt wohl eine selektive Ausspülung der U-Fraktion und – nach dem reduzierten fS/mS-Verhältnis zu schließen (Abb. 5) – auch der fS-Fraktion vor. Denn im hangaufwärts gele-

genen Profil X13 gibt es keinen Hinweis auf einen S-Austrag, der in Profil X15 eine S-Zufuhr hätte bewirken können. Die Unterschiede in den Korngrößenspektren der oberen beiden Horizonte in Profil X18 sind dagegen durch die fluviale Beeinflussung im Auenbereich zu erklären.

Die **Humusgehalte** der Ah-Horizonte schwanken zwischen 5,4 und 21 % (\emptyset 11,2 %), die der liegenden Horizonte zwischen 1,11 und 4,18 % (\emptyset 2,4 %) (vgl. Beilage 1, auch für die weiteren Analysendaten). Die Verteilung der höheren bzw. niedrigeren Werte läßt keine Abhängigkeit von der Hangneigung erkennen. Das gleiche gilt für die **pH_(CaCl₂)-Werte**, die im Oberboden mit wenigen Ausnahmen im extrem sauren Bereich um +/- 3 liegen und im 2. Horizont jeweils nur einige Zehntel höher sind.

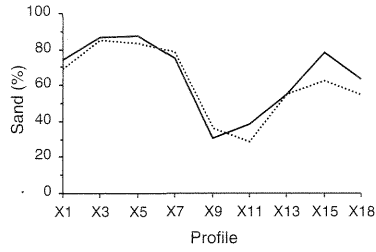
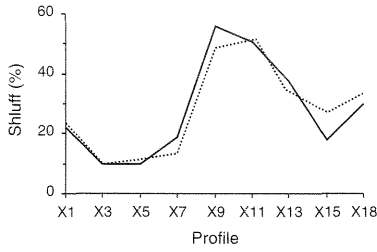
Die **Phosphatgehalte** der Ah-Horizonte liegen zwischen 9 und 33 ppm (\emptyset 20 ppm), die der liegenden Horizonte zwischen 2 und 83 ppm (\emptyset 29 ppm). Höhere Werte treten zwar im allgemeinen auf dem flachen mittleren Hangabschnitt (X7 bis X13) auf; trotzdem zeigen einzelne Böden auch am steileren Ober- bzw. Unterhang (X3 und X15) ähnliche Konzentrationen, so daß man nicht auf eine erosionsbedingte Verteilung schließen kann. In den meisten Profilen wird der höhere Phosphatgehalt erst im zweiten Horizont erreicht. Das Phänomen ist wegen der Immobilität des Phosphats eher auf biologische Einarbeitung von Vegetationsrückständen während einer ungestörten Bodenentwicklung zurückzuführen als auf Lösungstransport. Für diese Interpretation spricht auch der Vergleich mit der generell umgekehrten Konzentrationsverteilung auf den ehemals ackerbaulich genutzten Hängen (vgl. Kap. 5.2, 5.3, 5.4); eine erosive Phosphatverminderung im Ah-Horizont wird aufgrund der oben bereits diskutierten Befunde als Ursache ausgeschlossen.

Die **Stickstoffgehalte** liegen zwischen 0,13 und 0,36 % (\emptyset 0,23 %) in den ersten und 0,02 und 0,13 % (\emptyset 0,06 %) in den zweiten Horizonten. Die Werte zeigen keine Regelmäßigkeit in Bezug auf die Neigungsverhältnisse am Hang, die auf Verarmung infolge Abtragung oder – umgekehrt – Anreicherung infolge Akkumulation hinweisen könnte.

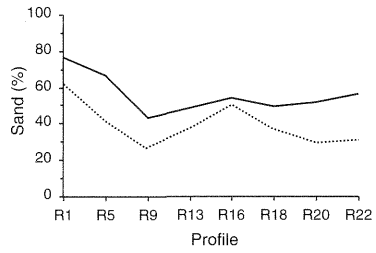
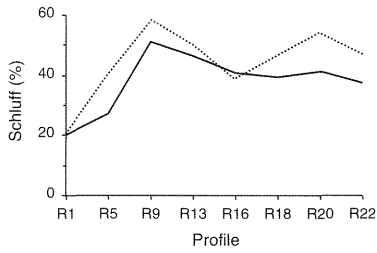
Die **Kaliumgehalte** schwanken zwischen 89 und 195 ppm bzw. 89 und 189 ppm (\emptyset 139 ppm bzw. 135 ppm). In den meist etwas niedrigeren Kaliumgehalten der Oberflächenhorizonte spiegelt sich vermutlich die natürliche Auswaschung aus dem Oberboden und die Fixierung im Unterboden wider.

Die **Magnesiumgehalte** liegen normalerweise zwischen 36 und unter 100 ppm (\emptyset 69 ppm bzw. 77 ppm). Der Extremwert von 302 ppm (2. Horizont von X15) deutet dagegen schon die Beeinflussung durch das Ausgangsgestein an. Denn ein Vergleich mit den Magnesiumgehalten der dritten Horizonte (nicht in Beilage 1 dargestellt), die vielfach schon in der Mittel- oder der Basislage entwickelt sind, zeigt, daß hier die Konzentrationen schnell auf das vier- bis fünffache, in Ausnahmefällen sogar auf das acht- bis zehnfache hochschnellen können. Generell ist auch bei den Magnesiumwerten keine Regelmäßigkeit hinsichtlich ihrer Lage am Hang feststellbar.

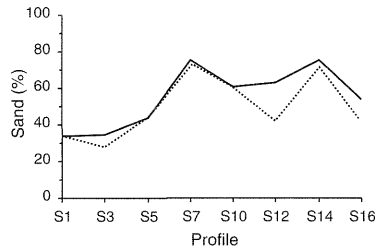
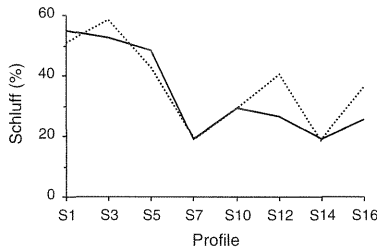
Störleinsgrund



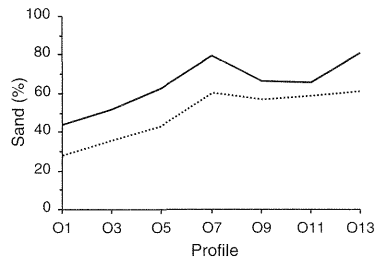
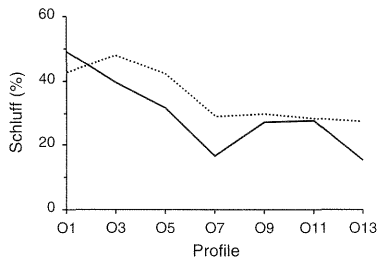
Rambach



Scherb



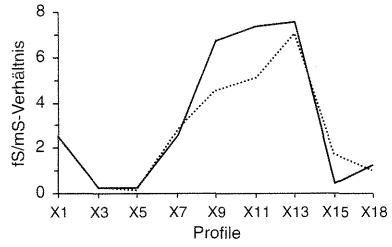
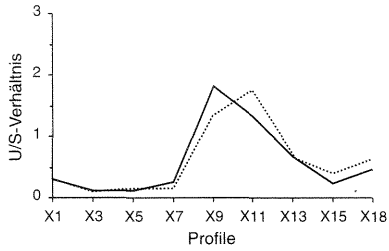
Obersteinach



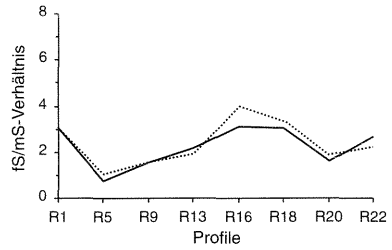
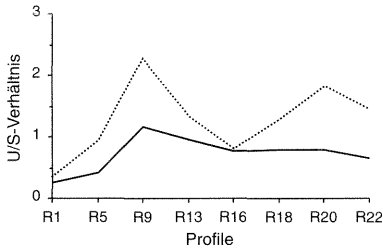
— 1. Horizont 2. Horizont

Abb. 4: Die Veränderungen der Schluff- und Sandgehalte (in Gew.-%) in den jeweils oberen beiden Horizonten entlang der Bodencatenen Störleinsgrund, Rambach, Scherb und Obersteinach

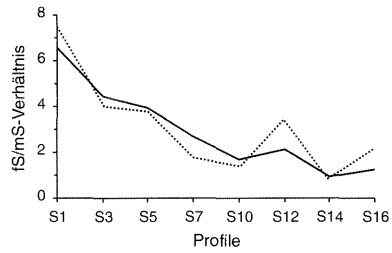
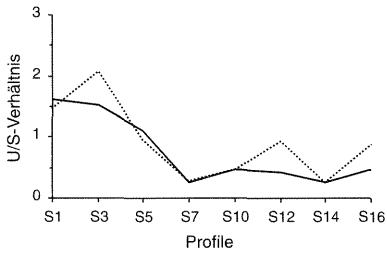
Störleinsgrund



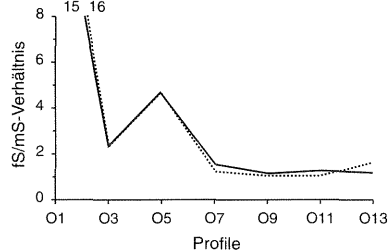
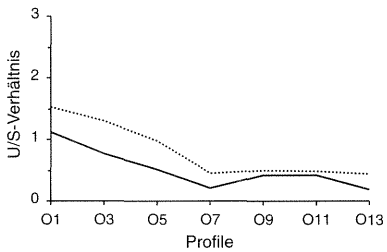
Rambach



Schmerb



Obersteinach



— 1. Horizont 2. Horizont

Abb. 5: Die Verhältnisse von Schluff zu Sand und von Feinsand zu Mittelsand in den jeweils oberen beiden Horizonten entlang der Bodenkatene Störleinsgrund, Rambach, Schmerb und Obersteinach

Insgesamt lassen sich also weder aus den Geländebefunden bezüglich Böden und Deckschichten noch aus den Korngrößenanalysen oder den Nährstoffkonzentrationen Hinweise auf Erosionsprozesse ableiten. Lediglich eine lokal begrenzte Ausspülung von schluffigem Material scheint möglich gewesen zu sein.

5.2 Die Flurwüstung Rambach

Oberflächige Ackerbaurelikte, Erosionsrinnen und Runsen

Auf der Flurwüstung Rambach sind Oberflächenformen, die als Anzeichen einer ehemaligen ackerbaulichen Nutzung gedeutet werden können, auf den untersten Hangabschnitt konzentriert (Abb. 6 und 8): So setzen erst auf der Höhe des Bohrpunktes R18 fünf Erosionsrinnen ein, die Tiefen zwischen 50 und 200 cm und Sohlenbreiten bis zu 100 cm erreichen, also auch als Runsen i.S. von BAUER (1993: 33 f.) bezeichnet werden können (Abb. 7). Einige davon vereinigen sich und schwenken oberhalb eines ehemaligen Feldweges, der die Falllinie vor dem Bohrpunkt R21 quert, nach S ab. Die Runsen sind heute inaktiv und ihre Formen sind durch den Wald konserviert. Das erlaubt es, sie als Folgeerscheinung des früheren Ackerbaus und nicht als junges Phänomen zu interpretieren. Abgesehen von diesen Erosionsformen ist lediglich noch ein steiler Stufenrain unterhalb des letzten Bohrpunktes (R22) zu identifizieren.

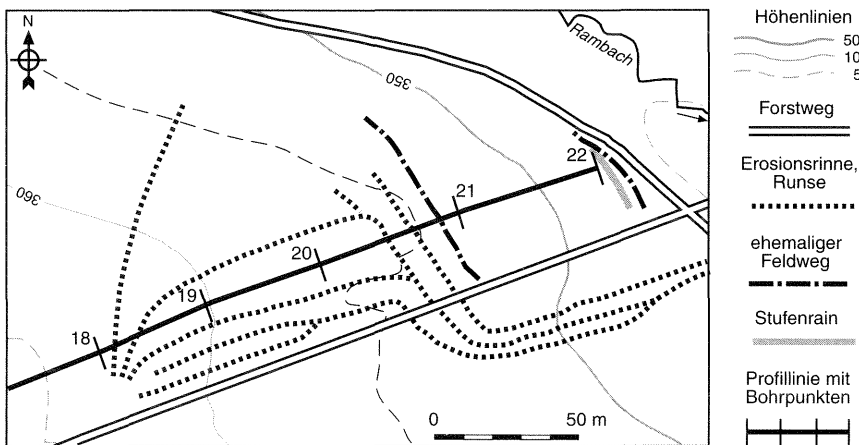


Abb. 6: Erosionsrinnen bzw. Runsen und oberflächige Zeugen früheren Ackerbaus entlang des unteren Teils der Profillinie in Rambach (Grundlage: Flurkarten 1 : 5 000, Blätter NW 82-32 und 83-32)



Abb. 7: Ca. 200 cm tiefe Runse auf Höhe des Bohrpunktes R20 in Rambach
(Blickrichtung nach NE)

Böden und Deckschichten

Die Bodencatena reicht von Braunerden im Ober- und Mittelhangbereich (Profile R1 bis R13) über Fahlerden (R14 bis R17, R20) bis hin zu Pseudogleyen (R18, R19) und Kolluvisolen (R21, R22) am Unterhang (Abb. 8). Ausgangsmaterial sind periglaziale Deckschichten, in denen sich einerseits der teilweise hohe Tongehalt des geologischen Untergrundes widerspiegelt und andererseits wechselnde Lößlehmannteile – dokumentiert durch den erhöhten U-Gehalt und die charakteristische U-Fraktionierung – enthalten sind (Abb. 9, vgl. auch Kap. 5.1, S. 39). Das stauende Substrat und die geringen Hangneigungen sind verantwortlich für die verbreiteten Pseudogleymerkmale.

Nach der Entwicklungstiefe der Böden und der Hauptlagenmächtigkeit zu schließen, kann der Hang in zwei Abschnitte eingeteilt werden: In der oberen, flacheren Hälfte der Catena (R1 bis R11) erreichen die Böden Entwicklungstiefen, die oft über denen des Kontrollgebietes Störleinsgrund liegen. Des weiteren weist die Hauptlage Mächtigkeiten von 28-55 cm auf, das sind im Mittel 40 cm. Die zweite Hälfte umfaßt den stärker geneigten Hang (ab R12). Allein aus der Solummächtigkeit kann jedoch nicht auf Bodenerosionsprozesse geschlossen werden, weil für die meisten Bodentypen keine ungestörten lokalen Vergleichsprofile vorliegen. Die Hauptlage erweist sich dagegen als guter Indikator einer Profilverkürzung: Sie erreicht hier 0 bis 33 cm, im Durchschnitt jedoch nur 20 cm.

