

SPIEKER

LANDESKUNDLICHE BEITRÄGE UND BERICHTE

Herausgegeben von der Geographischen Kommission für Westfalen
von Wilhelm Müller-Wille und Elisabeth Bertelsmeier

11

Beiträge zur Physiogeographie II

WOLFGANG FEIGE

**Talentwicklung und Verkarstung
im Kreidegebiet der Alme**

HANS KLEIN

**Die Schledden auf der Haarfläche
zwischen Geseke und Soest**

**Ein Beitrag zur Hydrographie
und Morphologie temporärer Trockentäler**

1961

Im Selbstverlag der Geographischen Kommission, Münster/Westfalen

Klischees und Druck:

C. J. Fahle GmbH, Münster (Westf.), Neubrückenstraße 8-11

Beilagen: Willy Größchen, Dortmund

WOLFGANG FEIGE

**Talentwicklung und Verkarstung
im Kreidegebiet der Alme**

mit 13 Abbildungen

INHALT

	Seite
Einleitung	5
Problemstellung — Lage und geologische Einordnung	
1. TEIL: Talformen und Talentwicklung	14
I. Talformen	15
a) Täler am Südrand des Kreidegebietes	16
b) Täler im Kreidegebiet	16
Mäandertäler — Strecktäler — Hängetäler	
c) Struktur des Talnetzes	18
II. Talentwicklung	20
a) Borchener Turonfläche	20
b) Fürstenberger Cenomanfläche	23
c) Genese	23
2. TEIL: Verkarstung	29
I. Die Formen und ihre Verbreitung	29
a) Geringe Flußdichte	29
b) Flußschwinden und Trockenbetten	29
Die Alme — Die Altenau und ihre Nebenbäche —	
Das Quellgebiet der Afte — Die übrigen Täler	
c) Erdfälle	37
Gestalt und Größe — Verbreitung — Entstehung	
d) Karstquellen	42
Hellwegquellen — Quellen am Südrand des Kreide-	
gebietes — Quellen im Kreidegebiet	
e) Unterirdische Wasserzirkulation	47
Untersuchungsmittel — Das Gebiet zwischen Egge	
und Altenau — Der östliche Haarstrang — Die	
Fürstenberger Cenomanfläche — Die Borchener	
Turonfläche westlich der Altenau	
II. Gang der Verkarstung	57
Zusammenfassung und Ergebnisse	59
Literatur	63

ABBILDUNGEN

1. Das Untersuchungsgebiet	6
2. Stufen, Flächen und Schichten	7
3. Geologische Schichten	11
4. Höenschichten	14
5. Das Mezzemer Tal	17
6. Das Borchener Flußkreuz	21
7. Tertiäres und rezentes Flußsystem	26
8. Das Dolinenfeld westlich Haaren	39
9. Die Verbreitung der Quellschwemmkegel	45
10. Der Wasserstand von Alme und Heder 1947/48	52
11. Trockenzeiten der Alme in den Jahren 1917—1954	Beilage 1
12. Der Wasserstand der Alme und Afte 1942—1946	Beilage 2
13. Die Verkarstung, Art und Verbreitung	Beilage 3

EINLEITUNG

Problemstellung. Vorliegende Untersuchung erwuchs aus einer Arbeit, die sich mit Karsterscheinungen auf der Paderborner Hochfläche befaßte und 1954 als Staatsarbeit eingereicht wurde. In den Jahren 1955 bis 1957 stieß ich beim Kartieren von Quellen, Dolinen und Trockentälern auf den weithin unzerschnittenen Hochflächen des Almeraaumes wiederholt auf Schotter, die vermuten ließen, daß ehemals in diesem Gebiet ein Entwässerungsnetz bestand, von dem sich das heutige stark unterscheidet. So stellte sich neben der Frage nach der Verkarstung das Problem der Flußentwicklung. Im weiteren Verlauf der Untersuchungen wurde deutlich, daß sich manche Besonderheiten bei den Karsterscheinungen nur durch eine genauere Kenntnis der Talentwicklung erklären lassen. Andererseits bieten die Verkarstung und die durch sie bedingte geringe Zerschneidung des Raumes erst die Voraussetzungen für die Rekonstruktion der Talgeschichte. Flußentwicklung und Verkarstung stehen also in enger Beziehung zueinander. Diese Tatsache rechtfertigt eine gemeinsame Behandlung beider Fragenkreise.

Die Arbeit entstand im Geographischen Institut der Universität Münster. Sie wurde von Herrn Professor Dr. Timmermann betreut und von der Philosophischen Fakultät als Promotionsschrift angenommen. Tag der mündlichen Prüfung war der 7. November 1959.

Lage und geologische Einordnung. Das Einzugsgebiet der Alme liegt in der Südostecke des Gebirgsrahmens, von dem die Westfälische Bucht im Nordosten, Osten und Süden eingefaßt wird (Abb. 1). Der Fluß entspringt bei dem Dorfe Alme am Rande der Briloner Hochfläche im nordöstlichen Sauerland und mündet in der Tieflandsbucht unweit Paderborn bei Neuhaus in die Lippe. Zwischen Tiefland und Gebirgsrahmen, der im Osten und Südosten vom Eggekamm mit Höhen von 350 m bis 450 m, im Süden weniger deutlich von Bergrücken des nordöstlichen Sauerlandes mit Höhen bis zu 500 m gebildet wird, breitet sich eine weiträumige Abdachungsfläche aus, die den größten Teil des Einzugsgebietes der Alme einnimmt und unter dem Namen „Paderborner Hochfläche“ bekannt ist. Sie ist aber in Wirklichkeit eine sanft geneigte Fläche, die teils im Oberland, teils im Unterland liegt. Ihr Fuß, der etwa mit der 100-m-Isophyse zusammenfällt, wird von der Bundesstraße 1, dem sogenannten Großen Hellweg, begleitet, die, von Westen kommend, über Geseke und Salzkotten in Ostnordost-Richtung nach Paderborn verläuft.

Das Almeinzugsgebiet hat also Anteil an drei Großformen: dem Bergland im Süden und Osten, dem Tiefland im Nordwesten und der pultförmigen Abdachung in der Mitte; auf letztere entfällt der größte Teil des Flußgebietes.

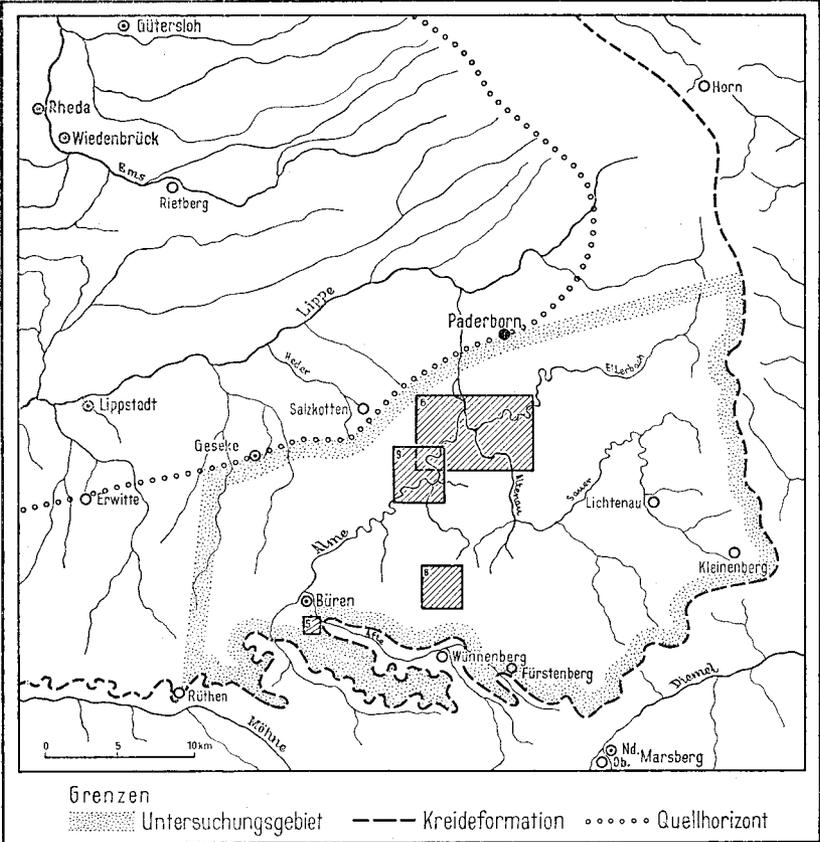


Abb. 1: Das Untersuchungsgebiet
(schraffiert = Abb. 5, 6, 8, 9)

Den drei Großformen entspricht der geologische Bau. Die Randgebirge bestehen aus Gesteinen des Paläozoikums (Sauerland) und verschiedenen Horizonten der Trias und des Jura (Eggegebirge). Diese werden im Bereich der Abdachung von Kreideschichten überlagert, die zum Inneren der Bucht einfallen. Die Cenoman- und Turontafeln, die in einem schmalen Streifen das Münstersche Kreidebecken im Süden, Osten

und Nordosten säumen, erreichen im Winkel zwischen Sauerland und Egge infolge der Änderung ihres Einfallens von Norden über Nordwesten nach Westen ihre größte Ausdehnung. Im Mündungsbereich der Alme werden die Kreidekalktafeln von Mergelschichten des Emscher und pleistozänen Ablagerungen bedeckt (Abb. 2 u. 3).

Die Alme selbst fließt in ihrem mittleren und unteren Lauf am südwestlichen und nordwestlichen Rande der Paderborner Hochfläche. Trotz ähnlichen Landschaftscharakters trägt der sich westlich anschließende Landrücken, der sich ebenfalls nach Norden abdacht und aus cenomanen und turonen Kalken besteht, einen anderen Namen: die Haar. Obschon

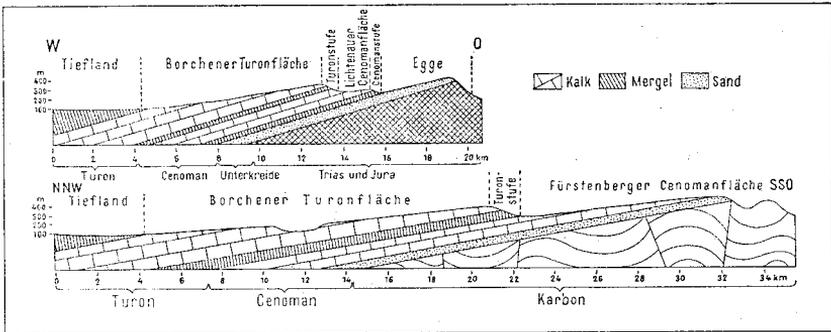


Abb. 2: Stufen, Flächen und Schichten (Schema, fünffach überhöht)

die Alme von dieser Seite keine Nebenbäche aufnimmt — das Einzugsgebiet ist hier sehr einseitig —, sind die hydrologischen Gegebenheiten der östlichen Haar mit denen des Almeraumes eng verknüpft. Daher habe ich die östliche Haar bis Rütthen und den ihr nördlich vorgelagerten Hellwegquellhorizont bis Störmede in das Untersuchungsgebiet einbezogen. Das Quellgebiet der Alme im nordöstlichen Sauerland und der Mündungsbereich in der Tieflandsbucht dagegen liegen außerhalb der Kreideschichten und damit außerhalb meiner Untersuchung.

Die Abdachung der Paderborner Hochfläche und der östlichen Haar baut sich, wie erwähnt, aus Kreidetafeln auf, die zum Inneren der Bucht hin geneigt sind. Sie streichen, den randlichen Höhen parallel, an der nördlichen Egge von Norden nach Süden, an der südlichen Egge von Nordost nach Südwest und am Rande des Sauerlandes von Osten nach Westen. Die Schichten fallen daher nahe der Egge nach Westen und Nordwesten, im übrigen, dem Sauerland vorgelagerten Abdachungsbereich nach Norden ein. Die Abdachungsfläche ist mit durchschnittlich 2° etwas schwächer geneigt als die Schichten mit etwa 3° , die somit nach Osten, Südosten und Süden im spitzen Winkel ausstreichen. Wandert man von Paderborn in östlicher Richtung auf die Egge oder das Sauerland zu, so gelangt man zu immer älteren Schichten und erreicht

schließlich das Liegende der Kreide. Die Abdachung ist also eine Schnittfläche. Infolge der Wechsellagerung von harten und weichen Gesteinsbänken haben sich Schichtstufen ausgebildet. Die steilen, bis zu 40 m hohen Traufen sind dem Gebirgsrand zugekehrt, die Stufenflächen neigen sich leicht zum Beckeninneren hin.

Von Paderborn aus steigt das Gelände nach Süden und Osten an, doch ist der Anstieg zur Egge, dem stärkeren Einfallen der Kreideschichten entsprechend, steiler und kürzer als zum Sauerland. Zwischen Paderborn und dem Sauerland sind nur zwei Stufenflächen ausgebildet, zwischen Paderborn und der Egge jedoch drei (Abb. 2).

Über die Unterlage der Kreide ist man nur in den östlichen und südlichen Randgebieten, wo die Kreide ausstreicht, gut unterrichtet. Südlich der Linie Essentho, Fürstenberg, Harth, Kneblinghausen, Rüthen stehen gefaltete Schichten des Oberkarbon an. Sie sinken unter der Kreide nach Norden ab und sind an den unteren Talhängen der Alme bis Weine, im Aftetal bis 1 km südlich Büren festzustellen. In einer Bohrung südlich von Geseke wurde das Karbon in einer Tiefe von 79 m unter NN angetroffen¹⁾; eine Bohrung beim Gehöft Tölle, östlich Geseke, erreichte das Liegende der Kreide in 214 m²⁾, eine weitere beim Gehöft Wildsoeden an der Landstraße von Salzkotten nach Oberntudorf in 204 m³⁾ unter NN. Wie weit das Variscische Faltengebirge auch weiter östlich das Liegende der Kreide bildet, ist noch nicht genau ermittelt, doch läßt sich die Ostgrenze aus den Verhältnissen am Südrand der Kreide und aus einigen Bohrungen nördlich des Almegebietes ungefähr erschließen. Zwischen Westheim und Essentho keilen in einem schmalen Streifen längs des Eggekammes Zechstein und unterer Buntsandstein zwischen Karbon und Kreide nach Westen aus. Östlich von Westheim stehen, durch Verwerfungen gegeneinander abgesetzt, zwischen Diemel und Egge mittlerer Buntsandstein, oberer Buntsandstein und Wellenkalk an. Auch im meridional verlaufenden Abschnitt der Egge wird das Liegende der Kreide von verschiedenen Schichten des Mesozoikums gebildet. Eine Bohrung bei Lopshorn nördlich Lippspringe stieß im Liegenden der Kreide bei 513 m⁴⁾ auf unteren Buntsandstein. In einer Bohrung bei Lippspringe wurde in einer Tiefe von 459,3 m⁵⁾ Oberkarbon angetroffen. Die Grenze zwischen paläozoischen und mesozoischen Gesteinen des Liegenden wird daher von Essentho etwa nach einem Punkte östlich von Lippspringe — also fast parallel zum NS gerichteten Teil der Egge — verlaufen und dann, den nordwestlich streichenden Zug des Teutoburger Waldes begleitend, nach Nordwest umbiegen.

Die Stratigraphie der Kreide ist im Almegebiet von Stille⁶⁾ und Schulte⁷⁾ untersucht worden (Tab. S. 9).

1) u. 2) Keilhack: Bohrungen IV, 1906, 549 f.

3) Schulte: Östlicher Haarstrang, 1935, 13.

4) u. 5) Stille: Rheinische Masse, 1932, 138 ff.

6) Stille: Paderquellen, 1903.

7) Schulte: Östlicher Haarstrang, 1935.

Die Ausbildung der Kreide im Untersuchungsgebiet
(nach Stille und Schulte)

Abteilung	Stufe	Horizont	Petrographische Beschaffenheit	Mächtigkeit
Obere Kreide	Emscher	Mergel	wasserstauend	ca. 500 m
	Turon	Schlömbachipläner	Kalk, gelbl.-weiß, klüftig	80—90 m
		Scaphitenpläner (im O.) Soester Grünsandstein (im W.)	Kalk, graublau, klüftig Sandstein, grün	15—20 m
		Lamarckipläner	Kalk, klüftig, hart	80—90 m
		Labiatusmergel	Mergel, weich, lokal wasserstauend	20—25 m
	Cenoman	Rotpläner	Mergel mit dünnen Kalkbänken	3— 5 m
		Ce.-Kalk	Kalk, fast weiß, klüftig	einige Meter
		Ce.-Pläner	Kalk, graublau, klüftig	30—40 m
		Ce.-Mergel (im O.)	Mergel, weich, lokal wasserstauend	20—50 m
		Rüthener Grünsandstein (im W.)	Sandstein, braun u. grün	10—20 m
	Untere Kreide	Gault	Flammenmergel	Mergel, weich
Sandstein			Sandstein, rötlich, stark eisenhaltig	40 m b. Altenbeken, n. S. auskeilend
Neocom		Sandstein	Sandstein mit Eisenschwarten, gelbbraun	20 m b. Altenbeken, n. S. auskeilend

Die Schichten der unteren Kreide bauen eine sanft nach Westen geneigte Fläche auf, die sich nach Süden hin etwas verbreitert. Sie wird im Osten durch eine 200 m hohe Steilstufe begrenzt, deren oberer Rand vom harten Neokomsandstein gebildet wird. Im Westen wird sie von Cenomanschichten überlagert. Diese Fläche unterscheidet sich von den westlich anschließenden Verebnungen sowohl durch die petrographische Beschaffenheit des anstehenden Gesteins als auch durch Vegetation und Hydrographie recht deutlich. Sie trägt zusammen mit dem sie im Osten begrenzenden Steilabfall den Namen E g g e.

Westlich von Essentho schiebt sich zwischen den Karbonuntergrund der Kreide und die Kalk- und Mergelschichten des Cenoman der Rüthener Grünsandstein. Schulte hält den an der Egge über Gault anstehenden Cenomanmergel und den Rüthener Grünsand für gleichaltrig und datiert beide in das mittlere Cenoman. Heitfeld⁸⁾ betrachtet den Grünsandstein als unteres Cenoman oder oberes Gault, wobei sie dazu neigt, ihn dem obersten Glied der unteren Kreide zuzuordnen.

Die Plänerkalke, die auf den Cenomanmergel folgen, sind härter als dieser und wirken daher an ihrem Rande stufenbildend. Die Cenomanstufe zieht sich von Buke über Schwaney, Herbram, Asseln nach Hakenberg hin, schwenkt dann aus der Nord-Süd-Richtung, dem veränderten Streichen der Egge entsprechend, nach Südwesten um und verläuft über Meerhof, Oesdorf auf Essentho zu. Der Cenomanpläner wird vom Cenomankalk überlagert. Er besteht aus nahezu reinen Kalken und zeigt eine fast weiße Färbung. Cenomanpläner und Cenomankalke bilden gemeinsam eine sanft zum Beckeninneren geneigte Fläche, die ich als *Cenom an fl ä c h e* bezeichnen möchte. Die Schichten stehen an der nördlichen Egge in einem nur wenige Kilometer breiten Streifen an, da sie hier relativ steil einfallen. Weiter südlich, wo sie aus einer meridionalen Streichrichtung zunächst in ein südwestliches, dann ein westliches Streichen übergehen, verbreitern sie sich und bedecken im Vorfeld des nordöstlichen Sauerlandes infolge ihrer hier fast horizontalen Lagerung weite Gebiete. Die Grenze zwischen der weiträumigen Cenomanfläche nördlich des Sauerlandes und dem schmaleren Streifen an der Egge bildet das tief eingeschnittene Tal der Altenau, das von Blankenrode in nordöstlicher Richtung zur Alme zieht. Die beiden Flächen unterscheiden sich auch in ihrer morphologischen Ausprägung: die weiträumige südwestlich der Altenau — ich nenne sie nach dem größten Ort *Fürstenberger Cenomanfläche* — ist fast unzertalt, die schmale nordöstlich der Altenau gelegene *Lichtenauer Cenomanfläche* ist dagegen stärker zerschnitten.

Auch das Turon setzt mit mergeligen Schichten ein, mit dem Rotpläner und dem Labiatusmergel. Beide bilden zusammen mit dem Rande der sie überlagernden harten Lamarckipläner eine zweite Stufe. Diese Turonstufe verläuft vom Keimberg westlich Buke in meridionaler Richtung bis Lichtenau, biegt südlich des Ortes nach Südwesten um, wendet sich bei Henglarn noch einmal auf eine kurze Strecke nach Süden und streicht

⁸⁾ Heitfeld: Stratigraphie der Kreide, 1957, 79 ff.

vom Gute Elisenhof in westlicher Richtung auf Büren zu. Jenseits der Alme verläuft sie zunächst nördlich des Gossetales, quert dieses und setzt sich nördlich des Möhnetales weiter nach Westen hin fort. Der Rot-

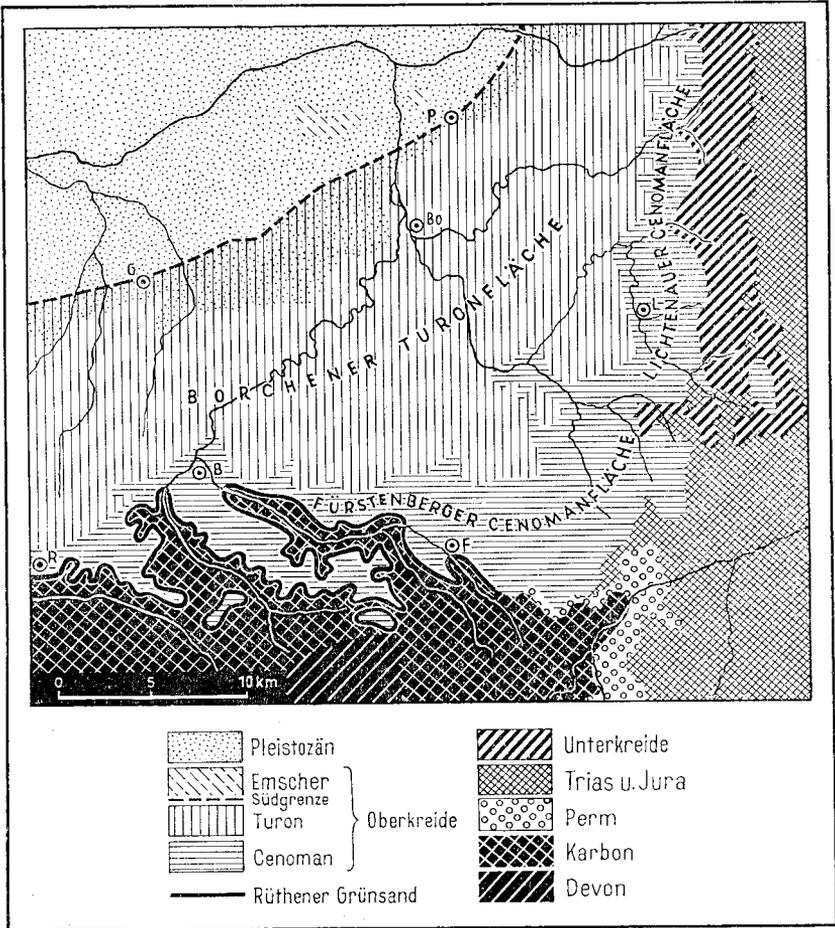


Abb. 3: Geologische Schichten

(nach: Geolog. Übersichtskarte von NW - Deutschland)

pläner ist auf den geologischen Meßtischblättern nur in einem schmalen Streifen am unteren Gehänge der Turonstufe von Buke bis westlich von Dalheim kartiert. Er ist wahrscheinlich weiter westlich nicht mehr zur Ablagerung gekommen. Hier wird der ganze Steilabfall der Turonstufe

vom Labiatusmergel gebildet. Von dieser Stufe bis zum Hellwegquellhorizont bilden turone Kalke die Oberfläche der Kreideabdachung, die ich nach dem größten Ort *Borchener Turonfläche* nenne.

In der Hellwegniederung wird das Turon vom Emschermergel überlagert. Darüber haben sich pleistozäne Materialien geschoben und bedecken auch noch Teile der Borchener Turonfläche. Der Emschermergel ist wasserundurchlässig und daher als Stauschicht für die Hydrographie des Hellweggebietes von großer Bedeutung.

Die Kreidetafeln weisen nur wenige Verwerfungen auf, die zumeist von Norden nach Süden oder von Nordwesten nach Südosten verlaufen. Relativ stark ist das südöstliche Randgebiet gestört, wo Stille⁹⁾ ein größeres Verwerfungssystem feststellen konnte. Die Verwerfungsbeträge sind aber gering und erreichen selten mehr als 20 m. Nach Norden wird die Sprunghöhe ständig kleiner, bis sich die Störungen schließlich ganz verlieren.

Eine Verwerfung, die außerhalb des Kartierungsbereiches von Stille liegt, sei hier näher beschrieben, da sie für die Hydrographie des Quellgebietes der Afte von Bedeutung ist. Zwischen Wünnenberg und Fürstenberg zieht sich dort, wo die Karpke in einem scharfen Knick aus der nordwestlichen Fließrichtung in eine westliche übergeht, eine Verwerfung von Norden nach Süden quer durch das Tal. Am rechten Talhang befinden sich zwei Steinbrüche. Zwischen ihnen liegt eine kleine Delle, durch deren Tiefenlinie die Verwerfung verläuft. In dem westlichen Steinbruch steht Rühthener Grünsand über dem Talgrund an. Die Talsohle selbst liegt in Grauwacken und Tonschiefern des Karbon. Im östlichen Steinbruch werden Kalksteine des Cenomanpläner gebrochen. — Auf der linken Seite des Tales finden sich die gleichen Verhältnisse. Auch hier ist in der Verwerfungslinie ein Tälchen angelegt. Westlich des Tälchens wird Sandstein gebrochen, östlich davon steht Kalkstein an. Dieser reicht bis zur Talsohle hinab, so daß die Karpke östlich der Verwerfung in den Plänerkalken, westlich davon in den Grauwacken und Tonschiefern fließt. An diese Verwerfung schließt sich im Westen eine lokale Aufwölbung der unteren Kreidekante an¹⁰⁾. Diese Aufwölbung hat sich also erst nach der Kreidezeit vollzogen, und die Bachläufe der Afte und der obere Lauf der Alme haben sich epigenetisch durch die Kalkschichten bis tief ins Karbon eingeschnitten.

Außer den genannten Verwerfungen und der lokalen Aufwölbung im Gebiet der Afte und oberen Alme liegt die Kreide fast völlig ungestört. In den Steinbrüchen sind nur kleine Verwerfungen mit geringer Sprunghöhe zu beobachten. Bemerkenswert ist dagegen die äußerst intensive Klüftung des Gesteins. Die Spalten ziehen sich vornehmlich in drei Kluftrichtungen hin. Von diesen verläuft die eine in nordnordöstlicher Richtung, eine andere in nordnordwestlicher Richtung und die dritte von Osten nach Westen. Besonders zahlreich sind die Spalten im Turon.

⁹⁾ Stille: Paderquellen, 1903, 30 ff.

¹⁰⁾ Schulte: Östlicher Haarstrang, 1935, 18.

Ich fasse zusammen. Der kretazische Almeraum baut sich aus sanft nach Norden bzw. Nordwesten, am Ostrand des Gebietes nach Westen einfallenden, wenig gestörten Kreidetafeln auf, die gefaltetes Karbon und verschiedene Horizonte des Mesozoikums diskordant überlagern und nach Norden hin an Mächtigkeit zunehmen. Die Schichten bauen sich vorwiegend aus Kalken der Oberkreide auf, denen bisweilen Mergel- und Sandsteinbänke eingelagert sind. Die am Eggegebirge anstehende Unterkreide ist sandig ausgebildet.

1. TEIL

Talformen und Talentwicklung

Das Relief der Kreidelandschaft ist nur wenig gegliedert (Abb. 4). Von der Fußlinie des Haarstrangs, die etwa mit der 100-m-Isohypse zusammenfällt, steigt das Gelände nach Süden und Südosten sanft an und erreicht seine höchsten Höhen am Eggekamm in der „Hausheide“ (441 m)

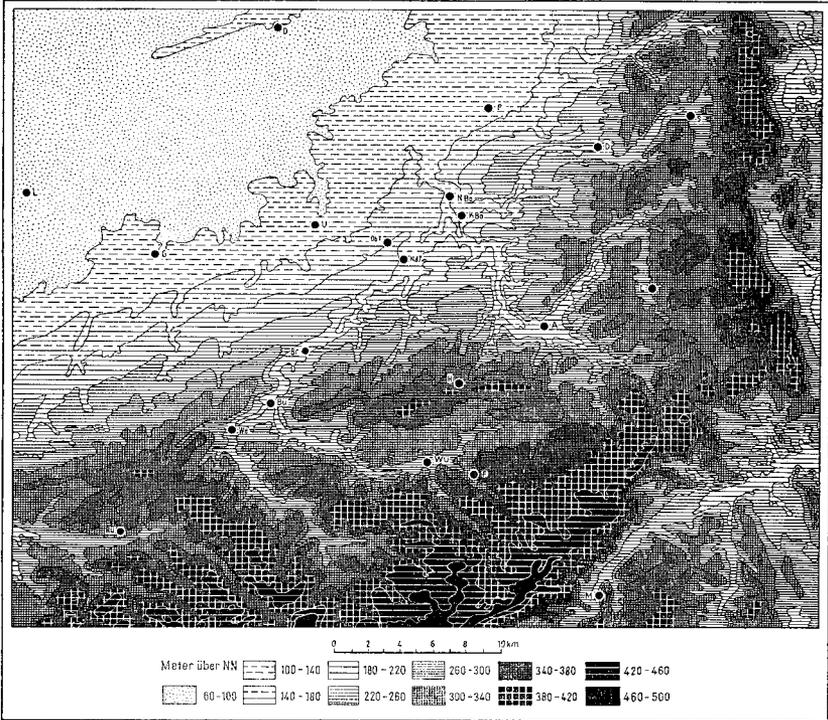


Abb. 4: Höhengschichten
(nach: Topographische Übersichtskarte)

und dem „Bentenbergr“ (408 m) sowie auf der Cenomanstufe bei Meerhof (436 m).

Die Gleichförmigkeit der Abdachungsfläche wird durch die Traufen der Schichtstufen und einige wenige, aber tief eingeschnittene Täler belebt.

Neben den an den Cenomanmergel und Turonmergel gebundenen Stufen hat O. Timmermann¹⁾ im Bereich der Haarabdachung Stufungen festgestellt, die den Nordabfall der Haar in Leisten stärkerer und flacherer Neigung aufgliedern. Ich möchte auf die Flächen und Stufen der Paderborner Hochfläche und des Haarstranges hier nicht näher eingehen, da sie außerhalb der Themenstellung meiner Arbeit liegen. Eine genaue Beschreibung der Talformen dagegen ist für das Verständnis der Flußentwicklung und Verkarstung notwendig.

I. Talformen

Die wenigen Flüsse der Kreideabdachung haben ihren Ursprung fast ausnahmslos in den Randgebirgen, die die Kalktafeln im Süden und Osten noch leicht überragen. Die Quellen der Alme liegen bei dem gleichnamigen Orte am Rande des Briloner Massenkalkvorkommens. Bis Ringelstein fließt der Bach in nördlicher Richtung, streicht von hier bis Weine nach Nordwesten und biegt in einem rechten Winkel in die Nordostrichtung um, die er bis Nordborchen beibehält. Von hier fließt er nach Norden der Lippe zu, die er bei Neuhaus erreicht. Der Gesamtlauf der Alme gliedert sich also in vier Teilabschnitte: den Quellauf von Alme bis Ringelstein, den Oberlauf von Ringelstein bis Weine, den Mittellauf von Weine bis Borchen und den Unterlauf von Borchen bis Neuhaus.

Die Quellbäche der Afte, die bei Büren in die Alme mündet, haben ihren Ursprung in den Karbonschichten des nordöstlichen Sauerlandes. Die Altenau, die der Alme bei Borchen zufließt, ist der einzige größere Wasserlauf, der in den Kalktafeln des Kreidegebietes entspringt. Ihre Quellmulde liegt, wie die ihres linken Zufusses, des Piepenbachs, im Cenomanmergel. Die rechten Nebenbäche der Altenau — Sauer mit Schmittwasser und Ellerbach — nehmen ihren Beginn in den sandigen Schichten der unteren Kreide oder in den triassischen Gesteinen der südlichen Egge. Die Quellbäche der Sauer vereinigen sich, von Gut Schöntal und Kleinenberg kommend, westlich des Gutes Bühlheim und treten hier in die Plänerschichten ein. Bei Lichtenau nimmt die Sauer den Odenheimer Bach, zwischen Iggenhausen und Grundsteinheim das Schmittwasser auf. Bei Atteln mündet sie in die Altenau. Die Quellbäche des Ellerbachs, die in der nördlichen Egge entspringen, vereinigen sich bei Schwaney. Hier durchbricht er die Cenomanstufe und erreicht die Altenau bei Kirchborchen.

Hinsichtlich der Talformen lassen sich deutlich zwei Haupttypen unterscheiden: Täler, die ganz in der Kreide liegen und solche, deren Sohlen und untere Talwände ins Karbon eingeschnitten sind. Der zuletzt genannte Typ findet sich nur im südlichen Grenzraum des Gebietes an der oberen Alme, der Afte und ihren Nebenbächen.

¹⁾ Timmermann: Rumpftreppen und Schichtstufen, 1955, 338 ff.

a) Täler am Südrand des Kreidegebietes

Die Alme tritt bei Siddinghausen in die Kalktafeln ein. Die Quellflüsse der Afte, die Karpke und die Aa, erreichen das Kreidegebiet bei Fürstenberg bzw. Wünnenberg. Zunächst stehen die Kreideschichten nur in den oberen Talhängen an, während die Bäche selbst in die karbonischen Gesteine eingebettet bleiben. Da die kretazischen Schichten aber stärker nach Norden hin einfallen als die Talsohlen, steigen sie langsam an den Talwänden hinab und bilden ab Büren auch den Untergrund der Talauen. Die Grenze zwischen Karbon und Kreide ist an den Talhängen häufig durch einen deutlichen Gefällsknick gekennzeichnet. Über einem sanft ansteigenden unteren Talhang im Karbon strebt die Talwand im Bereich der Kreide steiler empor und geht meist in einem scharfen Winkel in die Hochfläche über.

Solange Alme und Afte durch die undurchlässigen Grauwacke- und Tonschiefergesteine des Karbon fließen, nehmen sie, auch wo die oberen Talhänge schon von der Kreide gebildet werden, zahlreiche Nebenbäche auf. Dabei sind die von Süden und Südwesten zufließenden Bäche, dem nördlichen Einfallen der Schichten entsprechend, zahlreicher und länger. Die Quellen all dieser Zuflüsse liegen auf der Karbon-Kreidegrenze. Die Täler sind aber über die Quellen hinaus noch weit in die Kalktafeln eingeschnitten. Abb. 5 zeigt einen Längsschnitt und drei Querschnitte des Mezzemer Tales, eines südlichen Nebentales der Afte oberhalb von Büren. Das Gefällsprofil ist im Bereich der Karbonschichten sanft geneigt. Oberhalb der Quelle weist es in den Kreideschichten eine deutliche Versteilung auf. In der Nähe des Talbeginns verflacht sich die Kurve wieder. Der Dreiteilung des Längsprofils entsprechen drei verschiedene Talquerschnitte. Der obere Talabschnitt ist muldenförmig ausgebildet und nur geringfügig in die Kreidetafeln eingesenkt. Der mittlere Bereich ist durch einen annähernd trapezförmigen Querschnitt gekennzeichnet. In der Nähe der Mündung weist das Tal die Zweigliederung des Hanges auf, die schon bei den Tälern der Alme und Afte beschrieben wurde. In diesen wasserführenden Talabschnitt hat der Bach eine V-förmige, mehrere Meter tiefe Kerbe eingeschnitten. — Längsprofil und Querschnitte des Mezzemer Tales sind typisch für die Nebentäler der Afte und oberen Alme im südlichen Grenzgebiet der Kreidetafeln.

b) Täler im Kreidegebiet

Mäandertäler. Wo die Täler nicht bis in das Karbon eingetieft sind, zeigen sie ein anderes Bild. Die Alme hat zwischen Büren und Borchen zahlreiche Talmäander geschaffen. Der rasche Wechsel von gut ausgeprägten Prall- und Gleithängen läßt ein recht bewegtes Landschaftsbild erstehen. Bemerkenswert ist die *A s y m m e t r i e* der Mäander. Die auf der linken, nordwestlichen Seite gelegenen Prallhänge sind wesentlich steiler als die der gegenüberliegenden Seite. Das ist besonders auffällig an einer Talschlinge oberhalb von Ahden. Andere Beispiele finden sich im Talverlauf zwischen Wewelsburg und Tudorf. An den Prallhängen sind mancherorts Klippenzüge ausgebildet.