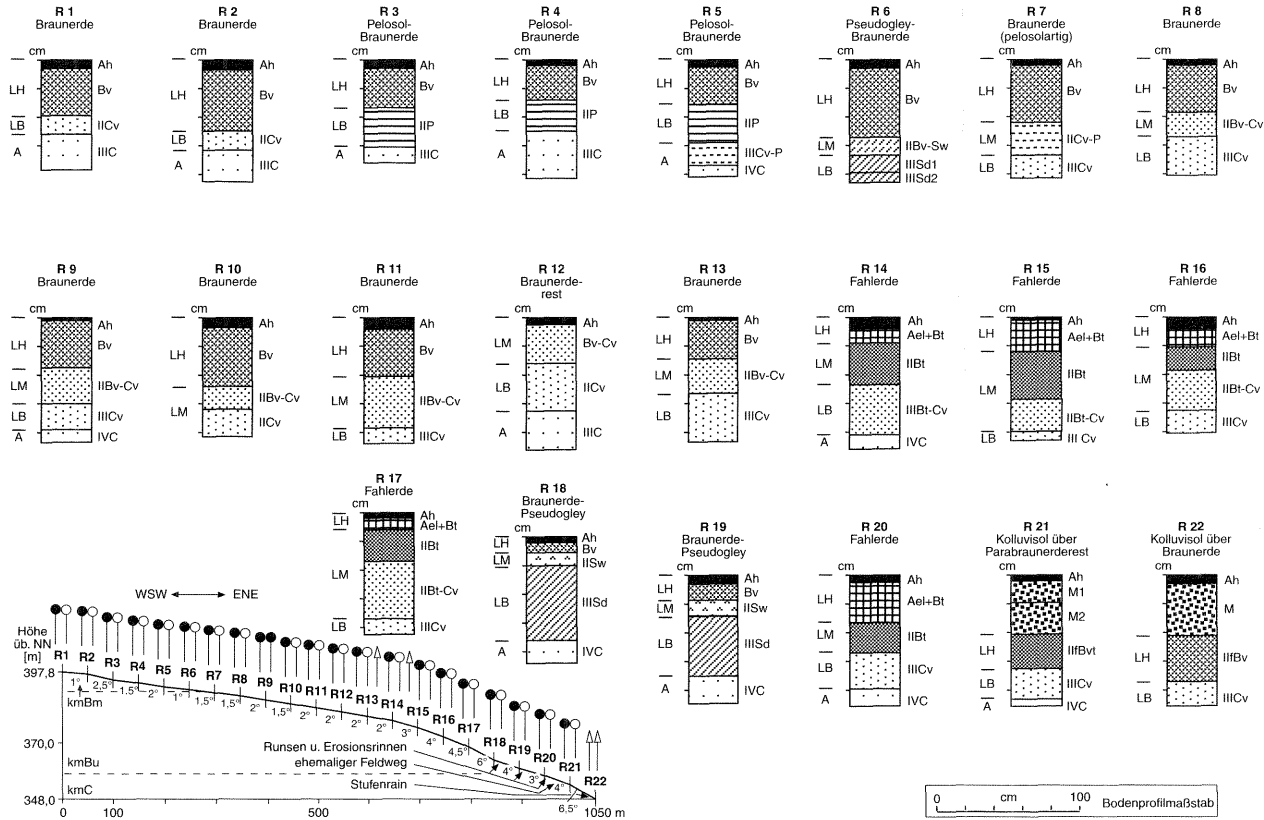


Abb. 8: Bodencatena Rambach mit Lage der oberflächigen Zeugen früheren Ackerbaus (Längsschnitt fünffach überhöht; Legende zu Vegetation und Geologie in Abb. 13)

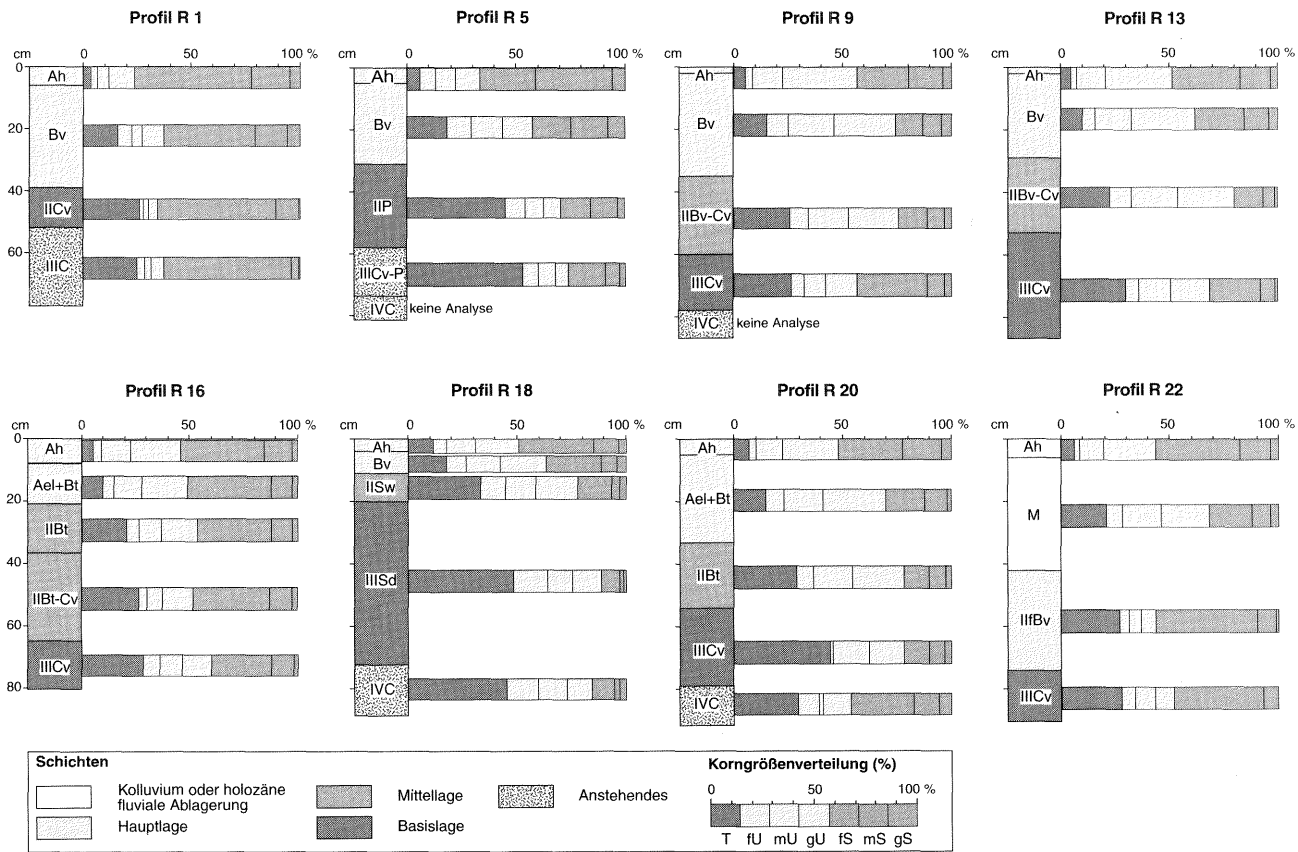


Abb. 9: Korngrößenverteilungen in den Profilen der Bodencatana Rambach

Im untersten Hangabschnitt (R21 und R22) sind schließlich Kolluvien als weitere Zeugen der früheren Bodenerosion ausgebildet.

Analytische Parameter

Die Zweiteilung des Hanges spiegelt sich auch in den **Korngrößenverteilungen** wider: In der oberen Hanghälfte liegt der S-Gehalt des ersten Horizontes jeweils deutlich über dem des zweiten, während es sich bei Schluff genau umgekehrt verhält (Abb. 4). Das läßt auf eine selektive Ausspülung der U-Fractionen schließen. Dafür spricht auch, daß die fS/mS-Verhältnisse im ersten und zweiten Horizont auf dem oberen Hangabschnitt nahezu identisch bleiben, und folglich nirgends auf Zu- oder Abfuhr bestimmter S-Fractionen schließen lassen (Abb. 5). In der unteren Hälfte der Profilssequenz steigt der S-Gehalt im Ah-Horizont gegenüber dem des liegenden Horizontes an (Abb. 4) und die U/S- und fS/mS-Verhältnisse weichen zunehmend voneinander ab (Abb. 5). Das weist auf stärkere Bodenerosion im steileren Hangbereich hin, die sowohl U- als auch S-Partikel mobilisiert hat.

Die **Humusgehalte** liegen in den Ah-Horizonten zwischen 5,5 und 19,9 % (\emptyset 10,5 %) und in den zweiten Horizonten zwischen 1,2 und 3,7 % (\emptyset 2,4 %) (vgl. Beilage 1, auch für die weiteren Analysendaten). Ihre Verteilung entlang des Hanges spiegelt grundsätzlich die schon erwähnte Tendenz zur Erosion im unteren Mittelhangbereich (R16) und zur Akkumulation im Unterhangbereich (R18 bis R22) wider.

Die **pH_(CaCl₂)-Werte** der Profile auf der oberen Hanghälfte erreichen im Oberboden zwischen 3,2 und 3,7 und im liegenden Horizont nur wenig mehr. Auf der unteren Hanghälfte ist die Reaktion in beiden Horizonten noch saurer. Offenbar korrelieren die niedrigen pH-Werte mit den höheren Humusgehalten und dem dadurch bewirkten höheren Anteil freier organischer Säuren, während umgekehrt der relativ höhere pH-Wert in R16 (4,4 bzw. 4,7) mit dem geringeren Humusgehalt zusammenhängt (vgl. SCHACHTSCHABEL et al. 1992: 121).

Die **Phosphatgehalte** der Ah-Horizonte betragen 4-39 ppm (\emptyset 16,5 ppm), die der zweiten Horizonte 0-4 ppm (\emptyset 2 ppm). In den Oberböden zeigen sich deutliche Verteilungsunterschiede am Hang: Die Werte der oberen Hanghälfte (R1 bis R13) liegen nur zwischen 8 und 14 ppm, in R16 tritt die niedrigste Konzentration auf (4 ppm), und in der unteren Hanghälfte steigen die Phosphatgehalte wieder deutlich an (15-39 ppm). Da sich Phosphat im Boden sehr immobil verhält (ZÖLITZ 1983: 35, SCHACHTSCHABEL et al. 1992: 249), ist nicht mit einer nennenswerten Auswaschung in den Untergrund zu rechnen. Deshalb läßt sich diese Abfolge zwanglos durch Bodenabtrag im unteren Mittelhangbereich und Anreicherung am Unterhang erklären. Die hier höheren Phosphatwerte gehen zusätzlich auf den Eintrag aus früherer organischer Düngung zurück. Bleibt noch zu klären, warum Phosphat am Oberhang niedriger ist als im Kontrollgebiet „Störleinsgrund“. Eine Reduktion durch

Bodenerosion scheidet nach den bisherigen Erkenntnissen aus (s.o.). Dagegen erscheint es plausibel, daß dieser Bereich gar kein Ackerland war, sondern als Weide oder Wiese genutzt wurde (s.u., S. 48). Dadurch wären dem Boden Nährstoffe entzogen worden, für deren Ergänzung jedoch die bei der Beweidung anfallenden Dungmengen oder die Mengen an natürlichen Vegetationsrückständen nicht ausgereicht haben. Um das nachzuweisen reichen jedoch die zur Verfügung stehenden Daten aus der Bodencatena nicht aus. Hier könnte nur eine flächenhafte Phosphatkartierung in einem Raster von 20-50 m Klarheit schaffen (vgl. ZÖLITZ 1983: 48).

Die **Stickstoffgehalte** erreichen in den Oberböden 0,12-0,37 % (\emptyset 0,19 %) und in den Unterböden 0,02-0,06 % (\emptyset 0,04 %). Sie zeigen im Prinzip das gleiche Verteilungsmuster am Hang wie die Phosphatwerte. Stickstoff ist zwar grundsätzlich mobiler als andere Nährstoffe, in unbewirtschafteten, vegetationsbedeckten Böden wird er jedoch kaum ausgewaschen und kann lange Zeit relativ konstant bleiben (vgl. KUNTZE et al. 1981: 165, 250, SCHACHTSCHABEL et al. 1992: 270). Im Fall der Flurwüstung Rambach, die ja seit Jahrhunderten nicht mehr beackert worden ist, könnte also auch Stickstoff als Indikator für Erosionsprozesse interpretiert werden.

Die **Kaliumgehalte** sind insgesamt geringfügig niedriger als im Vergleichsgebiet Störleinsgrund, wenn man vom Oberboden in Profil R18 als Ausnahme einmal absieht. Im Unterschied zum Kontrollgebiet weisen hier die Ah-Horizonte höhere Werte (113-269 ppm, \emptyset 149 ppm) als die liegenden Horizonte (56-120 ppm, \emptyset 98 ppm) auf. Die Verteilung am Hang zeigt jedoch keine Regelmäßigkeiten, die eindeutige Rückschlüsse auf Erosionsprozesse im Mittelhangbereich und Akkumulationsprozesse im Unterhangbereich geben könnten.

Die **Magnesiumgehalte** liegen im Oberboden zwischen 21 und 96 ppm (\emptyset 37 ppm), im Unterboden zwischen 17 und 95 ppm (\emptyset 39 ppm), wobei die Konzentrationen in der oberen Hanghälfte deutlich niedriger als im Unterhangbereich sind. Im Durchschnitt sind auch die Magnesiumwerte niedriger als im Vergleichsgebiet Störleinsgrund. Das Verteilungsmuster entspricht also dem von Phosphat und kann wahrscheinlich genauso erklärt werden (s.o.).

Zusammenfassend ergibt sich: In der oberen Hälfte der Bodencatena sind nur leichte Ausspülungsprozesse von Feinmaterial nachzuweisen. An Mittel- und Unterhang fand demgegenüber kräftige flächen- und linienhafte Erosion statt, die am Hangfuß zu kolluvialen Ablagerungen führte. Es ist also möglich, daß die spätmittelalterlichen Ackerflächen sich nicht über den ganzen Hang erstreckt haben. Denkbar wäre, daß man den Oberhang nur als Wiese, Weide oder Waldweide genutzt hat, wofür auch das Fehlen oberflächiger Ackerbaurelikte sprechen würde. Beispielsweise waren nach SCHÖLLER (1973, zit. nach BECKER 1998: 139) die Waldweide und die Schweinemast in walddreichen Gegenden oft sogar die Hauptnutzung des Waldes.

Hinweise für die auf dem Hang räumlich unterschiedlichen Bodenerosionserscheinungen gaben neben den Geländebefunden und Korngrößenanalysen auch die Humus-, Phosphat-, Stickstoff- und Magnesiumgehalte. Aus den Kaliumkonzentrationen waren dagegen keine Regelmäßigkeiten abzuleiten. Insgesamt sind die Nährstoffgehalte niedriger als im Vergleichsgebiet Störleinsgrund.

5.3 Die Flurwüstung Schmerb

Oberflächige Ackerbaurelikte

Die Waldgrenze, wie sie vor der Aufforstung der Ackerflächen bestand, ist aus der erwähnten Kartendarstellung von 1861 (vgl. Kap. 3.1, S. 33) ersichtlich. Morphologisch ist die Grenze zwar nicht ausgeprägt, ihre Position konnte jedoch anhand der Karte auf dem Oberhang rekonstruiert werden (Abb. 10). Auf dem Mittel- und Unterhang folgen fünf quer zum Hang verlaufende Stufenraine: Die drei oberen haben relative Höhen zwischen 50 und 150 cm. Die ausgeprägtesten Ackerterrassenkanten liegen unterhalb der Bohrstelle S14 (180 cm) sowie zwischen S15 und S16 (250 cm). Ähnlich wie die Raine zeichnen einige höhenlinienparallel verlaufende ehemalige Feldwege die in der Flurkarte 1:5 000 eingetragenen Parzellengrenzen im Gelände nach. Erosionsrinnen wurden auf dem gesamten Hang nicht gefunden.

Böden und Deckschichten

Ausgangsmaterial für die Bodenbildung sind periglaziale Deckschichten, die im Ober- und Mittelhangbereich wieder eine Lößkomponente erkennen lassen (Abb. 10 und 11). Auf den nahezu ebenen Flächen haben sich Braunerde-Pseudogleye (Profile S1 und S2) unter Staunässeinfluß entwickelt. Im weiteren Verlauf der Catena dominieren Braunerden, die teilweise allerdings nur als kolluvial überdeckte Reste erhalten sind. In den unterhalb der ehemaligen Waldgrenze folgenden Profilen S3 und S4 sind die Bv-Horizonte nur 8 bzw. 10 cm mächtig, gleichzeitig ist die Hauptlage auf 13 bzw. 18 cm reduziert. Im Vergleich zu den Böden der Standorte S1 und S2, die außerhalb der alten Ackerflur liegen und schon lange vor 1861 (oder immer?) von Wald bestanden waren, kann man von mindestens 10-15 cm Abtrag ausgehen. Das nächste Profil (S5) liegt oberhalb eines ca. 100 cm hohen Stufenrains; dementsprechend ist hier ein Kolluvisol über einem kräftig erodierten Braunerderest zu finden. Auf der folgenden alten Ackerfläche unterhalb dieses Stufenrains sind Bv-Horizont und Hauptlage erneut verkürzt (S6). Danach (S7 bis S9) zeigen die Böden nur zum Teil stärkere Erosionsspuren (z.B. S8). Trotz der Bodenbearbeitung hat die Abtragung also offenbar nicht immer gleichmäßig die ganze Fläche erfaßt. Systematisch treten dagegen Kolluvien jeweils im unteren Teil einer ehemaligen Ackerfläche auf (S10 und S13 bis S15). Die Böden des Talgrundes (S16) sind nur durch die Auendynamik des Baches geprägt; nach der bereits erwähnten Kartendarstellung waren sie schon damals Wiese.

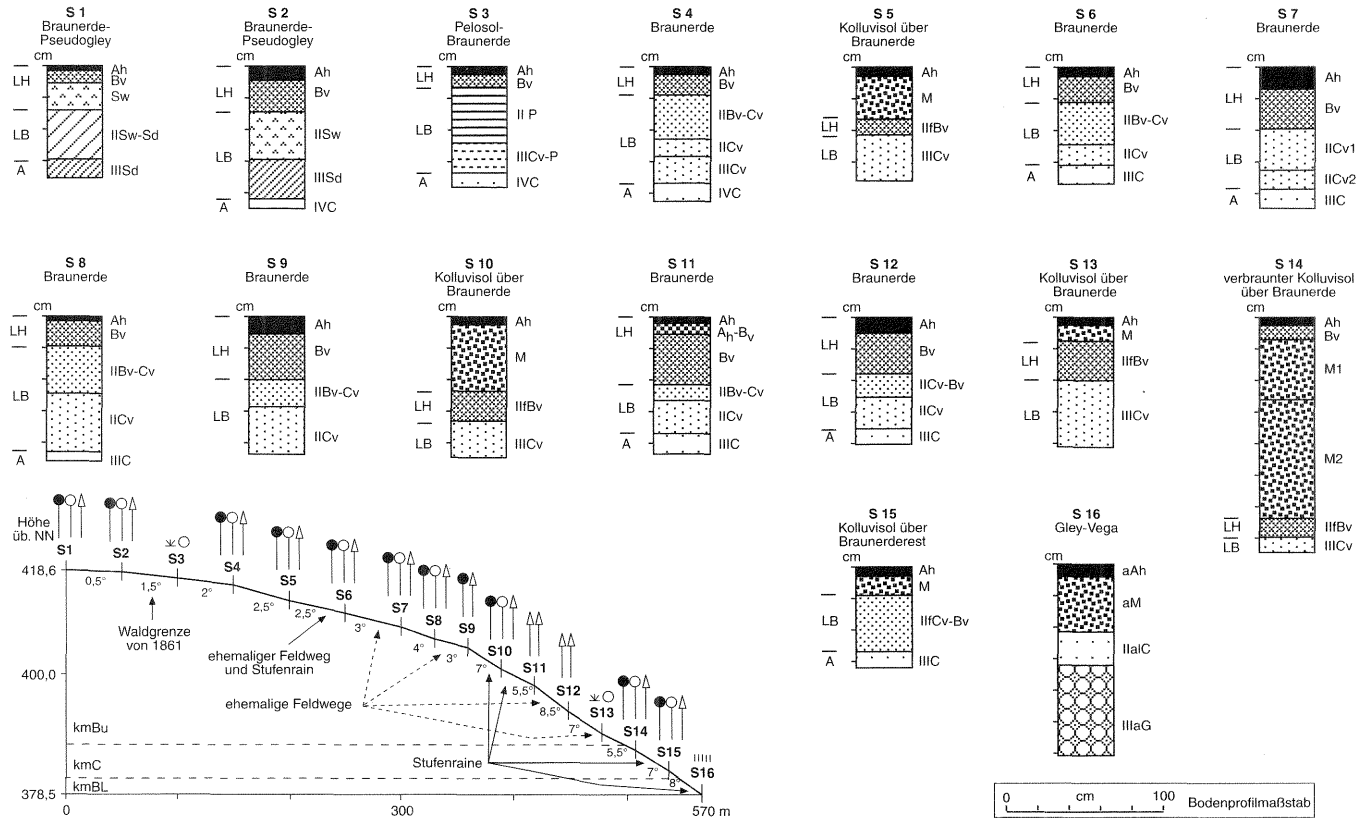


Abb. 10: Bodencatena Schmerb mit Lage der oberflächigen Zeugen früheren Ackerbaus (Längsschnitt fünffach überhöht; Legende zu Vegetation und Geologie in Abb. 13)

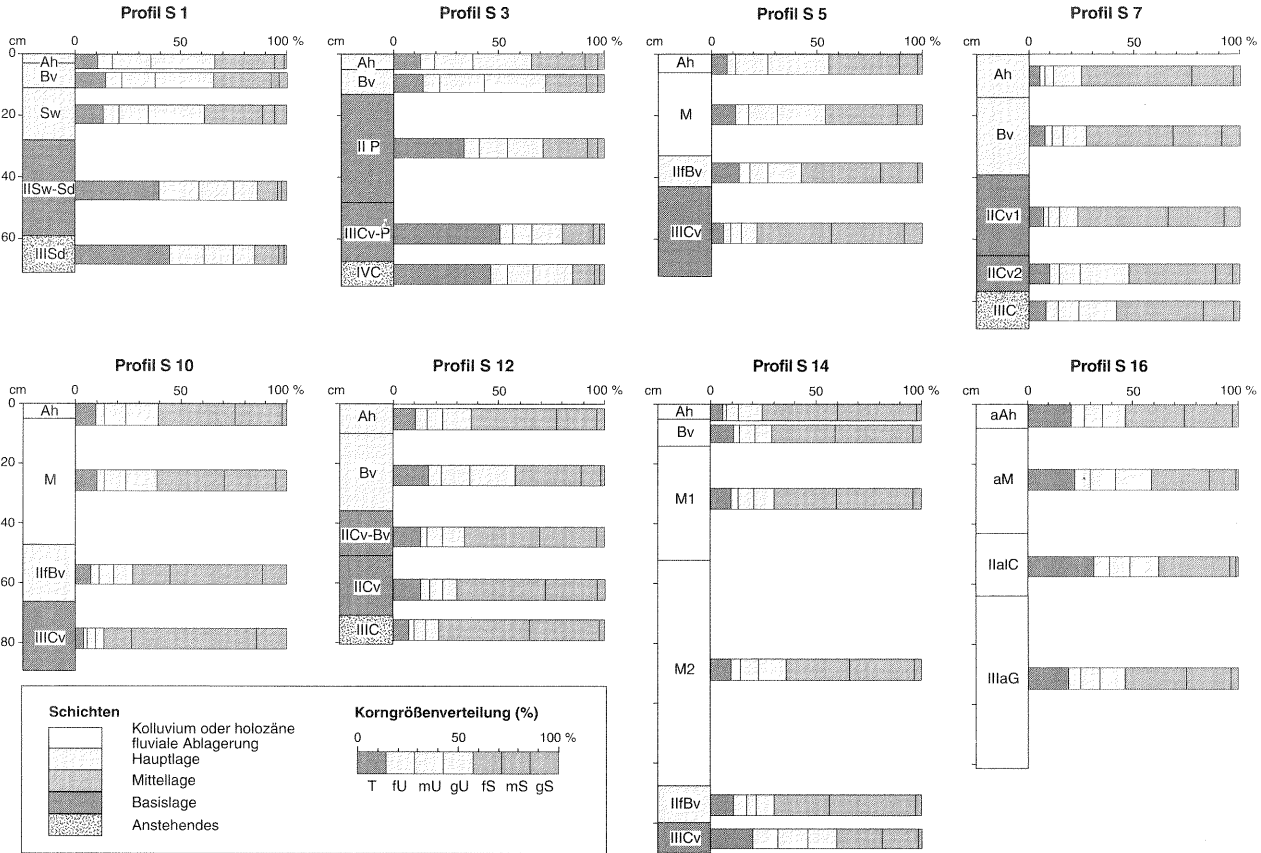


Abb. 11: Korngrößenverteilungen in den Profilen der Bodencatana Schermb

Analytische Parameter

Hinweise auf die bevorzugt mobilisierten **Kornfraktionen** geben die Abbildungen 4, 5 und 11: Im Profil S3 am Oberhang liegt der S-Gehalt im ersten Horizont deutlich über dem des zweiten Horizontes (Abb. 4). Das läßt sich jedoch nicht mit einer S-Zufuhr von hangaufwärts erklären, weil keine effektive Zunahme von Standort S1 nach S3 vorliegt. Vielmehr muß es sich um eine relative S-Anreicherung durch Ausspülung der U-Komponenten handeln. Für letzteres spricht auch, daß der U-Gehalt im Kolluvium (M-Horizont) des Profils S5 gegenüber dem des begrabenen IIFBv-Horizontes deutlich erhöht ist (Abb. 11). In den stärker geneigten Hangabschnitten unterhalb von S5 wurden dagegen eher größere Körner erodiert: Zwischen den Profilen S10 und S14 nimmt der S-Gehalt in den Ah-Horizonten um 14 % zu und umgekehrt der U-Gehalt um 10 % ab (Abb. 4). Hier handelt es sich also um eine absolute Zufuhr und nicht eine relative Anreicherung von Sand, wobei die Zunahme hauptsächlich über die fS- und mS-Fraktion erfolgt ist (Abb. 4 und 11).

Die **Humusgehalte** der Ah-Horizonte sind mit durchschnittlich 9,8 % (4,2-25,1 %) niedriger als die des Vergleichsgebietes Störleinsgrund mit 11,2 % (5,4-21 %); in den liegenden Horizonten sind die mittleren Gehalte gleich (2,4 %) (vgl. Beilage 1, auch für die weiteren Analysendaten). Ihre Verteilung entlang der Boden catena bestätigt nicht in allen Fällen die bisherige Rekonstruktion von Erosions- und Akkumulationsstandorten: Auf der einen Seite weisen die Ah-Horizonte der Kolluvien in den Profilen S10 und S14 mit 17 % bzw. 8,2 % zwar höhere Werte auf als die Böden auf den jeweils oberhalb davon gelegenen Ackerflächen (S7 mit 5,9 %, S12 mit 4,2 %). Auf der anderen Seite zeigt das Kolluvium von S5 keine Humusanreicherung, und der Humusgehalt des stark erodierten Bodens (S3) erreicht mit 25,1 % sogar den Maximalwert der Catena.

Die **pH_(CaCl2)-Werte** sind stark sauer (3-4) und zeigen keine entsprechenden Beziehungen zu Relief oder zu Erosions- bzw. Akkumulationsstandorten.

Die **Phosphatgehalte** in den Ah-Horizonten liegen mit durchschnittlich 32 ppm (11-58 ppm) signifikant höher als in der ältesten Flurwüstung Rambach mit 16,5 ppm und im Kontrollgebiet Störleinsgrund mit 20 ppm. Die Maximalwerte für beide Horizonte werden in den Profilen S1 und S16 erreicht. Bei Standort S1 spiegelt sich vermutlich eine über lange Zeit ungestörte biologische Einarbeitung von Vegetationsrückständen wider, die zu höheren Phosphatkonzentrationen auch im tieferen Horizont führte (vgl. hierzu SCHACHTSCHABEL et al. 1992: 257). Der letzte Boden in der Bohrprofilsequenz (S16) unterlag dagegen nicht mehr den Prozessen am Hang, sondern nur noch der fluvialen Dynamik in der Bachau.