Die Asymmetrie bezieht sich aber nicht nur auf die Mäanderbildung, sondern auf den Gesamtcharakter des Talnetzes unterhalb von Büren.

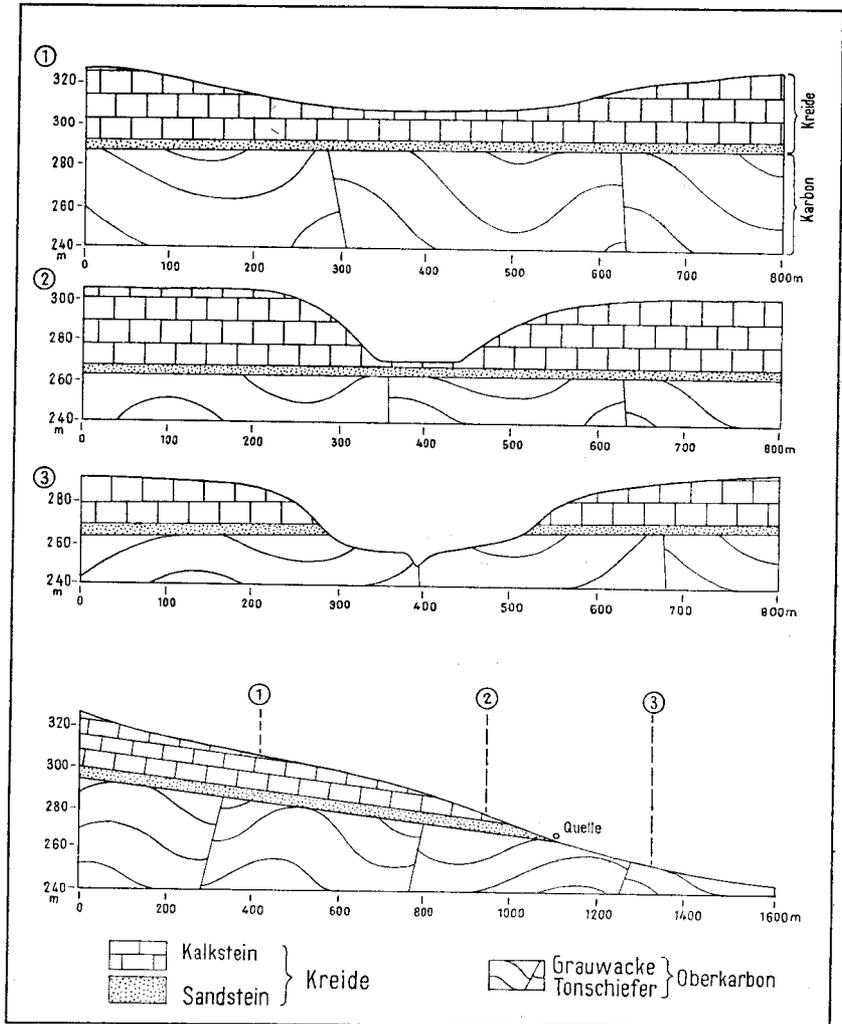


Abb. 5: Das Mezzemer Tal (Profile)

Während von der südlich gelegenen Abdachungsfläche mehrere Täler zur Tiefenlinie der Alme herabziehen, fehlen sie auf der nördlichen Seite ganz, so daß hier die Talwand ungliedert emporstrebt.

Wie das mittlere Almetal zeichnen sich auch die Täler des Ellerbachs, des Schmittwassers und der Sauer durch intensive Mäanderbildung aus. Auch hier sind die Mäander asymmetrisch. Nebentäler befinden sich ebenfalls ausschließlich auf der Südseite.

Strecktäler. Im Gegensatz zu ihren rechten Zuflüssen — Ellerbach und Sauer mit Schmittwasser — weist die Altenau selbst keine Mäander auf. Der Talverlauf zeichnet sich dagegen durch mehrfache, scharfwinklige Richtungsänderungen aus: östlich Atteln, westlich Henglarn, an der Kluskapelle unterhalb von Etteln und bei Gellinghausen. Das Talprofil hat zumeist die Form eines Trapezes. Das Gefälle des Tales ist ausgeglichen.

Wie die Altenau so lassen auch die Nebentäler der mittleren Alme sowie des Ellerbachs und der Sauer Talmäander vermissen, ändern aber zum Teil plötzlich ihre Richtung und haben trapezförmige Talquerschnitte.

Hängetäler. Die kleineren, wasserarmen oder wasserlosen Nebentäler der Haupttiefenzüge haben eine unausgeglichene Gefällskurve und zeigen zum Teil im Mündungsbereich eine auffällige Versteilung. Als Beispiel sei das 3 km lange Donnertal genannt, das oberhalb Grundsteinheim in das Sauertal mündet. Die Versteilung ist bei einigen Tälern deutlich sichtbar, so daß man von Hängetälern sprechen kann. Ein typisches Tal dieser Art befindet sich auf der rechten Seite der Afte in Höhe der Böhnerschen Mühle wenig oberhalb von Büren. Es ist etwa 600 m lang, hat sich 40 m tief in die Kalktafeln eingeschnitten und endet ca. 7 m hängend über der Sohle des Aftetales. Ein Hängetal von mehr als 1 km Länge endet auf der rechten Talseite der Alme im Orte Brenken.

c) Struktur des Talnetzes

Betrachtet man das Talnetz in seiner Gesamtheit, so lassen sich deutlich mehrere auffällige Streichrichtungen erkennen.

Im Bereich des Turon treten zwei Streichrichtungen hervor. Die eine verläuft, der Abdachung entsprechend, von Süden nach Norden bzw. von Südsüdost nach Nordnordwest, die andere zieht sich von Nordosten nach Südwesten hin. So streichen Ellerbach und Sauer in der zuletzt genannten Richtung, ebenso der Mittellauf der Alme zwischen Weine und Borchten.

Der Abdachungsrichtung folgen einige Nebentäler der Alme und Altenau sowie die Altenau selbst, doch sind in diesen größten Nebenfluß der Alme zweimal Teilstrecken eingeschaltet, die der Streichrichtung Nordost—Südwest folgen: von Atteln bis Henglarn sowie von der Kluskapelle nördlich von Etteln bis Gellinghausen.

An mehreren Stellen des Talnetzes zeigen sich auffällige Überschneidungen der beiden Streichrichtungen. So findet sich bei

Borchen ein bemerkenswertes Flußkreuz. Hier stoßen der Mittellauf der Alme (Fließrichtung Südwest—Nordost) und der Ellerbach (Fließrichtung Nordost—Südwest) aufeinander, und zwar in der Weise, daß das Ellerbachtal die gradlinige Fortsetzung des Almelaufes bildet. Von Süden kommend, findet die Altenau nördlich von Borchen ihre Fortsetzung im Unterlauf der Alme, so daß der eine Balken des Flußkreuzes von dem Ellerbach und dem Almemittellauf, der andere von der Altenau und dem Unterlauf der Alme gebildet wird.

Noch an zwei weiteren Punkten des Arbeitsraumes befinden sich ähnliche, wenn auch weit kleinere Talkreuze: nordöstlich des Gutes Böddecken bei Wewelsburg und in der Mackeloh, einem Waldstück auf der Haarhöhe zwischen Brenken und Upsprunge.

Im Bereich des Cenoman treten zu den genannten Fließrichtungen zwei weitere hinzu. Die eine ist von Osten nach Westen gerichtet, die andere verläuft von Südosten nach Nordwesten. In der erstgenannten Richtung verlaufen Teilstrecken der Afte sowie des Eiler- und Gollentaler-Grundes. Karpketal und der Almelauf von Ringelstein bis Weine streichen von Südosten nach Nordwesten.

II. Talentwicklung

Wie Abb. 1 zeigt, unterscheidet sich das Almegebiet durch die komplizierte Struktur seines Gewässernetzes deutlich von den übrigen Randlandschaften der Westfälischen Bucht, dem Südwesthang des Teutoburger Waldes und der Nordabdachung der Haar, deren Wasserläufe enger an die Abdachung zum Beckeninneren angepaßt erscheinen als das Almeflußsystem.

a) Borchener Turonfläche

Es seien zunächst die im Turon charakteristischen Talrichtungen eingehend betrachtet. Während die Fließrichtung der von Süden nach Norden ziehenden Bäche sich aus der Abdachung des Geländes erklärt, bedarf die Streichrichtung Nordost—Südwest einer genaueren Begründung. Auffällig ist, daß alle in dieser Richtung verlaufenden Talungen sich durch *Tal mäander* auszeichnen, so Almemittellauf, Ellerbach, unterer Sauerlauf und Schmittwasser. Diese Mäander können sich nicht auf einer schiefen, 2° geneigten Ebene, wie sie die Paderborner Hochfläche darstellt, gebildet haben, zumal die Fließrichtung nicht der heutigen Abdachungsrichtung entspricht. Sie müssen vielmehr in einem ziemlich ebenen, nur wenig geneigten Gelände angelegt worden sein. Es erhebt sich nun die Frage: flossen die Bäche nach Nordosten oder Südwesten? Dachte sich das Gelände in südwestlicher oder nordöstlicher Richtung ab? Die Lösung dieser Frage bedurfte einer eingehenden Untersuchung der *Bachgerölle* in den verschiedenen Tälern sowie der auf den Hochflächen vorhandenen Schotterreste.

In Abb. 6 sind die Schotterfunde im Bereich des Borchener Flußkreuzes verzeichnet. Der Ellerbach führt zwischen Hamborn und Kirchborchen kantengerundete plattige Kalkgerölle, stark gerundete rotgraue Sandsteingerölle, stark gerundete gelbbraune Sandsteingerölle, die bisweilen von dunklen Eisenschwarten durchsetzt sind, aus Sandstein herausgewitterte Eisenschwarten und vereinzelt nordische Geschiebe. Die gleiche Schottergesellschaft findet sich auf Terrassenresten des Tales, so auch auf einer hochgelegenen Verebnung, die sich in 20—30 m über der Talsohle vornehmlich auf der Nordseite gut erhalten hat.

Die Geröllführung der Alme oberhalb von Nordborchen besteht u. a. aus kantengerundeten plattigen Kalken, Grauwacken, Massenkalk, verkieSELtem Cenoman und nordischen Geschieben. Auf Terrassenresten zu beiden Seiten des Flußlaufes finden sich Schotter in der gleichen Vergesellschaftung. Wie an der Eller ist auch an der Alme eine hochgelegene Terrasse, besonders auf der Nordseite, gut erhalten. Hier liegen neben den schon erwähnten Schottern stark gerundete rotgraue Gerölle und Eisenschwarten, wie sie der Ellerbach führt. Sie sind vor allem östlich von Alfen auf der nördlichen Talseite zahlreich, finden sich hier aber auch zwischen Alfen und Tudorf. Auch südlich der Alme lassen sich,

wenn auch in geringer Zahl, zwischen Tudorf und Borchten die gleichen Schotter nachweisen.

Im Bachbett der Altenau zwischen Gellinghausen und Nordborchen finden sich kantengerundete plattige Kalke, gelbbraune und rötliche Sandsteine.

Die Geröllführung der Alme nördlich von Borchten setzt sich zusammen aus plattigen Kalken, Grauwacken, Massenkalk, verkieseltem Cenoman,

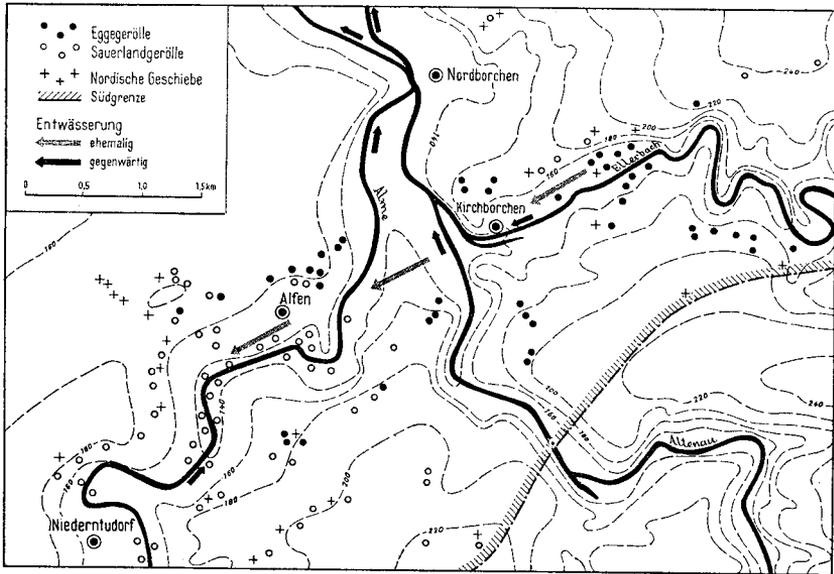


Abb. 6: Das Borchener Flusskrenz

gelbbraunen, rotgrauen und rötlichen Sandsteinen sowie nordischen Geschieben.

Die kantengerundeten Kalkgerölle haben ihren Ursprung in den Kalktafeln selbst. Die rotgrauen und gelbbraunen Sandsteine des Ellerbachtales stammen aus der nördlichen Egge (Unterkreide). Den rötlichen Sandstein (Buntsandstein), den die Altenau führt, findet man im Quellgebiet des Odenheimer Baches. Die Schotter im Talgrund der mittleren Alme haben ihre Heimat im nordöstlichen Sauerland (Karbon und Devon). Die rotgrauen Schotter sowie die Eisenschwarten auf der hochgelegenen Almeterrasse können nur aus der Egge stammen. Zu der Zeit, als die Sohle des Tales im Niveau dieser Terrasse lag, muß zwischen Borchten und Tudorf also eine umgekehrte Fließrichtung im Almetal bestanden haben. Da das mittlere Almetal und der Ellerbach eine nahezu

gerade, fortlaufende Tiefenlinie im Gelände bilden, ist anzunehmen, daß die Eggegerölle durch die Eller ins heutige Almetal gebracht worden sind, anders ausgedrückt, daß Ellerbachtal und Almetal einen durchgehenden, von Nordost nach Südwest durchflossenen Talzug bildeten. Diese Annahme läßt sich noch dadurch erhärten, daß die mehrfach erwähnten gut erhaltenen Terrassen an der Alme und Eller sich in der gleichen Höhenlage über den Talgründen befinden ²⁾.

Der Annahme, daß die Alme einmal diese umgekehrte Fließrichtung gehabt habe, scheint zunächst die Tatsache zu widersprechen, daß sich auf der hochgelegenen Terrasse an der Alme neben den Eggeschottern vereinzelt auch paläozoisches Material findet. Eine gründliche Begehung der Hochflächen zu beiden Seiten des Almetales brachte das Ergebnis, daß sich auch hier in lockerer Streuung Sauerlandgerölle befinden. Sie sind auch nördlich sowie ein wenig südlich des Ellerbachtales — wenn auch in geringerer Zahl — nachweisbar. Auffällig ist, daß sie sich überall in Gemeinschaft mit nordischen Geschieben finden, so daß die südliche Grenze der Sauerlandschotter mit der Südgrenze des nordischen Materials übereinstimmt (vgl. Abb. 6). Diese Feststellung führte zu der Vermutung, daß die paläozoischen Schotter vom Eis am Fuße der Haar ausgeschürft und zusammen mit nordischen Geschieben auf die Hochflächen transportiert worden seien. Diese Annahme fand ihre Bestätigung dadurch, daß ich in einem Lehmbruch nördlich von Alfeln in der Grundmoräne neben nordischem Material auch paläozoische Gerölle entdeckte. Die Sauerlandgerölle der hochgelegenen Terrasse am Almetal sind daher ebenso wie die auf den Hochflächen befindlichen Schotter als glazial umgelagerte Almeschotter anzusehen.

Die Tatsache, daß das mittlere Almetal einst in umgekehrter Richtung durchflossen wurde und die Fortsetzung des Ellerbachtales bildete, berechtigt zu der Annahme, daß auch die weiter südlich in gleicher Richtung streichenden Bäche, Schmittwasser, unterer Sauerlauf, Odenheimer Bach, einmal über ihre heutige Mündung in die Altenau hinaus, der ehemaligen Abdachungsrichtung folgend, nach Südwesten flossen. Für eine Fortsetzung des Sauerlaufes nach Südwesten lassen sich aber weder morphologisch noch geologisch eindeutige Beweise erbringen. Günstiger sind die Verhältnisse im Mündungsbereich des Odenheimer Baches bei Lichtenau. Geht man von Lichtenau in Verlängerung des Unterlaufes des Odenheimer Baches nach Südwesten, so gelangt man durch eine breite Talung anderthalb Kilometer von Lichtenau entfernt zu einer niedrigen Talwasserscheide, durch die die Landstraße Husen—Lichtenau hindurchführt. Sie liegt mit 323 m Höhe 25 m über der Mündung des Odenheimer Baches in die Sauer. Jenseits der Wasserscheide schließt sich, ebenfalls in Südwestrichtung streichend, das Depental an, das bei Neue Mühle, 1,5 km nördlich der Domäne Dalheim, im Altenautal mündet. Ich nehme an, daß der Odenheimer Bach durch diese Talung weiter nach Südwesten

²⁾ Die Vermutung, daß das Almetal zwischen Weine und Borcheln einmal in umgekehrter Richtung durchflossen gewesen sei, äußert schon Schulte, *Östlicher Haarstrang*, 1935, 42.

geflossen ist. Ein schlüssiger Beweis durch Schotterfunde konnte jedoch auch hier nicht erbracht werden.

Eine weitere niedrige Wasserscheide im Bereich des Turon findet sich zwischen der Helmerner Höhe und dem Eiler Berg südöstlich des Dorfes Helmern. Die Höhe nördlich der Wasserscheide erreicht 386 m, der Eiler Berg 378 m, die Wasserscheide selbst liegt 355 m hoch. Zwischen den genannten Höhen fand ich eine Reihe von Eggegeröllen, u. a. gelbbraunen Sandstein mit Eisenschwarten. Diese Schotterfunde beweisen, daß über das heute tief eingeschnittene Tal der Altenau hinweg früher eine Verbindung zwischen der Egge und diesem alten Talstück bestanden haben muß. Daß es sich bei dieser Talwasserscheide um ein Stück des nach Südwesten verlängert zu denkenden ehemaligen Talzuges des Odenheimer Baches handelt, läßt sich vermuten, aber nicht sicher nachweisen.

b) Fürstenberger Cenomanfläche

Im Bereich der Fürstenberger Cenomanfläche treten zu den genannten Talrichtungen zwei weitere hinzu, von denen die eine von Osten nach Westen, die andere von Südosten nach Nordwesten verläuft. Südlich der Turonstufe zieht sich vom Eiler Grund über den Gollentaler Grund, das untere Karpketal und das Aftetal eine Tiefenlinie bis zum Gehöft Meschede, 2 km südlich von Büren, hin. Dieser von Osten nach Westen streichende Tiefenzug hat folgende Seitentäler:

1. Bei Eilern mündet, von Süden kommend, ein Seitental, das keinen einheitlichen Namen trägt. Das oberste Talstück liegt im Karbon und beginnt etwa beim Forsthaus Buchholz, westlich Essentho. Zwischen diesem Forsthaus und dem Gute Wohlbedacht tritt es in die Kreideschichten ein. Die einzelnen Talabschnitte vom Gut Wohlbedacht bis zur Mündung werden mit Röhregrund, Körtges-Grund und Hessen-Grund bezeichnet.
2. Westlich Eilern mündet von rechts ein Nebental, das an der erwähnten Talwasserscheide zwischen Helmerner Höhe und Eiler Berg beginnt und diesen zunächst in westlicher, dann in südlicher Richtung umzieht.
3. Östlich Wünnenberg erreicht den Tiefenzug, von Südosten kommend, das Karpketal.
4. Bei Wünnenberg endet das Aatal, das parallel zum Karpketal verläuft. — Wie Karpke und Aa zieht auch der Oberlauf der Alme von Südosten nach Nordwesten.

Die große Tiefenlinie am Fuß der Turonstufe wurde schon von Schulte gedeutet: „Ein großer Fluß floß ursprünglich auf der Kreide in der Zone der weichen Mergel der Labiatuszone... Ein großer Fluß hat diese ganze Rinne von Osten nach Westen durchströmt, da seit dem Ende der Saxonischen Gebirgsbildung das Eggegebirge hoch lag“³⁾.

³⁾ Schulte: Östlicher Haarstrang, 1935, 40 f.

Schulte begründet seine Behauptung näher durch Schotterfunde: „Auf der Haar findet man allenthalben Schotter, die nach ihrer Zusammensetzung nur aus dem Sauerland stammen können. Diese Gerölle müssen vom Flußwasser auf die Haarhöhe gebracht worden sein, als die Flüsse noch nicht sehr tief eingeschnitten waren“⁴⁾. Er führt dann weiter aus, daß diese Schotter — er erwähnt Vorkommen auf dem Eiler Berg, auf der Höhe von Helmern-Haaren, zwischen Büren und Steinhausen, bei der Spitzen Warte zwischen Hemmern und Rüthen — von dem großen, von Westen nach Osten strömenden Fluß abgelagert seien.

Geländebegehungen brachten folgendes Ergebnis über Art und Verbreitung der Höhenschotter:

1. Die von Schulte als Höhenschotter bezeichneten Gerölle weisen nicht überall die gleiche Zusammensetzung auf. Das Vorkommen am Eiler Berg besteht vorwiegend aus Grauwacken und vereinzelt Eggegeröllen. Die Gerölle südlich der Spitzen Warte sind Grauwacken, Massenkalk und vereinzelt auch Eggegerölle. Die Schotter zwischen Büren und Steinhausen bestehen aus Sauerlandgeröllen, vermischt mit nordischen Geschieben. Auf der Höhe von Helmern und Haaren habe ich keine Schotter feststellen können.

2. Die von Schulte beschriebenen Höhenschotter befinden sich nicht „allenthalben“⁵⁾ auf den Höhen der Haar. Es lassen sich vielmehr zwei klar voneinander getrennte Schotterstreifen mit verschiedenen Geröllfamilien aussondern. Die Haarabdachung zeigt nördlich der mittleren Alme eine lockere Streu von nordischen Geschieben, die mit Almeschottern vermischt sind. Dieses Schottervorkommen greift noch etwas südwärts über die Alme hinaus. Schotter der gleichen Zusammensetzung lassen sich auch nördlich und südlich des unteren Ellerbachtales feststellen. Die Südgrenze des gesamten Vorkommens verläuft etwa vom Gut Hamborn am Ellerbach in südwestlicher Richtung, quert nördlich von Gellinghausen die Altenau und zieht am Gasthaus „Letzter Heller“, an der Straße Borchon—Haaren gelegen, vorbei auf das Forstamt Neubödden zu, das zwischen den Straßen Haaren—Niederntudorf und Haaren—Borchon liegt. Weiter westlich läßt sie sich noch bis zum Gute Bödden verfolgen, ist aber dann in den großen Waldungen, die hier die Hochfläche weithin bedecken, schwer zu bestimmen. Die zwischen der Alme und diesen Waldungen gelegenen Ackerfluren zeigen aber noch eine dünne Geröllbestreuung von nordischen Geschieben und Almeschottern. Da Schotter in dieser Zusammensetzung südlich der Wälder fehlen, ist die Grenze des Vorkommens in den Forsten zu suchen.

Durch ein geröllfreies Gebiet deutlich hiervon getrennt, befindet sich am Fuße der Turonstufe in dem großen, von Osten nach Westen verlaufenden Tiefenzuge ein zweiter Schotterstreifen. Er erstreckt sich von der Siedlung Elisenhof rechtsseitig der Karpke und Afte bis südlich von Büren, wechselt hier auf die linke Talseite über, bedeckt in lockerer

4) Schulte: Östlicher Haarstrang, 1935, 39.

5) Schulte: Östlicher Haarstrang, 1935, 39.

Streuung den nördlichen Teil der Hochfläche zwischen Afte und Alme und findet seine Fortsetzung westlich der Alme am Fuße der Turonstufe, wo ich die Gerölle bis zur Spitzen Warte nachwies. Sie sind aber vermutlich noch weiter westlich zwischen Möhnetal und Turonstufe anzutreffen. Gerölle dieses Vorkommens befinden sich in einem schmalen Saum auch noch auf der Stirn der Turonstufe, so am Eiler Berg, beim Forsthaus Telegraf südwestlich von Haaren und an der Musikantenecke südöstlich von Büren. Im gesamten Bereich dieses zweiten Schotterstreifens habe ich nordisches Geschiebe nicht nachweisen können.

Die räumliche Differenzierung wie auch die Unterschiede in der Geröllzusammensetzung zeigen, daß es sich bei den Höhenschottern nicht um ein einheitliches, sondern um zwei recht verschiedene Vorkommen handelt. Den nördlichen Schotterstreifen betrachte ich als eine diluviale Ablagerung. Die starke Beimengung von Sauerlandgeröllen läßt sich als glazial umgelagerter Almeschotter erweisen⁶⁾, der vom Eise am Fuße der Haar ausgeschürft und zusammen mit nordischem Material auf die Hochfläche hinaufgeschoben worden ist. Der südliche, im Bereich der großen Tiefenlinie gelegene Schotter dagegen muß schon vor der Entstehung der heutigen Abdachungsrichtung abgelagert worden sein, da er die zur Lippe entwässernden Bäche des Almesystems quert und eine ostwestliche Fließrichtung angibt.

Eine Analyse der Schotter in dem Tiefenzug ermöglicht die weitgehende Rekonstruktion eines Flußsystems, das zur heutigen Möhne hin entwässerte. Die Funde von Eggesandstein zeugen davon, daß Quellen dieses Systems in der Egge gelegen haben. Schon beim Vorwerk Eilern besteht aber der größte Teil der Schotter aus Sauerlandgeröllen, ein Zeichen dafür, daß der von der Egge zur Möhne ziehende Fluß schon an dieser Stelle einen Nebenbach aus dem Sauerland aufgenommen haben muß. Es ist zu vermuten, daß sein Lauf etwa dem Talzug des Röhren-Hessen-Körtges-Grundes entsprach. Südlich von Haaren gesellen sich zu den Sauerlandgeröllen vereinzelt Sandsteine mit Eisenschwarten, wie sie in der nördlichen Egge häufig vorkommen. Sie werden über die Wasserscheide zwischen Helmerner Höhe und Eiler Berg gekommen sein, wo ich die gleichen Schotter nachweisen konnte. Westlich des Almeknies bei Weine treten zu den Grauwacken und Eggesandsteinen Massenkalkgerölle hinzu, die davon zeugen, daß an dieser Stelle ein Nebenfluß aus einem Massenkalkgebiet gemündet ist. Da gerade an diesem Punkt die Alme, deren Quellen im Bereich des Briloner Massenkalkvorkommens liegen, den Schotterstreifen schneidet und zudem eine markante Richtungsänderung vornimmt, halte ich den Oberlauf der Alme für einen alten, linksseitigen Nebenfluß des Systems, wogegen ich den Mittellauf als einen rechtsseitigen Zufluß, der seine Quellen in der nördlichen Egge hatte, betrachte.

⁶⁾ Vergleiche S. 22

c) Genese

Faßt man die Ergebnisse der Untersuchungen über die Genese des Talnetzes zusammen, so ist folgendes festzuhalten. Die zwei vorherrschenden Streichrichtungen im Bereich des Turon, Süd-Nord und Nordost-Südwest, erklären sich aus zwei verschiedenen Abdachungsrichtungen (Abb. 7). Von diesen ist die zuletzt genannte die ältere. Sie ist heute nur noch im westlichen Vorfeld der Egge erhalten. Ihr folgten in aus-

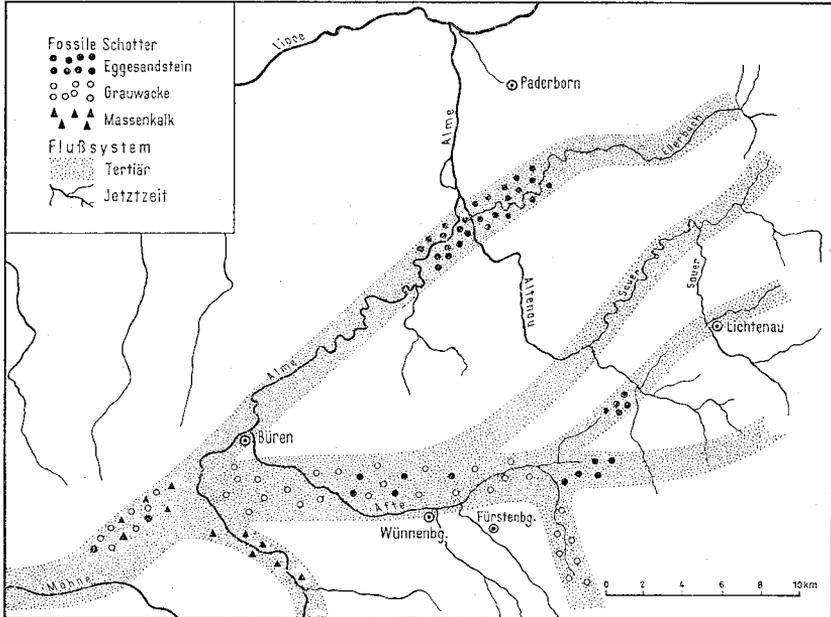


Abb. 7: Tertiäres und rezentes Flußsystem

geprägten Mäandern eine Reihe von Bächen. Zeugen dieser ehemaligen, nach Südwesten gerichteten Entwässerung sind die Streichrichtung des Ellerbachs, der mittleren Alme zwischen Borchten und Weine, des Schmittwassers, der unteren Sauer, des Odenheimer Baches und des Depentales⁷⁾, ferner die auffälligen Talwasserscheiden südwestlich von Lichtenau und zwischen Helmern und dem Eiler Berg, endlich die Funde von Eggeschottern auf der hochgelegenen Almeterrasse zwischen Borchten

⁷⁾ Die Streichrichtung Nordost-Südwest zeigen auf Teilstücken ihres Laufes auch die Schledden, z. B. der Abelbach nördlich von Steinhausen. Die Frage, ob es sich hier um Bruchstücke eines alten, nach SW gerichteten Entwässerungssystems handelt, mußte offen bleiben, da Schotter fehlen.

und Tudorf sowie auf der Wasserscheide am Eiler Berg. Die nach Südwesten streichenden Bäche mündeten in einen größeren Flußlauf, der, von der südlichen Egge kommend, die Tiefenlinie am Fuße der Turonstufe durchzog und zur Möhne entwässerte. Diese Talung erhielt auch von Süden her Zuflüsse, wie die zahlreichen Grauwackenschotter zwischen Eiler Grund und Weine beweisen, zu denen sich westlich von Weine noch Massenkalkgerölle gesellen.

Nach der Aufbiegung der Kreidetafeln im Zusammenhang mit der Emporhebung des Nordrandes der Rheinischen Masse bildete sich ein neues System konsequent fließender Bäche aus. Die jungen Gewässer der Nordabdachung schnitten sich rückwärts in die Kalktafeln ein und zapften das alte, nach Südwesten gerichtete Flußnetz an. Im Winkel zwischen Egge und Sauerland schob die Altenau ihre Quellen immer tiefer in die Hochfläche hinein, zapfte zunächst den Ellerbach-Almelauf, darauf die Sauer und schließlich auch den alten Talzug an, von dem sich Reste in den Talstücken um die Wasserscheiden südwestlich von Lichtenau und nördlich des Eiler Berges erhalten haben und der vermutlich die Verlängerung des Odenheimer Baches nach Südwesten gebildet hat. Dabei benutzte die Altenau offensichtlich auf kurze Strecken noch die alte Fließrichtung Nordost—Südwest, zum Beispiel zwischen Atteln und Henglarn und zwischen der Kluskapelle und Gellinghausen. In kleinerem Maße mögen sich auch noch in anderen Teilen der Hochfläche ähnliche Anzapfungen vollzogen haben, wie die Flußkreuze bei Böddecken und in der Mackeloh andeuten.

Mit fortschreitender Schrägstellung der Kreidetafeln vollzog sich im mittleren Almelauf eine Umkehr der Fließrichtung. Der neue, nun nach Nordosten ziehende Wasserlauf folgte den schon vorgebildeten Mäandern und bildete sie um. Je mehr sich das Gelände im Süden hob, um so schräger wurde das Tal gestellt. Der das Tal durchfließende Bach drängte gegen die nördliche Talwand und bewirkte so die Asymmetrie der Talmäander. Der nördlichen Abdachungsrichtung entsprechend bildeten sich Nebentäler fast ausschließlich auf der Südseite des Almetals.

Was die Datierung angeht, so muß das ältere Flußsystem, das zur Möhne hin entwässerte, vor der Emporhebung des Nordrandes der Rheinischen Masse entstanden sein, die Schulte ins Jungtertiär datiert. Eine genauere zeitliche Einordnung ist schwierig, wenn nicht gar unmöglich, da tertiäre Ablagerungen oder auch nur Reste von ihnen — von den Schottern im Bereich der Fürstenberger Cenomanfläche abgesehen — im Arbeitsraum meines Wissens völlig fehlen. Die Entstehung des heutigen, zur Lippe entwässernden Flußsystems läßt sich dagegen an Hand von Schottern, die nördlich des Untersuchungsgebietes zur Ablagerung gekommen sind, etwas genauer datieren. Lotze⁸⁾ hat in der Hellwegniederung am Fuße der Haar und an der oberen Ems fossile Schotter festgestellt, die teilweise von Geschiebemergel überlagert sind. Die Schotter bestehen in der Hauptsache aus Plänergeröllen, denen 10—20 %

⁸⁾ Lotze: Quartärgeologie III, 1951, 33 ff. VIII, 1951, 193 ff. XXI, 1953, 306 ff.

paläozoische Gerölle des Sauerlands, Gerölle vom Buntsandsteintypus, Gerölle vom Unterkreidetypus und vereinzelt nordische Geschiebe beigemengt sind. Lotze betrachtet letztere als fluviatil umgelagerte Geschiebe der Elstereiszeit.

Aus der Lage sowie der Zusammensetzung der Schotter lassen sich folgende Schlüsse ziehen. Die Schotter entsprechen in ihrer Zusammensetzung der Geröllfamilie der unteren Alme zwischen Borchen und Neuhaus. Da von den Flüssen der Westfälischen Bucht nur die Alme mit ihren Quellbächen gleichzeitig in die Egge und das Sauerland hineingreift, sind die Schotter an der Ems und im Hellwegtal als Almeschotter anzusehen. Da sie von saaleeiszeitlichem Geschiebemergel überlagert sind, müssen sie vor der Saaleeiszeit zur Ablagerung gekommen sein. Die Alme bestand also schon präsaalisch als Verbindungsfluß zwischen dem nordöstlichen Sauerland und der Westfälischen Bucht. Auch die Altenau war zu dieser Zeit schon bis in den Buntsandstein bei Kleinenberg eingeschnitten und hatte die von der Egge nach Südwesten fließenden Bachläufe bereits angezapft, was sich aus der Beimengung von Buntsandstein- und Unterkreideschottern schließen läßt. Die Alme mündete damals aber noch nicht in die Lippe, sondern floß zeitweise in die Emsniederung, zeitweise in die Hellwegniederung oder aber in einer Bifurkation gleichzeitig in beide. Erst postsaalisch hat dann die Alme ihren heutigen Weg ins Lippetal gefunden.

2. TEIL

Verkarstung

Durch die Schrägstellung der Kreidetafeln im Zusammenhang mit der Emporhebung des Nordrandes der Rheinischen Masse wurde nicht nur die Voraussetzung für die Bildung eines neuen Flußsystems, sondern auch einer Verkarstung des Geländes geschaffen. Während die Bäche und Flüsse des alten Entwässerungssystems in vielen Mäandern nur wenig in die Kreidetafeln eingesenkt dahinflossen, schnitten sich die neuen Abdachungstalungen bis 100 m tief in die Kalkschichten ein. Auch Teilstücke des alten Systems, soweit sie dem neuen Flußgebiet eingegliedert wurden, erfuhren die gleiche Eintiefung. — Im südlichen Randgebiet, wo die Mächtigkeit der Kalktafeln am geringsten, die Tiefenerosion der stärksten Heraushebung entsprechend aber am wirksamsten war, schnitten sich die Flüsse bis in das Liegende der Kreide ein, das hier vom wasserundurchlässigen, flözleeren Karbon gebildet wird. Weiter nördlich liegen die Talsohlen in den durchlässigen Kalktafeln, in denen die Bäche ihr Wasser teilweise oder ganz verlieren. Auch die Wasserhältnisse in den zwischen den Talungen liegenden Kalktafeln sind durch die Tieferlegung der Bachläufe verändert worden. Karsterscheinungen stellten sich auch hier ein.