Die generell hohen Phosphatgehalte in den Ah-Horizonten der ehemaligen Ackerflächen (S3 bis S 14) sind wahrscheinlich das Resultat der im 19. Jahrhundert bereits praktizierten verbesserten Dreifelderwirtschaft. Durch die ganzjährige Aufstallung des Viehs (BECKER 1998: 133) konnte jetzt systematisch organischer Dünger (Stallmist) aufgebracht werden, der zur Erhöhung der Phosphatgehalte führte.

Ihre rasche vertikale Abnahme vom Ober- zum Unterboden gilt für Kulturböden als normal und beruht auf der geringen Phosphatauswaschung (SCHACHTSCHABEL et al. 1992: 249, 257, KUNTZE et al. 1981: 249). Allerdings sind die Konzentrationen in den Unterböden der Flurwüstung Schmerb erheblich niedriger als die im Vergleichsgebiet Störleinsgrund (durchschnittlich 13 ppm im Verhältnis zu 29 ppm). Dafür können nur Erosionsprozesse verantwortlich sein, die den zweiten Horizont miterfaßt haben. Das wird auch belegt durch den höheren Phosphatgehalt von 12 ppm im zweiten Horizont des nicht ackerbaulich genutzten Standortes S1 gegenüber Werten zwischen 3 und 9 ppm in den zweiten Horizonten der Profile S3 bis S14, also den ehemaligen Ackerstandorten. Während es aber im Oberboden durch Düngung im Laufe der Zeit wieder zur Anreicherung kam, konnte Phosphat wegen seiner geringen vertikalen Verlagerungstendenz im Liegenden noch nicht wieder ergänzt werden.

Die **Stickstoffgehalte** liegen im Ah-Horizont bei durchschnittlich 0,26 % (0,10-0,67 %). Die Konzentrationen sind also im Mittel höher als in der älteren Flurwüstung Rambach (\varnothing 0,19 %) und im Kontrollgebiet Störleinsgrund (\varnothing : 0,23 %). Sie variieren außerdem viel stärker. Beziehungen zu Erosions- bzw. Akkumulationsstandorten sind nach den Analyseergebnissen zwar denkbar, jedoch nicht signifikant: So haben die Kolluvien der Standorte S10 und S14 zwar höhere Stickstoffgehalte als die jeweils hangaufwärts gelegenen Böden, und das Profil S1, das außerhalb der ehemaligen Ackerflächen liegt, erreicht den Maximalwert. Andererseits weist der Oberboden im Profil S3, einem eindeutigen Erosionsstandort, mit 0,42 ppm den zweithöchsten Wert der gesamten Catena auf. Das zeigt, daß Stickstoffgewinn oder -verlust von zu vielen weiteren Faktoren gesteuert werden (vgl. hierzu SCHACHTSCHABEL et al. 1992: 261), um sie als verlässlichen Bodenerosionsindikator zu verwenden.

Auch die **Kaliumgehalte** erreichen ihr Maximum im Ah-Horizont von Profil S1. Im Profil S3, das unterhalb der ehemaligen Wald-Feld-Grenze liegt, ist der Kaliumgehalt um etwa ein Drittel reduziert, bestätigt also den kräftigen Bodenabtrag an dieser Stelle. Die weiteren Kaliumkonzentrationen lassen keine sicheren Abhängigkeiten mehr von Erosions- und Akkumulationsstandorten erkennen. Das gleiche trifft für die **Magnesiumgehalte** zu, deren Verteilung in der Bodencatena noch heterogener ist.

Zusammenfassend ergibt sich folgendes: Auf der Flurwüstung Schmerb ist eine Korrelation zwischen Erosions- bzw. Akkumulationsstandorten einerseits und ihrer Position auf den früheren Ackerflächen andererseits zu erkennen. Am intensivsten von der Bodenerosion betroffen sind Böden, die direkt unterhalb der ehemaligen Waldgrenze liegen. Auf den Ackerflächen selbst war das Ausmaß der Abtragung unterschiedlich, im oberen Teil einer Bewirtschaftungsparzelle aber gewöhnlich stärker. Akkumulation fand demgegenüber an den unteren Parzellengrenzen statt, die morphologisch meist als Stufenraine zu erkennen sind. Im Verlauf der Erosionsprozesse wurde im flachen Oberhangbereich bevorzugt Schluff ausgespült und in den Kolluvien wieder angereichert. Auf dem stärker geneigten Mittel- und Unterhang wurden dagegen vornehmlich Feinsand und Mittelsand mobilisiert.

Das räumliche Muster der Erosionserscheinungen, das sich zuerst aus den Geländebefunden ergab, spiegelt sich am ehesten in den Korngrößenspektren und den Phosphatgehalten (im zweiten Horizont) wider. Die Humus-, Stickstoff-, Kalium- und Magnesiumgehalte lassen nur in einigen Fällen Zusammenhänge zu Erosions- oder Akkumulationsstandorten vermuten.

5.4 Die Flurwüstung Obersteinach

Oberflächige Ackerbaurelikte und Erosionsrinnen

Auf dem Flurstück grenzen Staatswald und der erst später aufgeforstete Craillsheimer Privatwald (siehe Kap. 3.1, S. 33) aneinander. Die frühere Waldgrenze liegt knapp unterhalb des Standortes O3 (Abb. 13). Auch hier ist, wie bei der Flurwüstung Schmerb, keine Kulturwechselstufe zu finden, wie sie sich oft an sehr lange bestehenden Acker-Wald-Grenzen ausgebildet hat (vgl. THIEMEYER 1988: 33, 118). Zwischen den Bohrprofilen O5 und O8 verlaufen quer zum Hang vier Stufenraine von 50 cm bis 140 cm Höhe, die die Ränder der schmalen und langgestreckten Ackerparzellen markieren (Abb. 12 und 13). Ein weiterer Stufenrain (vor O13) von 320 cm Höhe setzt den ehemals beackerten Hang zum Talgrund des Steinbaches ab. Zwei alte Feldwege kreuzen die Profillinie knapp unterhalb von O5 und wenig oberhalb von O7. In der Nähe von Profil O5 wurden die einzigen beiden Erosionsrinnen ent-



Abb. 12: Bis zu 140 cm hoher Stufenrain zwischen den Bohrpunkten O6 und O7 in Obersteinach (Blickrichtung nach SE)

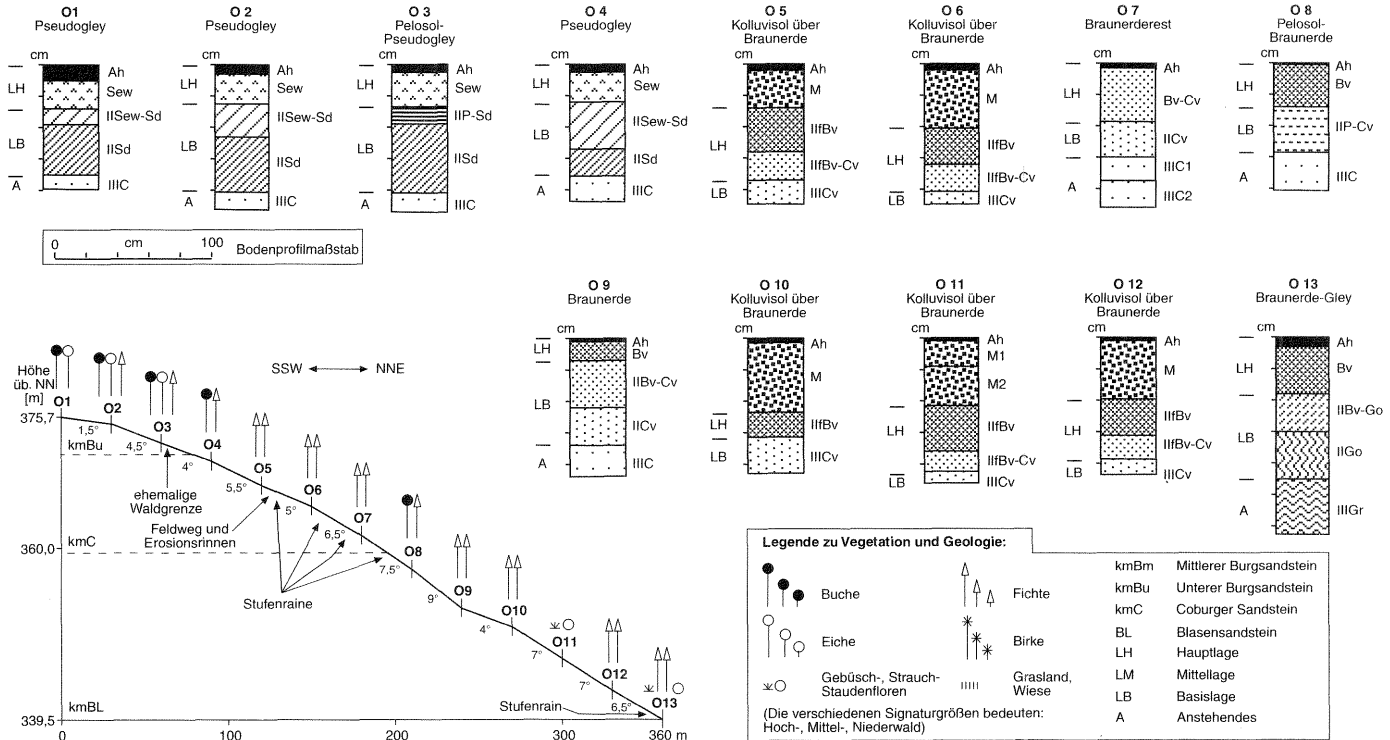


Abb. 13: Bodencatana Obersteinach mit Lage der oberflächigen Zeugen früheren Ackerbaus (Längsschnitt fünffach überhöht)

lang der Catena gefunden. Sie sind jedoch nur ca. 40 cm tief und laufen bereits nach 20-25 m aus.

Böden und Deckschichten

Auf dem mäßig geneigten Oberhang sind Pseudogleye – teilweise mit Pelosolmerkmalen – ausgebildet (O1 bis O4) (Abb. 13). Der Staunässeeffekt wird durch die tonreiche Basislage verursacht, die durch periglaziale Umlagerung des Basislettings des Unteren Burgsandsteins entstanden ist. Hangabwärts dominieren Braunerden, die häufig unter Kolluvien begraben sind.

Das Ausmaß der Erosion ist bei den Pseudogleyen am Oberhang schwer zu beurteilen, da die Horizontierung von Staunässeböden stark von der Schichtung im Ausgangssubstrat abhängt. Ein Vergleich der Hauptlagenmächtigkeit von O1 bis O4 (25-30 cm) mit derjenigen im Kontrollgebiet Störleinsgrund zeigt allerdings, daß man von mindestens 10-15 cm Abtrag ausgehen kann (vgl. auch Tab. 2). Das trifft allerdings genauso für die Böden der Profile O1 bis O3 zu, die schon länger als die anderen unter Wald lagen – wie lange genau ist nicht feststellbar. Möglicherweise wurde früher (Mittelalter? frühe Neuzeit?) auch dieses Areal einmal ackerbaulich genutzt. Bei den Bodenprofilen O5 und O6 handelt es sich um 30-40 cm mächtige Kolluvien über Braunerderesten; sie liegen bezeichnenderweise jeweils im etwas flacheren Bereich vor Stufenrainen. Die folgende Braunerde (O7), die im oberen Teil der an den Stufenrain anschließenden einstigen Ackerterrasse liegt, ist bis auf den Bv-Cv-Horizont erodiert worden. Auch die weitere Abfolge der Bodencatena zeigt im Prinzip die gleichen Beziehungen zwischen dem Grad der Profilverkürzung und der Position des Bodens auf einem ehemaligen Acker, wie sie schon ausführlich im Zusammenhang mit der Flurwüstung Schmerb diskutiert wurden. Im Unterschied zu Schmerb und Rambach sind hier jedoch die neugebildeten Ah-Horizonte meist geringermächtig entwickelt (z.T. nur 2-3 cm). Das ist allerdings leicht verständlich, wenn man es vor dem Hintergrund von nur knapp 90 Jahren seit der Aufgabe der Flur betrachtet.

Analytische Parameter

Korngrößen: Der Sandgehalt nimmt am Ober- und Mittelhang im Bereich zwischen O1 und O7 sowohl im ersten als auch im zweiten Horizont zu (Abb. 4); auf derselben Strecke ist das U/S-Verhältnis im Ah-Horizont niedriger als im liegenden Horizont (Abb. 5). Daneben reduziert sich zwar insgesamt das fS/mS-Verhältnis hangabwärts, jedoch ohne daß Unterschiede in den fS/mS-Relationen zwischen den beiden Horizonten auftreten. All dies deutet auf eine Ausspülung von Schluff im Ober- und Mittelhang mit relativer Sandanreicherung hin; zu einer nennenswerten Mobilisierung innerhalb der S-Fraktion selbst kam es offenbar nicht. Für den unteren Mittelhang und im Unterhangbereich (O9 bis O13) läßt sich aus der Zunahme

des S-Gehaltes im Ah-Horizont sowie den relativ konstanten fS/mS-Verhältnissen in beiden Horizonten schließen, daß hier Fein- und Mittelsand gleichermaßen mobilisiert worden sein müssen. Die Tonfraktion (vgl. Abb. 14) zeigt zwar pedogenetische Unterschiede zwischen Ober- und Unterbodenhorizonten, aber keine Veränderungen, die in Beziehung zu bestimmten Erosions- oder Akkumulationsstandorten am Hang gesehen werden könnten.

Die **Humusgehalte** streuen in den Ah-Horizonten zwischen 8,3 und 46 % (\emptyset 21,7 %), in den zweiten Horizonten bewegen sie sich näher um den Mittelwert von 2,5 % (1,4-3,1 %) (vgl. Beilage 1, auch für die weiteren Analysendaten). Damit sind die Gehalte an organischer Substanz auf der Flurwüstung Obersteinach deutlich höher als im Kontrollgebiet und in den beiden älteren Flurwüstungen.

Die Verteilung der Humusgehalte in den Ah-Horizonten der Catena läßt sich wieder nicht in jedem Fall mit erodierten Böden einerseits oder Kolluvien andererseits korrelieren. So weist der Ah-Horizont des Kolluviums O5 zwar den Maximalwert auf, und der Minimalwert wird in einem gekappten Profil (O3) nahe der ehemaligen Waldgrenze erreicht. Auf der anderen Seite überschreiten die Humusgehalte in den Oberböden der erodierten Braunerden O7 und O9 diejenigen des nächsten Kolluviums (O11) deutlich. Auch die organische Substanz in den liegenden Horizonten ist kein Erosionsindikator: Sie liegt im M-Horizont von O5 mit 2,4 % sogar unter den Werten des erodierten Pelosol-Pseudogleys (O3) mit 2,6 % und der stark gekappten Braunerde (O9) mit 2,7 %. Das gleiche gilt auch für den M-Horizont des Kolluviums O11 mit 2,5 %. Die Kolluvien selbst zeigen also keine signifikante Humusanreicherung, obwohl es sich primär um korrelierte Sedimente der abgetragenen humosen Oberböden bzw. Pflughorizonte handelt. Dafür kann eigentlich nur ein Abbau der organischen Substanz nach der Ablagerung des Bodensedimentes verantwortlich sein (vgl. BORK et al. 1998: 212).

Die **pH_(CaCl2)-Werte** sind stark sauer (3-4) und zeigen keine entsprechenden Beziehungen zum Relief oder zu Erosions- bzw. Akkumulationsstandorten.

Die durchschnittlichen **Phosphatgehalte** der Oberböden erreichen mit durchschnittlich 42 ppm (19-56 ppm) ebenfalls die höchsten Konzentrationen aller untersuchten Bodencatänen. Sie deuten auf einen noch konsequenteren Einsatz organischen Düngers hin, als er schon auf der ehemaligen Flur von Schmerb praktiziert wurde (vgl. Kap. 5.3, S. 52). Entlang der Bodencatena läßt sich ein Zusammenhang erkennen zwischen höheren Phosphatwerten in den Kolluvialböden (O11, O5) gegenüber niedrigeren in solchen Böden, die offenbar vermehrt der Erosion unterlagen (O3, O7, O9). Die Phosphatkonzentrationen in den Unterböden sind demgegenüber reduziert auf Werte von 2-13 ppm (\emptyset 6 ppm); hier ist keine Differenzierung nach einzelnen Erosions- bzw. Akkumulationsstandorten mehr festzustellen. Trotzdem können gerade die niedrigeren Phosphatgehalte des zweiten Horizontes als Hinweis auf flächenhafte Erosionsprozesse am Hang gesehen werden, wie es bereits für die Flurwüstung Schmerb diskutiert wurde (vgl. Kap. 5. 3, S. 53).

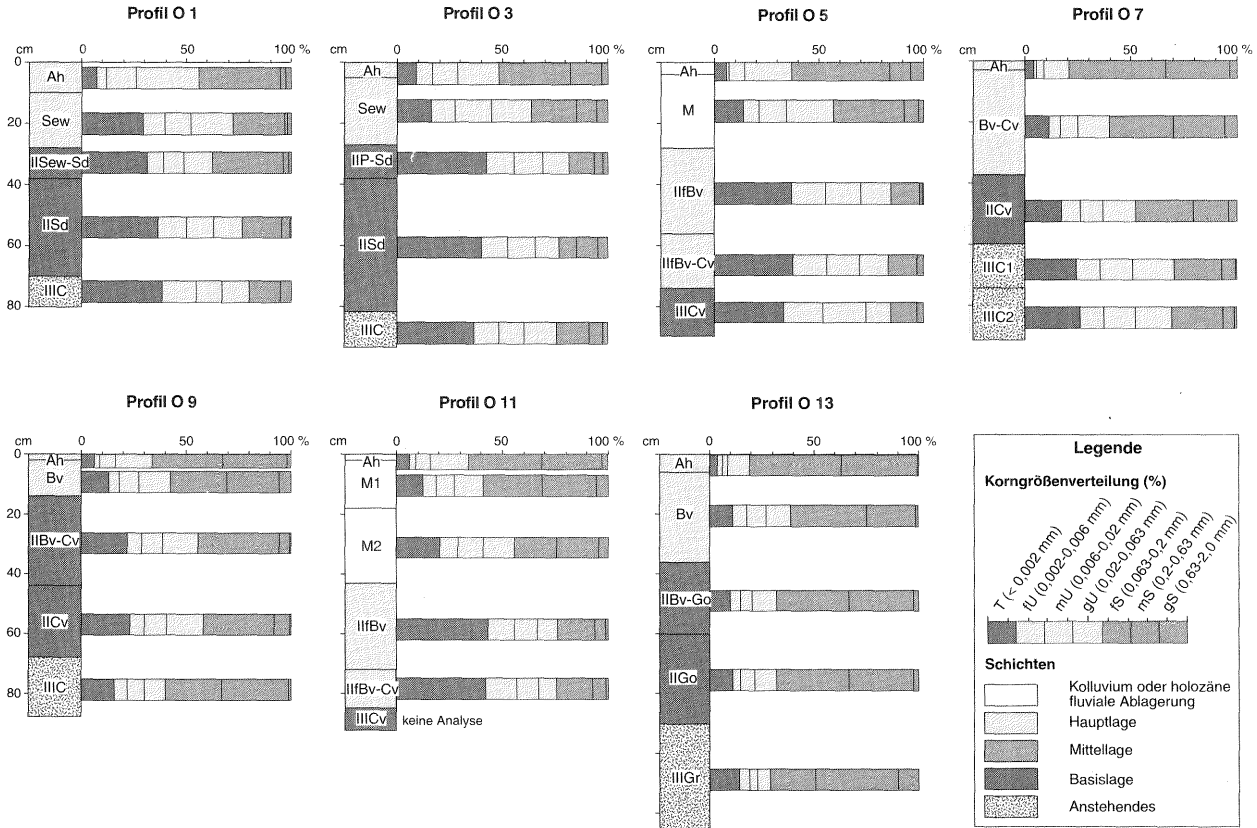


Abb. 14: Korngrößenverteilungen in den Profilen der Bodencatana Obersteinach

Die **Stickstoffgehalte** der Ah-Horizonte liegen zwischen 0,19 und 0,71 % (\emptyset 0,40 %), der liegenden Horizonte bei 0,03-0,07 % (\emptyset 0,5 %). Im Vergleich zu den anderen bearbeiteten Bodencatenaen sind sie im Oberboden deutlich höher und im Unterboden mindestens auf gleichem Niveau. Die Beziehung der Stickstoffgehalte zu einzelnen Erosions- oder Akkumulationsstandorten der Catena läßt sich am besten mit der der Humusgehalte vergleichen: Sie ist nur zum Teil vorhanden, könnte an den „passenden“ Standorten also auch zufällig sein.

Die durchschnittlichen **Kalium- und Magnesiumgehalte** der Ah-Horizonte (Kalium: 124-272 ppm, \emptyset = 166 ppm; Magnesium: 69-491 ppm, \emptyset = 152 ppm) liegen im Verhältnis zu denen des Kontrollgebietes und insbesondere der ältesten Flurwüstung Rambach höher, nicht jedoch im Vergleich zu denen der Bodencatena von Schmerb. Für die zweiten Horizonte trifft diese Unterscheidung nicht mehr unbedingt zu, weil die Werte zu stark streuen.

Die Kalium- und Magnesiumgehalte der Ah-Horizonte entsprechen in diesem Gebiet besser als die Humus- oder Stickstoffwerte dem hypothetisch erwarteten Trend von Verarmung durch Erosion und Zunahme in den Kolluvien. Die Konzentrationen im Unterboden weisen allerdings kein derartigen Regelmäßigkeiten auf.

Zusammenfassend zeigt sich, daß die Böden jeweils in den oberen Abschnitten der ehemaligen Parzellen erodiert sind, während sich an den unteren Parzellengrenzen Kolluvien angesammelt haben. Am Oberhang und am oberen Mittelhang wurde vorwiegend Schluff aus den Oberböden ausgespült; in den steileren Bereichen des Mittel- und Unterhanges wurden dagegen vor allem Fein- und Mittelsande erodiert und transportiert.

Die Bodenerosionserscheinungen am Hang spiegeln sich am deutlichsten in den Geländebefunden, den Korngrößenverteilungen und in den Phosphatgehalten wider. Auch Kalium und Magnesium entsprechen in diesem Beispiel dem erwarteten Muster von Verarmung durch Erosion und Zunahme in den Kolluvien, während Humus und Stickstoff nur in einzelnen Fällen damit übereinstimmen.

6 Diskussion

6.1 Zum Nachweis historischer Bodenerosion

Historische Bodenerosionsschäden sind üblicherweise an gekappten Bodenprofilen zu erkennen (vgl. Kap. 2). Problematisch erwies sich im Steigerwald jedoch der geologische Schichtwechsel innerhalb des Sandsteinkeupers. Das Alternieren zwischen Sandsteinschichten, Tonsteinlagen und Basisletten führt indirekt über die periglazialen Decksedimente zu verschiedenen Voraussetzungen im Ausgangssubstrat für die Pedogenese; Typenwechsel und/oder unterschiedliche Entwicklungstiefen gleicher Bodentypen sind die Folge. Das macht es hier schwierig,

lediglich anhand der Mächtigkeit von Ober- und Unterböden erodierte von nicht erodierten Bodenprofilen zu trennen. Ein treffendes Beispiel ist die Braunerdeentwicklung im Kontrollgebiet Störleinsgrund: Auf den ersten Blick erscheinen die Böden mit einer Solumtiefe von oft nur 20-30 cm geköpft. Mit Hilfe der Hauptlagenmächtigkeiten, der Korngrößenverteilungen, der Gehalte an Nährstoffen und organischer Substanz sowie unter Berücksichtigung der dauerhaften Waldbedeckung (vgl. Kap. 3.1, S. 31) läßt sich jedoch nachweisen, daß hier keine Abtragungsprofile vorliegen.

Generell hat sich die **Hauptlage** als wichtiges Hilfsmittel zur Identifikation von Profilverkürzungen erwiesen (vgl. Kap. 6.4, S. 66). Ihre Mächtigkeit, die ursprünglich relativ konstant war (vgl. Kap. 2, S. 30), wird durch Beackerung rasch reduziert. Das geschieht um so mehr, je höher der Lößanteil der Hauptlage und – wenn vorhanden – der Mittellage ist. Denn mit zunehmendem Schluffgehalt des Feinbodens und abnehmendem Steingehalt des Gesamtbodens steigt nach AUERSWALD (1993: 16) die Bodenerodierbarkeit. Die Hauptlage kann folglich unabhängig von der natürlichen Entwicklungstiefe eines Bodens und unabhängig vom Bodentyp als Indikator für das Ausmaß der Bodenerosion verwandt werden (vgl. MACHANN & SEMMEL 1970, KLEBER 1991).

Kolluvien sind unwidersprochen als Zeugen früherer Bodenerosion akzeptiert (ABRAHAM DE VASQUEZ et al. 1985, BORK 1985, 1988, SEMMEL 1993a, 1995a, 1996, BORK et al. 1998 und andere). Auf den aufgelassenen Ackerfluren von Schmerb und Obersteinach sind sie beinahe regelhaft verbreitet. Sie belegen eine frühere Bearbeitung, die senkrecht zum Hanggefälle erfolgte, wobei der Abtransport des Materials an den unteren Parzellengrenzen durch bewachsene Feldraine behindert worden ist, die sich im Laufe der Zeit zu mehr oder weniger mächtigen Stufenrainen entwickelt haben. Die meisten Hangkolluvien sind zwischen 30 cm und 45 cm mächtig, je nachdem, ob sie weiter zur Parzellenmitte hin oder näher an den Stufenrainen erbohrt wurden; direkt vor besonders hohen Ackerterrassenkanten wurden lokal bis zu 130 cm erreicht (vgl. Abb. 10, Bohrpunkt S14). Signifikante Unterschiede hinsichtlich Verteilung und Stärke der Kolluvien treten zwischen den beiden jüngeren Flurwüstungen nicht auf. In der ältesten, Rambach, fehlen dagegen entsprechende Hangkolluvien, worauf später noch ausführlicher eingegangen wird (s.u., S. 63f.).

Gegenüber den Feldkriterien (Böden, Hauptlagen, Kolluvien) kommt dem Einsatz bodenphysikalischer und bodenchemischer Kennwerte beim Nachweis historischer Bodenerosion faktisch nur unterstützende Bedeutung zu. Tabelle 1 zeigt eine Einschätzung der Indikatorfunktion einzelner Parameter, wie sie sich aus dieser Untersuchung ergeben haben.

Am geeignetsten erwiesen sich die **Korngrößenverteilung** und bestimmte Kornfraktionsverhältnisse. Komplette granulometrische Tiefenfunktionen für die einzelnen Bodenprofile dienen als erstes dazu, die Differenzierung der periglazialen Deckschichten zu überprüfen. Zum anderen werden sie gebraucht, um festzustellen, ob

Tabelle 1: Die Bedeutung verschiedener Bodenparameter bei der Identifikation von Erosions- bzw. Akkumulationsstandorten in den Flurwüstungen (weitere Erläuterungen im Text)

Flurwüstungen	Korngrößen	Humus	pH-Wert	Phosphat	Stickstoff	Kalium	Magnesium
Rambach	+	+	-	+	+	-	+
Schmerb	+	-	-	+	-	-	-
Obersteinach	+	-	-	+	-	+	+

+ = Beziehung an allen Standorten erkennbar; - = Beziehung nicht an allen Standorten erkennbar

und wie sich die Korngrößenspektren in den obersten beiden, für den Erosionsnachweis entscheidenden Horizonten im Verhältnis zum Ausgangsmaterial verändert haben.

Im Unterschied dazu erlauben es die U/S- und fS/mS-Verhältnisse, auf diejenigen Fraktionen zurückzuschließen, die bevorzugt erodiert und verfrachtet worden sind. So können Bereiche mit selektiver Ausspülung nur von Schluff, die auf schwächere Erosionsprozesse hinweisen, von solchen mit zusätzlicher Sandmobilisation als Ausdruck stärkerer Abtragung unterschieden werden (vgl. AUERSWALD 1998: 41, Abb. 5). Auf der Altflur von Rambach hat sich damit z.B. die geringe Denudation in der oberen Hanghälfte, die sich nach der Geländeaufnahme schon abzeichnete, bestätigen lassen. Das gab letztlich zu Überlegungen hinsichtlich der historischen Nutzung dieses Areals Anlaß (s.u., Kap. 6.3, S. 63f.).

Generell ist in den flacheren Hangabschnitten der drei Flurwüstungen eher die Tendenz zur Schluffausspülung, verbunden mit relativer Sandanreicherung, erkennbar, während auf stärker geneigten Partien die Sandverfrachtung hinzukommt. Ein interpretatorisches Problem läßt sich allerdings nur im Einzelfall lösen: Handelt es sich um die absolute Anreicherung einer bestimmten Kornfraktion infolge echter Zufuhr von hangaufwärts gelegenen Flächen oder um eine relative Anreicherung durch selektive Ausspülung?