I. Die Formen und ihre Verbreitung

a) Geringe Flußdichte

Von den Karsterscheinungen des Almeraraumes fällt am stärksten die geringe Flußdichte ins Auge. Ein Blick auf die Gewässerkarte läßt den krassen Gegensatz zwischen der Vielzahl der Flüsse in der Hellwegenebene im Norden und dem Sauerland im Süden und der Armut an Flußläufen auf der dazwischenliegenden Abdachung erkennen. Auch der Eggekamm, der von den sandigen Ablagerungen der unteren Kreide gebildet wird, hebt sich durch eine größere Wasserfülle von der Kalktafellandschaft ab. Die Flußdichte auf der Paderborner Hochfläche ist von Suerken¹⁾ mit 0 bis höchstens 1 km Lauflänge pro Quadratkilometer berechnet worden.

b) Flußschwinden und Trockenbetten

Sobald die Bäche, von den Randgebirgen kommend, das kretazische Gebiet erreicht haben, nimmt ihre Wasserführung stark ab, und in den Sommermonaten versiegen sie oft ganz. Das ist bei allen Bachläufen mit

¹⁾ Suerken: Flußdichte, 1909, Kartenbeilage.

Ausnahme der Afte der Fall. Diese mündet 1 km nördlich ihres Eintritts in die Kreide bei Büren in die Alme und scheint auf diesem kurzen Laufstück ihr Wasser ungemindert zu behalten. Da sie in dem genannten Abschnitt nirgendwo an die Talhänge herantritt, ist das Bachbett überall durch lehmige, alluviale Ablagerungen gegen die klüftigen Kalke abgedichtet.

Die Alme. Auch die Alme, die bei Weine kretazischen Untergrund erreicht, fließt bis 2 km nördlich von Büren in der Mitte der Talsohle. Hier tritt sie am Hahnenberg an den rechten Hang und erleidet in den Versickerungsstellen an den Klüften des Lamarckipläner ihre ersten Wasserverluste. Wenig oberhalb von Brenken befinden sich in der Talau die nächsten Versickerungsstellen, von der Bevölkerung dort allgemein *Schwalgen* genannt. Im Dorfe liegen einige weitere Flußschwinden, und unterhalb des Dorfes reihen sich am linken Bachufer unterhalb der Erpernburg die Schwalglöcher. Die Schwalgen sind zum Teil durch Einsackungen der Uferböschung erkennbar. Diese sind gelegentlich so tief, daß sie unter den Almespiegel hinabreichen und das Wasser gurgelnd in ihnen verschwindet. Aber auch dort, wo keine Uferleinbrüche festzustellen sind, lassen sich Schwalgen durch Wirbelbildung wahrnehmen. Deutlich erkennbare Schwundstellen finden sich neben dem genannten Talabschnitt bei Brenken auch in der Gemarkung Wewelsburg. Darüber hinaus erfährt die Alme auch auf den übrigen Flußstrecken zwischen Brenken und Borchon eine Verminderung der Wasserführung, oft bis zur völligen Austrocknung, ohne daß die Schwundstellen genauer lokalisiert werden könnten.

Von Borchon an führt die Alme, schon oberhalb der Mündung der Altenau, immer etwas Wasser. Der Wasserlauf wird bei Nordborchon durch den Zufluß der Altenau verstärkt, versiegt aber in trockenen Sommern erneut zwischen Wewer und Neuhaus, so daß zeitweise überhaupt kein Abfluß aus dem Almegebiet oberirdisch zur Lippe hin erfolgt. Während genauere Unterlagen über diesen unteren Trockenabschnitt der Alme fehlen, sind die jährlichen Trockenzeiten im oberen Trockenabschnitt zwischen Brenken und Borchon faßbar, da der Wasserstand der Alme hier durch zwei Pegel beobachtet wird. Bei Wewelsburg befindet sich seit 1904 ein Lattenpegel, bei Niederntudorf seit 1939 ein Schreibpegel.

In Abb. 12, Beilage 2, sind die Trockenzeiten der Alme bei Wewelsburg für den Zeitraum 1913—1957 und bei Niederntudorf für den Zeitraum 1939—1957 dargestellt. Ein Vergleich der beiden Übersichten zeigt, daß zwischen den beiden Orten noch beträchtliche Wassermengen versickern, da die Trockenzeiten von Niederntudorf die von Wewelsburg erheblich übertreffen. Die durchschnittliche Trockenzeit beläuft sich für die Jahre 1939 bis 1957 bei Wewelsburg auf 36,9, bei Niederntudorf auf 72,9 Tage pro Jahr. Für Wewelsburg, wo der Wasserstand der Alme schon seit 1904 gemessen wird, berechnet sich das langjährige Mittel (Beobachtungszeitraum 1904—1953 = 50 Jahre) auf 50,4 Tage pro Jahr. In besonders trockenen Jahren führt die Alme auch schon oberhalb von Wewelsburg

kein Wasser mehr, und der Bachlauf endet in den Schwalgen unterhalb von Brenken²⁾).

Abb. 11, Beilage 1, zeigt, daß die Alme in den Monaten Juli, August, September und Oktober besonders häufig und lange ohne Wasser ist³⁾. Die Trockenperioden beginnen aber in einigen Jahren schon im April (1921, 1934) und enden zeitweise erst im Dezember (1911, 1920, 1921, 1933, 1937), in einem Fall sogar erst im Januar (1953/54).

Die Trockenperioden der Alme spiegeln den Witterungsverlauf der Sommermonate im Flußgebiet wider. Monatelange, ununterbrochene Trockenzeiten stellen sich nur in besonders niederschlagsarmen Sommern ein. Als Beispiel sei das Jahr 1947 angeführt. Die Regenmenge im Mai blieb mit 26,2 mm⁴⁾ schon wesentlich unter dem Monatsmittel (= 69 mm)⁵⁾ zurück. Auch der Juni war mit 59,6 (84) mm zu trocken. Vom 25. 6. an führte die Alme daher bei Tudorf schon kein Wasser mehr. Im Juli fielen 17,1 (98) mm, im August 37,7 (84) mm, im September 42,6 (69) mm und im Oktober 24,7 (71) mm Regen. Erst der November brachte mit 135 (62) mm eine größere Wasserfülle. Nach viereinhalbmonatiger Trockenzeit führte die Alme am 12. 11. wieder Wasser. Ähnlich waren die Verhältnisse in den Jahren 1934, 1949 und 1951. In anderen Jahren zerfiel die Trockenzeit in mehrere Abschnitte. Im Jahre 1948 ließ eine Trockenzeit im Juni — 30,9 (84) mm — die Alme schon am 14. 6. versiegen. Es folgten ein regenreicher Juli — 210,1 (98) mm — und ein regenreicher August — 135,6 (84) mm —, in denen die Alme wieder durchgehend Wasser führte. Erst der niederschlagsarme September ließ die Alme erneut austrocknen. Sie blieb vom 18. 9. bis zum 5. 12. wasserlos. Die Regenmengen betragen im September 29,3 (69) mm, im Oktober 22,9 (71) mm, im November 46,2 (62) mm.

In manchen Sommern werden die Trockenperioden nur durch ganz kurze Zeiten der Wasserführung unterbrochen. Im Jahre 1920 z. B. schnellte der Pegel bei Wewelsburg von 0 cm am 3. 7. auf 78 cm am 4. 7. hoch. Aber schon am 5. 7. war das Flußbett wieder trocken.

2) Nach Geldern-Crispendorff: Der Landkreis Paderborn, S. 21, liegt die Alme im Sommer schon oberhalb Brenken trocken. Das ist nach meinen Beobachtungen und Befragungen nicht der Fall.

3) Vergleicht man die in einem vierzigjährigen Beobachtungszeitraum ermittelten Niederschlagswerte (Klimakunde des Deutschen Reiches, Band II, 1939, 332) für einige Orte der Paderborner Hochfläche mit den durchschnittlichen Trockenzeiten der Alme in den einzelnen Monaten, so zeigt sich, daß die Haupttrockenzeiten der Alme in die Zeit des sommerlichen Niederschlagsmaximums — Juli und August — und die darauf folgenden Monate fallen. Zwar liegt die Alme in diesen Monaten nur dann trocken, wenn die Niederschlagsmengen erheblich unter die langjährigen Mittelwerte hinabsinken, doch sind die häufigen Trockenzeiten bemerkenswert, zumal diese im Winter und Frühjahr auch dann nicht oder nur selten auftreten, wenn die Niederschlagsmenge beträchtlich unter den schon relativ geringeren Durchschnittswerten bleiben. Man kann hierin eine Bestätigung für die Auffassung sehen, daß die Niederschläge der Sommermonate nur zu einem geringen Teil zum Abfluß kommen und in großem Maße verdunsten oder durch die Vegetation gebunden werden.

4) Nach Beobachtungsbogen der Wetterbeobachtungsstelle Büren.

5) Die in Klammern gesetzten Zahlen geben das langjährige Mittel an. Nach: Klimakunde des Deutschen Reiches, Band II, Berlin 1939.

Abb. 12, Beilage 2, zeigt Wasserstandskurven des Almepegels Weine, des Aftepegels Büren — beide befinden sich ungefähr an der Karbon-Kreidegrenze — und des Almepegels Niederntudorf, der in den Kalktafeln liegt. Von Wichtigkeit für meine Untersuchungen ist die daraus ablesbare Tatsache, daß der Fluß bei Tudorf trocken liegt, wenn der Pegelstand der Alme bei Weine unter 50 cm und der Afte bei Büren unter 30 cm absinkt. Nach Messungen des Wasserwirtschaftsamtes Lippstadt beträgt die Abflußmenge der Alme bei Weine bei einem Wasserstand von 50 cm $0,95 \text{ m}^3/\text{sec}$, die der Afte bei einem Stand von 30 cm $0,5 \text{ m}^3/\text{sec}$. Somit beträgt das Maximum des Flußschwundes zur Zeit der Trockenperioden der Alme $1,45 \text{ m}^3/\text{sec}$. Sinken die Pegel der Alme und der Afte unter 50 cm bzw. 30 cm ab, so wird die Schwundmenge geringer, da die Kapazität der Almeschwalgen nicht voll ausgenutzt wird; steigen die Pegel höher, so wird auch die Versickerungsmenge ansteigen, weil bei erhöhtem Wasserstand die Alme an mehr Spalten im Gestein vorbeifließt als bei geringerem. Eine Berechnung der Versickerungsmengen bei höheren Wasserständen wird aber dadurch erschwert, daß in feuchteren Jahreszeiten eine Reihe von Quellen unterhalb der Pegel von Weine und Büren die Wasserführung der Alme verstärken. Mit Sicherheit läßt sich nur der Unterschied in der Wasserführung bei Weine bzw. Büren und Tudorf berechnen. Im März 1949 betrug z. B. die Abflußmenge der Alme unterhalb Büren $6,67 \text{ m}^3/\text{sec}$, bei Tudorf $4,87 \text{ m}^3/\text{sec}$, so daß sich eine Differenz von $1,8 \text{ m}^3/\text{sec}$ ergibt. Nur selten ist die Wasserführung der Alme bei Tudorf größer als unterhalb Büren. In den Jahren 1942—1950 war dies nur in insgesamt 5 Monaten der Fall, und zwar dann, wenn der Pegel bei Tudorf im Monatsmittel über 140 cm anstieg, die Alme also Hochwasser führte. Zu dieser Zeit übertrifft der Zufluß periodischer Wasserläufe, die zwischen Büren und Tudorf, von Süden kommend, in das Tal münden, den Flußschwund der Alme ⁶⁾.

Berechnet man die Differenz der durchschnittlichen Abflußmengen bei Büren und Tudorf für 1940—1946, so ergibt sich folgendes Bild:

1940:	$0,666 \text{ m}^3/\text{sec}$	1944:	$1,328 \text{ m}^3/\text{sec}$
1941:	$0,713 \text{ m}^3/\text{sec}$	1945:	$1,868 \text{ m}^3/\text{sec}$
1942:	$1,287 \text{ m}^3/\text{sec}$	1946:	$1,596 \text{ m}^3/\text{sec}$
1943:	$1,203 \text{ m}^3/\text{sec}$		

Wie schon erwähnt, führt die Alme unterhalb von Nordborchen ständig Wasser, das in besonders trockenen Monaten auf dem Wege zur Lippe aber ebenfalls versiegt. Gewöhnlich gelangt jedoch auch im Sommer noch

⁶⁾ H. Bode: Die hydrologischen Verhältnisse am Südrand des Beckens von Münster, 1955, 499, vertritt die Ansicht, daß im Almebett nur dann Wasser versinkt, „wenn der Grundwasserspiegel unter das Almetal absinkt“. M. E. kann man im Almekarstgebiet nicht von einem einheitl. Grundwasserspiegel sprechen, eine Ansicht, die Bode an anderer Stelle auch selbst äußert. Nach meinen Beobachtungen und Berechnungen ist ein Flußschwund selbst dann zu verzeichnen, wenn im Talgrund der Alme Quicksprünge tätig sind. Ein hoher Wasserstand in dem von Bode erwähnten Brunnen im Tal bei Wewelsburg beweist daher m. E. noch nicht, daß ein einheitlicher Grundwasserspiegel in der Höhe des Talgrundes oder noch höher — sei es auch nur zeitweilig — vorhanden ist.

ein Teil des Almewassers durch oberirdischen Abfluß in die Lippe, doch entspricht diese Menge keineswegs der Größe des Flußgebietes. Nach einer Messung im September 1947⁷⁾ betrug die Wasserführung der Lippe bei Neuhaus 4173 Liter pro Sekunde. Davon wurden 3320 l = 80 % von den Paderquellen, 680 l = 16 % vom Oberlauf der Lippe und nur 173 l = 4 % von der Alme geliefert. Der September des Jahres 1947 war relativ trocken. Büren hatte 42 mm Niederschlag gegenüber durchschnittlich 69 mm. Die Alme war bei Tudorf den ganzen Monat ohne Wasser (Abb. 12, Beilage 2). Die 173 l/sec wurden also allein von der Altenau und den Quellen bei Borchten gestellt.

Es läßt sich nachweisen, daß der heutige hydrologische Zustand des Almetales mit den oft mehrere Monate dauernden Trockenzeiten sich erst in jüngster Zeit herausgebildet hat. Nach der Chronik der Gemeinde Tudorf⁸⁾ versiegte die Alme oberhalb des Ortes zum erstenmal im Jahre 1857. Im Jahre 1883 war sie nach derselben Quelle 111 Tage trocken, und in einem Bericht des Königlichen Meliorationsbauinspektors Nolda, Münster, an den Regierungspräsidenten vom 5. 1. 1896 heißt es⁹⁾: „Solch vollständiges Versiegen, wie es in wasserarmen Zeiten jetzt regelmäßig einzutreten pflegt, ist nach den von dem Landrat des Kreises Büren veranlaßten umfangreichen Vernehmungen älterer Almeanwohner in früheren Jahren niemals eingetreten, vielmehr bekundeten die Gemeindeverordneten von Niederntudorf, Wewelsburg und Ahden übereinstimmend, daß vor 20 bis 25 Jahren sich niemals ein Mangel an Almewasser bemerkbar gemacht habe und der jetzige Zustand völligen Versiegens der Alme während mehrerer Monate im Jahr . . . erst seit 12 bis 15 Jahren sich eingestellt habe¹⁰⁾.“

Die Ursache für das Zunehmen des Flußschwundes sieht Nolda in der Verlegung des Almebettes aus der Talmitte an den spaltenreichen Nordhang unterhalb Brenken am Fuße der Erpernburg. Diese ist bei der Meliorisierung der Almewiesen um 1830 erfolgt. Gerade die Verlegung an den Nordhang mußte sich besonders nachteilig auswirken, da auch die Kreideschichten nach Norden einfallen und sich deshalb leicht unterirdische Abzugskanäle in dem klüftigen Gestein bilden konnten. Daß eine spürbare Wasserverminderung nicht gleich um 1830 auftrat, erklärt Nolda daraus, daß die Spalten sich erst im Laufe der folgenden Jahre langsam erweiterten und immer mehr Wasser versiegen ließen, bis dann in den fünfziger Jahren des vorigen Jahrhunderts der Flußschwund erstmalig so stark wurde, daß die Alme schon oberhalb von Tudorf völlig versiegte.

7) Geldern-Crispendorff: Der Landkreis Paderborn, 1953, 23.

8) Thöne: Die Hydrographie des Almetales, 1949, 26.

9) Acta des Königlichen Meliorationsamtes Minden B. I.

10) Die „Vernehmungen“, die von dem Landrat veranlaßt wurden, sind vermutlich schon in der Zeit zwischen 1880 und 1890 angestellt worden, da sich in diesen Jahren der Landrat um eine staatliche Beihilfe für eine geplante Dichtung der Almeschwalgen bemühte, wie aus anderen Akten des Meliorationsbauamtes zu entnehmen ist.

Die Altenau und ihre Nebenbäche. Wie die Alme so erleiden auch die rechten Nebenbäche der Altenau starke Wasserverluste, sobald sie die Schichten des Cenomanpläner erreicht haben. Die Sauer vermag den größten Teil ihres Wassers auch im Sommer noch durch Lichtenau hindurchzuführen. Nördlich der Stadt aber befindet sich im Bachbett eine Reihe von Schwalgen, so daß der Fluß schon 600 m unterhalb des Ortes im Sommer oft völlig trocken liegt¹¹⁾. Der Odenheimer Bach, der im Bereich des Cenomanmergel noch mehrere Mühlen treibt, erreicht etwas oberhalb von Lichtenau die Plänerkalke und versiegt hier fast in jedem Sommer. Das Schmittwasser, an dessen Oberlauf ebenfalls mehrere Mühlen liegen, erleidet bis Iggenhausen nur geringe Wasserverluste. Hier befinden sich mehrere große Schwalgen, die aber durch einen Mühlengraben umgangen werden. So gelangt das Schmittwasser noch ins Sauertal, würde jedoch vor Grundsteinheim in den Flußschwinden am Fuße des Mönkeberges unterirdisch abziehen, wenn das Wasser nicht durch eine betonierte Rinne abgeleitet und bis zum Dorfeingang geführt würde. Oberhalb der alten Brücke im Dorf versickert der Bachlauf völlig, und nur in den Frühjahrsmonaten und nach starken Regenfällen führt das Sauertal bis Atteln Wasser.

Ähnlich sind die Wasserverhältnisse im Tal des Ellerbachs, der bei Schwaney in die Plänerkalke eintritt. Die ersten Schwalglöcher befinden sich nach Stille¹²⁾ 1400 m unterhalb des Dorfes. Zwischen Schwaney und Dahl hat Stille etwa 100 Flußschwinden feststellen können. Nur auf Grund kostspieliger Dichtungsarbeiten konnte noch um 1900 das Wasser des Baches bis 1 km unterhalb des Dorfes Dahl gelangen¹³⁾. Inzwischen hat es aber neue Abflußwege gefunden, so daß es heute schon westlich Schwaney verschwindet und nur noch selten bis Dahl gelangt. Auffällig ist, daß die Schwalgen sich überwiegend auf der nördlichen Seite des Baches befinden. Das gleiche ist auch bei der Alme und der Sauer der Fall, soweit diese Bäche in der südwestlichen bzw. nordöstlichen Streichrichtung ziehen. — Bis Borchchen fließt das Wasser nur noch zur Zeit der Schneeschmelze oder bei starkem Frost, wenn die Schwalglöcher zugefroren sind. Auch bei heftigen Regengüssen reicht bisweilen die Kapazität der Schwalgen nicht aus, um die gesamten Niederschläge des Talgebietes den unterirdischen Kluftsystemen zuzuführen. Es können dann sogar, zumal wenn der Boden gefroren ist, durch die abfließenden Wassermengen große Verheerungen entstehen. So berichtet der Pfarrer Leifferen in der Pfarrchronik von Kleinenberg für das Jahr 1738, daß am 21. Mai bei gefrorenem Boden ein Wolkenbruch, verbunden mit Hagelschlag, niedergegangen sei: „In dem Dorfe Dahl bei Paderborn zerstörte die Flut 9 Häuser vollständig und beschädigte mehrere andere. Sie riß mit sich 55 Kühe, Hausgeräte aller Art, auch eiserne, und drang bis zu sieben Fuß in die Häuser ein.“ Bei derselben Flut kamen in Borchchen drei Kinder ums Leben. Die Kirche in Kirchborchchen wurde im Inneren verwüstet¹⁴⁾.

11) Stille: Paderquellen, 1903, 39.

12) u. 13) Stille: Paderquellen, 1903, 33 f.

14) Schlotmann: Dahl im Wandel der Zeit, 1936, 9.

Günstiger als im Sauer- und Ellerbachtal sind die Wasserverhältnisse im Talzug der Altenau, obschon dieser ganz in die Kreidetafeln eingebettet ist. Von den Quellen bei Blankenrode fließt der Bach bis zur Amerungen-Kapelle in den wasserundurchlässigen Schichten des Cenomanmergel. Unterhalb der Kapelle tritt er in die Plänerkalle ein. Von diesem Punkte an wird die Wassermenge merklich geringer, und während im cenomanen Mergel noch mehrere kleinere Nebenbäche in die Altenau fließen, fehlen von nun an ständig Wasser führende Seitentäler völlig; denn der Piepenbach, der im Winter bei Neue Mühle in die Altenau mündet, verschwindet im Sommer oft ganz in den Plänerkalken bei Dalheim. Die Altenau selbst fließt aber auch im Sommer, wenngleich unter steter Minderung der Wasserführung, bis Atteln. Hier versiegt sie häufig schon ganz. Kurz vor Henglarn entspringen im Talgrund drei Quellen, und von hier führt der Fluß wieder ständig Wasser und verschwindet erst erneut am Papenberge östlich von Gellinghausen¹⁵⁾. In extrem trockenen Sommern versiegt der Bach aber schon unterhalb des Dorfes Henglarn. Beim Forsthaus und der Mühle von Gellinghausen erhält die Altenau aus sechs Quellen, von denen wenigstens eine ständig fließt, erneut kräftige Zuflüsse, die durch zahlreiche Wasseraustritte in Kirchborchen und zwei weitere in Nordborchen noch verstärkt werden. In den Sommermonaten beträgt die Wasserführung der Altenau bei Nordborchen durchschnittlich 400 l/sec¹⁶⁾.

Das Quellgebiet der Afte. Die Afte entsteht bei Wünnenberg durch den Zusammenfluß der Karpke und Aa. Beide Bäche entspringen im Bereich des variskischen Grundgebirges. Während die Aa in ihrem gesamten Lauf nur Schichten des Karbon durchfließt, schneidet sich die Karpke zwischen Fürstenberg und Zinsdorfer Berg in das Cenoman ein. Sie verliert nordwestlich von Fürstenberg, wo sie an die rechte Talwand tritt, viel Wasser im klüftigen Gestein. Da der Weg des Baches durch die Kalkschichten aber nur 1,5 km beträgt, gelangt fast stets ein Teil des Wassers bis zum Zusammenfluß mit der Aa bei Wünnenberg. Nur 1947 soll die Karpke bei Fürstenberg völlig versiegt sein.

Am Zinsdorfer Berg endet, von Osten kommend, ein Trockental, das seinen Beginn an einer Talwasserscheide südlich des Eiler Berges nimmt. Dieses Tal verläuft im Zuge der großen von Osten nach Westen streichenden Tiefenlinie am Fuße der Turonstufe. Die Tiefenlinie wurde im Tertiär von einem zur Möhne entwässernden Fluß durchzogen. Das beim Zinsdorfer Berg endende Tal muß aber auch nach der Kippung des Geländes und der Ausbildung eines nach Norden zur Lippe hin entwässernden Flußsystems noch lange Zeit Wasser geführt haben. Zu dieser Zeit waren Karpke und Aa nur Nebenbäche dieses Hauptflusses, wie Richtung, Längsprofil und Querprofil der Täler beweisen. Das unterste Talstück des Gollentaler Grundes ist die gradlinige Fortsetzung des Afte- und unteren Karpketales. Aa und obere Karpke münden im rechten

15) Stille: Paderquellen, 1903, 42.

16) Geldern-Crispendorff: Der Landkreis Paderborn, 1953, 21.

bzw. stumpfen Winkel in diese Talung. Die Gefällskurve der Talung ist gleichmäßig und weist keine Knickung auf, die des Karpkebaches dagegen zeigt südlich der Zinsdorfer Mühle eine plötzliche Versteilung, die der Fluß durch die Bildung eines Schotterkegels auszugleichen bemüht ist. Das Talprofil des Gollentaler Grundes entspricht dem des Afetals, es hat Kastenform. Das Talprofil der Karpke zeigt in seinem untersten Abschnitt zwar auch die Kastenform, ist aber enger als das des Gollentaler Grundes.

Der Talzug des ehemaligen Afteoberlaufes ist heute trocken. Nur ein Nebental, das bei Essentho beginnt und beim Vorwerk Eilern endet, ist in seinem Oberlauf vom Forsthaus Buchholz bis 1 km südlich des Gutes Wohlbedacht bewässert. Der kleine Bach, der das Tal durchzieht, fließt zunächst im Karbon, dann im wasserundurchlässigen Cenomanmergel. Zwischen dem Forsthaus Buchholz und dem Gute Wohlbedacht erreicht er einen kleinen Zechsteinhorst, der sich durch das Tälchen zieht. Wie der Cenomanpläner so ist auch der Zechstein hier kalkig ausgebildet und stark zerklüftet, wie ein Aufschluß auf der rechten Talseite erkennen läßt. Sobald der Bach den Zechsteinuntergrund erreicht hat, endet er in einem mehrere Meter tiefen Schwalgloch. Selbst bei der Schneeschmelze und nach Wolkenbrüchen verschwindet hier das gesamte Regen- und Schmelzwasser des südlich gelegenen Talabschnitts. Der Bach hat sich oberhalb der Schwundstelle einige Meter tief eingeschnitten, so daß man von einem „blinden Tal“ sprechen kann. Drei kleine Bäche, die unterhalb dieses Hauptversickerungspunktes im Talgrund enden, verschwinden ebenfalls in ansehnlichen Schwalglöchern.

Die übrigen Täler. Noch stärker als die bisher besprochenen Talungen sind die kleinen und kleinsten Nebentäler durch Wassermangel betroffen. Abgesehen von den erwähnten Zuflüssen der Altenau im Cenomanmergel, führen nur die Nebentäler der Afte und oberen Alme, soweit ihre Sohle im Karbon liegt, ständig Wasser. Die oberen Teilstücke dieser Talungen, die völlig in die Kreide eingebettet sind, weisen dagegen höchstens im Frühjahr für wenige Tage eine schmale Wasserrinne auf. Zu allen übrigen Jahreszeiten bildet die Grenze von Karbon und Kreide auch die Grenze zwischen bewässertem und unbewässertem Talabschnitt.

Es gibt in den kleinen Tälern der Hochfläche nur sehr wenig ständig fließende Quellen, deren Schüttung zudem äußerst gering ist. Es handelt sich wohl in den meisten Fällen um Schichtquellen, die über örtlich begrenzten Mergelbänken entspringen. Keines der kleinen Rinnsale, die von diesen Quellen gespeist werden, gelangt im Sommer bis in die Haupttäler hinab. Alle verschwinden vorher in den durchlässigen Gesteinen des Untergrundes. So entspringen zum Beispiel am Kottenberge östlich von Helmern an der Stirn der Turonstufe mehrere kleine Quellen über dem Labiatusmergel. Ihr Wasser verliert sich aber schon innerhalb der klüftigen Bänke der gleichen Schicht wieder¹⁷⁾. Zwei weitere Quellen bei Eilern und Friedrichsgrund sind vermutlich durch die gleiche

¹⁷⁾ Stille: Paderquellen, 1903, 73.

wasserstauende Schicht bedingt, ebenso eine Quelle im Sonneborntal, die meines Wissens auch ständig fließt. Auch diese drei Quellen, die sich alle in unmittelbarer Nähe des Eiler Berges befinden, verlieren ihr Wasser nach kurzem Lauf.

Im Böddeker Tal quillt beim Gute Böddeken rechts von der Straße nach Haaren ständig Wasser aus dem unteren Talgehänge, bildet einen kurzen Bachlauf und verschwindet im Sommer etwa 300 m unterhalb des Gutes in einer Schwalge, während es im Frühjahr durch einen Zufluß aus einem rechten Nebentälchen verstärkt wird und dann etwa 500 m weiter talabwärts fließt. Nur selten erreicht das Wasser das Ende des Tales bei Niederntudorf.

Beim ehemaligen Gute Tindeln, südlich der Straße von Haaren nach Böddeken, befinden sich einige kleine Quellen, deren Wasser aber schon nach einem Lauf von etwa 100 m in einem armdicken Schwalgloch verschwindet. Nördlich der Straße Haaren—Böddeken liegt in demselben Tal eine weitere Quelle, deren Wasser ebenfalls nach kurzem Lauf versiegt. Neben den Wasseraustritten am Eiler Berg, bei Böddeken und Tindeln sind mir aus den hochgelegenen kleinen Nebentälern der Alme und Altenau nur noch eine Quelle im Orte Helmern, eine am Sachsbusch nördlich Haaren und eine weitere auf der Flur „Sandwiese“, etwa 2,5 km südlich des Gutes Böddeken, bekannt. Auch das Wasser dieser Quellen verliert sich sehr bald im klüftigen Gestein.

Die meisten kleinen Seitentäler besitzen gar keine oder nur temporär fließende Quellen. Diese treten besonders nach der Schneeschmelze in Tätigkeit, und dann erscheinen die Tälchen oft als ein getreues Abbild der größeren Talungen. Das Wasser, das in den Quickspringen — so nennt man im Paderborner Land die temporären Quellen — zutage tritt, strömt eine Zeitlang über die Talsohle hin und versickert allmählich wieder im Untergrund. Im Gegensatz zu den Tälern mit ständig fließenden Quellen kann man die Schwundstellen in den nur temporär durchflossenen Tälchen nicht genau lokalisieren. Es lassen sich keine Versickerungspunkte, sondern nur Versickerungsabschnitte feststellen. Bisweilen sieht man das Wasser direkt über den Spalten und Klüften des anstehenden Gesteins dahinfließen, so unterhalb der Meinolphuskapelle südlich von Böddeken. Zumeist zeigen die Bachbetten aber gerade an den Versickerungsabschnitten besonders starke Schotteranhäufungen, die sich durch eine Verminderung der Transportkraft des Wassers erklären. Solche Aufschotterungen verursachen Unregelmäßigkeiten im Gefällsprofil. Sie sind auch in Tälchen festzustellen, die heute nicht mehr von einem Bachbett durchzogen werden.

c) Erdfälle

Gestalt und Größe. Die zahlreichen Versickerungsstellen in den Haupt- und Nebentälern des Flußgebietes der Alme sind nicht die einzigen Punkte, an denen das Niederschlagswasser in die Tiefe versinkt. Auf den weiten Hochflächen zwischen den Talungen liegen in großer Zahl

Erdfälle verbreitet. In der freien Feldflur sind sie häufig durch Bäume und Büsche, die die Vertiefungen umstehen, von weitem zu erkennen. Die Dolinen sind kreisrund oder elliptisch und verjüngen sich nach unten meist trichterförmig. Daneben gibt es auch schüssel- und wannenartige Formen. Zwischen kleinen, kaum wahrnehmbaren Eindellungen und Trichtern von mehr als 10 m Tiefe gibt es nahezu alle Zwischenstufen. Gelegentlich findet man am Boden wannenförmiger Gebilde kleine, steilwandige Dolinen eingesenkt. Besonders häufig ist eine Dolinentiefe von 4—8 m. Im Bürener Stadtwald sind fünf Dolinen näher vermessen worden¹⁸⁾. Ihre Tiefe und ihr Durchmesser betragen 4,5 m und 17 m, 4,6 m und 21 m, 5 m und 15 m, 7,5 m und 30 m sowie 8 m und 35 m. Die größte mir bekannte Doline westlich der Altenau befindet sich 1 km südlich des ehemaligen Gutes Tindeln bei Haaren. Sie hat einen Durchmesser von 40 m und eine Tiefe von mehr als 10 m. Im östlichen Teil der Paderborner Hochfläche zwischen Egge und Altenau befinden sich sogar Trichter, die eine Tiefe von 25 m und einen Durchmesser von 50 Schritt besitzen¹⁹⁾.

Verbreitung. Die räumliche Verteilung der Erdfälle ist sehr unterschiedlich. In weiten Gebieten der Hochfläche fehlen sie völlig, an einigen Stellen aber, zum Beispiel in der Waldung Mackeloh südlich Upsprunge und einem Waldstück an der Straße Böddecken—Haaren, liegen sie so dicht, daß zwischen ihnen nur schmale Stege ungesenkten Bodens stehen geblieben sind oder ihre Hänge sich sogar verschneiden. Am zahlreichsten sind die Dolinen im Turon. Hier liegen sie in Rudeln zusammen oder bilden perlschnurartige Ketten, die bisweilen wie mit dem Lineal ausgerichtet scheinen. Diese Reihen verlaufen zumeist in NNW- oder NNO-Richtung. Eine mehrere Kilometer lange Dolinenreihe zieht sich zum Beispiel vom ehemaligen Forsthaus Telegraph zum Gute Tindeln in nordnordöstlicher Richtung hin (Abb. 8). Eine weitere Kette von 8 Dolinen befindet sich in der Waldung Mackeloh. Das Vorherrschen der NNO- und NNW-Richtung läßt vermuten, daß ein Zusammenhang zwischen Dolinenreihen und den Kluftrichtungen des Gesteins besteht.

Im Cenoman ist die Zahl der Dolinen auffallend geringer. Auf der Hochfläche zwischen der oberen Alme, der Afte, der Aa und der Nette ist mir nicht eine Doline bekannt. Aber auch im übrigen Bereich der Cenomantafeln kommen sie nur selten vor. Ihre Zahl nimmt jedoch von Süden nach Norden etwas zu. So befinden sich in der Nähe der Gehöfte Pricken und Okental südöstlich Büren sowie südöstlich des Forsthauses Telegraph zwei Dolinenreihen am Fuße der Turonstufe im Cenomankalk. Auch auf der Talwasserscheide südlich des Eiler Berges liegen mehrere Erdfälle, ebenso nordwestlich Essentho. Die letzteren sind aber nicht durch Aushöhlungen im Cenoman, sondern in dem die Kreide hier unterlagernden Zechstein entstanden.

18) Von W. Meyer, Büren.

19) Stille: Paderquellen, 1903, 64.

Eine Anzahl von Dolinen befindet sich auch im Neokomsandstein östlich des Eller- und Sagebaches. Hier wird das Neokom vom Muschelkalk unterlagert. In ihm haben Gipsauslaugungen stattgefunden und die Dolinenbildung verursacht ²⁰⁾.

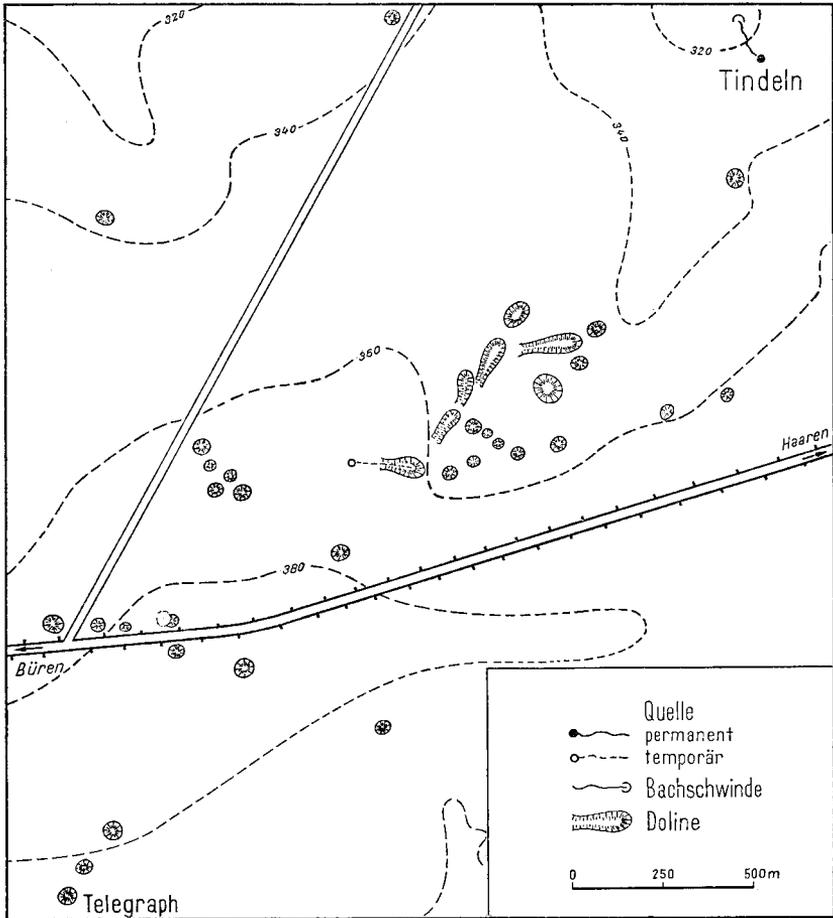


Abb. 8: Das Dolinenfeld westlich Haaren
(vgl. Abb. 1)

In Abb. 13, Beilage 3, sind die mir bekannten Dolinen westlich der Altenau und des unteren Almetales verzeichnet. Die Dolinen östlich der

²⁰⁾ Geldern-Crispendorff: Der Landkreis Paderborn, 1953, 7.