Die in allen Gebieten stark sauren **pH-Werte** _(CaCl₂) (zwischen 3 und 4) waren in keiner Bodencatena mit erodierten bzw. nicht erodierten Böden zu korrelieren. Vermutlich ist schon das Ausgangssubstrat – verwittertes, periglazial aufgearbeitetes Sandsteinkeupermaterial – zu sauer, als daß sich erosiv bedingte Differenzierungen, wie sie in kalkreicheren Böden auf Löß auftreten können (vgl. SEMMEL 1993a: 5, 1995a: 129), noch niedergeschlagen hätten. Daran ändert auch die Lößkomponente nichts. Der Löß ist im Steigerwald lokaler Natur und ohnehin primär fast kalkfrei (vgl. RÖSNER 1990: 157).

Die **Humusgehalte** zeigen in der Flurwüstung Rambach durchaus eine Verarmung am erodierten Mittelhang bzw. eine Anreicherung im Unterhangbereich an. In den Altfluren von Schmerb und Obersteinach ist eine derartige Relation jedoch

nicht mehr für jeden Standort zu belegen. Das gleiche gilt für die **Stickstoff-, Kalium- und Magnesiumgehalte**. Ihre Verteilung entspricht zwar teilweise der hypothetischen Annahme von Verarmung im Erosionsbereich und Anreicherung im Akkumulationsbereich; in vielen Fällen entspricht sie dieser Erwartung aber nicht. Regelmäßige Nährstoffanreicherungen in Kolluvien, wie sie PEINEMANN & BRUNOTTE (1982: 311) in Lößgebieten fanden, gibt es hier also nicht. Offensichtlich dominieren, vor allem was Stickstoff anbelangt, andere Steuerungsmechanismen der Nährstoffverteilung als die Bodenerosion wie z.B. die Zufuhr organischer Substanz nach der Wiederbewaldung, die Nährstoffauswaschung oder der Abbau organischer Substanz in den Kolluvien. Lediglich **Phosphat** hat sich als relativ verlässlicher Erosionsindikator erwiesen.

6.2 Nährstoffgehalte

Rambach, die älteste Flurwüstung, weist im Durchschnitt die niedrigsten Nährstoffgehalte auf. Die Bodenerosion allein kann jedoch nicht der Grund dafür sein. Denn sonst hätten die jüngeren Flurwüstungen Schmerb und Obersteinach, die ja ebenso von Bodenerosion betroffen waren, gleichfalls niedrigere Phosphat-, Stickstoff-, Kalium- und Magnesiumgehalte aufweisen müssen als das Kontrollgebiet Störleinsgrund. Eine Ursache dafür, daß die Minima auf der Flurwüstung Rambach zu finden sind, dürfte in der damals praktizierten alten Dreifelderwirtschaft liegen: Man kannte keine ganzjährige Einstallung des Viehs, weil es dafür noch keine Futterbasis gab (BECKER 1998: 130). Stallmist für Düngezwecke fiel folglich nur während des Winters an, und er wurde zudem hauptsächlich im Gartenbau und auf den hofnahen Feldern mit guten Böden eingesetzt. Eine ausreichende und systematische Nährstoffergänzung auf den Feldern war demnach noch nicht möglich. Das änderte sich erst nach der Einführung der verbesserten Dreifelderwirtschaft im 18. Jahrhundert mit ganzjähriger Aufstallung des Viehs. Auch das temporäre Beweiden der abgerenteten Äcker und der Brachflächen mit entsprechendem Dunganfall konnte offenbar das Nährstoffdefizit durch den Ernteentzug nicht völlig ausgleichen. Im Unterschied dazu belegen die Nährstoffverhältnisse in den Oberböden der Flurwüstungen Schmerb und Obersteinach eindeutig – trotz Erosion – den Düngeeffekt durch das bereits modernere Wirtschaftssystem.

Des weiteren zeigt der Vergleich der Nährstoffgehalte der Flurwüstung Rambach und des Kontrollgebietes Störleinsgrund, daß in den mehr als 500 Jahren seit der Auflassung der Rambacher Ackerflächen keine Regenerierung des Bodens durch erneute Mineralverwitterung und Nährstofffreisetzung oder durch nennenswerte Humifizierung erfolgt ist. Das bestätigt Ergebnisse von MACHANN & SEMMEL (1970: 254), THIEMEYER (1988: 121) und SEMMEL (1993a: 9, 14, 1995a: 127, 1996: 75), die keine echte Bodenreubildung für diesen Zeitraum feststellen konnten. Allenfalls eine schwache Parabraunerdebildung auf Kolluvien aus Lößderivat, also entkalktem, vorverwittertem und deshalb pedogenetisch leicht überprägbarem Substrat, sei mög-

lich. Das scheint im Widerspruch zu den Befunden BORKS zu stehen, der eine intensive mittelalterlich-neuzeitliche Pedogenese auf bewaldeten Hangstandorten befürwortet (BORK 1988: 91 ff.). Allerdings macht BORK diese Aussage ebenfalls nur an Tonverlagerung und Humifizierung entkalkter Kolluvien aus Lößderivaten fest; Nährstoffgehalte sind nicht angegeben.

6.3 Flurform und Runsen der ältesten Flurwüstung Rambach

Was Stufenraine bzw. Runsen anbelangt, bestehen zwei signifikante Unterschiede zwischen der ältesten Flurwüstung Rambach und den beiden jüngeren, Schmerb und Obersteinach.

Der erste Unterschied betrifft die Ackerterrassenkanten. Während in Rambach nur ein einziger, den Hang gegen den Talgrund abschließender steiler Stufenrain ausgebildet ist (vgl. Abb. 6), sind die jüngeren Flurwüstungen mehrfach durch alte Raine gegliedert. Grundsätzlich kommen nur zwei Erklärungsmöglichkeiten in Frage:

1. Die Stufenraine in der Altflur von Rambach sind der Erosion zum Opfer gefallen. Dafür sprechen würden die Runsen (s.u., S. 64f.) und die Profilverkürzungen im Unterhangbereich. Dagegen spricht, daß nicht einmal der Rest einer Ackerterrassenkante morphologisch erkennbar ist. Darüber hinaus sind auf dem Hang keine Kolluvien nachzuweisen, wie sie üblicherweise mit Stufenrainen vergesellschaftet vorkommen (vgl. Kap. 6.1, S. 60).
2. Es waren gar keine Stufenraine ausgebildet. Nach dem oben Gesagten kommt wahrscheinlich nur diese zweite Möglichkeit in Betracht. Die Gründe sind also in der Bewirtschaftung der Flächen zu suchen. Auf der oberen Hanghälfte ist vermutlich gar kein Ackerbau betrieben worden (vgl. Kap. 5.2, S. 48). Auf der unteren wurde jedoch gepflügt: Das zeigt der abschließende Stufenrain und das belegen die erodierten Profile sowie die analytischen Hinweise auf Abtragungsprozesse. Bei quer zum Hang verlaufender Bearbeitung und Parzellierung hätten jedoch theoretisch ebensolche Raine entstehen müssen, wie sie in den jüngeren Flurwüstungen Schmerb und Obersteinach vorkommen. Bei der Flurform könnte es sich demnach um einen Gelängekomplex aus Streifen gehandelt haben, der sich waldhufenartig aus dem Rambachtal den Hang hinaufzog. Solche Block- und Streifenfluren waren in der frühen mittelalterlichen Dreifelderwirtschaft üblich (Zitate hierzu bei BORK 1988: 21). Sie finden sich auch im Bereich von Horb, einer ähnlich alten Flurwüstung im westlichen Steigerwald sowie in anderen Altflurbezirken der Region (vgl. HILDEBRANDT & KAUDER 1993: 40 und Kartenbeilage). Nimmt man das stärker erodierte Hangstück von Rambach (ca. ab R11 bis R22) als Maß, dann muß der Streifen eine Länge von etwa 500 m gehabt haben. Diese Ausdehnung ist gut mit den von HILDEBRANDT & KAUDER (1993: 18) identifizierten 450-600 m langen Streifen in der Horber Flur vergleichbar.

Eine solche Flurform erklärt nun zum Teil auch den zweiten signifikanten Unterschied zu den beiden jüngeren Flurwüstungen: Während der Unterhang von Rambach durch heute inaktive Erosionsrinnen und Runsen zerschnitten ist (vgl. Abb. 6), sind in Schmerb und Obersteinach – trotz steileren Gefälles – kaum Spuren linearer Erosion zu finden. Der Grund dürfte sein, daß auf der Rambacher Streifenflur mit hoher Wahrscheinlichkeit in Gefällsrichtung geackert wurde: Zum einen wäre bei einem Pflügen quer zum Hang ein zu häufiges Wendemanöver des Ochsen- oder Pferdegespannes mit Umstellen des Wendepfluges erforderlich gewesen; zum zweiten fehlen Kolluvien, wie sie bei isohypsenparalleler Bearbeitungsrichtung an der Parzellenuntergrenze auftreten würden (vorausgesetzt, der Streifen war überhaupt in Bewirtschaftungszellen aufgeteilt gewesen). Das Pflügen in Gefällsrichtung forciert jedoch die lineare Erosion, weil das Regenwasser in den Ackerfurchen, speziell in den Randfurchen, abfließen kann (vgl. BAUER 1993: 154 und 166). Der Abfluß wurde hier allerdings an einem alten Feldweg – vermutlich ein „Überfahrts-“ oder „Servitutweg“, wie sie in einer in Zelgen aufgeteilten Flur von einem Hauptweg abzweigten und in die Parzellenverbände hineinführten (BECKER 1998: 56) – aus der Falllinie zur Seite abgelenkt.

Kann aber die Art der Landbewirtschaftung alleine ausgereicht haben für die Tiefe und Zahl der Erosionsrinnen und Runsen auf der Altflur von Rambach?

Hier sollte man eine ergänzende Erklärungsmöglichkeit berücksichtigen: Für das frühe 14. Jahrhundert sind überregional ungewöhnlich feuchte Witterungsverhältnisse mit an Zahl und Intensität weit überdurchschnittlichen Starkregenereignissen auf der Grundlage historischer Schriftquellen belegt (WEIKINN 1958, ABEL 1976, FLOHN 1977, 1982, ALEXANDRE 1987 alle zit. nach BORK 1988: 47 f.). Betroffen war zum einen insbesondere die Zeit zwischen 1313 und 1317. Zum anderen werden für das Jahr 1342 außergewöhnliche Hochwasserereignisse in Mitteleuropa bei weitem häufiger in den verschiedenen historischen Schriftquellen erwähnt als für jede andere Zeit des Mittelalters und der frühen Neuzeit.

Genau für diesen Zeitraum konnten BORK (1983, 1985, 1988) und BORK et al. (1998) extreme Bodenerosionsprozesse in verschiedenen Regionen nachweisen, die teils flächenhaft abliefen, teils aber auch – vor allem in Lößgebieten – zum Einreißen von 5-10 m tiefen Kerben geführt haben. BORK et al. bezeichnen die erste Hälfte des 14. Jahrhunderts als eine „... Phase der Relief- und Substratgenese ...“, die hinsichtlich der Art und Intensität der linien- und flächenhaften Bodenerosion im gesamten Holozän einmalig ist.“ (BORK et al. 1998: 226).

Auf die Wüstung Rambach übertragen ergäben sich danach folgende Deutungsmöglichkeiten:

1. Die Rinnen könnten während der Starkregenperioden zwischen 1310 und 1320 – also noch während der ackerbaulichen Nutzung – eingetieft worden sein. Sie machten das Gelände unbearbeitbar, weil *badland*-artig zerschnitten. Das könnte zur Aufgabe dieses Flurstückes und auch ähnlich betroffener anderer geführt

haben. Letztlich könnten so die Bodenerosionsprozesse die Aufgabe von Ort und Flur zwischen 1317 und 1325 wenn vielleicht nicht verursacht, so doch zumindest beschleunigt haben.

2. Rinnen und Runsen könnten sich auch während der maximalen Witterungsanomalien um 1342, d.h. nach Aufgabe der Flur eingetieft haben. Dagegen spricht jedoch, daß sich innerhalb der ca. 20 Jahre seit dem Wüstfallen der Bewuchs (Krautschicht, dichtes Buschgehölz, erste Bäume) schon soweit selbst regeneriert haben muß, daß Einschnedungen dieser Dimensionen gar nicht mehr möglich gewesen wären – außer man hätte das Gebiet noch intensiv weidewirtschaftlich genutzt, was aber nicht bekannt ist.
3. Theoretisch muß auch eine viel frühere Zerrung des Hanges, also zwischen der Rodungsphase und dem Beginn des 14. Jahrhunderts, in Erwägung gezogen werden. Allerdings sind bisher aus dieser Zeit keine ähnlich extremen Niederschlagsereignisse bekannt, die die lineare Erosion hätten überdurchschnittlich forcieren können. Und wenn es doch welche gegeben haben sollte, dann ist fraglich, ob bei den resultierenden Flurschäden Ort und Flur nicht schon viel eher aufgegeben worden wären als erst zu Beginn des 14. Jahrhunderts.
4. Auch in der zweiten Hälfte des 18. Jahrhunderts kam es zu starker linearer Bodenerosion (BORK 1983, 1985, 1988), die zeitgleich mit gehäuft auftretenden Starkregen verlief, wie die Auswertungen historischer Quellen und erster Niederschlagsmessungen ergaben (BORK 1988, BORK et al. 1998). In diese zweite Phase überdurchschnittlicher Witterungsanomalien gehören jedoch die Runsen auf der Flurwüstung Rambach vermutlich schon deshalb nicht, weil die Waldsukzession spätestens Mitte des 15. Jahrhunderts eingesetzt hat (vgl. Kap. 3) und die Flächen sicher schon vorher verbuscht waren (s.o.).

Eine kausale Beziehung zwischen solchen Witterungsanomalien und den ausgeprägten Erosionsrinnen und Runsen auf der Flurwüstung Rambach ist durch die oben genannten Argumente zwar noch nicht bewiesen, aber sie ist immerhin eine überdenkenswerte Hypothese. Es wäre sicher lohnend, ihr in Zukunft auch im Steigerwald mit einem morphologisch-pedologischen Ansatz weiter nachzugehen. Das auch deshalb, weil ein Zusammenhang zwischen historischen Witterungsanomalien und entsprechend zweiphasiger Runsenbildung bisher nicht generell bestätigt werden kann (vgl. BAUER 1993: 164 f., SEMMEL 1993a: 8).

Trotzdem ist es am wahrscheinlichsten, daß die linearen Erosionsschäden in der Flurwüstung von Rambach primär auf die Art der Beackerung zurückgehen, auch wenn ein Verstärkungseffekt durch Starkregeneignisse sicherlich eine Rolle gespielt hat. Immerhin sind ja auf den Altfluren von Schmerb und Obersteinach, auf denen quer zum Hang gepflügt wurde, kaum lineare Erosionserscheinungen vorhanden.