Altenau, die schon von Stille²¹⁾ kartiert worden sind, habe ich in die Karte mit aufgenommen. Sie lassen sich aber nicht mit den von mir aufgenommenen in Beziehung setzen, denn inzwischen sind neue Dolinen entstanden, andere zugeschüttet worden. Die Gesamtzahl der mir bekannten Dolinen im Kartierungsbereich westlich der Altenau beträgt 234. Davon entfallen auf das Cenoman 47 = 20 %, auf das Turon 187 = 80 %. Die Größe der Cenomantafeln im Untersuchungsgebiet westlich der Altenau beträgt etwa 200 km², die der Turontafeln 270 km². Daraus ergibt sich für das Cenoman eine Häufigkeit von 1 Doline pro 4 km², für das Turon von 1 Doline pro 1,5 km². Da die Karte aber gerade im Bereich der Turontafeln keinen Anspruch auf unbedingte Vollständigkeit erheben kann, ist die Dolinendichte hier vermutlich noch größer, nämlich etwa 1 Doline pro 1 km². Die größere Dichte im Bereich der Turonkalke erklärt sich wohl zum Teil aus der stärkeren Klüftigkeit des Gesteins gegenüber den Cenomankalken. Auch dürfte die unterschiedliche Reinheit der Kalke eine Rolle spielen. Eine Zunahme der Dolinenhäufigkeit ist aber — von Süden nach Norden — auch unabhängig von der Gesteinsbeschaffenheit zu beobachten. Das hängt wohl damit zusammen, daß sich in den südlichen Randgebieten der Paderborner Hochfläche keine größeren unterirdischen Wassersysteme ausbilden konnten, wogegen sich das Netz der subterranean Wasseradern nach Norden hin auf die Hellwegquellen zu verdichten muß.

Entstehung. Die Entstehung von Erdfällen läßt sich auf der Paderborner Hochfläche nicht selten beobachten. Im April des Jahres 1956 tat sich im Staatsforst Böddecken an der Straße Büren—Haaren, 300 m östlich der Abzweigung nach Böddecken, in einem Buchenbestand ein etwa 4 m tiefer Schacht auf. Der Durchmesser der Einsturzdoline betrug 1,5 m. An den senkrecht abstürzenden Wänden sah man unter einem dünnen, stark humosen Lockerboden bis zu einer Tiefe von einem Meter angewittertes Gestein, darunter festen Fels. Später wurde die Doline teilweise verschüttet. Von Förstern und anderen Gewährsmännern erfuhr ich von 7 weiteren Einsturzdolinen, die in den letzten 15 Jahren im Umkreis von etwa 10 km um Büren entstanden sind, davon 3 in der Gemarkung Haaren, 2 bei Upsprunge, eine bei Leiberg und eine weitere in der Nähe der Spitzen Warte bei Rüthen. Augenzeugen hoben jedesmal die zylindrische, schachtartige Gestalt der frischen Dolinen hervor. Der Einbruch erfolgt vielfach unversehens, oft bei Feldarbeiten unter der Belastung durch Ackergerät oder Tiere. So erzählte mir ein Bauer aus Haaren, südwestlich des Dorfes sei der Boden plötzlich unter den Vorderhufen eines Ackerpferdes eingebrochen. An einer anderen Stelle stürzte ein Pferd völlig in einen plötzlich sich öffnenden Schacht und konnte nur mit Hilfe von Gurten wieder herausgezogen werden. Hecker²²⁾ berichtet von einer Kuh, die bei Upsprunge in einer Einsturzdoline versank, ferner von einem Bauern in Upsprunge, der einen Find-

21) Stille: Paderquellen, 1903, Kartenbeilage.

22) Hecker: Upsprunge, 1950, 32.

ling, der ihn störte, vergraben wollte. Als er einen Hebel ansetzte, um den Findling zu bewegen, sank dieser plötzlich in die Tiefe.

Andere Dolinen entstehen durch langsame Sackung. Mit steigendem Alter wachsen sie nicht nur in die Tiefe, sondern auch in die Breite. Das Regenwasser rinnt an ihren oft sehr steilen Hängen hinab und wirkt abspülend. In die größeren Dolinen münden hier und dort von verschiedenen Seiten Runsen und Rinnen, die durch rückschreitende Erosion den Einzugsbereich des Erdfalls ständig vergrößern. Einige Dolinen haben talförmige Erweiterungen, die sich, entsprechend der nach Norden geneigten Abdachung, meist südlich von ihnen ausgebildet haben. Nach Regengüssen oder bei der Schneeschmelze sammelt sich das Wasser in den Tälchen und Runsen und fließt dem Grunde der Dolinen zu, wo es in einer Öffnung, die Kopfgröße erreichen kann, verschwindet. Am Beginn der Tälchen entspringen gelegentlich temporär fließende Quellen, die auch noch nach der Schneeschmelze und nach starken Niederschlägen einige Tage oder Wochen fließen können. In den trockenen Sommermonaten schließen sich die Schwundlöcher meist wieder durch Einspülen von Lehm, werden aber bei jeder stärkeren Wasserzufuhr erneut geöffnet. Gelegentlich verstopft sich ein Schwundloch so stark, daß es der nächste Regenguß nicht wieder zu öffnen vermag. Der Tiefenerosion wird dadurch ein Ende gesetzt, und nur eine horizontale Verbreiterung der Doline durch Denudation findet noch statt. Es entstehen ziemlich flache, schüsselförmige Gebilde, in denen sich nach Regenfällen Wasserlachen bilden können. Das Wasser hält sich jedoch meist nur wenige Tage und versickert im Grunde der Doline. Am Boden dieser flachen Wannen habe ich mehrfach kleine, steilwandige Erdfälle feststellen können. Machatschek beschreibt ähnliche Formen aus dem Gebirge: „Oft trifft man am Boden großer flacher Mulden kleinere steilere eingesenkt. Sie haben sich im Gebirge unter zerfallenden Schneeflecken, die längere Zeit als die Umgebung Wasser für die Lösung des Gesteins liefern, zugleich mit der großen Schüssel gebildet . . .“²³⁾ Die Erklärung, die Machatschek hier für „zusammengesetzte Dolinen“²⁴⁾ im Gebirge gibt, trifft für die Erdfälle der Paderborner Hochfläche gewiß nicht zu, da sich eine geschlossene Schneedecke dort höchstens einige Wochen im Winter hält und bei der Schneeschmelze auch der Schnee in den Dolinen schnell wegtaut. Die kleinen Dolinen am Grunde der großen erklären sich im vorliegenden Falle vielmehr durch eine Neubelebung der Dolinenbildung. Diese erfolgt meist durch ein plötzliches Einsacken des Dolinenbodens infolge unterirdischer Auswaschungen. Es gibt also offensichtlich unterschiedliche Anlässe für die Ausbildung „zusammengesetzter Dolinen“.

23) u. 24) Machatschek: Geomorphologie, 1949, 95.

d) Karstquellen

Hellwegquellen. Der Wasserarmut der Kalktafeln steht die Wasserfülle des Hellwegtales gegenüber. An einer Linie, die sich von Paderborn über Salzkotten, Geseke nach Störmede hinzieht, treten starke Quellen in großer Zahl auf. Es sind dies innerhalb des Untersuchungsgebietes die Paderquellen, die Gunnequellen, die Quellen von Salzkotten, die Hederquellen in Upsprunge, die Quellen der Völmede und des Geseker Baches bei Geseke und die Quicksprünge bei Störmede. Diese Quelllinie ist durch den Emschermergel bedingt, der im Hellwegtal das Turon überlagert und das Wasser, das in den Klüften der Kreideabdachung versickert, aufstaut (Barrierequellen). Alle Quellen treten in Gruppen auf und zeigen fast ausnahmslos typische Karstquelleigenschaften: hohen Kalk- und Bakteriengehalt, zeitweise Trübung, starke Wasserschüttung, die aber großen und plötzlichen Schwankungen unterworfen ist. Ein Teil der Quellen versiegt im Sommer vollständig. Die Gruppe in Störmede besteht nur aus temporären Quellen. Diese Quicksprünge liegen vermutlich nicht direkt als Stauquellen am Emschermergel, sondern etwas südlich davon. Sie treten nur in wasserreichen Zeiten in Tätigkeit.

Die Paderquellen — ihre Zahl beträgt über 200 — sprudeln im Bereich der Stadt Paderborn unter Häusern, Kirchen und in Anlagen hervor. Die einzelnen Quellgruppen vereinigen sich zu fünf Quellbächen: zur Warmen Pader, Damm-Pader, Börne-Pader, Rotheborn-Pader und Spül-Pader. Die Wasserführung der Pader ist so stark, daß sie schon nach hundert Metern mehrere Mühlen treibt. Die Gesamtschüttung der Quellen beträgt bei Niedrigwasser 3 m³/sec, bei Mittelwasser 5 m³/sec und bei Hochwasser 7 m³/sec. Der Extremwert ist 9 m³/sec²⁵⁾. In den einzelnen Quellgruppen liegen ständig fließende und nur temporär tätige, stets klare und zeitweilig trübe Springe in enger Gesellschaft beieinander. Der Kalkgehalt ist hoch. Nach Berechnung von Bischof²⁶⁾ werden in jeder Minute durchschnittlich 135,7 kg Kalk mit dem Paderwasser fortgeführt. Auch der Bakteriengehalt ist vermutlich beträchtlich. Zahlreiche Typhusepidemien, die Paderborn bis zum Ende des 19. Jahrhunderts heimsuchten, sind wahrscheinlich auf verseuchtes Quellwasser zurückzuführen.

Westlich von Paderborn entspringt bei Wewer die Gunne, die von einigen ständig fließenden Quellen gespeist wird.

Die Hederquellen sind in verkleinertem Maßstabe ein getreues Abbild der Paderquellen. Sie treten in großer Zahl innerhalb des Dorfes Upsprunge zutage, dringen zum Teil unter den Häusern hervor und vereinigen sich zu mehreren Bächen, die sich noch im Dorfe zu einem wasserreichen Fließchen, der Heder, zusammenschließen. Die Wasserführung der Quellen beträgt im Durchschnitt 1,88 m³/sec²⁷⁾, ist aber starken

²⁵⁾ Geldern-Crispendorff: Der Landkreis Paderborn, 1953, 22.

²⁶⁾ Geldern-Crispendorff: Der Landkreis Paderborn, 1953, 22.

²⁷⁾ Nach Angaben des Wasserwirtschaftsamtes Lippestadt.

Schwankungen unterworfen. So betrug sie vom 26. 7. bis 4. 8. 1946 bei einem Pegelstand von mehr als 70 cm über 4 m³/sec, vom 22. 10. bis 1. 11. 1947 bei einem Pegelstand von 18 cm dagegen nur 0,62 m³/sec²⁸⁾. Von den 18 Quellen der Heder fließen in heißen Sommern nur 5, alle anderen versiegen²⁹⁾. Wie bei der Pader liegen auch hier temporäre und perennierende, ständig klare und zeitweise trübe Springe dicht beieinander. Nur 4 Quellen trüben sich nie, alle anderen zeigen zur Zeit der Schneeschmelze und nach Regengüssen gelbliche bis braune Färbung des Wassers³⁰⁾.

Etwa 1 km von Upsprunge entfernt beginnt das Gebiet der Quellen von Salzkotten, die sich im Süden, Osten und Nordosten halbkreisförmig um die Stadt scharen. In dichtem Beieinander liegen hier Süßwasser- und Soleaustritte. Die Konzentration der Sole ist in den südlichen Quellen schwächer als in den nördlicheren. Eine Analyse des Nahrungsmitteluntersuchungsamtes in Paderborn vom 15. 9. 1951 ergab für die Unitasquelle 5,3 ‰, für die Sültsoidquelle 2,9 ‰. Die Abnahme der Konzentration nach Süden erklärt sich wohl durch stellenweise Vermischung der Sole mit dem aus der südlich gelegenen Hochfläche herbeiströmenden Wasser. Von einer weiträumigen unterirdischen Vermischung der Sole mit dem Süßwasser kann aber keine Rede sein, da auch in nächster Nähe der Soleaustritte starke Süßwasserquellen hervorbrechen. Die zahlreichen Süßwasserquellen fördern ständig klares Wasser zutage. Trotzdem kann man auch sie als Karstquellen betrachten, denn ihr Wasser zeichnet sich durch große Härte und Ergiebigkeit aus. Die ständige Ungetrübtheit erklärt sich wohl aus den Plänerkiesen, die hier das Turon überlagern. Sie wurden beim Gehöft Tölle östlich von Geseke in einer Mächtigkeit von 17 m erbohrt. Beim Aufstieg durch diese Kiese wird das Wasser filtriert. Fast alle Quellen laufen ständig. Ihre Gesamtschüttung betrug bei einer Messung am 8. 1. 1943 0,61 m³/sec und am 9. 7. 1943 0,45 m³/sec³¹⁾.

10 km südwestlich von Salzkotten liegen die Geseker Quellen, die sich aus zwei Gruppen zusammensetzen: den Quellen der Völmede und den Quellen des Geseker Baches. Die Völmede entspringt unmittelbar nördlich der Bundesstraße 1 am Ostrand der Stadt in drei Quellteichen. Ihre Wasserführung ist keinen großen Schwankungen unterworfen. Zwischen den Quellteichen und der Stadtmitte befinden sich 3 ständig und 3 temporär fließende Wasseraustritte. Nach heftigen Regengüssen auf der Haarabdachung schütten besonders die Quicksprünge eine beträchtliche Menge meist getrübten Wassers. Die Quellgruppe des Geseker Baches setzt sich aus 5 Quellen im Rosenteich, dem Geseker Spring am Krankenhaus und einer Quelle in der Bachstraße zusammen. Sie liegen alle im Stadtgebiet. Am 20. 12. 1924 betrug die Schüttung der Quellen des Rosenteiches 15 m³/min, die der Völmede 7 m³/min und die des Geseker Springs 3 m³/min. Am 5. 1. 1925 war die Wasserführung auf die doppelte Menge

²⁸⁾ Berechnet nach den Pegelbüchern des Wasserwirtschaftsamtes Lippstadt.

²⁹⁾ u. ³⁰⁾ Hecker: Quellendorf Upsprunge, 1950, 99 ff.

³¹⁾ Nach Angaben des Wasserwirtschaftsamtes Lippstadt.

angestiegen. Der Rosenteich schüttete 30 m³/min, die Völmedequellen 13 m³/min und der Geseker Spring 8 m³/min ³²⁾. In trockenen Jahreszeiten sinkt die Wasserschüttung stark unter die angegebenen Werte. Der Geseker Spring versiegt in heißen Sommern sogar völlig. So war die Quelle 1893, 1911, 1921 und 1953 trocken ³³⁾.

Die westlichste Quellgemeinschaft bilden die Quicksprünge von Störmede. Sie bestehen aus zwei Gruppen, von denen die eine mehrere hundert Meter südlich der Bundesstraße 1 an der Straße von Störmede nach Eringerfeld liegt. Sie setzt sich aus zwei Quelltöpfen zusammen, von denen der größere und tiefere — etwa 1,5 m unter der Abflußrinne — gewöhnlich noch eine Zeitlang Wasser führt, wenn der kleinere, der 1,5 m höher liegt, schon trocken ist. Als letzte versiegen die Quicksprünge der zweiten Quellgruppe, die etwa 200 m nordöstlich von hier liegt.

Quellen am Südrand des Kreidegebietes. Neben den Quellgruppen am Hellweg befinden sich auch innerhalb der Kreidetafeln und an deren Südrand Karstwasseraustritte. In den Nebentälern der Alme und Afte liegen auf der Grenze zwischen Karbon und Kreide zahlreiche Schichtquellen. Diese lassen zwar typische Erscheinungen von Karstwasseraustritten wie Trübung und große Schwankungen der Schüttung vermissen, doch haben sie den hohen Kalkgehalt mit den vorgenannten Quellen gemeinsam. Er ist bei einigen Quellen so stark, daß sich ausgedehnte Kalktuffe gebildet haben. Zwischen Büren und Kedinghausen liegt eine Quelle mit Kalktuffbildungen am Südhang des Aftetals. Dem flüchtigen Beschauer wird nur der Tuffsteinfels auffallen, über den sich der Quellbach in kleinen Kaskaden ergießt. Diesem Tuffstein ist aber noch ein flacher Kegel vorgelagert. Er ist mit Gras bewachsen und besteht aus sehr lockeren Kalktuffen. Seine Höhe beträgt 2 m, sein Durchmesser ca. 20 m. Die Straße von Büren nach Kedinghausen führt über diesen Kegel hinweg. Während sich fester Tuffstein nur an dieser Quelle und in ihrer unmittelbaren Nähe gebildet hat, finden sich lockere Tuffablagerungen auch in einigen Nebentälern der Alme und Afte, besonders im Aschental, das etwa 1 km südlich von Weine ins Almetal mündet und vom Schienborn durchflossen wird. Hier sind etwa 200 m südlich des Gutes Aschenthal, wo der Weg vom Gut nach Meiste den Bach quert, weiße Kalktuffe in einer Mächtigkeit von mehreren Metern aufgeschlossen. Weitere Kalktuffvorkommen befinden sich im Tal des Rotherbaches und anderen Nebentälern der Afte.

Quellen im Kreidegebiet. Innerhalb der Kreidetafeln sind Karstquellen fast ausnahmslos an die tief eingeschnittenen Täler der Altenau und Alme sowie der Nebentäler der Altenau gebunden. Im Bereich der Altenau liegen ständig fließende Quellen in den Ortschaften Nordborchen und Kirchborchen, beim Forsthaus Gellinghausen, oberhalb des Ortes Henglarn und am Boddenberge oberhalb der Amerungenkapelle sowie am Schmittwasser-Sauerlauf zwischen Iggenhausen und Grundsteinheim.

³²⁾ u. ³³⁾ Nach Angaben des Wasserwirtschaftsamtes Lippstadt.

Neben diesen perennierenden Quellen weisen die Täler noch eine Fülle von temporären Wasseraustritten auf. Sie sind schon von Stille beschrieben und kartiert worden (Abb. 13, Beilage 3).

Im Talzug der Alme befinden sich außer den zwei kleinen Quellen bei Büren und zwei weiteren unmittelbar oberhalb der Einmün-

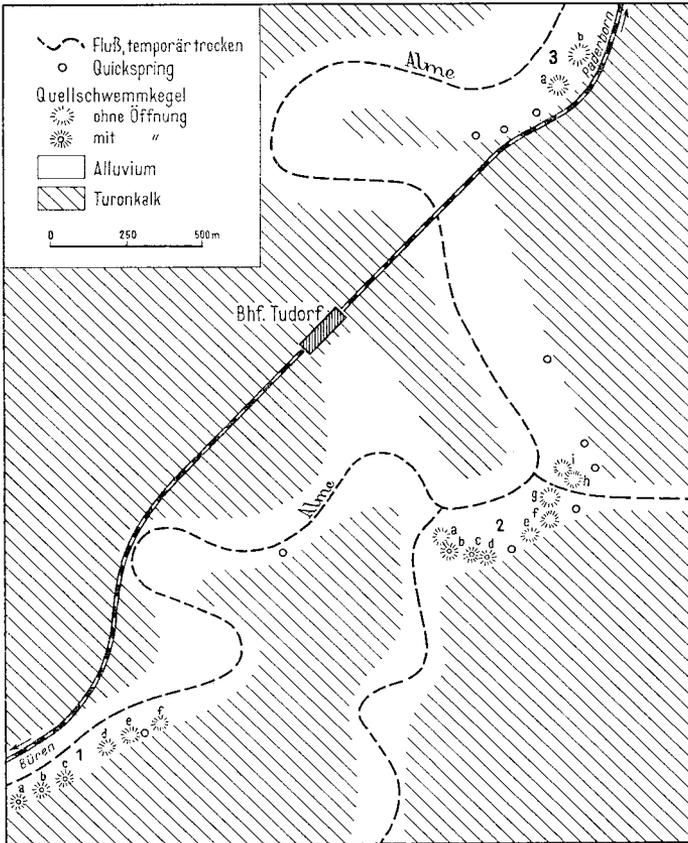


Abb. 9: Die Verbreitung der Quellschwemmkegel

dung der Altenau bei Nordborchen nur Quicksprünge. In Abb. 9 sind die temporären Quellen zwischen Wewelsburg und Alfen kartiert. Bis auf einige Sprünge bei Alfen — sie liegen außerhalb des Kartierungsbereiches — befinden sie sich, dem nördlichen Einfallen der Kreidetafeln entsprechend, alle auf der südlichen Seite des Flusses in unmittelbarer

Nähe der Talwände. Im Frühjahr sind bis zu 27 Quellen in Tätigkeit. Die stärksten liefern zeitweise mehrere Liter pro Sekunde. Zwei Quellen nördlich von Tudorf, unterhalb des Bahndammes der Linie Paderborn—Büren, fließen fast das ganze Jahr hindurch.

Eine Reihe der Springe zwischen Wewelsburg und Alfén liegt auf flachen, ausgesprochen kegelförmigen Hügeln, die mit Gras bewachsen sind. Sie weisen in ihrer Mitte zum Teil schlot- oder trichterförmige Öffnungen auf, aus denen das Quellwasser hervorsprudelt. Insgesamt befinden sich zwischen Wewelsburg und Alfén 6 solcher Kegel. Außer diesen Erhebungen, die eine deutliche Quellöffnung aufweisen, findet man hier noch 11 weitere Hügel, in denen das Wasser nicht in einem Trichter oder Schlot aufsteigt, sondern langsam emporquillt und den ganzen Hügel durchtränkt. Quellhügel dieser Art sind meines Wissens bisher in keinem Karstgebiet gefunden und beschrieben worden. Ich nenne sie **Quellschwemmkegel**.

Im Almetal lassen sich drei Gruppen von Quellschwemmkegeln unterscheiden (Abb. 9). Die erste liegt am Fuße des südlichen Talhanges der Alme zwischen Wewelsburg und Tudorf, etwa 1 km südwestlich des Stockesberges. Sie besteht aus 6 Kegeln. Die zweite und größte Gruppe befindet sich südlich und östlich des Laubesberges bei Niederntudorf. Sie setzt sich aus 9 Kegeln zusammen. Die dritte, zwei Hügel umfassende Gruppe liegt östlich des Hengelsberges zwischen Tudorf und Alfén. Wie die erste Gruppe so ziehen sich auch die beiden anderen unmittelbar am Fuße des südlichen Talhanges hin. Der größte Kegel der Gruppe — in Abb. 9 mit 1a bezeichnet — hat einen Durchmesser von 30—35 m und eine Höhe von ca. 2 m. Der Kegel 1b steht ihm an Größe kaum nach. Beide Kegel wie auch der weit kleinere Hügel 1c weisen, wenigstens zur Zeit der Tätigkeit der Quellen, deutlich erkennbare schlotförmige Quellöffnungen auf. Bei einer Geländebegehung im Mai 1955 flossen die Quellen nicht. Am höchsten Punkt des Kegels 1a befand sich eine Öffnung, in die man eine Hand hineinführen konnte. Um die Öffnung lag ein Ring frischer lehmiger Erde. Der ganze Hügel war sehr feucht. Die Kegel 1b und 1c boten ein ähnliches Bild, doch waren die Öffnungen schmaler und lagen nicht genau in der Mitte. In der ersten Aprilhälfte des Jahres 1958 fand ich alle drei Quellschwemmkegel in Tätigkeit. Die Quellöffnungen waren wesentlich größer als drei Jahre zuvor. — Die Kegel 1d, 1e und 1f sind im Gelände schwer auffindbar. Sie lassen Quellöffnungen vermissen, zeichnen sich aber durch große Nässe aus.

Die Gruppe 2 setzt sich aus 4 großen, etwa 1,5 m hohen und 5 kleineren Quellschwemmkegeln zusammen. Die 4 großen liegen in unmittelbarer Nähe der Gastwirtschaft Waldschlösschen auf einer Wiese so dicht beieinander, daß sich ihre Hänge verschneiden. Während der Kegel 2a keine Quellöffnung hat, befinden sich in den Kegeln 2b, 2c und 2d Trichteröffnungen, die einen Umfang von nicht weniger als 20 m und eine Tiefe von einigen Metern besitzen. Diese Trichter sehen Dolinen nicht unähnlich. In feuchten Jahreszeiten füllen sie sich an und bilden kleine kreisrunde Seen, aus denen eine beträchtliche Menge Wasser hervorquillt. Wie

um die Schlotöffnungen der Gruppe 1 so findet man auch um die Trichter der Quellschwemmkegel der Gruppe 2 bisweilen frische lehmige Ablagerungen. Die übrigen Kegel der zweiten Gruppe sind wesentlich kleiner und weisen keine deutlichen Öffnungen auf. Dasselbe gilt auch für die beiden Hügel der Gruppe 3.

Die Entstehung der Quellschwemmkegel läßt sich in folgender Weise erklären. Die Quicksprünge bei Tudorf werden von den Niederschlägen gespeist, die auf der Hochfläche südöstlich des Almetales in zahlreichen Dolinen und Spalten des Kalkgesteins versickern. Da sich auf der Hochfläche weite Ackerfluren befinden, wird, zumal nach starken Regengüssen, viel Ackerboden in die Versickerungsstellen eingeschwemmt, von den unterirdischen Wasserläufen mitgeführt, in den Quicksprüngen wieder zutage gefördert und hier in den Weiden des Almetales abgelagert. Wasserdruck und Turbulenz verhindern eine Klärung der Trübe auf dem unterirdischen Lauf, und das hochsprudelnde Wasser der Karstquellen fördert sie auch noch zutage. Dann aber erlischt die Transportkraft, und die Trübe wird in einem ringförmigen Kegelmantel abgelagert. Die frischen Ablagerungen werden vom Gras durchwachsen und dadurch gebunden. So nehmen die Quellhügel langsam an Höhe zu.

Vor oder in den Anfängen der Kultivierung der Hochflächen wird die oberirdische Abspülung gering gewesen sein. Die Quicksprünge werden sich — falls damals schon vorhanden — nur wenig oder gar nicht getrübt haben. Erst im Gefolge der weiträumigen Rodungen für den Anbau steigerte sich die Bodenerosion und damit auch die Trübung der Quellen. So sind die Quellschwemmkegel m. E. anthropogen bedingt. Genetisch handelt es sich hier um eine Sonderform der Auelehmbildung, die ja nachweislich auch eine Verstärkung durch das Eingreifen des Menschen erfahren hat³⁴⁾.

e) Unterirdische Wasserzirkulation

Untersuchungsmittel. Die Tatsache, daß zwischen den Karstquellen und den Flußschwinden des Almegebietes hydrologische Zusammenhänge bestehen, ist den Bewohnern des Paderborner Landes schon seit langem bekannt. Der Verlauf der unterirdischen Wasserwege ist aber bisher in weiten Gebieten des Almeraumes unerforscht geblieben. Stille weist als Hilfsmittel für ihre Erkennung auf Spaltensysteme, Verwerfungen, Quellaustritte im Kalkgebiet und die Erdfälle hin.

Die Spalten im Gestein bilden die natürlichen Leitlinien des unterirdischen Abflusses. Namentlich die breiten Klüfte können karsthydrologisch wirksam werden und sich bei raschem Durchfluß des Wassers durch dessen erosive und kalklösende Kraft ständig erweitern. Dabei ist es jedoch zur Ausbildung ausgedehnter unterirdischer Hohlräume im Bereich der Paderborner Hochfläche nicht oder noch nicht gekommen. Mir ist lediglich bei Grundsteinheim eine Flußhöhle bekannt. Sie ist in

³⁴⁾ Mensching: Auelehmbildung, 1951, 220.

einer Länge von 200 m begehbar und von P. Pagendarm näher beschrieben worden³⁵⁾. Wie die Spaltenzüge können auch Verwerfungen als wasserleitende Linien wirksam werden. Die Zerrüttungszone an der Störung kann von dem unterirdisch strömenden Wasser leicht ausgeräumt werden. Dadurch werden vermutlich größere Abzugsröhren entstehen. Für diese Annahme spricht die Tatsache, daß die in den Talgründen entspringenden Quellen sich häufig an Verwerfungslinien anlehnen, so die starken, ständig fließenden Quellen von Kirchborchen, die Quellen am Boddenberge im oberen Altenautal und die Quicksprings an der Sauer oberhalb von Atteln.

Wie diese an Verwerfungen gebundenen Quellen, so sind auch all die anderen ständig oder temporär tätigen Wasseraustritte in den Talgründen geeignet, Anhaltspunkte für den Verlauf der unterirdischen Karstgerinne zu geben. Diese werden sich, der Abdachungsrichtung entsprechend, vorwiegend von Süden nach Norden bzw. von Südsüdost nach Nordnordost hinziehen. Die tief eingeschnittenen Täler weisen aber zum Teil eine südwestliche Streichrichtung auf, die sich, wie nachgewiesen, aus einem älteren, zur Möhne entwässernden Flußsystem erklärt. Diese Täler kreuzen die subterranean Wasserläufe — zumindest im Richtungsverlauf — häufig. Wo ein Wasserlauf von einem Tal direkt, d. h. in gleicher Höhenlage, geschnitten wird, treten Quellen zutage.

Auch die Erdfälle vermögen Anhaltspunkte über die Wasserverhältnisse im Kreidegebirge zu geben, namentlich wenn sie in Reihen angeordnet sind. Eine letzte Sicherheit über Richtung und Endpunkt der unterirdischen Entwässerung läßt sich aber nur durch Färbung oder anderweitige Kenntlichmachung des versickernden Wassers gewinnen. Färbungen, sind bisher nur in einem Teil des Arbeitsgebietes durchgeführt worden. Eine genauere Untersuchung erfuhr lediglich der Raum zwischen Egge und Altenau durch Stille³⁶⁾. Ich werde zunächst kurz über die Ergebnisse der Stilleschen Arbeit berichten und mich dann dem Gebiet westlich der Altenau zuwenden.

Das Gebiet zwischen Egge und Altenau. In den Jahren 1897 bis 1901 wurden von Stille und Fricke an der Altenau und ihren Nebenbächen Färbungen durchgeführt. Das Wasser des Ellerbaches wurde an 5 Versickerungsstellen gefärbt (Abb. 13, Beilage 3). Es trat in verschiedenen Quellen der Pader wieder aus. Die Dauer des unterirdischen Laufes war sehr unterschiedlich und schwankte bei den einzelnen Färbungen zwischen 21 und 86 Stunden. Auch gefärbtes Wasser der Sauer kam in den Paderquellen wieder zum Vorschein. Die Zeitspanne zwischen Färbung und Wiederaustritt des Wassers betrug hier 44 bzw. 61,5 Stunden. Eine Überraschung brachte eine Färbung etwas oberhalb der Mündung der Sauer in die Altenau. Das gefärbte Wasser kam nicht in Paderborn, sondern in den Quellen von Kirchborchen wieder ans Tageslicht. Das gleiche Ergebnis brachte eine weitere Färbung 850 m unterhalb von

³⁵⁾ Pagendarm: Schwalglöcher, Flußhöhlen, Erdfälle, 1930, 174.

³⁶⁾ Stille: Paderquellen, 1903.

Ebbinghausen. Die unterirdische Laufzeit des Wassers betrug bei beiden Färbungen 1,5 bis 2 Tage.

Nach den Stilleschen Färbungen ergibt sich für die hydrologischen Verhältnisse der östlichen Paderborner Hochfläche folgendes Bild. Die Entwässerung des Gebietes vollzieht sich — namentlich im Frühjahr — in zwei Stockwerken. Das Wasser der Altenau und ihrer Nebenbäche strömt, soweit es nicht in Schwalgen verschwindet, oberirdisch der Alme zu. Das versickerte Wasser fließt in mehreren Hauptadern zum größeren Teil den Paderquellen, zum geringeren Teil den Quellen an der unteren Altenau zu. Es werden also zwischen Egge und Altenau zwei voneinander getrennte Karstwassersysteme von einem oberirdischen Entwässerungsnetz überlagert.

Der östliche Haarstrang. Außer den Färbungen im Einzugsbereich der Paderquellen und der Borchener Quellen sind erfolgreiche Färbversuche bisher nur an der Alme bei Brenken durchgeführt worden. Obschon Gutzmann in seiner Arbeit über den Wasserhaushalt der Lippe diese Versuche bereits erwähnt, möchte ich hier noch einmal näher auf sie eingehen. Es standen mir nämlich Akten des Königlichen Meliorationsbauamtes Minden zur Verfügung, die in der Fachliteratur noch nicht ausgewertet worden sind³⁷⁾.

Wie im Bereich der Paderquellen, so war es auch hier ein Streit um die Wasserrechte, der die Färbungen veranlaßte. Den Bewohnern von Geseke muß die Tatsache, daß die Quellen des Geseker Baches von versickertem Almeswasser gespeist oder wenigstens teilweise gespeist werden, seit Jahrhunderten bekannt sein. In der Geseker Zeitung vom 30. November 1895 schreibt der Apotheker Dr. Jehn: „Die Tradition weiß zu berichten von erbitterten Kämpfen zwischen den Besitzern der 6 Mühlen, die in der Geseker Feldmark von der Völmede und der Waid³⁸⁾ getrieben werden, und Mühlenbesitzern an der unteren Alme, die angeblich die Schwalglöcher und dergleichen verstopft und dadurch ersteren das Wasser abgeschnitten haben sollen. Auch soll bereits aus derselben Ursach vor mehreren Jahrhunderten ein Prozeß der regierenden Äbtissin des Stiftes Geseke gegen die Besitzer der Fideikommißherrschaft Brenken geführt und dahin entschieden worden sein, daß dem Freiherrn von Brenken ‚bei einer Pön von hundert Gulden‘ untersagt wurde, ‚das Wasserloch zu stopfen.‘“ Von ähnlichen Streitigkeiten der Almebewohner mit Müllern von Upsprunge berichtet der Königliche Bauinspektor Werres in einem Gutachten über Almeschwalgen an den Landrat von Büren aus dem Jahre 1883³⁹⁾. Auf seiten der Almeanwohner begnügte man sich auf die Dauer aber nicht damit, die Schwalgen nur notdürftig zu verschließen, vielmehr wandten sich in den achtziger Jahren des vorigen Jahrhunderts zwei Niederntudorfer Müller an den Landrat von Büren und beantragten eine Dichtung der Almeschwalgen

37) Acta betr. Almeschwalgen B. I u. B. II.

38) Es ist wohl der Geseker Bach gemeint.

39) Acta betr. Almeschwalgen.

mit öffentlichen Mitteln. Dem Antrag wurde stattgegeben. Aus einem Bericht an den Meliorationsbauinspektor Grantz in Münster ⁴⁰⁾ geht hervor, daß die Verbauung zwischen dem Wege, der von Brenken nach Erpenburg führt, und der „großen Buche“ erfolgten, und zwar in der Zeit vom 9. 10. bis 12. 12. 1891. Die Dichtungsarbeiten blieben zunächst nicht ohne Erfolg: die Müller in Ahden und Wewelsburg konnten wieder mahlen. Der Erfolg war jedoch nicht von Dauer, denn schon im Juni 1892 lag die Alme wieder trocken. Im September 1895 wurden erneut Dichtungsarbeiten vorgenommen. Um die Mitte des Monats stellten die Geseker eine auffällige Minderung der Schüttung des Geseker Springs am Krankenhaus fest. Sie erreichten beim Regierungspräsidenten eine vorläufige Einstellung der Dichtungsarbeiten.

Um festzustellen, ob zwischen den Almeschwalgen und den Quellen in Geseke tatsächlich ein Zusammenhang besteht, wurden in den folgenden Monaten im Auftrag des Meliorationsbauamtes Münster I von dem Wiesenbaumeister Bracht mehrere Färbversuche durchgeführt. Aus den Berichten, die Bracht an den Meliorationsbauinspektor Nolda sandte, sind folgende Einzelheiten zu entnehmen. Nachdem zwei Versuche mit Eosin am 18. 10. und 29. 10. 1895 ohne Erfolg geblieben waren, wurde am 5. 11. morgens zwischen 5.30 und 6 Uhr eine Schwalge unterhalb der Sägemühle in Brenken mit Uraninkali beschickt. Bracht schreibt über diesen Versuch: „Die Posten an den Quellen in Geseke und Upsprunge wurden des abends aufgestellt, und traf das erste Wasser mit Farbe am 6. des Monats morgens 6¹/₂ Uhr in Upsprunge im Garten des Heinrich Meise Nr. 28 ein. Gegen 7 Uhr wurden die Quellen im Garten des Ackermanns Meschede und verschiedene kleine Quellen grün gefärbt angetroffen. Diese Färbung nahm immer stärker zu, so daß gegen 8 Uhr der ganze Hederfluß sehr stark grün gefärbt war, und hielt dieselbe bis 12 Uhr mittags an. In den Quellen selbst wurde sie noch bis 5 Uhr abends bemerkt . . . In Geseke ist von der Färbung keine Spur bemerkt worden.“ — Am 19. 11. 1895 wurde eine Schwalge ca. 1 km oberhalb Brenken mit 2 kg Uraninkali beschickt. Bracht berichtet darüber an Nolda am 22. 11.: „Nach Verlauf von 30 Stunden war ein geringes Erscheinen von gefärbtem Wasser in Upsprunge bemerkbar, und zwar am Mittwoch abend 6 Uhr bis Donnerstag morgen 9 Uhr. Gestern morgen 8 Uhr, also nach Verlauf von 44 Stunden, zeigten die Quellen bei Geseke, besonders der Völmede, sowie die Quellen in den Wiesen und die Teichquelle in Geseke eine intensive Färbung, die bis gegen 4 Uhr nachmittags anhielt. Die Quelle beim Landarmenhaus ⁴¹⁾, sogenannter Spring, ist von der Färbung nicht betroffen worden.“ — Ein dritter Versuch wurde am 30. 11. 1895 unternommen. Darüber berichtet Nolda an den Regierungspräsidenten in Minden: „Die dritte und letzte Färbung endlich fand am 30. 11. 95 mittags um 2¹/₂ Uhr am oberen Ende der gedichteten Schwalgenreihe statt. Am 1. 12. mittags 1¹/₄ Uhr, d. i. nach 23 Stunden zeigten sämt-

⁴⁰⁾ Acta betr. Almeschwalgen.

⁴¹⁾ Heute Krankenhaus.

liche Hederquellen in Upsprunge eine grüne Farbe.“ Die Quellen von Geseke blieben bei diesem Versuch wieder ungetrübt ⁴²⁾.

Alle Versuche haben eindeutig bewiesen, daß das bei Brenken versickernde Almewasser in Geseke und Upsprunge wieder zutage tritt. Es stehen die Schwalgen unterhalb Brenkens mit den Quellen von Upsprunge, die Schwalgen oberhalb des Ortes mit den Quellen in Geseke und denen in Upsprunge in Verbindung. Ungeklärt blieb, warum der Spring am Krankenhaus in Geseke bei den Dichtungsarbeiten fast versiegte. Er zeigte bei keinem der Versuche eine Färbung.

Daß die unterirdische Wasserzirkulation im Haarstranggebiet recht verwickelt ist, haben die Färbungen der Schwalgen an der Alme bei Brenken gezeigt. Die lange Laufzeit des Wassers auf den subterranean Wegen und das dichte Beieinander von Quellen, die eine Färbung aufwiesen, und solchen, die klar blieben, deuten auf ein enges Netz von Röhren und Klüften hin, die nur unvollkommen miteinander in Verbindung stehen. Ebenso ist die enge Vergesellschaftung von Süßwasser- und Solequellen in Salzkotten ein Beweis dafür, daß die unterirdischen Wasserläufe sich nicht als breite Grundwasserströme, sondern in engen Röhrensystemen bewegen. Ich habe solche Röhren in mehreren Steinbrüchen angeschnitten gesehen. Auch Suerken ⁴³⁾ hat solche Gebilde beschrieben. Daß die unterirdischen Wasserwege aber nicht völlig voneinander getrennt sind, beweist der Versuch vom 19. 11. 1895. Durch die Färbung einer Versickerungsstelle wurden sowohl die Upsprunger wie die Geseker Quellen betroffen. Außerdem zeigten die Versuche, daß eine Quellgruppe auch von verschiedenen Wasserströmen gespeist werden kann, die, anfänglich getrennt, sich später auf ihrem unterirdischen Laufe vereinen. So wurden die Hederquellen sowohl bei der Färbung einer Schwalge oberhalb Brenken als auch bei einem Färbversuch unterhalb Brenken stark getrübt, ein Beweis dafür, daß beide Schwalgen mit den Hederquellen in Verbindung stehen.

Die Abhängigkeit der Wasserführung der Hederquellen von der Alme läßt sich durch Gegenüberstellung der Wasserstandskurven des Almepiegels bei Weine und des Hederpegels von Upsprunge aufzeigen (Abb. 10). Auf den ersten Blick erscheint die Kurve der Heder als ein getreues Abbild der Almekurve: Maxima und Minima der Alme erscheinen als Höhepunkte und Tiefpunkte der Schüttung der Hederquellen, doch zeigt eine genauere Betrachtung folgende Sonderheiten: 1. Die Kurve der Heder ist ausgeglichener als die der Alme. Kleine Schwankungen der Alme wirken sich in der Heder zum Teil gar nicht aus. 2. Bei niedrigem Wasserstand — Alme unter 50 cm, Heder unter 30 cm — treten in der Hederkurve gegenüber der Almekurve Verzögerungen bis zu 2 Tagen auf. Bei höherem Wasserstand — Alme über 50 cm, Heder über 30 cm — liegen die Minima und Maxima gleichzeitig.

⁴²⁾ Sämtliche Berichte über die Färbungen sind den Acta betr. Almeschwalgen entnommen.

⁴³⁾ Suerken: Die Flußdichte im östlichen Teil der Münsterschen Bucht, 1909, 43.

3. Bei Hochwasser — Alme über 90 cm — zeigt die Heder einen hohen, ziemlich ausgeglichenen Wasserstand. Die Hochwasserscheitel der Alme werden in der Hederkurve nur schwach gespiegelt.

Es fragt sich nun, wie diese Erscheinungen zu erklären sind. Was die größere Ausgeglichenheit der Wasserschüttung der Heder gegenüber der Alme anbelangt, so ist zu sagen, daß das unterirdische Kluft- und Röh-

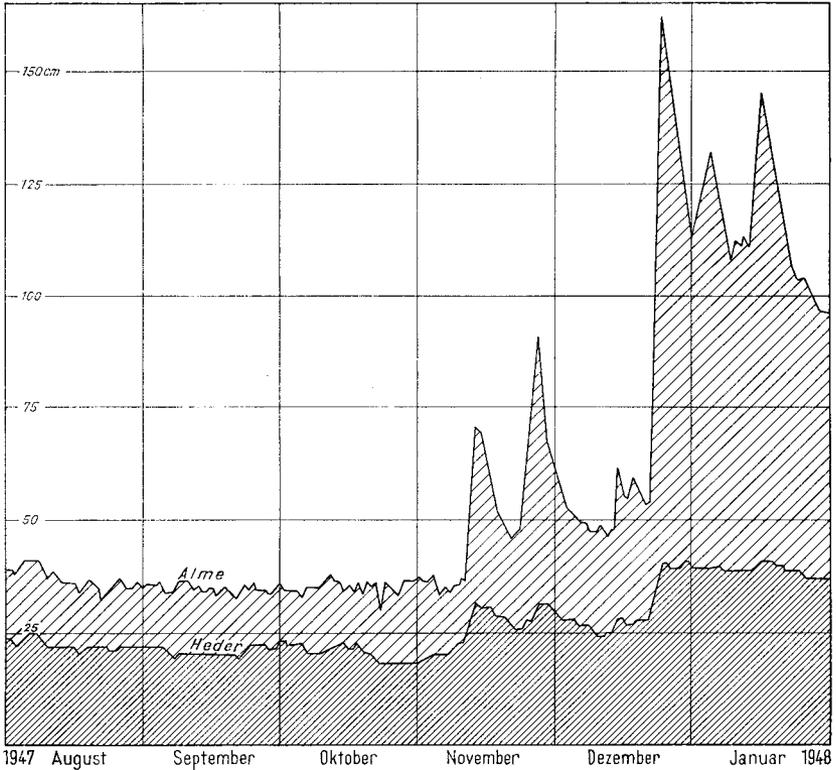


Abb. 10: Der Wasserstand von Alme und Heder 1947/48
(nach Pegelbüchern Wasserwirtschaftsamt Lippstadt)

rensystem, das das versickerte Wasser durchfließen muß, wie ein natürlicher Stausee wirkt, der das Wasser teilweise aufspeichert und nur langsam wieder durch die Quellen entläßt. — Die Tatsache, daß die Maxima der Alme bei niedrigem Wasserstand sich erst nach einer Verzögerung von 1—2 Tagen in der Heder zeigen, läßt darauf schließen, daß sich in Trockenzeiten das Kluftsystem weitgehend entleert. Durch

das Ansteigen des Wasserspiegels im Almebett erreicht das Wasser neue Spalten im anstehenden Gestein. Dadurch erhöht sich die Versickerungsmenge, und das System der Karstgerinne füllt sich langsam wieder auf. Der Wasserdruck in den gefüllten Höhlungen und Spalten nimmt zu, die Quellschüttung steigt. Bei höherem Almewasserstand hat sich die Auffüllung des Kluftsystems dagegen schon vollzogen. Die unterirdischen Gefäße werden nun bis nahe der Almeschwalgen unter Druck durchflossen. Eine Erhöhung der Wasserzufuhr an den Flußschwinden bewirkt daher sehr bald eine Erhöhung des Druckes in den Karsthöhlungen und damit gleichzeitig ein Ansteigen der Quellschüttung der Heder. — Wenn die Alme bei Hochwasser über ihre Ufer tritt, fließen große Wassermengen über die Wiesen des Tales. Das Wasser ist hier durch die undurchlässigen alluvialen Flußablagerungen der Talaue gegen Spalten und Klüfte im Gestein fast völlig abgesichert. Eine weitere Steigerung der Versickerungsmenge findet daher bei Hochwasser kaum statt. So erklärt es sich, daß sich die Hochfutscheitel der Alme in der Pegelkurve der Heder nur geringfügig auswirken.

Auch die übrigen Quellen am Hellweg zwischen Paderborn und Störmede stehen mit der unterirdischen Wasserzirkulation des kretazischen Almegebietes in Verbindung, zeigen sie doch, wie nachgewiesen, typische Eigenschaften von Karstquellen. Ursprungsgebiet und Verlauf der unterirdischen Wasserwege sind hier aber nicht bekannt. Hegemann⁴⁴⁾ stellt für die Salzkottener Quellen die Vermutung auf, daß ein unterirdischer „Wasserstrom“ aus dem Gebiet von Dalheim—Blankenrode über Kirchborchen in das Gebiet westlich von Wewer fließt. Er soll auch die Quellen von Salzkotten speisen. Für diese Annahme sprechen die vielen Erdfälle, die sich im Raume zwischen Alfen und Wewer befinden. Außerdem mögen die Quicksprünge im Almetal bei Alfen auf ein unterirdisches Kluftrohrsystem hindeuten, das das Tal der Alme schneidet und bei hohem Wasserstand die Quicksprünge speist. Es ist auch denkbar, daß die Salzkottener Quellen mit den Schwalgen der Alme in Verbindung stehen, liegen sie doch in einer Linie mit den Versickerungsstellen bei Brenken und den nur 2 km entfernten Hederquellen. Daß die Wasseraustritte in Salzkotten bei den Färbungen von 1895 im Gegensatz zu den Upsprunger und Geseker Quellen keine Trübung aufwiesen, ist noch kein Beweis dagegen, denn die Quellen trüben sich auch nach Regengüssen nicht wie die der Heder, da ihr Wasser in den mächtigen Plänerschottern, die hier die Kreide überlagern, bei Upsprünge aber fehlen, filtriert werden.

Hinsichtlich der Störmeder Quicksprünge möchte ich mit Sicherheit annehmen, daß sie nicht mit den Schwalgen der Alme oder gar dem Sickerwasser der Paderborner Hochfläche in Verbindung stehen. Würden sie vom Almewasser gespeist, so müßten sie mit den Schwalgen oberhalb von Brenken in Verbindung stehen und dürften, da diese ständig Wasserzufuhr erhalten, nie versiegen. Ihre periodische Tätigkeit weist auf

⁴⁴⁾ Hegemann: Geologisches Gutachten über die bestehende Quellnutzung in Salzkotten, 1949.

ein anderes Einzugsgebiet hin: die Haarabdachung südlich der Quellen. Hier befinden sich zahlreiche Dolinen, die in Reihen angeordnet sind und eine Tiefe von mehreren Metern erreichen. Die Dolinenketten verlaufen mit geringen Winkelabweichungen in der Abdachungsrichtung der Haar und stehen sehr wahrscheinlich mit den Störmeder Quickspringen oder den weiter westlich gelegenen Quellen von Eickeloh in Verbindung. Es ist anzunehmen, daß die Störmeder Quellen von einem einzigen Kluftsystem gespeist werden, in dem ein ziemlich ausgeglichener Grundwasserspiegel steht, da zunächst die höher gelegenen, dann die tieferen versiegen.

Die Fürstenberger Cenomanfläche. Noch weniger als im Haarstrang sind die unterirdischen Wasserläufe der Fürstenberger Cenomanfläche und der Borchener Turonfläche westlich der Altenau bekannt. Hier wurden Färbversuche bisher nirgendwo mit Erfolg durchgeführt, und nur aus den hydrologischen und morphologischen Gegebenheiten an der Erdoberfläche lassen sich einige Anhaltspunkte über die Verhältnisse im Inneren des Kreidegebirges gewinnen. Auf der Fürstenberger Cenomanfläche ist die Hydrographie am durchsichtigsten zwischen Alme, Afte, Aa und Nette. Hier überlagert, nach Süden ständig an Mächtigkeit verlierend, das Cenoman tafelförmig das gefaltete Karbon. Im Bereich der Kreide zeigen sich typische Merkmale der Karstlandschaft: völliges Fehlen von ständig fließenden Quellen sowie kleine Trockentäler, deren Gehänge in einem scharfen Knick in die Hochfläche übergehen. Dagegen finden sich keine Erdfälle. Zwar sind, wie schon bemerkt, allgemein die Erdfälle im Cenoman weit seltener als im Turon, doch ist ihr völliges Fehlen auffällig.

Eine weitere Besonderheit sind die zahlreichen Schichtquellen, die an der Unterkante der Kreide entspringen. Ihre Wasserführung ist im Gegensatz zu den Quellen am Hellweg und im Altenautal nur geringen Schwankungen unterworfen. Da die Kalkschichten hier verhältnismäßig dünn sind und ihre horizontale Ausdehnung gering ist — die durchschnittliche Entfernung zwischen Alme bzw. Nette und Afte beträgt 3,5 km — können sich keine größeren unterirdischen Wasserläufe bilden. Hieraus erklärt sich auch, daß Erdfälle völlig fehlen. Wahrscheinlich sickert das Niederschlagswasser in diesem Teil der Hochfläche durch die Kalkschichten hindurch und sammelt sich im Rüthener Grünsand, dem untersten Glied der Kreide in diesem Bereich. Hier wird sich ein ziemlich einheitlicher Grundwasserspiegel bilden. Das Wasser wird in dem porösen Gestein filtriert und tritt an seiner Basis in ständig klaren Schichtquellen aus. Dem nördlichen Einfallen der Schichten entsprechend, vollzieht sich der größere Teil der unterirdischen Entwässerung zum Aftetal hin, so daß die geologische Wasserscheide näher beim oberen Aftetal und der Nette als beim Aftetal liegt.

Nördlich des Aftetals herrschen zunächst noch ähnliche Verhältnisse wie auf der Hochfläche zwischen der oberen Alme und der Afte. Die Niederschläge sickern durch die Kalkschichten hindurch, sammeln sich im Grünsand und treten an der Karbon-Kreidegrenze als Schichtquellen

zutage. Erdfälle fehlen zunächst. Sie finden sich erst weiter nördlich am Fuße der Turonstufe im Cenomankalk. Obschon die orographische Wasserscheide auf den Höhen der Borchener Turonfläche liegt, befindet sich die geologische Wasserscheide, dem nördlichen Einfallen der Kreideschichten entsprechend, vermutlich weiter im Süden, so daß das in den Erdfällen versickernde Niederschlagswasser schon dem Hellwegquellhorizont zufließt.

Die Borchener Turonfläche westlich der Altenau. Während die unterirdische Wasserzirkulation im östlichen Teil der Borchener Turonfläche schon von H. Stille untersucht worden ist, fehlt bisher noch eine Beschreibung des westlich der Altenau gelegenen Bereiches. Der Klärung der Karstwassersysteme in diesem Raume sollten Färbungen dienen, die ich in der ersten Augsthälfte des Jahres 1957 durchführte. Da größere oberirdisch fließende Gewässer völlig fehlen, boten sich für die Versuche nur verhältnismäßig kleine Wasseradern an: ein kleiner Bach, der unterhalb des Gutes Böddecken in einem Schwalgloch verschwindet, und ein Wasserlauf, der nördlich Tindeln versiegt. Als Färbemittel wurde der Stoff Uranin benutzt, ein intensiv grüner Farbstoff, der mit bloßem Auge bis etwa 1:30 Millionen Farbverdünnung, mit Hilfe eines Fluoroskopes noch in Verdünnung bis 1:5 Milliarden erkennbar ist⁴⁵⁾. Am 2. August wurde um 14 Uhr die Schwalge bei Böddecken mit 1,5 kg Uranin gefärbt. Ab 18 Uhr wurden die 6 Quellen bei Gellinghausen, die Quellen bei Kirchborchen und 2 nur periodisch fließende Quellen bei Niederntudorf beobachtet. Im August flossen nur diese Quicksprünge im Almetal. Als sich in den Morgenstunden des 4. August noch keine der Quellen gefärbt hatte, wurden zusätzlich die Paderquellen, die Hederquellen, die Quellen der Völmede und die des Geseker Baches in das Beobachtungsnetz einbezogen. Am 6. August wurde auch die Schwalge nördlich von Tindeln gefärbt und die Beobachtung bis zum 9. August fortgesetzt. Farbspuren ließen sich aber weder von der ersten noch von der zweiten Färbung mit Sicherheit nachweisen.

Vergleicht man die Versuche des Jahres 1957 mit denen der Jahre 1895—1901, so zeigt sich ein bedeutender Unterschied. Bei den Versuchen um die Jahrhundertwende wurden Bachläufe gefärbt, deren Quellen außerhalb der Kreidetafeln liegen, nämlich die Alme und die Nebenbäche der Altenau. Die Wassermengen, die zur Verfügung standen, waren daher wesentlich größer als die der Wasserläufe bei Böddecken und Tindeln, deren Quellen an örtlich begrenzte Mergelbänke innerhalb der Kreidekalke gebunden sind. So beträgt zum Beispiel die Menge des bei Brenken versickernden Almwassers zeitweise mehr als 1 m³/sec, während sich die Versickerungsmengen bei Böddecken und Tindeln auf weniger als 1 l/sec beliefen. An der Färbestelle Böddecken war noch 7 Stunden nach der Immission des Uranin ein deutliches Fluoreszieren des Wassers festzustellen, ein Zeichen dafür, daß sich schon innerhalb des schmalen Wasserlaufs der Farbstoff stark verteilte. Es ist anzunehm-

⁴⁵⁾ Richter: Unterirdisch fließende Gewässer, 1944, 299 ff.

men, daß sich die bei Tindeln und Böddecken gefärbten kleinen Bäche auf ihrem unterirdischen Wege größeren Wasserströmen beimengten und damit das Uranin so stark verdünnten, daß es nicht mehr nachweisbar war. Das Scheitern der Versuche erklärt sich also daraus, daß die gefärbten Wassermengen nicht ausreichten. Da im gesamten Bereich der Borchener Turonfläche westlich der Altenau keine größeren Bäche für Färbungen zur Verfügung stehen, wird sich eine Klärung der unterirdischen Wasserzirkulation hier auf diese Weise kaum erreichen lassen.

II. Gang der Verkarstung

In meinen Untersuchungen über die Verkarstung im Almegebiet habe ich mich bisher darauf beschränkt, das heutige Bild der Karstlandschaft aufzuzeigen. Von dem Zeitpunkt des Beginns der Verkarstung an wird sich aber erst durch ein langsames Erweitern der Klüfte und Röhren des Kalkgebirges der heutige Zustand eingestellt haben. Daher möchte ich mich abschließend noch zwei Fragen zuwenden: 1. Läßt sich der Beginn der Verkarstung näher datieren? 2. Gibt es Anzeichen für ein rezentes Zunehmen der Verkarstung?

Für den „terminus post quem“ des Beginns der Verkarstung ergeben sich einige Anhaltspunkte durch einen Vergleich der Kreideabdachung mit einem benachbarten Karstgebiet, der Briloner Hochfläche. In einer Doline auf dem Hessenkamp bei Scharfenberg befindet sich eine Lagerstätte mulmiger Mangan- und Eisenerze, die sich nach Paeckelmann⁴⁶⁾ unter dem „tropischfeuchten“ Klima des Alttertiärs gebildet haben muß. An anderen Stellen der Hochfläche wurden Vorkommen von miozänen und oligozänen Sanden in Spalten des Massenkalks festgestellt. Daraus ergibt sich die Folgerung, daß die Briloner Hochfläche schon im Tertiär, spätestens aber vor der Abtragung der letzten tertiären Sedimente verkarstet gewesen sein muß. Im Gegensatz zum Briloner Karstgebiet finden sich im Bereich der Kreideabdachung in Spalten und Dolinen keine Reste tertiärer Ablagerungen, obschon die Ausdehnung der Kreidetafeln ein Vielfaches des Massenkalkvorkommens beträgt. Wäre die Kreideabdachung schon im Tertiär verkarstet gewesen, so hätten sich hier sehr wahrscheinlich in dem bedeutend größeren Raum ebenfalls tertiäre Ablagerungen in Dolinen und Spalten erhalten müssen.

Der „terminus ante quem“ ergibt sich aus der Lage der Hängetäler des Almegebietes. Nördlich von Büren enden zum Beispiel zwei Tälchen, die, von der Turonstufe kommend, auf das Almetal zu streichen, hängend in der Höhe der tiefsten Almeterrasse. Diese Tälchen haben sich also seit der Bildung der Niederterrasse nicht mehr eingetieft und führen seitdem kein Wasser mehr. Über höheren Terrassen des Almetales habe ich zwar keine Hängetäler nachweisen können, doch deutet eine Reihe von Dellen und talartigen Vertiefungen, die in wesentlich höherem Niveau als die Niederterrasse hängend enden, darauf hin, daß die Verkarstung schon vor der Anlage der Niederterrasse begann. Es finden sich auch an den Böschungen von Hängetälern dellenartige Gebilde, die über dem Grunde dieser Täler wiederum hängend enden. Sie sind also schon trocken gewesen, als das Hängetal noch Wasser führte. Der Zeitpunkt der Verkarstung der einzelnen Hohlformen ist also verschieden, und zwar so, daß die kleinsten, wasserärmsten Tälchen zunächst trockengelegt wurden. Da sie, nur wenig in die Hochfläche eingesenkt, hoch über

⁴⁶⁾ Paeckelmann: Scharfenberger Sattel, 1928, 254 ff.

den noch heute Wasser führenden Tälern gelegen sind, müssen sie in einer Zeit entstanden sein, als auch noch die größeren Täler, in die sie ebensohlig mündeten, wenig eingeschnitten waren. Dies war aber der Fall, als die Schrägstellung der Kreideschichten begann oder noch nicht lange vollzogen war. Als Zeitpunkt für den Beginn der Verkarstung ist also die Kippung der Kreideschichten anzusetzen, die Schulte⁴⁷⁾ in das Jungtertiär datiert.

Kurzfristige morphologische und hydrologische Veränderungen, Flurnamen und historische Zeugnisse weisen darauf hin, daß der Verkarstungsprozeß noch nicht abgeschlossen ist. Dafür einige Hinweise: Im 13. und 14. Jahrhundert sind auf der Paderborner Hochfläche zahlreiche Orte wüst geworden. Die Bewohner zogen in die Städte und festen Burgplätze⁴⁸⁾. Peschges gibt als Grund für diese Umsiedlung das Schutzbedürfnis der Bevölkerung in den Ritterfehden an. Sicher kommen noch viele andere Gründe hinzu. Auf einen möglichen Grund ist bisher noch nicht hingewiesen worden. Durch ein langsames Fortschreiten der Verkarstung ist m. E. die Wasserversorgung mit der Zeit ungünstiger geworden. Der Mangel an leicht erreichbarem Wasser kann mancherorts Grund oder wenigstens Anlaß gewesen sein, die Wohnsitze zu verlegen. Von den 49 Wüstungen, die nach Segin⁴⁹⁾ im 13. und 14. Jahrhundert auf dem Sintfeld und dem Soratfeld entstanden sind, lag der weitaus größte Teil an den kleinen, heute trockenen Tälchen der Hochflächen. Die damals entstandenen Städte — sie haben den Charakter von städtischen Bauerndörfern — liegen alle entweder an den tiefeingeschnittenen, auch heute noch Wasser führenden Tälern, so Fürstenberg, Wünnenberg und Lichtenau, oder außerhalb der Kalktafeln in der wasserreichen Unterkreide oder der Trias, wie Kleinenberg und die ehemalige Stadt Blankenrode südöstlich des Dorfes Blankenrode. Das zeigt also ein deutliches Abwandern der Bevölkerung von den wasserarmen Hochflächen zu den noch heute Wasser führenden Tälern und den quellreichen Rändern, d. h. zu Plätzen, deren Lage auch für eine größere Siedlung eine hinreichende Wasserversorgung garantiert. Schon eine stärkere Beanspruchung geringer Wasserquellen durch ein Ansteigen des Bedarfs könnte zu Schwierigkeiten in der Wasserversorgung geführt haben. Flurnamen deuten aber darauf hin, daß früher fließende Quellen sogar versiegt sind. Andere Namen in heute trockenen Gebieten lassen vermuten, daß an diesen Stellen früher offene Gewässer vorhanden gewesen sind. So würde eine Sammlung und Auswertung der Flurnamen sicher interessante Aufschlüsse über das Fortschreiten der Verkarstung in historischer Zeit ergeben. Dafür fehlt aber m. W. im Almegebiet fast jegliche Vorarbeit.

47) Schulte: Geologie des östlichen Haarstrang, 1935, 40.

48) Peschges: Die Siedlungen der Paderborner Hochfläche, 1927, 21.

49) Segin: Kloster Dalheim im Sintfeld bei Paderborn, 1935, II, 133 ff.

Zusammenfassung und Ergebnisse

Das Kreidegebiet der Alme liegt in der Südostecke des Münsterschen Kreidebeckens. Die Cenoman- und Turontafeln, die, durch eine Traufe voneinander getrennt, am Rande des Beckens ausstreichen und es im Nordosten, Osten und Süden begrenzen, erreichen hier infolge ihrer starken Aufbiegung und ihres geringen Einfallens zum Beckeninnern ihre größte Ausdehnung. Wegen der weiträumigen Erstreckung der Oberkreidekalke haben sich hier Landformen gebildet, die sich von den übrigen Randgebieten des Beckens deutlich abheben. Während der Südwesthang des Teutoburger Waldes und der Haarstrang durch Abdachungsgewässer nur geringfügig zertalt sind, weist die Paderborner Hochfläche eine stärkere Relieferung auf. Die Alme und ihre Nebenflüsse haben sich hier bis zu 100 m tief eingeschnitten und die Kalktafeln in breite Plateaus zerlegt.

Im Gegensatz zu den homogenen Talsystemen der Nachbarlandschaften zeigt das Talnetz der Alme eine heterogene Struktur. Neben der Hauptabdachungsrichtung Süd—Nord treten mehrere andere Streichrichtungen auf: eine ostwestliche (Eiler Grund, Gollentaler Grund, der größte Teil des Aftlaufes), eine NO—SW-verlaufende (Ellerbach, Alme von Borchon bis Weine, Schmittwasser, Sauer von Grundsteinheim bis Atteln) und eine SO—NW—verlaufende (Alme von Ringelstein bis Weine).

Während Eiler Grund, Gollentaler Grund und Aftetal dem Streichen der Kreideschichten folgen und ursprünglich vermutlich in den weichen Turonmergeln angelegt sind, lassen sich die beiden anderen Fließrichtungen nicht unmittelbar aus der heutigen geologischen Struktur und Oberflächengestalt erklären. Auffällig ist die starke Mäanderbildung der Täler, die in NO—SW-Richtung ziehen. Sie unterscheiden sich hierdurch klar von den Abdachungstälern, die Talschlingen vermissen lassen. Beiden gemeinsam ist ein trapezförmiger Talquerschnitt. Dieser erfährt bei den Mäandertälern jedoch durch Prall- und Gleithänge häufig Abwandlungen. — An mehreren Stellen überschneiden sich die Streichrichtungen S—N und NO—SW. Am deutlichsten zeigt sich diese Überschneidung bei Borchon, wo aus verschiedenen Richtungen vier Täler zusammenstoßen und ein Flußkreuz bilden.

Dank der geringen Zertalung der Kreidekalktafeln läßt sich die Entwicklung des Almeflußsystems an Hand von Schotterfunden noch ziemlich gut rekonstruieren. Im Zuge einer Tiefenlinie, die, in den weichen Turonmergeln angelegt, vom Fuße des Eiler Berges zur Möhne bei Rütten zieht, finden sich Eggeschotter. Sie beweisen, daß die Quellen eines Flusses, den man seiner Richtung wegen als den Oberlauf einer Urmöhne bezeichnen kann, in der Egge gelegen haben. Westlich des Gutes Eilern treten neben Eggegeröllen stellenweise zahlreiche Grauwackenschotter auf, zu denen sich östlich der Spitzen Warte Massenkalkgerölle gesellen. Sie zeigen an, daß der Oberlauf der Urmöhne Neben-

bäche aus dem Rheinischen Schiefergebirge aufnahm. Auch von Nordosten strömten ihm Gewässer zu. Eggeschotter auf hochgelegenen Almeterrassen zwischen Niederntudorf und Borchon bezeugen, daß das mittlere Almetal einst in umgekehrter Richtung durchflossen wurde und die Fortsetzung des Ellerbaches nach Südwesten bildete. Auch der Schmittwasser-Sauerlauf und der Odenheimer Bach, die in der gleichen Richtung wie das Ellerbachtal und das mittlere Almetal streichen, sind vermutlich über das heute tief eingeschnittene Tal der Altenau hinaus nach Südwesten der großen Tiefenlinie zugeflossen. Talwasserscheiden und Funde von Eggeschottern in einem hochgelegenen Talstück zwischen Eiler Berg und Helmerner Höhe weisen darauf hin.

Das Flußsystem der Urmöhne muß zu einer Zeit angelegt worden sein, als der Nordrand der Rheinischen Masse noch nicht zu seiner heutigen Höhe emporgehoben worden war und somit die Egge, die schon seit der Saxonischen Gebirgsbildung besteht, die höchste Erhebung im Untersuchungsgebiet darstellte. Nach der Emporwölbung des Nordrandes der Rheinischen Masse und der damit verbundenen Schrägstellung der Kreideschichten im nördlichen Vorfeld des Sauerlandes wurden im Almebereich neue Abdachungsverhältnisse geschaffen. Dem nördlichen Einfallen der Schichttafeln folgend, bildete sich ein neues System konsequent fließender Bäche aus, das nicht mehr zur oberen Möhne, sondern zur Lippe entwässerte. Durch Flußanzapfungen im Bereich der Altenau und durch Umkehr der Fließrichtung im mittleren Almetal wurde das gesamte Gebiet der Paderborner Hochfläche dem Einzugsbereich der Möhne entrissen und der Lippe tributär.

Die heterogene Struktur des Flußnetzes der Alme erklärt sich also aus ihrer Entstehung aus zwei verschiedenen alten Entwässerungssystemen. Die Schrägstellung der Kreidetafeln war nicht nur die Ursache für die Entstehung eines neuen oberirdischen Flußnetzes. Sie schuf auch die Voraussetzungen für die Bildung unterirdischer Entwässerungssysteme. Während die Flüsse des ehemaligen, zur Möhne entwässernden Systems nur wenig in die Kreidetafeln eingesenkt waren, schnitten sich die jungen Abdachungsbäche tief in die klüftigen Kalke ein, und es begann ein Verkarstungsprozeß. Als Zeugen der Verkarstung finden sich auf der Paderborner Hochfläche Bachversickerungen, Trockentäler, Dolinen und Karstquellen.

Es lassen sich drei Gruppen von Trockentälern unterscheiden: Täler ohne Quellen, Täler mit temporären Quellen und Täler mit perennierenden Quellen. Die Täler der ersten und zweiten Gruppe nehmen ihren Beginn innerhalb der Kalktafeln. Das Ursprungsgebiet der Talungen der dritten Gruppe liegt — mit Ausnahme der Altenau — außerhalb. Die Täler ohne Quellen sind ständig trocken, abgesehen von kurzen Zeitabschnitten bei der Schneeschmelze und nach starken Regengüssen, wo Oberflächenwasser in ihnen zusammenfließt. Bei der Fülle der Täler mit temporären Quellen ließ sich im einzelnen nicht immer feststellen, wie oft und wie lange sie durchflossen werden, zumal die Beobachtungs-

zeit von 4 Jahren zu gering war. Es handelt sich aber wohl vorwiegend um periodisch, zum Teil auch nur episodisch bewässerte Täler. Von den Tälern mit perennierenden Quellen ist das der Alme nur episodisch trocken, wie sich aus Pegelmessungen der Jahre 1904—1958 ersehen läßt. Für die Täler des Ellerbachs und der Sauer liegen ähnliche Aufzeichnungen nicht vor.

Die Täler der zweiten Gruppe unterscheiden sich von der dritten auch hinsichtlich der Art der Versickerung in den Bachbetten. Während in den von ständig fließenden Quellen gespeisten Bächen sich eindeutig lokalisierbare Schwundstellen, Schwalgen genannt, befinden, verschwindet das Wasser in den Tälern mit temporären Quellen fast unmerklich im anstehenden Gestein oder in den Aufschotterungen. Es lassen sich hier keine Versickerungspunkte, sondern nur Versickerungsabschnitte feststellen. Die Ursache für die unterschiedlichen Versickerungsweisen ist m. E. folgende: Während den Versickerungsstellen in den Tälern der Gruppe 3 durch ständig fließende Quellen jederzeit Wasser zugeführt wird, ist das bei denen der Gruppe 2 nur zeitweise der Fall. Sie können sich daher nicht so schnell zu Schwalgen erweitern wie Spalten in Tälern mit ständig bewässertem Oberlauf.

Einen besonderen Typ der Trockentäler stellen die Hängetäler dar. Die ständig trockenen Täler enden zum Teil in einer deutlich sichtbaren Stufe über den Sohlen der Täler, in die sie münden. Einige temporär durchflossene Täler weisen in ihrem unteren Teil eine Versteilung des Gefällsprofils auf. Sie können in weiterem Sinne ebenfalls zu den Hängetälern gerechnet werden. Das Hängen erklärt sich daraus, daß die ständig oder zeitweise trockenen Täler nicht mehr eingetieft werden oder in ihrer Tiefenerosion mit den größeren, stärker durchflossenen Tälern nicht Schritt halten können.

Den Schwalgen in den Tälern entsprechen als lokalisierbare Schwundpunkte auf den Hochflächen zahlreiche Dolinen. Ihre Zahl ist im Turon — 1 Doline pro 1 km² — wesentlich größer als im Cenoman mit 1 Doline pro 4 km², was sich, wenigstens zum Teil, aus der unterschiedlichen Mächtigkeit und Klüftung des Gesteins erklärt. Sie ziehen sich entweder in langen Reihen wie die Hauptspalten des Kreidegebirges in NNO- oder NNW-Richtung hin, oder man findet sie ungeordnet in Rudeln beieinander. Stellenweise liegen sie so dicht, daß ihre Hänge sich verschneiden. Die größten Dolinen erreichen Tiefen von mehr als 10 m und Durchmesser bis zu 40 m. Sie sind zum Teil die Endpunkte kleiner temporär fließender Bäche.

Das Wasser, das in den Dolinen, Schwalgen und Spalten der Kreidetafeln versinkt, tritt teils in einer Quellreihe am Hellweg, teils innerhalb der Kalkplatten selbst wieder zutage. Die Quellen am Hellweg erklären sich durch den Stau des wasserundurchlässigen Emschermergels, der hier das Turon überlagert (Barrierequellen). Sie weisen aber typische Eigenschaften von Karstquellen auf: starke, aber großen Schwankungen unterworfenen Schüttung, zeitweise Trübung und hohen Kalkgehalt. Die

Karstquellen innerhalb der Kreidetafeln sind auf die tief eingeschnittenen Täler beschränkt. Sie befinden sich fast ausnahmslos — der Abdachung des Geländes entsprechend — am Fuß der südlichen Talhänge, sind häufig an Verwerfungen gebunden und weisen zum Teil Quelltöpfe auf. Während die Hellwegquellen fast ausschließlich Dauerquellen sind, kommen perennierende Wasseraustritte innerhalb der Kreidekalke nur selten vor. Zahlreich sind dagegen die temporären Quellen. Im Almetal entspringt ein Teil von ihnen auf Quellschwemmkügeln. Das sind flache, kegelförmige, aus Lehm aufgebaute, grasdurchwachsene Hügel mit schlot- oder trichterförmigen Öffnungen, aus denen getrübttes Quellwasser hervorsprudelt, das die Trübe rings um den Quellmund ablagert und so den Kegel langsam erhöht. Sie erreichen einen Durchmesser von 20—35 m und eine Höhe von 2 m.