6.4 Abtragungsbeträge und einige Folgen der historischen Bodenerosion

Einen Eindruck vom Ausmaß der Erosion auf den historischen Ackerfluren vermittelt die Mächtigkeit der Hauptlage (Tab. 2). Gegenüber dem Vergleichsgebiet Störleinsgrund ist ihre mittlere Stärke um minimal 8 cm, sonst zwischen 17-28 cm reduziert. Ein ähnlicher Differenzbetrag, nämlich 20 cm, ergibt sich, wenn man auf der Flurwüstung Rambach die Hauptlagenmächtigkeit der früher beackerten unteren und der – wahrscheinlich – nicht gepflügten oberen Hanghälfte vergleicht. Selbst wenn man letztere als Berechnungsgrundlage für alle Flurwüstungen heranziehen würde, blieben immer noch flächenhafte Abtragungsbeträge von 9-20 cm.

Darüber hinaus zeichnet sich eine altersmäßige Differenzierung ab: Am stärksten wurde offenbar die Hauptlage auf der Altflur von Rambach reduziert, bei der es sich, wie oben bereits erörtert (Kap. 6.3, S. 63), vermutlich um eine hangparallele Streifenflur gehandelt hat. Auf den jüngeren Flurwüstungen mit ihren quer zum Hang verlaufenden Bearbeitungspartellen sind dagegen niedrigere Erosionsbeträge zu beobachten.

Solche Mittelwerte können freilich immer nur Anhaltspunkte sein, weil die Mächtigkeiten der Hauptlage innerhalb der Bodencatenen doch erheblich variieren

Tabelle 2: Mächtigkeiten der Hauptlage (LH) in den Bodencatenen des Kontrollgebietes Störleinsgrund sowie der Flurwüstungen Rambach, Schmerb und Obersteinach

Profilsequenz (einkalkulierte Profile)	Durchschnittl. Mächtigkeit der LH (in cm)	Mächtigkeits- schwankungen der LH (in cm)	Reduktion der LH im Verhält- nis zur LH des Kontrollgebietes (in cm)	Bemerkungen
Störleinsgrund (X1-X17)	48	33-71		Kontrollgebiet ohne Erosionserscheinungen
Rambach Ob. Hanghälfte (R1-R11)	40	28-55	8	Vermutlich nicht beacketer Hangteil
Unt. Hanghälfte (R12-R22)	20	0-33	28	Hangteil mit vermutlich hangparalleler Streifenflur
Schmerb (S3-S14)	25	10-43	23	Hangteil außerhalb des ehemaligen Waldes
Obersteinach (O1-O13)	31	14-46	17	Die ersten drei Standorte gehörten zu dem Zeitpunkt der Aufforstung nicht zu den Ackerflächen, waren aber wahrscheinlich früher (Mittelalter, frühe Neuzeit?) schon beackert worden.

(vgl. Tab. 2). Das geht soweit, daß stellenweise die komplette Deckschicht – und damit auch der darin entwickelte Boden – erodiert wurde.

Dennoch lassen sich die so kalkulierten Abtragungsbeträge gut mit früheren Daten aus dem Steigerwald vergleichen: So fanden MACHANN & SEMMEL auf Wüstungen am unmittelbaren Westrand des Steigerwaldes bei Braunerden aus Deckschichten über Keupertonsteinen Profilverkürzungen von 10-30 cm (MACHANN & SEMMEL 1970: 262), in Einzelfällen sogar 70-100 cm (ebd.: 261). Und HILDEBRANDT & KAUDER kommen bei Braunerden auf Blasensandstein auf Erosionsbeträge von bis zu 18 cm (HILDEBRANDT & KAUDER 1993: 33).

Damit ist der historische Bodenabtrag im Sandsteinkeupergebiet des westlichen Steigerwaldes etwas geringer als in anderen Nicht-Lößgebieten: ABRAHAM DE VASQUEZ et al. untersuchten beispielsweise das Einzugsgebiet des Ellernbaches (Westrand der Nördlichen Frankenalb, östlich von Bamberg), das Tone und den Sandstein des Dogger, Kalksteine des Malm sowie pleistozäne Solifluktionsschichten und holozäne Rutschmassen umfaßt. Sie errechneten eine mittlere Gesamterosion von mindestens 70 cm, nehmen aber 100 cm als wahrscheinlicher an (ABRAHAM DE VASQUEZ et al. 1985: 185). Allerdings kalkulierten sie die Abtragung nicht auf der Basis von Profilverkürzungen, sondern anhand der Volumina der korrelierten Sedimente in den Kolluvien.

HILDEBRANDT & MAQSUD untersuchten Flurwüstungen im nordöstlichen Vogelsberg. Die Böden, Braunerden und Parabraunerden, sind auf periglazialen Basaltschuttdecken entwickelt. Der historische Ackerbau führte hier zu Erosionsbeträgen von 40-50 cm (HILDEBRANDT & MAQSUD 1985: 44).

FRIELINGHAUS et al. ermittelten für ackerbaulich genutzte Parabraunerden des Jungmoränengebietes des Pommerschen Stadiums westlich und östlich der Oder Profilverkürzungen von mindestens 45 cm, oft aber bis zu 75 cm (FRIELINGHAUS et al. 1993: 1172).

Demgegenüber ist die Abtragung in Lößgebieten erheblich höher: PEINEMANN & BRUNOTTE (1982: 310) kommen auf 150 cm im nördlichen Leinetalgraben. THIEMEYER (1988: 121) nennt für ein Lößprofil der Reinheimer Bucht im Odenwald ca. 200 cm. Und BORK et al. (1998: 192) gehen für das Untereichsfeld und das nördliche Harzvorland sogar von einer mittleren Gesamterosion von 230 cm in wenig mehr als 1000 Jahren aus.

Auch wenn der historische Abtrag auf den Flurwüstungen Rambach, Schermb und Obersteinach geringer zu sein scheint als in manch anderen Regionen, vor allem in Lößgebieten, so war er doch groß genug, um den nährstoffreichen Oberboden und einen Teil des Unterbodens zu entfernen – egal ob man den höheren Abtragungsbetrag von 17-28 cm oder den Minimalbetrag 9-20 cm zugrundelegt. Die heutigen Ah-Horizonte verdanken ihren Humus- und Nährstoffgehalt nur der Düngung und dem nach der Wiederbewaldung erneut einsetzenden natürlichen Anfall organischer

Substanz. Was die höheren Kalium- und Magnesiumgehalte in Schermb und Obersteinach anbelangt, so könnten sie vielleicht schon auf den Einsatz von Mineraldünger im letzten Jahrhundert hinweisen (vgl. PEINEMANN & BRUNOTTE 1982: 311).

Vermutlich haben sich Folgen der Bodenerosion schon während der Phase der Bodenbewirtschaftung bemerkbar gemacht: Durch die Erosion kommt es zu einer Verminderung des wasserableitenden Porensystems in der im Verhältnis zur Basislage porenreicheren Hauptlage (vgl. KLEBER & SCHELLENBERGER 1998: 471, 473). Die erodierten Böden auf den Feldern erreichen demzufolge rascher ihre maximale Wasseraufnahmekapazität als ungestörte Böden unter Wald (vgl. FRIELINGHAUS et al. 1993: 1172), und der Tiefenabfluß wird früher von der liegenden, meist dichteren Basislage sowie den Letten- und Tonsteinlagen des Anstehenden verzögert. Das führt zu einer verstärkten Staunässebildung. Die zweite Konsequenz ist ein erhöhter Oberflächenabfluß auf den Äckern und damit verbunden eine Verstärkung des Bodenabtrags – also eine Art „Selbstverstärkungseffekt“ der Bodenerosion. Es ist also anzunehmen, daß die Bodenerosion mit ihren negativen Standortfolgen genauso zu den schweren Mißernten und Hungersnöten im frühen 14. Jahrhundert beigetragen haben, wie die Witterungsanomalien, die HILDEBRANDT & KAUDER (1993: 47, 52) als Ursache nennen.

Letztlich führte die mittelalterlich-neuzeitliche Bodenerosion zu irreversiblen Standortschäden, weil der Bodenverlust bisher und auch in absehbarer Zeit nicht durch Bodenreuebildung ausgeglichen werden konnte bzw. kann; das bestätigen jedenfalls die meisten Untersuchungsbeispiele (vgl. hierzu Kap. 6.2, S. 62). Was nicht zu ersetzen ist, ist der partielle oder totale Verlust der periglazialen Deckschichten mit allen Konsequenzen für Bodenbildung und Wasserhaushalt.

7 Zusammenfassung und Schlußfolgerung

In vielen deutschen Mittelgebirgen – so auch im westlichen Steigerwald – waren in historischer Zeit wesentlich größere Flächen unter Kultur genommen als heute. Die ackerbauliche Nutzung führte schon damals zu teilweise gravierender Bodenerosion. Kenntnisse über den regionalen Bodenabtrag und über die Folgen für die Ertragsfähigkeit der Felder können jedoch für die Interpretation des regionalen Wüstungsgeschehens von Bedeutung sein: Zum einen gelten Erosionserscheinungen unter heutiger Waldbedeckung als Beleg für eine ehemalige Beackerung. Zum anderen müssen sie im Einzelfall als zusätzlicher Faktor innerhalb des Ursachenkomplexes des regionalen Wüstungsgeschehens in Betracht gezogen werden.

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit dem Problem des Nachweises und mit dem Ausmaß historischer Bodenerosion im Bereich der Keupersandsteinstufe des Hohen Steigerwaldes. Ferner wird der Frage nachgegangen, ob, und wenn ja welche, Unterschiede hinsichtlich ihres Ausmaßes und ihrer Auswirkungen zwischen verschiedenen alten Flurwüstungen auftreten. Untersucht wurden drei Flurwüstungen,

die seit ihrer Aufgabe oder relativ kurz danach wieder vom Wald eingenommen waren. Im einzelnen handelt es sich um Flurstücke der folgenden Ortschaften: Rambach, spätestens aufgegeben 1325; Schmerb, aufgegeben zwischen 1860 und 1868; Obersteinach, aufgegeben zwischen 1902 und 1909. Als Referenzgebiet diente ein Hang im Flurabschnitt Störleinsgrund, der immer unter Wald gelegen hat und dessen Böden somit ungestört sind.

Auf allen drei Flurwüstungen ließ sich über eine Kombination aus geomorphologischen, bodenkundlichen und laboranalytischen Methoden die frühere Bodenerosion nachweisen, wobei jedoch den einzelnen Methoden unterschiedliche Bedeutung zukommt. Es zeigte sich, daß die Interpretation von Bodenprofilverkürzungen, die üblicherweise als Erosionsindikator verwendet wird, für diese Region nicht ausreicht. Denn Bodentypen sowie die Entwicklungstiefe der Böden wechseln mehrfach in Anlehnung an den variablen geologischen Untergrund und die Ausprägung der periglazialen Deckschichten, so daß nicht genügend lokale, ungestörte Böden als Vergleichsmaßstab zur Verfügung stehen. Unter diesen Voraussetzungen erwies es sich als zweckmäßiger, die Profilverkürzung über die Hauptlage, d.h. die fast überall verbreitete, obere Deckschicht, zu bestimmen. Ein weiterer wichtiger Indikator ist die Bodenart. Sie unterstützt die Deckschichtengliederung, und aus bestimmten Kornfraktionsverhältnissen lassen sich Hinweise auf Abspülprozesse in den oberen Horizonten ableiten. Humus und Nährstoffe haben demgegenüber nur unterstützende Funktion beim Nachweis der Bodenerosion. Phosphat ist dabei noch der verlässlichste Zeiger, während der pH-Wert nichts aussagt.

Vergleicht man die verschieden alten Flurwüstungen miteinander, dann kristallisieren sich zwei Unterschiede heraus: Der erste liegt darin, daß auf der ältesten Flurwüstung (Rambach) höhere Abtragungsbeträge und kräftigere lineare Erosion als auf den jüngeren Flurwüstungen zu verzeichnen sind. Einer der Gründe ist in der damaligen Flurform zu sehen, einer vermutlich hangparallelen Streifenflur. Die Bewirtschaftung in Gefällsrichtung muß den Abfluß verstärkt und damit die Bodenerosion erhöht haben (im Gegensatz zur erosionsmindernden Bearbeitung quer zum Hang auf den jüngeren Flurwüstungen). Als zweiter Grund wird ein Zusammenhang mit außergewöhnlichen Starkregeneignissen zu Beginn des 14. Jahrhunderts diskutiert.

Der zweite Unterschied liegt in den niedrigeren Nährstoffgehalten auf der ältesten Flurwüstung. Neben der Bodenerosion ist dafür vermutlich auch die alte Dreifelderwirtschaft verantwortlich, bei der noch nicht genügend organischer Dünger aufgebracht werden konnte, um den Nährstoffverlust infolge Erosion und Ernteentzug zu kompensieren. Dagegen werden die insgesamt etwas höheren Nährstoffgehalte der jüngeren Flurwüstungen als Resultat der systematischeren Düngung im Rahmen der verbesserten Dreifelderwirtschaft gesehen.

Die Nährstoffverhältnisse in Rambach deuten ferner darauf hin, daß in den mehr als 500 Jahren seit der Aufgabe der Flur keine Regenerierung des Bodens durch neue Mineralverwitterung und Nährstofffreisetzung stattgefunden hat. Dies und der Bo-

denverlust selbst zeigen, daß die historische Bodenerosion im Steigerwald schon früh zu irreversiblen (im Maßstab von mehreren Generationen verstanden) Bodenveränderungen geführt hat. Wahrscheinlich haben die negativen Folgen für die Bodenstandortqualität auch eine nicht unerhebliche Rolle beim spätmittelalterlichen Wüstungsgeschehen gespielt, das nach HILDEBRANDT & KAUDER (1993: 44 f.) schon im frühen 14. Jahrhundert einen ersten Höhepunkt erreicht hat und durch die extremen Witterungsanomalien dieser Zeit ausgelöst worden sein soll (ebd.: 52).

Anmerkungen

- 1) Im folgenden der Einfachheit halber nur als „Bodenerosion“ bezeichnet.
- 2) Für die Kennzeichnung der Kornfraktionen werden die Kurzzeichen nach der *AG Boden* (1994: 132) verwendet.