Vergleicht man die Zahl der Versickerungspunkte mit der Zahl der Quellen, so zeigt sich, daß vielen Schwundstellen relativ wenig Wasseraustritte gegenüberstehen. Die in den Kreidetafeln versickernden Niederschläge müssen sich also unterirdisch zu größeren Wasseradern vereinigen. Dabei kommt es aber nicht zur Bildung breiter Grundwasserströme. Die unterirdische Wasserzirkulation vollzieht sich vielmehr in Spalten und engen Röhrensystemen, die bisweilen in Steinbrüchen angeschnitten sind. Große Hohlräume sind selten. Im gesamten Arbeitsgebiet ist mir nur eine Höhle bei Grundsteinheim bekannt. — Daß sich nicht einmal in der Nähe des Quellhorizontes am Hellweg ein einheitlicher Grundwasserspiegel gebildet hat, zeigt das dichte Beieinander von Süßwasser- und Soleaustritten, von ständig klaren und zeitweilig trüben Quellen.

Die Fülle von Karsterscheinungen, wie die zahlreichen Trockentäler, Dolinen, Schwinden, Karstquellen und Karsthohlräume, berechtigen m. E. dazu, die Paderborner Hochfläche als ein echtes Karstgebiet zu bezeichnen. Daß das Ausmaß der Verkarstung geringer ist als in vergleichbaren Landschaften, wie Schwäbische Alb oder Fränkische Alb, läßt sich mit der relativ geringen horizontalen und vertikalen Ausdehnung des Kalkes im Almeraum erklären. Vielleicht war aber auch die Zeitspanne seit der Heraushebung des Gebietes noch nicht lang genug für eine stärkere Verkarstung. Der Prozeß der Verkarstung ist jedenfalls noch nicht abgeschlossen.

Literatur

- Bode, H.: Die hydrologischen Verhältnisse am Südrand des Beckens von Münster. Geol. Jahrb. B. 69, 1954.
- Cramer: Die Sälzerstadt Salzkotten. Paderborn 1952. Examensarbeit der Pädagogischen Akademie Paderborn.
- Dechen, H. von: Erläuterungen zur Geologischen Karte der Rheinprovinz und der Provinz Westfalen. Bd. II, Bonn 1834.
- Frank, B.: Die Flurnamen der Gemarkung Wewelsburg. Schr. d. Volkskundl. Komm. im Prov.-Inst. f. westf. Landes- u. Volkskunde. Heft 6, Münster 1942.
- Geldern-Crispendorff, G.: Der Landkreis Paderborn. Münster/Köln 1953.
- Grund, A.: Die Karsthydrographie. Geogr. Abh., hrg. von A. Penck, 1903.
- Grupe, O.: Die Ausdehnung der ältesten Vereisung in Mitteldeutschland. Jahrb. d. Preuß. Geol. Landesanstalt für 1921.
- Gutzmann, W.: Der Wasserhaushalt der Lippe. Diss. Münster/Dresden 1912.
- Hecker: Das Quellendorf Upsprunge. Paderborn 1950. Examensarbeit der Pädagogischen Akademie Paderborn.
- Hegemann: Geologisches Gutachten über die bestehende Quellnutzung in Salzkotten, 1949.
- Heitfeld, H.: Zur Stratigraphie der Kreide am Nordrand des Sauerlandes zwischen Sichtigvor und Essentho. Neues Jahrb. f. Geol. u. Paläont. 1957.
- Huyssen, P.: Die Solquellen des westf. Kreidegebirges, ihr Vorkommen und mutmaßlicher Ursprung. Zeitschr. d. D. Geol. Ges. VII. Bd. Berlin 1855.
- Katzer, F.: Karst und Karsthydrographie. Serajevo 1909.
- Kaup: Die siedlungsgeographischen Verhältnisse des Sintfeldes und deren naturgeographische Grundlage. Paderborn 1948. Examensarbeit der Pädagogischen Akademie Paderborn.
- Keilhack, K.: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Preußen, Blatt Senne. Preuß. Geol. Landesanstalt, Berlin 1918.
- Keilhack, K.: Ergebnisse von Bohrungen IV. Jahrb. d. Preuß. Geol. Landesanstalt für 1906.
- Klein, H.: Die Schledden auf der Haarfläche (zwischen Geseke und Soest) — ein Beitrag zur Hydrographie und Morphologie temporärer Trockentäler. Diss. Münster 1958.
- Krakhecken, M.: Die Lippe. Arbeiten d. Geogr. Komm. f. westf. Landes- und Volkskunde, Münster 1939.
- Lehmann, O.: Die Hydrographie des Karstes. Leipzig/Wien 1932.
- Lehmann, H.: Das Karstphänomen in den verschiedenen Klimazonen. Erdkunde 1954.
- Lotze, F.: Neue Ergebnisse der Quartärgeologie Westfalens I. Neue Jahrb. f. Geol. u. Paläont. 1950. — Neue Ergebnisse III. N. J. 1951. — Neue Ergebnisse VIII. N. J. 1951. — Neue Ergebnisse XXI. N. J. 1953.

- Lotze, F.: Gerölle des Sauerlandes am Nordfuße des Haarstranges (Westfalen). Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges. 1933.
- Lucas, O.: Planungsgrundlagen des Kreises Büren. Büren 1951.
- Maasjost, L.: Das Eggegebirge. Landschaftsführer des Westf. Heimatbundes. Münster 1952.
- Maasjost, L.: Landschaftscharakter und Landschaftsgliederung der Senne. Diss. Münster 1933.
- Machatschek, F.: Geomorphologie. Leipzig 1949.
- Mensching, H.: Kulturgeographische Bedeutung der Auelehmbildung. Dt. Geogr.-Tag 1951.
- Mortensen, H.: Neues zum Problem der Schichtstufenlandschaft. Verhandl. d. Deutsch. Geographentages 1953, Bd. 29.
- Müller, H.: Die Schichtstufen der Westfälischen Bucht. Verhandl. d. Deutsch. Geographentages 1953, Bd. 29.
- Müller-Wille, W.: Die Naturlandschaften Westfalens. Westf. Forschungen Bd. 5, Münster 1942.
- Müller-Wille, W.: Westfalen, landschaftliche Bindung und Ordnung eines Landes. Münster 1952.
- Paeckelmann, W.: Der Scharfenberger Sattel bei Brilon in Westfalen. Jb. der Preuß. Geol. L.-A. für 1928.
- Peschges, K.: Die Siedlungen der Paderborner Hochfläche. Diss. Münster 1927.
- Poelmann, H.: Ein Beitrag zur Entwicklung der Bäche im Lipperaum. Natur und Heimat. Münster 1950.
- Poelmann, H.: Westfalen, Erd- und Frühgeschichte. Münster 1953.
- Pagendarm, P.: Das Quellgebiet der Altenau in siedlungsgeschichtlicher Beleuchtung. Westf. Heimatkalender 1950, 4. Jahrg. Münster 1949.
- Pagendarm, P.: Von Schwalglöchern, Flußhöhlen und Erdfällen des Soratfeldes. Heimatbuch des Kreises Büren. Büren 1930.
- Pieper, H.: Der Westfälische Hellweg, seine Landesnatur, Verkehrsstellung und Kleinstädte. Diss. Münster 1928.
- Richter, G.: Zur Kennzeichnung unterirdisch fließender Wässer. Abh. d. Reichsamtes für Bodenforschung. Neue Folge Heft 209, Berlin 1944.
- Rünewald, K., und Schäfer, W.: Geographische Landeskunde Westfalens. Paderborn 1937.
- Rünewald, K.: Die Hochfläche von Paderborn und ihre östlichen und südlichen Randgebiete. Ein Beitrag zur Landeskunde Westfalens (unveröffentlicht).
- Schlotmann: Dahl im Wandel der Zeiten. 1936.
- Schulte, H.: Die geologischen Verhältnisse des östlichen Haarstranges, insbesondere des Almegebietes. Diss. Münster 1935.
- Segin, W.: Kloster Dalheim im Sintfeld bei Paderborn. Westf. Zeitschr. 91 II.

- Stille, H.: Zur Kenntnis der Dislokationen, Schichtenabtragungen und Transgressionen im jüngsten Jura und in der Kreide Westfalens. Jahrb. d. Preuß. Geol. Landesanstalt für 1905.
- Stille, H.: Zur Geschichte des Almetales südwestlich von Paderborn. Jahrb. d. Preuß. Geol. Landesanstalt für 1903, Band 24.
- Stille, H.: Die geologisch-hydrologischen Verhältnisse im Ursprungsgebiet der Paderquellen. Abh. d. Preuß. Geol. Landesanstalt, 1903.
- Stille, H.: Erläuterungen zur Geologischen Karte der Kreidebildungen zwischen Paderborn und dem südlichen Eggegebirge. Preuß. Geol. Landesanstalt, Berlin 1904.
- Stille, H.: Der Ostrand der Rheinischen Masse und seine Kreidebedeckung. Abh. d. Preuß. Geol. Landesanstalt, Neue Folge Heft 139, Berlin 1932.
- Stille, H.: Saxonische Faltung. Zeitschr. d. Deutsch. Geol. Ges., Bd. 65, Berlin 1914.
- Stille, H.: Führer zu einer viertägigen Exkursion durch den Teutoburger Wald. Hannover 1914.
- Stille, H., u. Mestwerdt, A.: Erläuterungen zur geol. Karte v. Preußen u. benachbarter Bundesstaaten. Lieferung 70 (Blätter: Altenbeken, Etteln, Lichtenau u. Kleinenberg).
- Stute, F.: Die Landschaften am Nordostrand des Sauerlandes. Emsdetten 1935.
- Suerken, J.: Die Flußdichte im östlichen Teil der Münsterschen Bucht. Diss. Münster 1909.
- Timmermann, O.: Zur Frage der Rumpftreppen und Schichtstufen. Neue Beobachtungen im Hellwegvorland des Rheinischen Schiefergebirges. Deutsch. Geographentag Hamburg 1955, Tagungsbericht u. wissenschaftl. Abhandlungen.
- Thöne, M.: Die Hydrographie des Almetales. Paderborn 1949. Examensarbeit der Pädagogischen Akademie Paderborn.
- Udluft, H.: Die hydrologischen Verhältnisse des Münsterländischen Kreidebeckens und ihre Bedeutung für die Wasserversorgung. Abh. d. Reichsamtes f. Bodenforschung, Neue Folge Heft 209. Berlin 1944.
- Wagner, G.: Der Karst als Musterbeispiel der Verkarstung. Aus der Heimat, Naturwissenschaftl. Monatsschrift, 62. Jahrg., Heft 9/10, 1954.
- Wagner, G.: Flußgeschichte, eine junge Wissenschaft, Aus der Heimat, 1955.
- Wegner, Th.: Geologie Westfalens. 2. Auflage. Paderborn 1937.
- Wegner, Th.: Studien über den Zusammenhang der Plänergrundwasser. Zeitschr. f. prakt. Geol. Heft 7/8, 1923.
- Akten des Wasserwirtschaftsamtes Lippstadt:
- Pegelbücher der Pegel Weine, Büren, Wewelsburg, Niederntudorf u. Upsprunge.
- Acta des Königlichen Meliorationsbauamtes Minden i. W. betreffend Dichtung der Almeschwalgen, B. I und B. II.
- Hummel, Hoffmann: Bericht des Meliorationsbauamtes Lippstadt vom 29. Sept. 1913 betr. Schwalgen in den Quelibächen der Lippe.

Karten

Topographische Karte 1 : 25 000 Bl. 4218 Paderborn, 4219 Altenbeken, 4317 Geseke, 4318 Etteln, 4319 Lichtenau, 4416 Effeln, 4417 Büren, 4418 Fürstenberg i. W., 4419 Kleinenberg, 4516 Rüthen, 4517 Alme, 4518 Madfeld.

Topographische Karte 1 : 50 000 Bl. 4516 Büren.

Topographische Karte 1 : 100 000 (Höhenschichten) Bl. 4318 Paderborn.

Karte des Deutschen Reiches 1 : 100 000 (Bergschraffen) Bl. 332 Gütersloh, 333 Detmold, 357 Paderborn, 358 Brakel, 382 Brilon, 383 Arolsen.

Topographische Übersichtskarte 1 : 200 000 Bl. 98 Detmold und 111 Arolsen.

Übersichtskarte Nordrhein-Westfalen 1 : 300 000. Herausgegeben vom Landesvermessungsamt Nordrhein-Westfalen, 1950.

Geologische Meßtischblätter Bl. 4218 Paderborn (ungedr.), 4219 Altenbeken, 4317 Geseke (ungedr.), 4417 Büren (ungedr.), 4318 Etteln, 4319 Lichtenau, 4418 Fürstenberg i. W. (ungedr.), 4419 Kleinenberg, 4517 Alme, 4518 Madfeld.

Geologische Übersichtskarte von Nordwestdeutschland, 1 : 300 000.

Herausgegeben v. Amt für Bodenforschung, Hannover 1951.

HANS KLEINN

**Die Schledden auf der Haarfläche
zwischen Geseke und Soest**

Ein Beitrag zur Hydrographie und Morphologie
temporärer Trockentäler

mit 12 Abbildungen

INHALT

	Seite
Einleitung	71
Aufgabe und Ziel — Das Gebiet und seine Grenzen —	
Untersuchungsgang	71
1. KAPITEL: Toponymie der Täler	73
1. Der Name „Schledde“	73
2. Name und Benennungen der einzelnen Täler	73
3. Namenscheiden und Namenabschnitte	75
2. KAPITEL: Topographie der Schledden	76
1. Haupt- und Nebentäler	76
2. Lage und Verlauf der Schledden	76
3. Richtung der Schledden	76
4. Der Untergrund	78
5. Die topographischen Abschnitte	80
3. KAPITEL: Hydrographie der Schledden	81
1. Herkunft und Verbleib des Wassers	81
2. Die hydrographischen Abschnitte	87
3. Der Abfluß	89
4. Vergleich mit den Nachbargebieten	89
4. KAPITEL: Morphologie der Schledden	91
1. Der Talboden	91
2. Das Bachbett	94
3. Die Höhenlage und die Talhänge	94
4. Das Gefälle	97
5. Die morphologischen Abschnitte	101
5. KAPITEL: Die Schledde als Typ	101
1. Die Schledde als Karstphänomen	101
2. Die allgemeinen Merkmale der Schledde	103
3. Lokale Ausprägungen	104
4. Alter und Entstehung der Schledden	105
Literatur	108

TABELLEN

1. Die topographischen Abschnitte der Schledden	80
2. Mittlere Wasserführung und Trockenzeiten in den Schledden	87
3. Die hydrographischen Abschnitte	88

ABBILDUNGEN

1. Die Haarfläche südlich Soest und Geseke 78
2. Flache, mäßig ausgeprägte Sammelmulde (Westerschledde) 92
3. Tiefe, stark ausgeprägte Sammelmulde (Glasebachschledde) 93
4. Die einzelnen Schledden im Längsprofil 98
5. Das Untersuchungsgebiet. Beilage 1
6. Die toponymischen Abschnitte Beilage 2
7. Die topographischen Abschnitte Beilage 3
8. Die hydrographischen Abschnitte Beilage 4
9. Die morphologischen Abschnitte Beilage 5
10. Die Schledden im Längsprofil, dargestellt in zahl-
reichen Querschnitten Beilage 6
11. Wege und Namen um 1820 Beilage 7
12. Geologische Schichten Beilage 8

EINLEITUNG*

Aufgabe und Ziel. In den Kalkgebieten am Nordrande des Rheinischen Schiefergebirges — am Nordabfall des Haarstranges, hier als Haarfläche bezeichnet, und auf der Paderborner Hochfläche — gibt es eine Anzahl temporärer Trockentäler, die zunächst einmal in ihrer Wasserführung von normalen Flüssen oder Bächen abweichen. Es war daher meine erste Aufgabe, diese Täler in ihrer Hydrographie miteinander zu vergleichen, d. h. zu ermitteln, wann und in welchem Ausmaß in ihnen fließendes Wasser anzutreffen ist, ob die Wasserführung periodisch oder episodisch ist. Im Verlauf der Untersuchung ergaben sich drei weitere Fragen. Die erste betrifft die Benennung der Täler und ihrer Flußläufe, da sie sehr unterschiedlich ist und sogar abschnittsweise wechselt. Die zweite Frage ist topographischer Art und befaßt sich mit Länge, Abstand, Verlauf und Gliederung der Täler. Endlich ergaben sich aus den hydrographischen Verhältnissen auch morphologische Fragen, wobei neben den Großformen auch die Kleinformen von Bedeutung sind.

All diese Untersuchungen waren notwendig, um das Endziel zu erreichen: den Typ der „Schledder“ genau zu umreißen und zu definieren. Die Schledden wurden bislang zwar schon beachtet, aber wenig untersucht. Lediglich die Täler der Paderborner Hochfläche hat Stille um die Jahrhundertwende eingehender beschrieben, jedoch stark unter geologischen Gesichtspunkten¹⁾. Die Täler der Haarstrangfläche werden meistens nur erwähnt, aber nirgends wird ihre Hydrographie und Morphologie näher behandelt. Eine Ausnahme macht die Arbeit von O. F. Timmermann über die naturräumliche Struktur des Kreises Soest²⁾.

Das Gebiet und seine Grenzen. Meine Untersuchung beschränkt sich auf die mittlere und östliche Haarabdachung. Nach S bildet die Haarhöhe als Wasserscheide gegen Möhne und Alme die Grenze, nach Norden der Hellweg in ca. 95 m über NN; hier treten zu allen Jahreszeiten Quellen auf und schaffen ständig fließende Gewässer. Im O endet das Gebiet zwischen Salzkotten und Wewelsburg. Die Westgrenze liegt bei Soest, westlich der Bundesstraße 229 (Soest-Arnsberg, Abb. 5, Beilage 1).

Dieses Gebiet hat eine W-O-Ausdehnung von rund 40 km. Im W ist es 8 km, im O 14 km breit, verschmälert sich hier aber wieder etwas infolge des Bogens, den die Haar östlich ihrer höchsten Erhebung Spitze Warte (388 m) nach NO macht. Die Fläche des Gebietes beträgt etwa 480 qkm. In diesem Gebiet verlaufen eine Anzahl Täler von der Haarhöhe auf die Lippe zu. Die acht größten Täler wurden untersucht.

* Promotionsschrift, die im Geographischen Institut der Universität Münster (Westf.) auf Anregung von Herrn Prof. Dr. W. Müller-Wille entstand und von der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät angenommen wurde. Die mündliche Prüfung war am 15. und 22. Juli 1957.

1) Stille, Paderquellen. 1903.

2) Timmermann, Kreis Soest. 1955.

Untersuchungsgang. Wesentlich war neben der Literatursichtung für mich die genaue Beobachtung im Gelände. Ich erwanderte die Täler der Haarfläche und der Paderborner Hochfläche und befragte dabei auch die Anwohner, namentlich die älteren, in bezug auf die hydrographischen Verhältnisse und auf das Namengut der Täler. Gewisse Widersprüche in den mündlichen Angaben zwangen mich, Eigenbeobachtungen durchzuführen und deren Ergebnisse mit den erfragten Ermittlungen zu koordinieren. Ich kontrollierte ständig Wasserführung, Herkunft und Schwund des Wassers und stellte darüber hinaus Vergleiche mit den Nachbargebieten an. Gleichzeitig untersuchte ich die morphologischen Verhältnisse der Täler.

Als Hilfsmittel standen mir nur die amtlichen Kartenwerke zur Verfügung, von denen ich hauptsächlich die topographische Karte 1:25 000 benutzte. Spezielle geologische Karten gibt es für die Haarfläche nicht. Einen Anhalt bot die geologische Übersichtskarte 1:200 000, die jedoch nur den östlichen Teil des Untersuchungsgebietes miteinfaßt (Blatt Detmold). Die hydrographische Karte der Wasserwirtschaftsstelle Münster 1:200 000 konnte nur orientierend sein.

1. KAPITEL

Toponymie der Täler

1. Der Name „Schledde“

Ursprünglich hatte ich angenommen, daß der Name „Schledde“ als Fluß- oder Talbezeichnung im kalkigen Vorland des Südergebirges allgemein verbreitet ist. Doch schon nach kurzer Zeit mußte ich erkennen, daß er auf der Paderborner Hochfläche überhaupt nicht und auf der Haarabdachung nur vereinzelt vorkommt. Trotzdem sollte der Begriff als Bezeichnung für einen Typ erhalten bleiben, was zunächst eine genauere toponymische Untersuchung notwendig machte. Nach Jellinghaus³⁾ gehen Schledde und Schlade auf alts. *slada* zurück. Nach seiner Meinung entspricht diesem Substantiv das Verb *slidan* = gleiten, ags. *slidan*, wobei weniger an das Gleiten auf ebener Fläche als vielmehr an das Gleiten auf hängigem Gelände gedacht ist. Dem entspricht seine weiter angeführte Bedeutung der Gleitbahn, auf der man das Holz hinunterschlittert. Der Ausdruck Schlade als „Talung“ bzw. „Schlucht“ mit ständig fließendem Wasser ist in Westfalen weit verbreitet, und zwar am häufigsten im Südergebirge. Darüber hinaus erscheint in der Westfälischen Bucht Schlade als Hofbezeichnung mit dem Zusatz *to(n)*, wobei anscheinend die Lage in einem hängigen Gelände bzw. in einer Mulde angedeutet wird. In gleicher Weise kommt „Schledde“ in Gelände- und Siedlungsnamen vor. Als „Tal“name berichtet Jellinghaus sein Vorkommen am Hellweg, im Kernsauerland (Kreis Arnsberg) und im Lippischen. Als „Siedlungs“name kommt er neben den genannten Gebieten auch vor um Osnabrück und im Westfälischen Tiefland.

Nach meinen eigenen Beobachtungen haben nur drei Täler auf der Haarfläche durchgehend die Bezeichnung Schledde: die Soester Schledde im Westen, die Westerschledde ungefähr in der Mitte und die Oster-schledde weiter ostwärts. Freilich genügt diese auf das ganze Flußtal bezogene Feststellung für meine Fragestellung nicht. Vielmehr ist es notwendig, die lokale Namengebung, die sich zumeist auf die einzelnen Abschnitte bezieht, zu verfolgen. In dieser Hinsicht können amtliche Kartenwerke kaum Auskunft geben, so daß ich selbst örtliche Erkundigung bei alten und jungen Leuten einholen mußte. Das Ergebnis zeigt Abb. 6 (= Beilage 2).

2. Name und Benennungen der einzelnen Täler

Zu den einzelnen Flüssen bzw. Flußtälern, die ich insgesamt auf der Haarfläche untersucht habe, ist folgendes zu bemerken. Für die Oster-schledde ist schon gleich eine Einschränkung zu machen. Sie wird nämlich im Volksmund auch Abelbach genannt, und zwar auf der gesamten

3) Jellinghaus, Westfälische Ortsnamen. 1923.

Strecke. Der Name ist am gebräuchlichsten bei den älteren Leuten, und allgemein üblich ist er besonders bei Steinhausen. Am Dauerquellhorizont des Hellweges erscheint in dieser Schledde der Name Glockenbach, eingeleitet weiter oberhalb durch die Bezeichnung Glockengrund. Hier wird auch die Bezeichnung Schledde meistens ohne den Zusatz „Oster“ gebraucht.

Hier, im Abschnitt zwischen Steinhausen und dem Hölterberg, wird der Ausdruck Schledde aber auch für eine hydrographische Erscheinung benutzt. Man sagt: „Die Schledde kommt“, oder „Die Schledde ist ausgeblieben“, und meint damit den wiederkehrenden oder ausbleibenden oberflächlichen Abfluß in einem Talabschnitt.

Ähnlich ist die Namengebung bei der Westerschledde. Auch hier beginnt die Bezeichnung Schledde im Volksmund erst bei Eringerfeld und reicht nicht bis zum Dauerquellhorizont, wo der Name Störmeder Bach üblich wird. Ebenso befindet sich in diesem Abschnitt die auf die Wasserführung bezogene Bezeichnung. Weiter oberhalb im Ursprungsgebiet begegnen wir neben den üblichen Flurnamen den Grundwörtern „bach“ (Rüthen-Bach) und „grund“.

Merkwürdigerweise taucht der Name Westerschledde auf einem kurzen Abschnitt auch bei dem dritten Tal westlich Störmede auf. Zugleich konnte ich auch hier den Ausdruck „Die Schledde kommt“ oder „... ist ausgeblieben“ feststellen. Der weit längere Oberlauf wird einfach „Gosse“ oder „Gotte“ genannt. Eine einheitliche Bezeichnung konnte ich nicht ermitteln, den Anwohnern erscheint dieses Tal nicht so bedeutend. In Anlehnung an die topographische Karte, die hier schlechthin von „Schledde“ spricht, werde ich dieses Tal weiterhin „Störmeder Schledde“ nennen.

Die Pöppelsche, das vierte Tal, führt als einzige ihren Namen auch noch unterhalb des Dauerquellhorizontes. Ebenso führt sie als einzige ihren Namen fast vom Ursprung über den Oberlauf und den Dauerquellhorizont bis zur Einmündung in den Gieseler Bach. Bei Effeln heißen die Nebenbäche zumeist „Gosse“, dann folgt weiter östlich der „Güller Grund“ und darauf der „Hoinkhauser Bach“. Es erhebt sich abschließend die Frage, ob in dem Namen „Pöppelsche“ ein zersprochenes „Schledde“ steckt.

Das fünfte Tal ist in der Karte eingetragen mit den Namen Glasebach. Obwohl dieser Name erst vom Dauerquellhorizont abwärts gebräuchlich ist, soll er hier für das ganze Tal benutzt werden. Oberhalb des Dauerquellhorizontes, bei Stirpe, wird der Bachlauf Schledde genannt. Doch schon bei Völlinghausen ist die Bezeichnung unbekannt. Hier nennt man ihn vereinzelt Manninghofer Bach. Im Abschnitt von Klieve über Robringhausen bis Altenmellrich führt er den Namen Sonnebornbach, der auch hin und wieder aufwärts bis Waldhausen benutzt wird. Die Ursprungstäler tragen zum Teil eigene Namen, und zwar Zusammensetzungen mit „bach“ oder „gosse“.

Das sechste Tal, von mir insgesamt als Wiemeke bezeichnet — wie es auch in den amtlichen Kartenwerken steht —, ist toponymisch ebenfalls mehrfach gegliedert. Am Dauerquellhorizont bei Schmerlecke ist der Name Aa bzw. Ahe geläufig. Südlich Seringhausen bis über Altengeseke hinaus sagt man jedoch Wiemeke. In Altengeseke trägt auch ein kleiner Nebenbach diesen Namen. Man sagt hier daher auch wohl große und kleine Wiemeke. Mit Beginn der Verzweigungen oberhalb Herringsen herrscht zunächst die Bezeichnung „grund“ vor, sodann folgen zum Ursprung hin die „gossen“.

Auf die Wiemeke folgt westwärts ein Bachlauf von Echtrop über Neuengeseke bis Lohne, der amtlich keinen Namen hat. Im oberen Abschnitt spricht man einfach vom „Bach“, bei Lohne am Dauerquellhorizont jedoch von „Schledde“. Deshalb gebrauche ich weiterhin die Bezeichnung „Lohner Schledde“ für das gesamte Tal.

Der achte Bach endlich trägt auf seiner ganzen Erstreckung einheitlich den Namen Schledde und hat als „Soester Schledde“ viel dazu beigetragen, die Schledde als einen besonderen Bachtyp an der Haarabdachung aufzufassen. Freilich ergibt unsere Untersuchung, daß die Soester Schledde wie die Pöppelsche aus dem Rahmen der toponymischen Vielgliedrigkeit der übrigen Haarbäche herausfällt.

3. Namenscheiden und Namenabschnitte

Zusammenfassend ist folgendes festzustellen: 1. Der Dauerquellhorizont ist toponymisch eine Scheide; von hier mündungswärts erhalten alle Bäche — bis auf Soester Schledde und Pöppelsche — einen durchgehenden feststehenden Namen, der zumeist mit dem Grundwort „bach“ gebildet ist. — 2. Oberhalb des Dauerquellhorizontes sind die Bachläufe toponymisch durchweg in drei Abschnitte gegliedert. Im Ursprungsgebiet finden sich die Bezeichnungen Gosse, Grund und Bach. Dann folgt der Mittelabschnitt mit überwiegender „Bach“-Bezeichnung. Endlich findet sich im dritten oder unteren Abschnitt die Bezeichnung „Schledde“, oder man spricht zumindest vom Kommen bzw. Ausbleiben der Schledde.

Schon das zeigt, daß für die Namengebung die Wasserführung entscheidend ist. Diese ist aber wiederum nur im Zusammenhang mit den beiden oberen Abschnitten verständlich zu machen. Sie berechtigt uns daher, den gesamten Oberlauf vom Gossen-Ursprung bis zum Dauerquellhorizont als Schledde zu bezeichnen. Um Mißverständnissen vorzubeugen, werde ich also nicht mehr von der Pöppelsche, dem Glase Bach und der Wiemeke sprechen, sondern stets auch bei diesen den Ausdruck Schledde anhängen, wenn ich nur ihre Bachstrecke auf der Haarabdachung meine.

Eine Übersicht über die Verteilung der Talnamen und die toponymischen Abschnitte vermittelt Abb. 6 (= Beilage 2).

2. KAPITEL

Topographie der Schledden

1. Haupt- und Nebentäler

Die acht Schledden verteilen sich weitgehend gleichmäßig über das Untersuchungsgebiet. So beträgt in Hellwegnähe der Abstand zwischen je zwei Schledden 4—7 km. Zum Ursprungsgebiet hin nimmt die Taldichte zu, da jede Schledde ein Talnetz besitzt, das sich die Haarfläche aufwärts ausweitet. Jedes Talnetz besteht aus mehreren Ursprungstälern, deren jedes wiederum Nebentäler aufweisen kann. Die Ursprungstäler bezeichne ich mit römischen Zahlen, die zugehörigen Nebentäler mit kleinen Buchstaben. Die Zählung geschieht in jeder Schledde von W nach O, so daß das westliche Ursprungstal jeder Schledde immer mit SI bezeichnet wird. Dieses Tal bildet den Strang der Schledde, in den die übrigen Täler einmünden. Lage, Verlauf und Bezeichnung der Täler zeigt Abb. 7 (Beilage 3).

2. Lage und Verlauf der Schledden

Zur Topographie der einzelnen Schledden ist zunächst folgendes zu bemerken. Die Osterschledde hat drei Ursprungstäler, von denen das westliche (SI) am höchsten entsteht. Die beiden anderen Ursprungstäler, wie auch die Nebentäler, reichen zwar auch auf die Haarhöhe, doch werden sie infolge des NO-Bogens der Haar wesentlich verkürzt. Die Vereinigung der Ursprungstäler erfolgt zwischen ehem. Bahnhof und Dorf Steinhausen. Unterhalb dieser Stelle bildet die Schledde einen Strang.

Im wesentlichen ist die Richtung der Schledde N bis NNO. Das ist auch die Richtung von SI, während die anderen Täler mit NW- bis NNW-Richtung auf dieses Haupttal zustreichen. Zwischen der Elsinger Warte und dem Hölterberg nimmt die Osterschledde auf etwa 2 km Ostrichtung an, biegt aber dann wieder nach N und erreicht in einem weiten Bogen nach NW den Dauerquellhorizont. Die Länge des Haupttales beträgt bis hier 13,8 km.

Die Westerschledde entsteht unmittelbar östlich der Spitzen Warte. Das westliche Ursprungstal (SI) hat fast vom Ursprung an NNO-Richtung. Sowohl das andere Ursprungstal SII als auch die Nebentäler streichen mit Nordrichtung auf das Haupttal zu. Lediglich drei kurze Seitentäler südlich Eringerfeld haben NW-Richtung. Aus dem gleichen Grunde wie bei der Osterschledde verkürzen sich auch hier SII und die Nebentäler. Die Vereinigung aller Täler hat südlich Eringerfeld bereits stattgefunden. Die Streichrichtung der Westerschledde ist auf ihrer ganzen Länge NNO, jedoch weist das Tal erheblich mehr Windungen auf als die Osterschledde. Am Hellweg nimmt die Schledde Nordrichtung an. Die Länge von SI beträgt 14,4 km.

Die Störmeder Schledde bildet sich aus drei Ursprungstälern, die in mittlerer Höhe (210—290 m ü. NN) auf der Haarfläche entstehen. Das

Haupttal streicht vom Ursprung an ohne Abweichung in NO-Richtung auf den Dauerquellhorizont zu. Die beiden anderen Ursprungstäler münden mit NW-Richtung in SI ein. Etwa 2 km nördlich Oestereiden vereinigen sich die drei Täler. Das Haupttal ist 9,85 km lang. Diese Verkürzung gegenüber den anderen Schledden erklärt sich aus der Lage der Störmeder Schledde, deren Ursprungsgebiet sich keilartig zwischen Wester- und Pöppelsche Schledde einschleibt.

Die Pöppelsche Schledde hat das weitverzweigteste Ursprungstalsystem, das sich in drei Ursprungstäler mit Nebentälern gliedert. Alle diese Täler entstehen auf der Haarhöhe zwischen der Spitzen Warte und der Bundesstraße 55 (Belecke—Erwitte). Dabei besteht zwischen dem westlichen und dem östlichen Ursprungstal ein Höhenunterschied von rund 120 m.

Das westliche Ursprungstal SI, die eigentliche Pöppelsche, legt die NO-Streichrichtung für die ganze Schledde fest. Ihre drei Nebentäler, wie auch der Güller Grund (SII) und der Hoinkhauser Bach (SIII), münden mit N- bis NW-Richtung in dieses Haupttal ein. Während der Güller Grund keine Nebentäler besitzt, hat der Hoinkhauser Bach deren drei, die mit N-Richtung auf der Westseite des nach NW streichenden Tales münden. Die Vereinigung aller Täler erfolgt südlich der Orte Berge und Westereiden.

Die Pöppelsche Schledde verfolgt bis etwa 2 km südlich des Hellweges die Nordostrichtung; dann knickt sie nach NW um, biegt jedoch am Hellweg wieder nach N ein. Diese Richtung behält sie bis zur Mündung in den Gieseler Bach. Ähnlich der Westerschledde zeigt auch diese Schledde in ihrem Verlauf viele Schlingen. Die Länge des Haupttales beträgt 15,75 km.

In ähnlicher Weise wie die Pöppelsche Schledde zeigen auch die vier Ursprungstäler der Glasebach Schledde ein weitverzweigtes Talnetz. Diese und ihre Nebentäler entstehen auf der Haarhöhe westlich der Bundesstraße 55 zwischen den Orten Uelde und Echelnpöten. Trotz dieser weiten Verzweigung besteht kein wesentlicher Höhenunterschied zwischen den östlichen und westlichen Tälern. Die Vereinigung der Täler, von denen SIV nur bis Mellrich auf die Haarhöhe hinaufreicht, geschieht südlich Robringhausen. Von hier bis Klieve finden sich im Ostufer des Haupttales nur noch einige schluchtartige Buchten ähnlich den kurzen Seitentälern der Westerschledde bei Eringerfeld.

Auch hier streichen alle Täler mit N- bis NW-Richtung auf das westliche Ursprungstal SI zu. Dieses hat auf der ganzen Tallänge NNO-Richtung, von der es nur auf kurzen Strecken unbedeutend abweicht. Erst an der Mündung in den Gieseler Bach ändert sich die Richtung nach NW. Das Haupttal der Glasebach-Schledde ist 12,85 km lang.

Die Wiemeke Schledde entsteht im Gebiet der Haarhöfe südlich der Orte Ellingsen und Brüllingsen in drei Ursprungstälern. Das westliche Tal SI verläuft zunächst auf einer kurzen Strecke nach NNW, dreht aber dann in einem weiten Bogen in NNO-Richtung ab. In dieses Tal

münden SII und SIII von S kommend ein. Bei Herringsen sind alle Ursprungstäler vereinigt. Nur noch in Altengeseke stößt von O her ein kurzes Seitental, die „kleine“ Wiemeke, auf das Haupttal.