Literatur

- ABRAHAM DE VASQUEZ, E. M., K. GARLEFF, F. SCHÄBITZ & G. SEEMANN (1985): Untersuchungen zur vorzeitlichen Bodenerosion im Einzugsgebiet des Ellernbaches östlich Bamberg. – LX. Bericht Naturforsch. Ges. Bamberg: 173-190.
- AG Boden (Arbeitsgruppe Boden)* (1994): Bodenkundliche Kartieranleitung. – Hrsg. von der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe und den Geologischen Landesämtern in der Bundesrepublik Deutschland. 4. verb. u. erw. Aufl. Hannover, 392 S.
- AK Bodensystematik (Arbeitskreis für Bodensystematik)* (1998): Systematik der Böden und der bodenbildenden Substrate Deutschlands. – Hrsg. vom Arbeitskreis für Bodensystematik der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft. Mitteil. Dtsch. Bodenkundl. Ges. 72: 1-180.
- AUERSWALD, K. (1993): Bodeneigenschaften und Bodenerosion. – Relief, Boden, Paläoklima, 8. Berlin, Stuttgart, 208 S.
- AUERSWALD, K. (1998): Bodenerosion durch Wasser. – In: RICHTER, G. (Hrsg.): Bodenerosion. Analyse und Bilanz eines Umweltproblems: 33-42. Darmstadt.
- BARSCHE, H., K. BILLWITZ & E. SCHOLZ (1984): Labormethoden in der physischen Geographie. – Gotha.
- BAUER, A. W. (1993): Bodenerosion in den Waldgebieten des östlichen Taunus in historischer und heutiger Zeit – Ausmaß, Ursachen und geoökologische Auswirkungen. – Frankfurter Geowiss. Arb., Serie D, Phys. Geograph. 14. Frankfurt a.M., 194 S.
- BECKER, H. (1998): Allgemeine Historische Agrargeographie. – Stuttgart, 333 S.
- BORK, H.-R. (1983): Die holozäne Relief- und Bodenentwicklung in Lößgebieten – Beispiele aus dem südöstlichen Niedersachsen. – In: BORK, H.-R. & W. RICKEN (Hrsg.): Bodenerosion, holozäne und pleistozäne Bodenentwicklung. – Catena Suppl. 3: 1-93. Braunschweig.
- BORK, H.-R. (1985): Mittelalterliche und neuzeitliche lineare Bodenerosion in Südniedersachsen. – Hercynia, N. F. 22: 259-279.
- BORK, H.-R. (1988): Bodenerosion und Umwelt. – Landschaftsgenese und Landschaftsökologie 13. Braunschweig, 249 S.

- BORK, H.-R., H. BORK, C. DALCHOW, B. FAUST, H.-P. PIORR & T. SCHATZ (1998): Landschaftsentwicklung in Mitteleuropa. Wirkungen des Menschen auf Landschaften. – Gotha, Stuttgart, 328 S.
- DREXLER, O. (1985): Die Böden. – In: EMMERT, U.: Geologische Karte von Bayern 1:25 000. Erläuterungen zum Blatt Nr. 6128 Ebrach: 94-101. Hrsg. vom Bayerischen Geologischen Landesamt. München.
- EMMERT, U. (1985): Geologische Karte von Bayern 1:25 000. Erläuterungen zum Blatt Nr. 6128 Ebrach. – Hrsg. vom Bayerischen Geologischen Landesamt. München, 121 S.
- FRIELINGHAUS, M., A. KOCCIT & U. RATZKE (1993): Veränderung von Bodenprofilen an wassererosionsbeeinflussten Hängen und Auswirkungen auf die Bodenerodibilität im Jungmoränengebiet. – Mitteil. Dtsch. Bodenkundl. Ges. 72: 1169-1172.
- GUNZELMANN, T. (1990): Wüstungen des 19. Jahrhunderts im Landkreis Bamberg. – Heimat Bamberger Land 2: 136-146.
- HAAS, T. (o.J.): Schmerb. Geschichte eines Dorfes auf dem Steigerwald. – Maschinenschr. Manuskript im Forstamt Ebrach.
- HARD, G. (1963): Das Bodenprofil als landschaftsgeschichtliches Archiv. – Erdkunde 17: 232-235.
- HEMPEL, Lena (1954): Flurzerstörung durch Bodenerosion in früheren Jahrhunderten. – Zeitschr. für Agrargeschichte und Agrarsoziologie 1 und 2: 114-122.
- HILDEBRANDT & MAQSUD (1985): Siedlungsgenetisch-bodenkundliche Untersuchungen an Flurwüstungen im nordöstlichen Vogelsberg. – Siedlungsforschung. Archäologie – Geschichte – Geographie 3: 37-67.
- HILDEBRANDT, H. & B. KAUDER (1993): Wüstungsvorgänge im westlichen Steigerwald. Untersuchungen zur Kulturlandschaftsgenese im Umfeld der Zisterzienserabtei Ebrach. – Ebrach, 90 S.
- JAKOB, H. (1968): Wüstungstendenzen und Wüstungsursachen im ehemaligen Hochstift Bamberg Anno 1348. – Ber. z. dtsh. Landesk. 41: 251-260.
- KLEBER, A. (1991): Die Gliederung der Schuttdecken am Beispiel einiger oberfränkischer Bodenprofile. – Bayreuther Bodenkundl. Ber. 17: 83-105.
- KLEBER, A. & A. SCHELLENBERGER (1998): Slope hydrology triggered by cover-beds. With an example from the Frankenwald Mountains, northeastern Bavaria. – Zeitschr. f. Geomorph. N. F. 42: 469-482.
- KNOCH, G. (1982): Geologische Bestandsaufnahme des NW-Quadranten von Blatt 6129 Burgwindheim der Topographischen Karte von Bayern 1:25 000. – Unveröff. Diplomarbeit. Würzburg.
- KRETZSCHMAR, R. (1994): Kulturtechnisch-bodenkundliches Praktikum. Ausgewählte Laboratoriumsmethoden. – 2 Bde., 8. überarb. Aufl. Kiel, 877 S.
- KUNTZE, H., J. NIEMANN, G. ROESCHMANN & G. SCHWERDTFEGER (1981): Bodenkunde. – 2. völlig neu bearb. Aufl. Stuttgart. 407 S.
- MACHANN, R. (1972): Wüstungen im Steigerwald. – Mainfränkische Studien 5. Würzburg, 202 S.
- MACHANN, R. & A. SEMMEL (1970): Historische Bodenerosion auf Wüstungsfluren deutscher Mittelgebirge. – Geograph. Zeitschr. 58: 250-266.
- MUNSELL-Soil Color Charts (1975). – Hrsg. vom US Department of Agriculture. Baltimore, Maryland.

- PEINEMANN, N. & E. BRUNOTTE (1982): Nährstoffgehalte von Lößboden-Toposequenzen in Südniedersachsen und Franken unter dem Einfluß der Bodenerosion. – *Catena* 9: 307-318.
- RICHTER, G. (1976): Einleitung. – In: RICHTER, G. (Hrsg.): *Bodenerosion in Mitteleuropa. – Wege der Forschung* 430: 1-20. Darmstadt.
- RICHTER, G. & W. SPERLING (1967): Anthropogen bedingte Dellen und Schluchten in der Lößlandschaft. Untersuchungen im nördlichen Odenwald. – *Mainzer Naturw. Arch.* 5/6: 136-176.
- RÖSNER, U. (1990): Die Mainfränkische Lößprovinz. Sedimentologische, pedologische und morphodynamische Prozesse der Lößbildung während des Pleistozäns in Mainfranken. – *Erlanger Geograph. Arb.* 51. Erlangen, 306 S.
- SCHACHTSCHABEL, P., H.-P. BLUME, K.-H. HARTGE & U. SCHWERTMANN (1992): *Scheffer/Schachtschabel – Lehrbuch der Bodenkunde*. 13. durchges. Aufl. Stuttgart, 491 S.
- SCHENK, W. & C. HEISTERMANN (1995): *Auf den Spuren der Zisterzienser. Historisch-geographische Wanderziele rund um Ebrach*. Ebrach.
- SCHLICHTING, E., H.-P. BLUME & K. STAHR (1995): *Bodenkundliches Praktikum. Eine Einführung in pedologisches Arbeiten für Ökologen, insbesondere Land- und Forstwirte und für Geowissenschaftler*. – *Pareys Studentexte* 81. 2. neu bearb. Aufl. Wien, 295 S.
- SCHNEIDER, P. (1958): *Der Steigerwald in der Gesamtschau*. – *Mainfränkische Heimatkunde* 11. Würzburg, 445 S.
- SEIBERT, P. (1968): *Vegetation und Landschaft in Bayern. Erläuterungen zur Übersichtskarte der natürlichen Vegetationsgebiete von Bayern*. – *Erdkunde* 22: 294-313.
- SEMMELE, A. (1968) *Studien über den Verlauf jungpleistozäner Formung in Hessen*. – *Frankfurter Geograph. Hefte* 45. Frankfurt am Main, 132 S.
- SEMMELE, A. (1993a): *Bodenerosionsschäden unter Wald – Beispiele aus dem Kristallinen Odenwald und dem Taunus*. – *Jber. wetterau. Ges. ges. Naturkunde* 144-145: 5-15.
- SEMMELE, A. (1993b): *Grundzüge der Bodengeographie*. – 3. überarb. Aufl. Stuttgart, 127 S.
- SEMMELE, A. (1995a): *Holozäne Bodenbildungsraten und „tolerierbare Bodenerosion“ – Beispiele aus Hessen*. – *Geol. Jb. Hessen* 123: 125-131.
- SEMMELE, A. (1995b): *Development of gullies under forest cover in the Taunus and Crystalline Odenwald Mountains, Germany*. – *Zeitschr. f. Geomorph. N.F., Suppl.-Bd.* 100: 115-127.
- SEMMELE, A. (1996): *Bodenentwicklung auf einer Flurwüstung am Kartaus östlich Wiesbaden-Brekenheim*. -In: SEMMELE, A. (Hrsg.): *Pleistozäne und holozäne Böden aus Lößsubstraten am Nordrand der Oberrheinischen Tiefebene. Exkursionsführer zur 15. Tagung des Arbeitskreises für Paläopedologie der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft vom 16. – 18.5.1996 in Hofheim am Taunus*. – *Frankfurter Geowiss. Arb. Serie D, Phys. Geograph.* 20: 75-78. Frankfurt am Main.
- SEMMELE, A. & T. PÖTSCH (1996): *Bodenentwicklung auf einer Flurwüstung am Eselsweg westlich Hofheim a. Ts.*. – In: SEMMELE, A. (Hrsg.): *Pleistozäne und holozäne Böden aus Lößsubstraten am Nordrand der Oberrheinischen Tiefebene. Exkursionsführer zur 15. Tagung des Arbeitskreises für Paläopedologie der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft vom 16.-18.5.1996 in Hofheim am Taunus*. – *Frankfurter Geowiss. Arb. Serie D, Phys. Geograph.* 20: 79-83. Frankfurt am Main.
- SPÄTH, H.-J. (1976): *Geoökologisches Praktikum*. – Paderborn, 190 S.
- THIEMEYER, H. (1988): *Bodenerosion und holozäne Dellenentwicklung in hessischen Lößgebieten*. – *Rhein-Mainische-Forschungen* 105. Frankfurt a. M., 174 S.

- TÖPFER, C. (1997): Historische Bodenerosion auf Flurwüstungen im Steigerwald. – Unveröff. Diplomarbeit Erlangen, 153 S.
- VOGT, J. (1958): Zur historischen Bodenerosion in Mitteldeutschland. – Petermanns Geograph. Mitteil. 102: 199-203.
- WAGNER, G. (1961): Die historische Entwicklung von Bodenabtrag und Kleinformenschatz im Gebiet des Taubertales. – Mitteil. Geograph. Ges. München 46: 99-149.
- WEHR, R. (1981): Erläuterungen zu einer Geologischen Kartierung auf dem Blatt 6129 Burgwindheim (SW-Quadrant) der Topographischen Karte 1:25 000. – Unveröff. Diplomarbeit. Würzburg.
- ZÖLITZ, R. (1983): Bodenchemische Untersuchungen im Bereich vor- und frühgeschichtlicher Siedlungen. – Schr. Naturwiss. Ver. Schleswig-Holstein 53: 33-57.

Karten

Topographische Karte von Bayern 1:25 000, Blatt 6129 Burgwindheim. Hrsg. vom Bayerischen Landesvermessungsamt München 1957. Ausgabe 1982.

Flurkarten 1:5 000 (Hrsg. vom Bayerischen Landesvermessungsamt München)

Blatt NW 80-33. 1954.

Blatt NW 82-32. 1956.

Blatt NW 83-31. 1956.

Blatt NW 83-32. 1956.

Blatt NW 83-33. 1956.

Extraditionspläne 1:5 000 von 1847/48 (Quelle: Vermessungsamt Bamberg)

Regierungsbezirk Oberfranken, Polizeibezirk Burgebrach, Steuergemeinde Neudorf bei Ebrach, Extraditionsplan für das K. Rentamt, Plan-Nummern von 1 bis 234, Blatt NW 83-33 [enthält Ort und Flur von Schmerb sowie das Flurstück Störleinsgrund] und Blatt NW 83-32 [enthält den nördlichen Teil der ehemaligen Rambacher Flur]

Regierungsbezirk Oberfranken, Polizeibezirk Burgebrach, Steuergemeinde Untersteinach, Extraditionsplan für das K. Rentamt, Plan-Nummern von 1 bis 953, Blatt NW 80-33 [enthält Ort und Flur von Obersteinach]

Regierungsbezirk Oberfranken, Polizeibezirk Burgebrach, Steuergemeinde Unterweiler, Extraditionsplan für das K. Rentamt, Plan-Nummern von 1 bis 746, Blatt NW 82-32 [enthält den südlichen Teil der ehemaligen Rambacher Flur]

Geologische Karte des Naturparks Steigerwald, 1:100 000. – Mit Erläuterungen von Ulrich Emmert. Hrsg. Bayerisches Geologisches Landesamt München 1991.

Klimaatlas von Bayern (1996). Hrsg. vom Bayerischen Klimaforschungsverbund. – München.

KÜCHLER, F. (1692-1694): Vorstellung des Steigerwaldts Obern theils: Tabula I, X, XI, XIV. – Aufnahmen des Feldmessers Friedrich Küchler: Handzeichnungen 1692-1694 ohne Maßstab. (Staatsarchiv Würzburg: Kloster Ebrach, Stdb. – alt A 223/2, Nr. 7665/I)

Danksagung

Für die kritische Durchsicht des Manuskriptes und für wertvolle Anregungen hierzu möchten wir uns bei Herrn Dr. M. Schneider und Herrn Prof. Dr. E. Wirth herzlich bedanken. Wichtige Unterlagen konnten mit Hilfe eines Zuschusses der „Frau Dorothea und Dr. Dr. Richard Zantner Busch Stiftung“ beschafft werden.