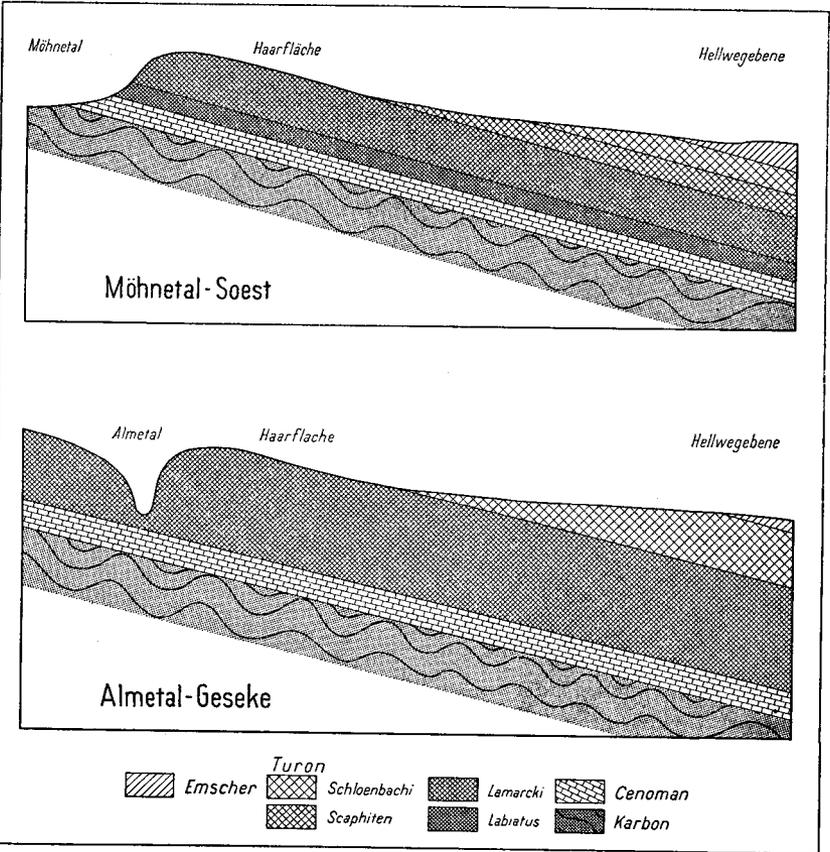


Abb. 1: Die Haarfläche südlich Soest und Geseke (schematisch)

Die Streichrichtung der Wiemeke Schledde ist die von SI. Diese Richtung wird bis über den Dauerquellhorizont hinaus beibehalten. Wie in den anderen Schledden treten auch hier Windungen im Talverlauf auf. Das Haupttal ist 12,5 km lang.

Die Lohner Schledde bildet nur einen einzelnen Talstrang, der bei Echtrup entsteht und bis unterhalb Neuengeseke in nur schwachen Windungen nach NNO streicht. Hier biegt das Tal nach NW um, dreht aber schon nach ungefähr 1 km bis fast in die alte Richtung zurück

und streicht jetzt gerade nach N noch über den Dauerquellhorizont hinaus. Die Länge dieser Schledde beträgt 11,15 km.

Die Soester Schledde bildet sich aus zwei Ursprungstälern, deren jedes wieder zwei Nebentäler hat. Die Talursprünge verteilen sich gleichmäßig über die Haarahöhe von Berlingsen bis Wippringsen. Während das westliche Tal SI nach NO streicht, weisen die anderen Täler N- bis NW-Richtung auf. Auch hier münden alle Nebentäler von SI, wie auch das Tal SII, dessen Nebentäler unbedeutend sind, auf der Ostseite in das Haupttal SI. Bis zur Linie Hiddingsen — Müllingsen hat sich die Vereinigung der Täler vollzogen.

Im Ursprungsgebiet hat das Haupttal SI NO-Richtung. Diese Richtung herrscht vor bis wenig nördlich der untersten Vereinigungsstelle. Dann aber dreht die Soester Schledde in einem weiten Bogen nach N. Diese Richtung behält sie auch noch nördlich des Quellhorizontes bei. Die Länge des Haupttales beträgt 12 km.

3. Richtung der Schledden

Aus dem bisher Gesagten ergibt sich für alle Schledden die NNO-Richtung als bevorzugte Streichrichtung. Diese Richtung findet sich schon jeweils im westlichen Ursprungstal (SI) jeder Schledde, so daß dieses Tal als Haupttal in jedem Ursprungstalnetz bezeichnet werden kann. Alle übrigen streichen nur von der Ostseite her mit N- bis NW-Richtung auf dieses Haupttal zu. In keinem Fall münden Nebentäler auf der Westseite in das Haupttal.

Vergleicht man die Streichrichtung der Schledden mit der der Haar, dann bemerkt man, daß jedes Haupttal und der sich aus ihm entwickelnde Schleddenstrang diagonal zur Haar streicht und die Höhenlinien somit schräg schneidet. Die übrigen Täler eines jeden Ursprungsgebietes verlaufen hingegen quer zur Haarstreichrichtung und treffen im spitzen Winkel auf das Haupttal. In Hellwegnähe, vornehmlich im östlichen Teil des Gebietes, knicken die Schledden von der NNO-Richtung nach N oder gar nach NNW um.

4. Der Untergrund

Für Lage und Verlauf der Täler sowie für deren Ausbildung ist vor allem auch der Untergrund entscheidend. Abb. 1 zeigt zwei schematische Schnitte durch die Haar. Der eine liegt westlich Soest, der andere bei Geseke nahe der östlichen Grenze. Die oberen Schichten der Haarfäche werden von den Stufen der Oberkreide gebildet, von Cenoman und Turon. Hellwegebene und weite Flächen der tiefer gelegenen Haarfäche werden dazu noch von pleistozänen Ablagerungen bedeckt (Abb. 1, Beilage 8). Die Schledden treten nur im Bereich des Turon auf. Von der Hellwegebene aus ziehen sich in den Tälern aufwärts ebenfalls Ablagerungen des Pleistozän, Feinsand, Löß und Lehm, sowie an einigen Stellen Plänerschotter. Zwischen diesen Ablagerungen findet sich reichlich alluviales Material, das im wesentlichen durch das Wasser der Schledden angetragen wurde.

Die einzelnen Täler schneiden in ihrem Verlauf die vier Turonstufen. Abb. 1 veranschaulicht das tiefere Eindringen der westlichen Täler in die bei Soest weniger mächtige Turonfazies. Hieraus geht auch hervor, daß es sich bei den Schledden nicht um Abdachungsflüsse handelt⁴⁾. Es bleibt allerdings die Frage offen, inwieweit die allgemein vorherrschende NNO-Richtung der Haupttäler und ihr Knick nach N oder NW in Hellwegnähe geologisch bedingt sind.

5. Die topographischen Abschnitte

Ein topographischer Überblick über das Untersuchungsgebiet (Beilage 3) zeigt eine **Zweigliederung** nicht nur des gesamten Gebietes, sondern auch vornehmlich jeder Schledde. Deutlich setzt sich das höher gelegene Ursprungsgebiet mit seiner großen Taldichte von dem tiefer gelegenen Hellweggebiet ab, das nur von den acht Schleddentälern durchzogen wird. Betrachtet man jede Schledde einzeln, so drängt sich der Vergleich mit einem Baum auf. Dabei bilden die Schledde und das westliche Ursprungstal den Stamm, während die übrigen Ursprungstäler und die Nebentäler die Äste darstellen. Im Falle der Schledden handelt es sich jedoch um einen Baum, der seine Äste wie einen einseitigen Fieder nur nach einer Seite ausstreckt.

Die Grenze zwischen dem Abschnitt mit großer und dem mit geringer Taldichte schneidet die Haarfläche weitgehend in zwei gleiche Teile. Ich nenne den oberen, zertalten Abschnitt entsprechend der gefiederten Struktur jedes Talnetzes den „Fiederabschnitt“. Den unteren, den eigentlichen Hauptabschnitt der Schledde, nenne ich „Strangabschnitt“, weil jede Schledde ohne seitliche Täler wie ein Strang durch dieses Gebiet zieht.

Tabelle 1 Die topographischen Abschnitte der Schledden

Name	Länge in m			Höhenlage ü. NN			Gefälle pro km
	Haupttal	Haupt- u. Nebentäler	Strangabschnitt	Ursprung	Dauerquellhorizont	Differenz	
Osterschledde	13800	18890	9750	310	95	215	15,7
Westerschledde	14380	18200	7300	350	98	252	17,5
Störmeder Schledde	9850	12350	6500	290	100	190	17,5
Pöppelsche Schledde	15750	42000	4500	370	97	23	15,0
Glasebach Schledde	12850	30000	8150	300	95	205	15,5
Wiemeke Schledde	12450	18340	7200	270	92	178	14,5
Lohner Schledde	11150	11150		270	95	175	15,7
Soester Schledde	12000	23650	5750	270	90	180	14,0

Tabelle 1 zeigt, daß die Länge aller Haupttäler (SI) weitgehend gleich ist. Lediglich der Strangabschnitt wird im Bereich zwischen Westerschledde und Pöppelsche Schledde eingeengt, so daß der Fiederabschnitt dort weiter nach N greift. Die Gesamtlänge der Schledden zeigt für diesen Bereich die größte Taldichte des Untersuchungsgebietes. Das erklärt sich aus der größeren Höhenlage der Ursprünge, so daß die Differenz zwischen Ursprung und Dauerquellhorizont hier am größten ist. Das mittlere Gefälle bleibt jedoch für alle Schledden ziemlich gleich.

⁴⁾ Machatschek, Geomorphologie. 1952.

3. KAPITEL

Hydrographie der Schledden

1. Herkunft und Verbleib des Wassers

Bei der Untersuchung der hydrographischen Verhältnisse in den Schledden war die erste Aufgabe, die Herkunft des Wassers zu ermitteln. Das war weit schwieriger als die Ermittlung, wann und in welchem Ausmaß die Schledden Wasser führen. Die Quellerscheinungen sind häufig derart kompliziert, daß es oft langer und eingehender Beobachtungen bedurfte, diese Frage zu beantworten. In den seltensten Fällen handelt es sich um offene Quellmulden, sondern höchstens um schwache Andeutungen. Am schwierigsten aber war die Beantwortung der Frage nach dem Schwund des Wassers, da eine genaue Lokalisation der Versickerungsstellen so gut wie unmöglich ist. Nur durch längere Beobachtung konnten eindeutige Ergebnisse erzielt werden.

Die Ursprungstäler der Osterschledde besitzen keine Quellen. Sie sammeln ausschließlich Oberflächenrinnwasser, das in zum Teil deutlich ausgeprägten Mulden zusammenfließt. Von den Tälern führte SII an etwa 100 Tagen, SIIIb an weniger als 25 Tagen solches Sammelwasser. Die hier genannten Zahlen sind Durchschnittswerte, ermittelt aus eigenen Beobachtungen und Erfragungen der Bewohner; sie gelten pro Jahr.

Erst im Vereinigungsgebiet der Ursprungstäler zwischen Bahnhof und Dorf Steinhausen finden sich einige schwache Quellen, die hier „Borne“ genannt werden. Der größte Born findet sich in SIII etwa 20 bis 30 m oberhalb der Vereinigung mit dem Haupttal. Das Wasser der Borne ist Sickerwasser der Haarahöhe; daher sind diese auch periodisch tätig.

Nach längeren intensiven Regenperioden, sowie nach Tauwetter tritt hier noch eine weitere Quellerscheinung auf. Es quillt dann in diesem Gebiet das Wasser an vielen Stellen aus dem Boden und es entstehen dort eine Anzahl schwach sumpfiger Stellen am Talboden, denen z. T. eine beachtliche Menge Wasser entquillt. Dennoch ist es nicht möglich, irgendwo auch nur die Andeutung einer Quelle festzustellen. Derartige Feuchtstellen halten die Feuchtigkeit noch längere Zeit, nachdem bereits in den Ursprungstälern kein Wasser mehr fließt. Sie sind in keiner Weise an die Tätigkeit der Borne gebunden.

Von hier bis zur 190 m Höhenlinie führt die Osterschledde mit Ausnahme der trockensten Jahreszeiten, Juli bis Oktober, ständig fließendes Wasser, das sind etwa 250 Tage. Die Menge des Fließwassers hängt gewöhnlich ab von der durch die Borne geförderten Wassermenge. Lediglich in feuchten Jahreszeiten schwillt die Wassermenge stärker an, infolge der Bereicherung durch das Sammelwasser der Ursprungstäler.

Unterhalb der 190 m Isohypse nordöstlich des Bahnhofs Steinhausen treten im Bachbett frei anstehend Plänerkalke der obersten Turonstufe (Schloenbachi-Pläner) auf, in deren Risse und Spalten das Schleddenwasser versickert.

Dieser undichte Abschnitt reicht in der Osterschledde weit abwärts, etwa bis zur 120-m-Höhenlinie nördlich des Hölterberges.

Obwohl diese 6300 m lange Strecke weitgehend durch Gerölle, Sande etc. abgedichtet ist, versickert dennoch eine beträchtliche Menge Wasser, so daß insgesamt nur etwa 50 Tage mit fließendem Wasser gezählt werden können. Nach starken Niederschlägen, wenn also größere Sammelwassermengen in den Ursprungstälern zusammenfließen, erreicht das Wasser die untere Grenze des undichten Abschnitts in größeren Mengen. Zu den Zeiten, wenn nur die Borne tätig sind, versickert alles fließende Wasser in den Plänerspalten.

In dem Abschnitt, der zwischen dem undichten Abschnitt und dem Dauerquellhorizont liegt, gibt es weder Quellen noch seitliche Zuflüsse. Es fließt hier also nur Wasser zum Dauerquellhorizont ab, wenn in der oben beschriebenen Weise genügend Wasser im Ursprungsgebiet gesammelt wird. Eine nicht seltene Erscheinung nach wolkenbruchartigen Niederschlägen und nach plötzlich einsetzender Schneeschmelze ist ein kurzfristig starkes Anschwellen des Schleddenbaches, das dann aber auch wieder rasch abklingt. Oberhalb des Dauerquellhorizontes findet man noch längere Zeit nach einem Wasserabfluß in einer Anzahl Tümpel stagnierendes Wasser, das erst allmählich verdunstet.

Das fließende Wasser der Westerschledde stammt hauptsächlich aus den Mulden am oberen Anfang der Ursprungstäler, in denen es als Oberflächenrinnwasser gesammelt wird. Außerdem finden sich noch in etwa 300 m Höhe in den Tälern SIb an 50 Tagen und SII an 120 Tagen, und zwar besonders im Winter und Frühjahr, sogenannte Springs. Dieses sind sehr schwache Quellen, den Bornen der Osterschledde vergleichbar. Diese und das Sammelwasser lassen dann einen kräftigen Bach entstehen.

Etwas unterhalb der Springs treten in den gleichen Tälern an 100 bis 150 Tagen, auch in weniger feuchten Jahreszeiten, Feuchtstellen auf, die jedoch nicht in der Lage sind, einen Bach entstehen zu lassen. Ebenso ist der Anteil der drei Seitentäler südlich Eringerfeld unbedeutend, wenn sich auch im nördlichsten ein schwaches Rinnsal fast das ganze Jahr über zeigt (300 Tage). Während der größten Zeit des Jahres führt die eigentliche Schledde kein Wasser. Die nach der Schneeschmelze, nach Regenperioden oder Wolkenbrüchen zu Tal gehende Wassermenge entspricht in Umfang und Geschwindigkeit der der Osterschledde.

Lediglich ein Unterschied tritt auf. In der Westerschledde erreichen große Wassermengen den Dauerquellhorizont fast ohne Verlust, denn ein Schwund tritt merklich nur bei geringen Fließwassermengen auf. Die Versickerungen erfolgen in einem nicht einmal 1000 m langen Abschnitt zwischen der 170-m- und 158-m-Isohypse. Solche geringen

Wassermengen gibt es nur nach kurzzeitigen Regenfällen und bei langsam einsetzendem Tauwetter. Zudem ist auch hier der Boden nur stellenweise undicht. Größere Spalten habe ich nicht feststellen können, wie auch anstehender Pläner nur sehr vereinzelt vorkommt. Dennoch versickert auch Wasser an scheinbar abgedichteten Stellen, da die Abdeckung dort nicht vollständig ist.

Da in der Westerschledde Quellen fehlen, die für längere Jahreszeiten einen zumindest schwachen Bach entstehen lassen könnten, weist der Talabschnitt in Hellwegnähe gewöhnlich gleichzeitig mit den oberen Abschnitten fließendes Wasser auf. Denn wenn im Ursprungsgebiet sich überhaupt fließendes Wasser ansammelt, ist die Menge derart groß, daß ein Teil dieses Wassers in den Versickerungsspalten nicht verlorengeht, sondern den Dauerquellhorizont in oberirdischem Ablauf erreicht. Tümpel, wie man sie in der Osterschledde findet, gibt es hier nicht.

In der Störmeder Schledde findet sich Sammelwasser nur in den feuchtesten Jahreszeiten, in SI und SIII an mehr als 23 Tagen. Hingegen wird in SII, der Östereider Gotte, ein kleiner Bach von einigen schwachen Quellen, die hier auch Spring genannt werden, für mehr als 300 Tage unterhalten. Lediglich im Hochsommer versiegt auch dieser Bach.

Am südlichen Eingang des Dorfes Östereiden befindet sich unmittelbar neben der Gotte ein Wasserloch, von den Bewohnern „Teich“ genannt, das rings ummauert ist. Dieser Teich ist noch nie ausgetrocknet. Deutliche Quellerscheinungen konnte ich in diesem Teich nicht feststellen; wahrscheinlich erfolgt ein sehr schwacher, unmerklicher Auftrieb des Wassers. Ebenfalls war es mir nicht möglich, eine Verbindung zwischen Teich und Gotte ausfindig zu machen. Auf diesbezügliche Nachfrage teilte man mir mit, daß nur sehr selten, nämlich wenn der Wasserstand im Teich über die Ummauerung hinüberreiche, das Teichwasser zur Gotte abfließe.

Unterhalb der Vereinigung von SI mit SIII versickert das Wasser auf einer etwa 2000 m langen Strecke. Nur wenn erhebliche Wassermengen auftreten, fließen diese durch den unteren Abschnitt der Schledde zum Dauerquellhorizont. Dieser Fall tritt außer nach Wolkenbrüchen nur im Frühjahr ein, insgesamt an weniger als 40 Tagen.

Der Dauerquellhorizont liegt inmitten des Dorfes Störmede. Er wurde durch die Anlage einer Gräfte am alten Gräftenhaus Störmede, dem jetzigen Gutshof, um etwa 300 m künstlich nach S verlegt; dem entspricht ein Höhenunterschied von etwa 6 m.

Eine interessante Erscheinung bietet sich etwa 500 m südlich des Hellweges an der Straße nach Eringerfeld. Dort hat sich mitten im Feld eine ziemlich große Quellmulde gebildet, in der periodisch eine kräftige Quelle tätig ist. Diese Quelle steht in keinem Zusammenhang mit einer der beiden benachbarten Schledden. Sie ist nur in feuchten Jahreszeiten tätig, und dann auch nur für einige Tage. Ich halte sie für eine Art Überlaufventil des Störmeder Quellhorizontes, da sie auf dem

südlichen Rand eines Kessels liegt, ca. 10 m höher als die tiefste Stelle, an der der Dauerquellhorizont liegt.

Die Pöppelsche Schledde führt weit häufiger als die anderen Schledden Wasser. Ebenso übersteigt die Menge des Fließwassers die der übrigen Schledden bei weitem. Die hauptsächliche Ursache ist das weitausgedehnte Sammelgebiet. Außerdem gibt es eine Anzahl schwacher Quellen, hier ebenfalls Springs genannt, die allerdings auch nicht das ganze Jahr über tätig sind. Sie sind den Bornen der Oster-schledde ähnlich. Man findet sie nicht weit unterhalb der Mulden in den Tälern SIb und SIc (jeweils 150 Tage tätig), SIII, SIIIb und SIIIc (zusammen 250 Tage tätig), und zwar vornehmlich in den feuchten Jahreszeiten. (Trocken Ende August bis Oktober.) In SII liegt am südlichen Rand des Dorfes Menzel ein Spring, der aus einer großen Anzahl winziger Wasseradern entsteht, die zwischen den Kalkplatten einer mehrere Meter hohen Steilwand hervorquellen. Dieser Spring ist der ergiebigste und läuft an mehr als 300 Tagen. Er versiegt nur in den trockensten Spätsommerwochen. Die Sammlung von Oberflächenrinnsal- wasser erfolgt in den Ursprungstälern der Pöppelsche-Schledde noch ziem- lich weit die Haarfläche hinab. Infolge der weiten Ausdehnung des Ursprungstalnetzes findet sich unterhalb der Vereinigung aller Täler fast ständig fließendes Wasser in der Schledde. Diese weite Talverzwei- gung verursacht auch häufige, nicht unbeträchtliche Schwankungen der Wassermenge, da die Springs nicht immer gleichzeitig tätig sind. Daraus ergibt sich der Umstand, daß die Pöppelsche Schledde fast das ganze Jahr über Wasser führt, das ist an mehr als 300 Tagen, hervorgerufen durch ein Ablösen der Ursprungstäler in der Wasserversorgung. In den feuchten Jahreszeiten entspricht die Menge des Fließwassers aller- dings auch der Weite des Sammelgebietes.

Da nun die Versickerungsstrecke dieser Schledde im Bereich des Schloenbachi-Pläner nur sehr kurz ist — sie beginnt in der Vereinigung von SI mit SIII und hat etwa eine Länge von 2000 m — und die Strecke auch weitgehend abgedichtet ist, hält sich der Schwund des Wassers in kleinen Grenzen. In trockenen Jahreszeiten, wenn der Spring bei Menzel oder irgendein anderer nur noch allein tätig ist, versickert dieses wenige Wasser allerdings restlos. Doch überschreitet eine solche Trockenzeit selten die Dauer einiger Tage. Insgesamt fließt auch hier an über 280 Tagen Wasser! Der Abschnitt unterhalb der Versickerungen führt gewöhnlich dann Wasser, wenn auch oberhalb der Schwundstellen fließendes Wasser auftritt. Der Fall restloser Versickerung ist, wie bereits gesagt, nur auf wenige Tage beschränkt. Völlige Trockenheit der ganzen Pöppelsche Schledde tritt jährlich auch nur während einer ganz kurzen Zeit ein. Aus diesem Grunde wird der Bach von der Bevölkerung häufig als ständig fließend bezeichnet und somit nicht als eine Schledde be- trachtet, da die Volksmeinung mit dem Schleddenbegriff die unter- brochene Wasserführung verbindet.

Der Dauerquellhorizont ist sehr ergiebig, was sich in einer starken und ausgebreiteten Quellstätigkeit zeigt. Oberhalb des Quellhorizontes

trifft man auch hier in den kurzen trockenen Zeiten auf Tümpel im Bachbett.

Das weitausgedehnte Ursprungsgebiet der Glasebach Schledde versorgt diese auf lange Zeitabschnitte mit fließendem Wasser. Auch hier reicht der Sammelbereich, ähnlich wie bei der Pöppelsche-Schledde, die Haarfläche weit abwärts. In den weniger feuchten Jahreszeiten — im ganzen bis zu 270 Tagen — versorgen intensive Feuchtstellen in den Tälern nahe des Dorfes Altenmellrich die Schledde mit Wasser. In diesen Feuchtstellen treten nach starken und längeren Niederschlägen zusätzlich schwache Quellen auf. Im Spätsommer wird aber auch hier der Talboden völlig trocken.

Länger tätig, und zwar rund 300 Tage, bleiben etwa ein halbes Dutzend kleinere Quellen im sogenannten Hölzchen, 800 m unterhalb des Ursprungs von SIIb (westlich Uelde). Wenn bereits die übrigen Feuchtstellen ausgetrocknet sind, unterhalten diese Quellen noch auf mehrere Wochen einen schwachen Bach. Schließlich versiegen sie aber auch. Die Bezeichnung Spring ist hier unbekannt.

Die Wasserführung der Glasebach Schledde ist infolge dieser Verhältnisse weitgehend ausgeglichen. Plötzliches Anschwellen des Schleddenbaches, wie es in den östlichen Schledden häufig der Fall ist, kommt hier nur selten vor. Auch sind die Trockenperioden ziemlich kurz und belaufen sich im allgemeinen nur auf wenige Tage. Das wurde bei der Anlage einer Mühle bei Rوبرinghausen ausgenutzt. Es ist die einzige Mühle im Untersuchungsgebiet oberhalb des Dauerquellhorizontes!

Die Versickerungsstrecke der Glasebach Schledde reicht von der Vereinigung von SI mit SIV bis unterhalb Rوبرinghausen und ist 1250 m lang. Allerdings ist dieser Abschnitt fast völlig abgedichtet, so daß nur unbedeutende Wasserverluste zu verzeichnen sind. Man kann an ca. 250 Tagen fließendes Wasser feststellen. Nur wenn der Bach sehr wenig Wasser führt, was jährlich für kurze Zeitabschnitte eintritt, versickert er völlig. Der Abschnitt unterhalb der Versickerungsstrecke entspricht dem gleichen Abschnitt der östlichen Schledden. Man kann auch hier sagen, daß er dann Wasser führt, wenn man auch im Ursprungsgebiet Wasser antrifft.

Der Dauerquellhorizont bei Stirpe liegt in einer ständig feuchten Senke und ist sehr ergiebig. Die Quellen versiegen zwar nie, schwanken aber in ihrer Intensität.

Die Wiemeke Schledde besitzt keine Quellen. Größere Wassermengen erhält sie nur durch das in den Ursprungstälern gesammelte Oberflächenrinnwasser. Im Gebiet der Vereinigung der drei Ursprungstäler (Herninger Höfe) finden sich einige schwache Feuchtstellen, die an etwa 120 Tagen einen schwachen Bach entstehen lassen. Eine intensive Feuchtstelle, in der sich während und nach Niederschlägen sogar eine Quelle entwickelt, ist der „Puhl“ bei Altengeseke an der Mündung der kleinen Wiemeke. Er führt an mehr als 300 Tagen Wasser (trocken:

August/September) und fördert eine erhebliche Wassermenge, die selbst in den Zeiten, in denen kein Sammelwasser in der Schledde fließt, einige hundert Meter als schwacher Bach abwärts reicht, bis an die ersten Versickerungsstellen.

Die Versickerungsstrecke ist nur kurz. Sie beginnt oberhalb der Chausseebrücke Seringhausen — Altengeseko und reicht etwa 1000 m abwärts. Sie ist weitgehend abgedichtet, so daß nur geringe Wassermengen verschwinden können, z. B. das Wasser des „Puhls“. Man trifft hier entsprechend dem Oberlauf an weniger als 150 Tagen auf fließendes Wasser. Bei stärkerer Wasserführung — nach der Schneeschmelze oder stärkeren Niederschlägen — erreicht das fließende Wasser in großer Menge die untere Grenze des Versickerungsgebietes und fließt oberirdisch zum Dauerquellhorizont ab. Der Dauerquellhorizont liegt in ständig feuchten Wiesen zwischen Schmerlecke und Horn. Er ist aber bei weitem nicht so ergiebig, wie dies bei den bislang besprochenen Schledden der Fall ist.

Die Lohner Schledde besitzt weder Quellen noch Feuchtstellen. Ihre Wasserführung ist ausschließlich vom Sammelwasser abhängig. Da ihr Sammelgebiet nur verhältnismäßig schmal ist, führt die Schledde nur selten fließendes Wasser. Selbst nach der Schneeschmelze ist nur wenig festzustellen; doch genügen schon mittlere Gewitter, um für kurze Zeit einen kleinen Bach entstehen zu lassen. Zusammengerechnet ergeben sich etwa 50 Tage mit fließendem Wasser. Im obersten Abschnitt, etwa zwischen Echtrop und den Herringser Höfen, kann es zeitweilig stagnierendes Wasser in kleinen Tümpeln geben. Dieses kann nicht abfließen und verdunstet dort.

Ein Versickerungsgebiet gibt es in der Lohner Schledde nicht. So fließt alles Wasser oberirdisch zum Dauerquellhorizont ab. Ursache des Fehlens eines undichten Abschnittes ist allein eine vollständige Abdichtung durch alluviale und diluviale Ablagerungen; denn die geologischen Untergrundverhältnisse sind hier die gleichen wie in den anderen Schledden.

In Hellwegnähe, noch oberhalb des Dauerquellhorizontes, treten in feuchten Jahreszeiten, vor allem im Frühjahr, schwache Feuchtstellen in der Schledde auf. Es handelt sich hier wohl auch um einen südlichen Überlauf des Dauerquellhorizontes — ähnlich dem bei Störmede. Auf gleiche Erscheinungen trifft man in den Tälern westlich Soest.

Auch im Ursprungsgebiet der Soester Schledde gibt es keine Quellen. Doch treten wenig unterhalb der Ursprungsmulden in den Tälern Feuchtstellen auf. Besonders gut sind diese an ca. 120 Tagen in Sib nördlich Bücke zu beobachten. In Sic kann man sie an etwa 80 Tagen feststellen. Diese Feuchtstellen lassen aber nur sehr selten einen Bach entstehen, zumeist im Frühling und Frühsommer. Sammelwasser ist in niederschlagsreichen Wochen, besonders aber auch nach der Schneeschmelze in der Schledde anzutreffen, insgesamt in Si an 150 Tagen, in SII an 120 Tagen.

Der Schwund des fließenden Wassers beginnt schon in den Tälern SI und SII oberhalb ihrer Vereinigung. Die Wasserverluste können zeitweilig erheblich sein, obgleich auch hier der Schleddenboden ziemlich abgedichtet ist. Der undichte Abschnitt ist in jedem Tal nur 900 m lang. Schon wenig unterhalb ihrer Vereinigung erreicht die Schledde wieder völlig dichten Untergrund. In diesem letzten Abschnitt ist bis zu 100 Tagen fließendes Wasser festzustellen.

Die Soester Schledde besitzt im Bachbett oberhalb des Dauerquellhorizontes (bis zu 2 km aufwärts) zeitweilig tätige Quellen. Die gleiche Erscheinung wurde in schwächerer Form bereits für die Lohner Schledde festgestellt. Hier ist die Tätigkeit der Quellen jedoch unregelmäßig und auch nur schlecht zu beobachten. Eine Verbindung mit dem sehr ergiebigen Dauerquellhorizont südlich Heppen darf wohl angenommen werden.

Tabelle 2 Mittlere Wasserführung und Trockenzeiten in den Schledden
(nach Beobachtung und Erfragung im Gelände)

Schledde	Wasserführung in Tagen pro Jahr			Trockenzeit im Sammel- abschnitt
	Sammel- abschnitt	Sicker- abschnitt	Abfluß- abschnitt	
Osterschledde	250	50	< 50	Juli — Okt.
Westerschledde	100-150	< 100	< 100	April — Okt.
Störmeder Schledde	300	40	<< 40	Aug. / Sept.
Pöppelsche Schledde	> 300	> 280	280	En. Aug.-Okt.
Glasebach Schledde	300	250	250	Juli-Sept/Okt.
Wiemeke Schledde	120 (Puhl > 300)	< 150	< 120	April — Nov. (Puhl Aug./Sept.)
Lohner Schledde	50	—	50	—
Soester Schledde	120-150	100	80	Mai — Nov.

2. Die hydrographischen Abschnitte

Bei der Zusammenfassung der vorstehend beschriebenen Untersuchungen ergibt sich zunächst eine Gliederung der Schledden in drei hydrographische Abschnitte (Tab. 2 und Abb. 8 = Beilage 4).

Im Ursprungsgebiet wird das Wasser der Quellen und Feuchtstellen, wie auch das in den Mulden gesammelte Oberflächenrinnwasser, zusammengefaßt und dem Haupttal zugeleitet. In diesem Abschnitt, den ich Sammelabschnitt nenne, unterscheiden sich die Schledden nicht von einem normalen Bach.

Dann aber erreicht das Tal jene Gesteinsschicht, in der in Rissen und Spalten das Wasser versickern kann. Das geschieht in den einzelnen Schledden in unterschiedlich starkem Maße. Der Schwund ist abhängig

von der Breite des Schloenbachi-Pläner, von der Abdichtung durch alluviale und diluviale Ablagerungen und von der Menge des zu Tal strömenden Wassers. Die Länge dieses Sickerabschnitts ist abhängig von den beiden ersten Faktoren, seine Lage jedoch hängt nur von der jeweiligen Lage des Schloenbachi-Pläner ab.

Der unterhalb des Sickerabschnitts liegende Teil der Schledde, der nach N hin vom Dauerquellhorizont begrenzt wird, zeigt wieder ein normales Flußtal. Hier versickert kein Wasser mehr, hier ist aber auch keine Sammlung von Wasser mehr festzustellen. Hydrographisch unterscheidet er sich also von den beiden anderen Abschnitten. Durch ihn erfolgt nur der oberirdische Abfluß des nichtversickerten Schleddenwassers. Ich nenne ihn daher **Abflußabschnitt**.

Die Länge der einzelnen Abschnitte in den verschiedenen Schledden ist in Tabelle 3 zusammengetragen.

Tabelle 3 Die hydrographischen Abschnitte

Schledde	Haupttal m	Sammel- abschnitt m	Sicker- abschnitt m	Abfluß- abschnitt m
Osterschledde	13 800	4 500	6 300	3 000
Westerschledde	14 380	7 000	980	6 400
Störmeder Schledde	10 850	4 300	2 050	4 500
Pöppelsche Schledde	15 750	11 550	2 000	3 200
Glasebach Schledde	12 850	4 700	1 250	6 900
Wiemeke Schledde	12 450	7 650	1 050	3 750
Lohner Schledde	11 150	5 650	—	5 500
Soester Schledde	12 200	5 550	900	5 750

Den Verlauf der Abschnitte und ihrer Grenzen veranschaulicht Abb. 8, Beilage 4. Während der Dauerquellhorizont als nördliche Grenze des Abflußabschnittes wie eine Gerade in hellwegischer Richtung verläuft, zeigen die Grenzen des Sickerabschnitts starke Richtungsschwankungen. Dabei verlaufen beide Grenzen des Sickerabschnitts weitgehend parallel. Ursprung und Dauerquellhorizont sind an eine bestimmte Höhenlage gebunden (vgl. Tabelle 1). Da nun die Haarfläche nach W gleichmäßig fällt und auch der Quellhorizont keine wesentlichen Höhen-schwankungen aufweist, ergeben sich der Verlauf von Nordgrenze des Abflußabschnitts und Südgrenze des Sammelabschnitts als angenäherte Geraden, die zueinander auch weitgehend parallel verlaufen. Wie bereits festgestellt wurde, ist die Lage des Sickerabschnitts und seiner Grenzen abhängig von der Lage des Schloenbachi-Pläner. Der Pläner tritt wohl in einer bestimmten Höhenlage auf, doch ändert sich diese infolge der unterschiedlichen Tiefe der Täler um 30 bis 50 m. Weitere Verschiebungen können dann noch die Abdichtungen bewirken, ja diese können

sogar, wie in der Lohner Schledde, den ganzen Abschnitt aufheben. So ist der kurvenreiche Verlauf der Sickerabschnittsgrenzen zu erklären.

Bei der Betrachtung des Abflusses in zeitlicher Sicht stellt sich zunächst heraus, daß die Herkunft des Wassers nicht für das ganze Jahr gleichmäßig gesichert ist. Es gibt in jedem Jahre eine Zeit, in der die Schledden vom Ursprung bis zum Dauerquellhorizont trocken sind, da die Quellen oder Feuchtstellen nur zeitweilig in Tätigkeit treten. Diese Tätigkeit ist in Perioden zu erfassen. Andererseits entstammt die größte Wassermenge in der Regel dem Oberflächensammelwasser, so daß der Abfluß auch in dieser Hinsicht abhängig ist von feuchten Jahreszeiten.

Es ließ sich feststellen, daß selbst in sehr niederschlagsreichen Jahren (z. B. 1954) eine Trockenperiode der Quellen eintrat, während der die ganze Schledde trocken lag. Zum anderen gibt es aber auch in sehr trockenen Jahren, wie es das Jahr 1953 war, immer noch eine Zeit, in der die Schledde Wasser sammelt und oberirdisch bis zum Dauerquellhorizont transportiert. Die Länge dieser Zeiten ist ausschließlich abhängig von der Feuchtigkeit des Jahres. Die Schledden der Haarfäche sind also eindeutig als periodische Trockentäler zu bezeichnen.

Der Gesamtabfluß einer Schledde ist entsprechend den drei Abschnitten in drei Teile zu gliedern: Ein oberer, ständig anwachsender Teil, ein mittlerer Teil, der Wasser verliert, und ein unterer Teil, der aus dem zum Dauerquellhorizont abfließenden Restabfluß besteht. Dieser Rest kann jedoch zu gewissen Zeiten gleich Null werden. Wie in jedem Jahr eine Trockenzeit für die ganze Schledde eintritt, gibt es auch eine Zeit, in der die Schledde vom Ursprung bis zum Dauerquellhorizont durchgehend fließendes Wasser zeigt, abgesehen von kurzfristigen Zeiten, deren Länge nur nach Stunden zählt, in denen das Niederschlagswasser der Gewitterregen abfließt. In diese Zeiten schalten sich kurze Perioden ein, in denen nur der Abflußabschnitt trocken ist. Die Lohner Schledde nimmt hier eine Sonderstellung ein.

Hydrographisch heben sich die Schledden aus den Tälern der Nachbargebiete deutlich heraus. Die Täler westlich des Untersuchungsgebietes zeigen eine weitgehende Ähnlichkeit mit den hier behandelten Schledden. O. F. Timmermann⁵⁾ nennt sie episodische Trockentäler.

Anders dagegen steht es bei den Tälern der Paderborner Hochfläche (Sauer, Glaserbach, Ellerbach usw.). Diese sind in ihrem Abschnitt oberhalb der Versickerungen Dauerbäche. Ferner beziehen sie ihr Wasser vornehmlich aus Quellen, die das ganze Jahr über tätig sind. Beim Glaserbach (bzw. Sauer) ist der Unterlauf periodisch trocken. Für Beke und Altenau trifft dies auf gewissen Strecken zu. Der Ellerbach hingegen ist im Unterlauf episodisch trocken. Der Krumme-Grund ist ein episodisches Trockental, das gar keine Quellen besitzt.

5) Timmermann, Kreis Soest. 1955.

Erwähnen möchte ich noch die unterschiedliche Art der Versickerungen. In den Schledden erfolgt der Schwund durch sehr feine Risse und Spalten. In den Tälern der Paderborner Hochfläche wie auch in der Alme verschwindet das Wasser in „Schwalgen“, d. s. teils ziemlich große Spalten, die bei Trockenheit deutlich zu erkennen sind. Verschwindet in ihnen das Wasser, so nimmt man ein besonders kennzeichnendes Geräusch wahr und außerdem zeigt sich eine typische Wirbelbewegung des strömenden Wassers. Diese Erscheinungen gibt es in den Schledden nicht. Die Lokalisierung der dortigen Risse und Spalten ist äußerst schwierig, teils sogar unmöglich. Die Schledden können somit in hydrographischer Sicht als periodische Trockentäler aus den temporären Trockentälern der Haar und der Paderborner Hochfläche ausgeschieden werden.

4. KAPITEL

Morphologie der Schledden

1. Der Talboden

Im Anschluß an die hydrographische Untersuchung sollen zunächst die Talböden, ihre Breite, Ausfüllung und Tiefe betrachtet werden. Alle Ursprungstäler der Schledden entstehen in muldenförmigen Vertiefungen. In der Osterschledde sind es langgestreckte Mulden, die sich rasch eintiefen und allmählich Talcharakter annehmen. Dabei senkt sich der Talboden zum „Kern“ — dem tiefsten Punkt der Mulde — ein. Von diesem Kern aus bildet sich der Talboden in Richtung auf das eigentliche Tal als ein schmaler ebener Streifen aus. Ähnlich sind die Talanfänge der Wester-, Störmeder und Pöppelsche Schledde. Verschiedentlich treten hier an Stelle der langgestreckten Mulden solche, die mehr konzentrisch angelegt sind. Aber auch die langgestreckte Form kommt vor. In allen Fällen findet sich ein stetiger Übergang von der Mulde zum Tal. Die Eintiefung der Mulden ist verschieden, sie bewegt sich in der Regel zwischen 10 und 15 m, ihre Breite am Boden schwankt zwischen 100 und 150 m, läßt sich aber infolge der starken Hangverflachung nur annähernd bestimmen.

In der Glasebach Schledde zeigen die Mulden durchweg einen anderen Charakter. Sie sind erheblich tiefer (25 bis 50 m) und am Boden breiter (300 bis 500 m). Ihr Boden tritt auch deutlicher von den Hängen ab (vgl. die Querschnitte Beilage 6). Der Übergang zum Tal erfolgt in diesen Mulden nicht stetig, sondern in einer pfortenähnlichen Öffnung.

Wiemeke, Lohner und Soester Schledde haben Mulden beider Arten, doch sind die tieferen keineswegs so deutlich ausgeprägt wie die der Glasebach Schledde. Allgemein gesehen bewegen sich die Muldenformen der Schledden auf der Haarfläche zwischen dem flachen, mäßig ausgeprägten Typ der östlichen Schledden (Abb. 2) und dem tiefen und breiten, gut ausgeprägten Typ der Glasebach Schledde (Abb. 3). Es treten alle Formen nebeneinander auf, wie auch zwei Ursprungstäler der Glasebach Schledde mäßig ausgeprägte Muldenform zeigen.

Da sich in keiner Mulde auch nur der Ansatz zu einer Quellmulde oder -nische zeigt und hier höchstens Feuchtstellen oder schwache periodische Quellen mit minimaler Erosion auftreten, nenne ich die Mulden der Schledden **Sammelmulden**. Dieser Name trifft insofern gut zu, da die Oberflächenformen derart gut ausgebildet sind, daß sie alles Oberflächenrinnowasser dem „Kern“ zuführen, von wo es gesammelt dem eigentlichen Tal zugeleitet wird.

Unterhalb der Sammelmulden ist in den Tälern der Talboden in Fortsetzung des am Kern der Mulde beginnenden schmalen ebenen

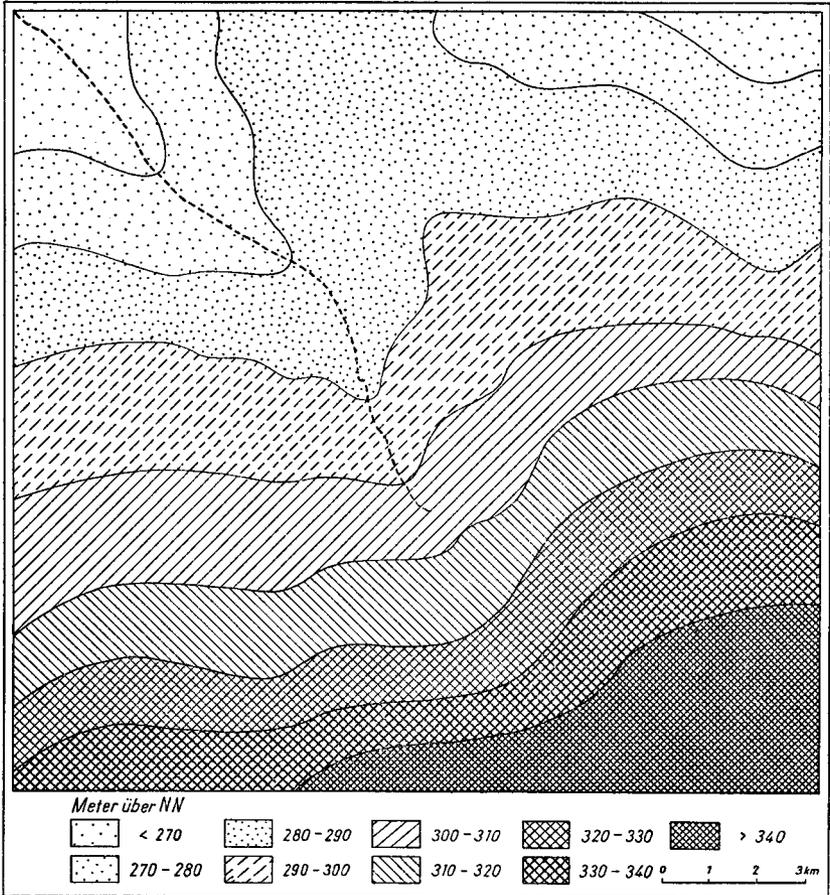


Abb. 2: Flache, mäßig ausgeprägte Sammelmulde
(Westerschlesde)

Streifens als schwach nach innen gesenkte Fläche ausgebildet. An der tiefsten Linie, die vorwiegend auf Talbodenmitte verläuft, prägt sich schon bald nach Verlassen der Mulde eine zunächst noch schwache Rinne aus, die dann allmählich zum Bachbett wird. In den wasserreichen Schledden beginnt diese Rinne bereits in den Sammelmulden, unabhängig davon, ob es sich um eine mäßig oder gut ausgeprägte Muldenform handelt. In den Tälern, die mäßig ausgeprägte Mulden besitzen, erfolgt der Übergang vom Talboden zum Hang fließend. Im anderen Fall zeigt sich der Talboden deutlicher vom Hang abgesetzt.

Die Breite der Talböden ist hier oben auf der Haarfläche noch gering. Gegenüber der Mulde ist eine Einengung festzustellen. Erst allmählich, mit Annäherung an die Vereinigung mit dem nächsten Tal, weitet sich der Talboden mehr aus. Diese Ausweitung wächst dann stetig bis in das Vereinigungsgebiet aller Ursprungstäler. In diesem Bereich bleibt

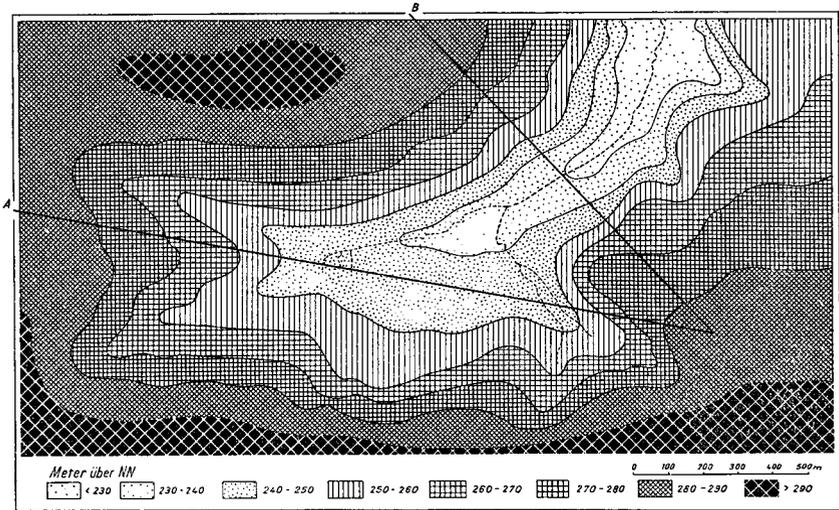


Abb. 3: Tiefe, stark ausgeprägte Sammelmulde
(Glasebach Schledde)

dann die Breite des Talbodens zunächst konstant, nimmt aber abermals zu in Hellwegnähe. Dieses Bild zeigen alle Schledden bis auf Oster- und Westerschledde, die beide im Vereinigungsgebiet eine Verengung des Talbodens zeigen. Hier erfolgt die Ausweitung erst 1 km bis 2 km unterhalb.

Eng verknüpft mit der Breite ist die Ausfüllung des Talbodens. In den Mulden und obersten Abschnitten der Ursprungstäler bedeckt ausschließlich Verwitterungsgestein die Talböden. Anstehendes Gestein, das nicht von Menschenhand freigelegt wurde, ist sehr selten, und dann auch nur lokal begrenzt. In den Mulden ist eine Nutzung als Acker- oder Weideland üblich. Das geht dann in den eigentlichen Tälern zunächst nicht mehr. Erst wenn der Talboden breiter geworden ist, wenig oberhalb der Vereinigung der Ursprungstäler, breitet sich die Verwitterungsschicht auch weiter aus. Zudem ist sie hier erheblich mächtiger (bis zu mehreren Metern). Das Bachbett schneidet hier tief ein und erreicht stellenweise das anstehende Kalkgestein.

Im Gebiet der Vereinigung und unterhalb davon ist der Talboden als breite Fläche angelegt. Er senkt sich nur unbedeutend zum Bachbett hin, das sich als breiter Graben heraushebt. In der Pöppelsche und der Glasebach Schledde findet sich diese Talbodenfläche schon oberhalb der Vereinigung der letzten Ursprungstäler mit dem Haupttal. In Oster- und Westerschledde wird der Talboden erst, wie bereits oben beschrieben, unterhalb der Vereinigung zur Fläche.

Weiter abwärts läßt die Mächtigkeit der Verwitterungsschicht wieder nach. Das ist besonders gut festzustellen in den östlichen Schledden. Im Talboden, der immer mehr auf die Hänge übergreift, treten häufig anstehende Gesteine auf. Im Hellweggebiet breitet sich der Talboden erheblich aus, ähnlich wie im Gebiet der Mulden. Hier bildet er nur noch eine schwache Delle, an deren tiefster Stelle das Bachbett verläuft.

2. Das Bachbett

Dieses Bachbett beginnt unterhalb der Talbodenverflachung zu mäandrieren. In den Mäandern finden sich fluviatile Schotter. Ihre Menge ist jedoch nicht besonders groß. Den Boden jedes Bachbettes bedeckt auf oft ziemlich langen Strecken Akkumulationsmaterial. Daneben findet man streckenweise anstehendes Kalkgestein, besonders im Gebiet des Schloenbachi-Pläner (Sickerabschnitt).

In Hellwegnähe tieft sich das Bachbett ein und greift weiter aus. Das geschieht gleichmäßig mit Vorschreiten des Talbodens auf die seitlichen Hänge. Das Bachbett tritt dann an die Stelle des Tals. In mehreren Schledden hat sich hier am Boden des Bachbettes ein zweites Bett gebildet (Oster-, Pöppelsche und Glasebach Schledde).

Ausgesprochene Talauenbildung ist in den Schledden selten. Die periodischen Feuchtstellen dürfen als solche angesehen werden. Sie sind jedoch nur sporadisch vertreten und auf das Vereinigungsgebiet beschränkt. Nur der Puhl bei Altengeseke tritt als einziger „Feuchter Grund“ weit unterhalb des gewöhnlichen Bereiches dieser Feuchtstellen auf. Vom Dauerquellhorizont an findet sich natürlich auch die Talau.

3. Die Höhenlage und die Talhänge

Die Tiefe des Talbodens nimmt von den Mulden an zunächst zu. Dabei treten Pöppelsche und Glasebach Schledde merklich hervor. Hier sind Tiefen von bereits 50 m keine Seltenheit. Aber auch die anderen Schledden erreichen in ihren Ursprungstälern unterhalb der Sammelmulden schon Tiefen über 20 m. Lediglich die Störmeder Schledde tieft sich nicht wesentlich ein. Einen guten Vergleich des weiteren Tiefenverlaufs in den Schledden geben die Querschnitte in Abb. 10, Beilage 6; ihre Lage zu den Tälern zeigt Abb. 9, Beilage 5.

Die maximale Tiefe zeigt sich dort, wo der Talboden wie eine breite Ebene angelegt ist, also im Gebiet der Vereinigung der Ursprungstäler. Die Schledden im mittleren Untersuchungsgebiet weisen Tiefen

bis zu 60 m und darüber auf. Nach W und besonders nach O hin nehmen die Niveauunterschiede bedeutend ab; die Osterschledde erreicht in diesem Gebiet nur eine Tiefe bis zu 20 m. Die Störmeder Schledde fällt ganz aus dem Bilde der anderen Schledden heraus. Ihre maximale Tiefe beträgt nur 15 m.

Zum Hellweg hin nimmt die Tiefe dann wieder ab. Am Dauerquellhorizont beträgt der Höhenunterschied nur noch wenige Meter. Dagegen nimmt oberhalb des Hellwegs das Bachbett erheblich an Tiefe zu (bis zu 10 m), doch verringert sich auch diese wieder bis zum Dauerquellhorizont. Auch hier gibt es entsprechend der Größe der Schledden Unterschiede. So fällt die Bundesstraße 1, die die Schleddentäler in Hellweghöhe schneidet, bei Soest um rund 10 m, bei Störmede jedoch unmerklich.

Eine Erscheinung ist allen Schledden gemeinsam. Je weiter die Ursprungstäler einer Schledde nach O liegen, um so früher erfolgt ihre maximale Eintiefung. Dieses läßt sich aus der im 2. Kapitel näher erläuterten Lage der Täler zum Haupttal erklären. Da die Täler die Höhenlinien weitgehend senkrecht schneiden und auf kürzerer Strecke als das Haupttal einen größeren Höhenunterschied überwinden müssen — die Haar steigt von W nach O —, tiefen sie sich zwangsläufig rascher ein. Dies zeigt schon Abb. 5, Beilage 1.

In den wasserreichen Schledden findet man im mittleren Abschnitt und auch wohl in Hellwegnähe im Bachbett morphologische Kleinformen wie Kolke und Strudeltöpfe. Jedoch sind diese Erscheinungen relativ selten.

Die Talhänge der Schledden zeigen in gleichen Höhenlagen viel Ähnlichkeit. In den Sammelmulden sind die Hänge selbstverständlich weitgehend verflacht (Beilage 6). Das trifft auch in den gut ausgeprägten Mulden zu. Talboden und Hang gehen hier ineinander über. Ebenso verläuft sich der Hang nach oben hin auf der Hochfläche.

Anders wird das Bild im eigentlichen Tal. Eine gute Übersicht der verschiedenen Hangentwicklungen in den einzelnen Höhenlagen geben die Querschnitte in Beilage 6. Wie bereits erwähnt wurde, erfolgt von den mäßig ausgeprägten Sammelmulden ein stetiger, fließender Übergang zum Tal. Die Talhänge steilen sich dabei mehr ein, und zwar vornehmlich in Talbodennähe. Die oberen Hangpartien verlaufen, wie in den Mulden, mäßig steil. Der wesentliche Unterschied ist: das Hangprofil in den Mulden ist, bezogen auf den größten Abschnitt, konkav, in den oberen Tälern dagegen ist es konvex (Querschnitte A in Beilage 6, Abb. 10).

Das gilt auch für die Täler mit gut ausgeprägter Mulde. Lediglich erfolgt hier kein fließender Übergang von der Mulde zum Tal. Infolge der größeren Höhenunterschiede werden die Hänge häufig steiler. Das gilt besonders für die Täler einer Schledde, die weiter östlich vom Haupttal verlaufen.

Weiter zum Vereinigungsgebiet hin werden die Hänge in den Ursprungstälern allmählich steiler. Mit Erweiterung des Talbodens setzt

sich in Talbodennähe immer deutlicher ein konkaves Profil durch (Beilage 6). Dabei bleibt aber noch der flache Auslauf zur Hangkrone erhalten. Der Querschnitt ist mit einem Rundtrog zu vergleichen. Die Talhänge werden hier vorwiegend als Weiden genutzt. Wald tritt nur in wenigen Ausnahmen auf (Wester- und Glasebach Schledde, Güller Grund der Pöppelsche Schledde).

Im Gebiet der Talbodenverflachung haben die Talhänge abermals eine andere Form angenommen. In Talbodennähe erfolgt der Übergang in einem kurzen, konkaven Bogen. Der Übergang zur Hangkrone geschieht ebenfalls in einem kurzen, dieses Mal aber konvexen Boden. Der zwischen beiden Bögen verlaufende Hangabschnitt ist sehr steil (über 45°), er erhält vielerorts Steilhangcharakter (Beilage 6, Abb. 10: 6B, 9C und D, 10C, 12C). Hier überwiegen die harten, schroffen Formen. Es bilden sich an Richtungsänderungen und Einmündungen von Seitentälern Steilhänge und Kaps. So zeigt die Pöppelsche Schledde an der Vereinigung von SI und SIII in einem großen Talmäander gestaffelte Steilhänge und hier allerdings abgerundete Kaps (Beilage 6. 9D). Ein scharf ausgebildetes Kap findet sich in der Soester Schledde SII südlich Müllingsen.

Der Querschnitt ist auf diesem Abschnitt mit einem Kastentrog zu vergleichen. Während der Talboden vorwiegend als Weide oder Wiese genutzt wird, liegen die Hänge infolge zu großer Steilheit brach und sind zumeist mit Buschwerk besetzt. Aufschlüsse sind hier selten. Einige künstliche gibt es in den östlichen Schledden. Sie entstanden zumeist bei der Anlage von Wegen.

Der obere Teil dieses Abschnitts zeichnet sich aus durch gleichmäßigen Verlauf der Talhänge auf längeren Strecken. Es treten keine oder nur unbedeutende Unterbrechungen auf. Dann aber treten mit abnehmender Hanghöhe Rinnen, Einbrüche und Buchten vornehmlich im Hang auf der Ostseite auf, die eine weitgehende Gliederung hervorrufen. Es handelt sich um meist episodische Wasserrinnen, die nur bei außergewöhnlich hohen Niederschlägen Wasser von der Hochfläche in die Schledde leiten. Dann ist allerdings die Erosion beträchtlich. Der rechte Teil des Querschnitts in Abb. 10 (Beilage 6, 10D) zeigt zwei solcher Buchten. Der Querschnitt C in Beilage 6 schneidet ebenfalls eine Bucht.

Zum Hellweg hin verflachen sich die Talhänge allmählich. Das geschieht in der Weise, daß der zwischen den zum Talboden und der Hangkrone gerichteten flachen Ausläufern liegende steile Hangabschnitt sich immer mehr verkürzt. Es entsteht im Endstadium folglich eine Form, die wie ein S von der konkaven in eine konvexe Biegung übergeht. Dieses S verflacht dann schließlich auch noch.

In diesem unteren Abschnitt oberhalb des Hellwegs treten die Formen des Bachbetts immer deutlicher heraus. Die Hänge des Bachbetts werden höher und steiler, es kommt vielerorts zu Terrassenbildungen. Die Querschnitte von Talhang und Bachbett sind deutlich aus Abb. 10 (Beilage 6) zu entnehmen.

In der Soester Schledde bilden sich in diesem Abschnitt Querrinnen, die vom Talboden der Schledde zum Bachbett hinabführen. Die Glasebach Schledde zeigt in diesem Abschnitt Terrassenreste mit dreieckigem Grundriß, allerdings nur auf dem linken Ufer. Es handelt sich offenkundig um das linke Ufer eines ehemaligen mäandrierenden Bachbettes. Am Quellhorizont bildet das Bachbett zumeist nur noch einen breiten Graben. Steilhänge findet man überall in den Schledden. Vornehmlich jedoch sind sie im mittleren Abschnitt anzutreffen, wo die harten und schroffen Formen überwiegen. Häufung von Steilhängen sind in Beilage 5 besonders gekennzeichnet. Allerdings lassen sich keine wesentlichen Schlüsse hieraus ziehen.

4. Das Gefälle

Das Längsprofil der Täler soll den Gefälleverlauf veranschaulichen. Abb. 4 zeigt die Profile vergleichsgerecht übereinander. Es bestehen auch hier weitgehende Übereinstimmungen in den Schledden auf der Haarfläche. In diesen Profilen wird der Talstrang abgebildet, der am höchsten auf die Haarfläche hinaufreicht.

Das Längsprofil beginnt zumeist mit einem steilen Teil, der allerdings nur sehr kurz ist. Diese Strecke entspricht der obersten Talstrecke in den Ursprungstälern unmittelbar unterhalb der Mulden. Dann erfolgt eine leichte Verflachung und ein erneuter steiler Teil. Das sind die Talstrecken kurz vor der Vereinigung mit dem Haupttal.

Jetzt beginnt eine Strecke, auf der das Gefälle allmählich immer flacher wird, von kleinen Zwischenstufen abgesehen. Das ist die Schledde vom mittleren Abschnitt, wo die schroffen Formen auftreten, bis zum Dauerquellhorizont. Es ist dies das Gebiet, in dem sowohl Tal als auch Bachbett mäandrieren. Das deutlichste Beispiel eines großen Talmäanders zeigt die Pöppelsche Schledde nördlich Berge-Westereiden. Das Mäandrieren wird dann talab vom Bach fortgesetzt.

Das Längsprofil zeigt im Gebiet der Ursprungstäler ein Gefällemaximum. Talab verringert sich das Gefälle mehr und mehr. Doch setzt der gleichmäßige Gefälleverlauf erst unterhalb der Vereinigung der Täler ein. Oberhalb der Vereinigung zeigt das Längsprofil bis zu drei Stufen im Gefälle. Da nun der Talboden der Schledden im wesentlichen gleichmäßig und gleichsinnig mit der Haarfläche fällt, läßt sich hiernach auf einen stufenweisen Abfall der oberen Haarabdachung schließen. Der untere, hellwegnahe Teil der Haarfläche fällt hingegen gleichmäßig. Im Grenzsäum zwischen unterem und oberem Teil finden sich, vornehmlich im östlichen Teil des Untersuchungsgebietes, die Talmäander. Ferner zeigen die Längsprofile in Abb. 4 weitgehende Übereinstimmung von Gefälleabschnitten und geologischen Schichtgrenzen.

Vergleicht man einmal die Längsprofile mit der geologischen Übersicht (Abb. 12, Beil. 8), so ergibt sich, daß der Abschnitt des Gefällemaximums mit den Bereichen der Zonen Labiatumergel und Lamarcki- und Scaphitenpläner zusammenfällt. Abb. 11 (Beil. 7) zeigt dann sehr deutlich,

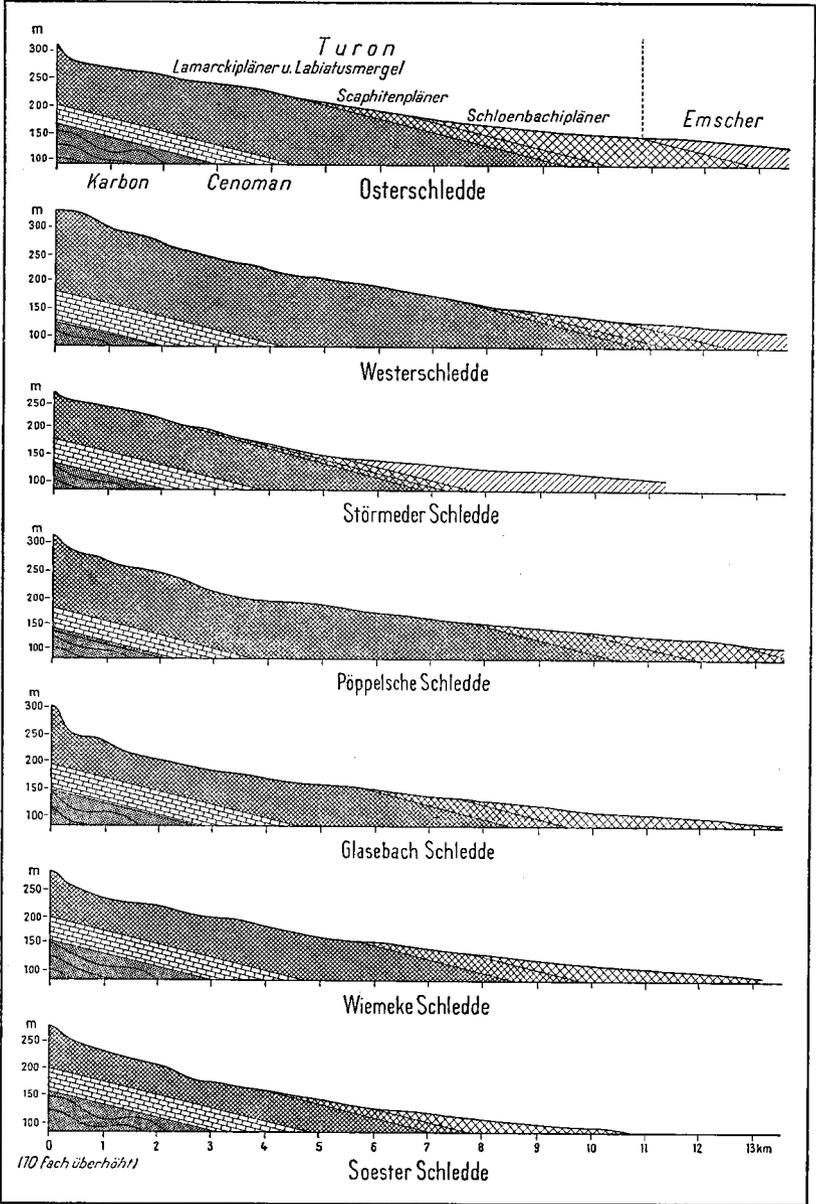


Abb. 4: Die einzelnen Schledden im Längsprofil

daß dieser Bereich sich deckt mit dem der starken Verästelung in Ursprungstäler. Längsprofilverlauf und Gliederung der Schleddentäler lassen eine weitgehende Abhängigkeit vom geologischen Untergrund erkennen.

Aus dem bisher Gesagten geht wieder eine deutliche Gliederung der Schledden in Abschnitte hervor. Im Ursprungsgebiet erfolgt die Ausbildung der einzelnen Täler aus den Mulden ganz allmählich. Der Talboden erweitert sich langsam, füllt sich dabei immer mehr aus. Die Talhänge erhalten nach und nach ein schärferes Profil. Dabei tieft sich das Tal auch ständig ein. Das Gefälle ist hier sehr steil, d. h. das Tal schneidet tief in die Hochfläche ein. Dieser Abschnitt reicht bis in das Vereinigungsgebiet, bis dort, wo das Maximum der Taltiefe und die beste Ausprägung des ebenen Talbodens erreicht wird. Dieser Abschnitt ist der „Talbildungsabschnitt“.

Der folgende Abschnitt zeigt bei großer Talbodenbreite und -tiefe zugleich auch eine weitgehend ebene Fläche als Talboden. Das Hangprofil ist hier am besten und deutlichsten ausgeprägt — konkaver Auslauf zum Talboden und konvexer Übergang zur Hangkrone bei geradem Mittelanstieg —, es ist ein Rundtroglprofil. Das Bachbett zeigt ebenfalls gute Ausprägung. Alle Formen werden härter und schroffer. Das Gefälle hingegen hat nachgelassen, das Tal macht größere Windungen oder verläuft gar in Mäandern. Es ist dies der Abschnitt, in dem der Talcharakter am deutlichsten zum Vorschein kommt. Ich nenne ihn „Talabschnitt“.

Der letzte Abschnitt, der bis zum Dauerquellhorizont reicht, liegt schon im Gebiet der Hellwegverflachung. Dies wird auch in allen Formen deutlich. Der Talboden weitet sich noch mehr aus, wohingegen sich das Bachbett mehr einsenkt und verbreitert. Der gerade Mittelanstieg der Talhänge verkürzt sich immer mehr und verschwindet schließlich, so daß der Talboden in einer schwachen Wellung auf die Haarfläche, d. h. hier auf die Hellwegebene, übergreift. Das Gefälle ist hier minimal geworden, doch wirkt sich das auf das Tal nicht mehr aus. Dafür aber zeigt das Bachbett Windungen und Mäander. Es finden sich Terrassen als Reste früherer Bachbette. In allem erscheinen Verflachungsanzeichen, weshalb ich diesen Abschnitt „Verflachungsabschnitt“ nenne. Die Nordgrenze dieses Abschnitts ist selbstverständlich nicht die hydrographische Grenze, der Dauerquellhorizont. Sie liegt vielmehr einige hundert Meter nördlicher, dort wo die lobenartigen Vorsprünge der Haarfläche sich der Ebene angleichen. Nach W hin gehen hydrographische und morphologische Grenze ineinander über.

Selbstverständlich lassen die Grenzen dieser Abschnitte sich nicht linear scharf fassen. Man muß jeweils abwägen, welche der Erscheinungen für einen Abschnitt überwiegt, und kommt dann zu mehr oder minder breiten Grenzsäumen, in denen Erscheinungen beider Abschnitte nebeneinander auftreten und demgemäß in ihrer Breite schwanken können.

Darüber hinaus treten aber noch größere Abweichungen von dem hier aufgestellten Abschnittsbild in den Schledden auf. Die Oster-schledde hat ihren Talabschnitt erst unterhalb der Vereinigung aller Ursprungstäler. Dann zeigt sich innerhalb des Talabschnitts eine längere Verflachungsstrecke, das ist die nach NO gerichtete Talstrecke zwischen Elsinger Warte und Hölterberg. Unterhalb dieser Strecke setzt sich der gut ausgeprägte Talabschnitt fort. Man sieht dies auch in den Querschnitten in Beilage 6. Ursache dieser Verflachung innerhalb des Talabschnitts ist das höhenlinienparallele Streichen der NO-Strecke.

Eine weitere Abweichung zeigt in etwa die Störmeder Schledde, da sie nur bis zur halben Höhe auf die Haarfläche hinaufreicht. Betrachtet man aber die Querschnitte in Beilage 6, dann sieht man, daß die Formen im wesentlichen denen der großen Schledden entsprechen. Sie sind lediglich kleiner ausgefallen. Das Längsprofil (Abb. 4) kann natürlich keine Steilstrecke aufweisen.

5. Die morphologischen Abschnitte

Diese beiden Abweichungen rücken aber keineswegs Oster- und Störmeder Schledde morphologisch gesehen aus dem Schleddenkomplex heraus. Es bleiben auch in ihnen die oben gezeigten drei Abschnitte eindeutig erhalten. Abb. 9 (Beil. 5) veranschaulicht die Lage der drei Abschnitte über alle Schledden hinweg. Es zeigt sich eine weitgehend gleichmäßige Aufteilung, wobei die *Grenzsäume* fast stets gleiche Abstände zueinander halten. Man sieht, daß sich hier die oben mit Abweichungen in den morphologischen Erscheinungen beschriebenen Schledden gut einordnen. Die Lohner Schledde, die topographisch und hydrographisch aus dem Rahmen der übrigen Schledden herausfällt, ordnet sich morphologisch mit drei Abschnitten ein. Abgesehen von unbedeutenden Abweichungen ist das morphologische Erscheinungsbild der Schledden für das Untersuchungsgebiet als einheitlich zu bezeichnen.

5. KAPITEL

Die Schledde als Typ

1. Die Schledde als Karstphänomen

In den untersuchten Schledden haben wir es mit periodischen Wasserläufen zu tun, in denen Wasser im durchlässigen Gestein versickert und in denen unterhalb dieser Versickerungen wieder Wasser an einem Dauerquellhorizont zutage tritt. Nur die Lohner Schledde zeigt periodische Wasserführung, ohne daß zudem noch Wasser versickert. Es wurde festgestellt, daß der Untergrund der Schledden Kalkstein ist (Oberkreide), und daß die Ursache der Versickerungen Risse und Spalten in diesem Kalk sind. Der Dauerquellhorizont entsteht an einer Barriere aus einer undurchlässigen Schicht (Emschermergel), die talwärts vor dem durchlässigen Kalk liegt.

Hiernach waren die Schledden in die Karsterscheinungen einzuordnen. Zwar sind Verkarstungen so ohne weiteres in den Schledden nicht festzustellen; dennoch aber müssen die hydrographischen Erscheinungen dem Karstproblem zugerechnet werden. Die Hydrographie weist grundsätzlich jene Kriterien auf, wie sie in der Karsthydrographie beschrieben werden: zahlreichen Schluckstellen stehen nur wenige Speistellen am Dauerquellhorizont gegenüber⁶⁾.

Allerdings handelt es sich in den Schledden um einen sehr verwässerten Karst, bei dem von Karsthydrographie nur ganz am Rande gesprochen werden kann. Schon die Schluckstellen, die nur in dem relativ schmalen Sickerabschnitt auftreten, sind sehr undeutlich ausgeprägt. Die für die Karstgebiete typischen „Schwinden“ gibt es in den Schledden nicht. Dennoch dürften die Risse und Spalten trotz ihrer Kleinheit, wie auch die sich anschließenden Kanäle, als karsthydrographisch wegsam im Sinne Lehmanns bezeichnet werden. Was sich jedoch im einzelnen durch den weiteren unterirdischen Verlauf des Wassers ergibt, liegt außerhalb der Fragestellung dieser Arbeit.

Es ist bekannt, daß die Haar nur eine orographische Wasserscheide darstellt zwischen Möhne und Alme einerseits und der Lippe andererseits. Keinesfalls bildet die Haar eine hydrographische Scheide⁷⁾. Wie schon Färbungsversuche in früheren Jahren nachwiesen, bestehen hydrographische Verbindungen unter der Haar hindurch. Demnach wird der Dauerquellhorizont am Hellweg nicht nur von den Versickerungen der Schledden gespeist, sondern zusätzlich noch aus südlicheren Gebieten. Diese Erkenntnis läßt die Anwendung der erwähnten Karsttheorie für die Schledden nur berechtigter erscheinen. Nun sind das Almetal und

6) Lehmann, Karst. 1932.

7) Bode, Hydrologische Verhältnisse. 1954.

die zugehörigen Nebentäler⁸⁾, wie auch ganz besonders die Paderborner Hochebene, als Karstgebiete bekannt⁹⁾. Es liegt auf der Hand, den verwässerten Karst der Schledden als ein Randgebiet dieses großen geschlossenen Karstgebietes zu betrachten. Es handelt sich also um eine Randerscheinung des Karstes, der man bisher noch keine Beachtung geschenkt hat.

Ich fasse zusammen. In den Schledden der Haarfläche handelt es sich um eine Randerscheinung des Karstes im vollhumiden Bereich mit Leeregen. Der Karst ist in seiner Ausbildung sehr verwässert und tritt nur in einem schmalen Abschnitt auf. Er ist gebunden an die Karsterscheinungen der benachbarten Gebiete.

Nummehr ist es möglich, an Hand der in den vorstehenden Kapiteln gewonnenen Erkenntnisse die Schledde als Typ, und zwar als regionalen Typ unter Mitberücksichtigung randlicher Karstzugehörigkeit, herauszustellen. Zunächst ist es erforderlich, nochmals die in den einzelnen Kapiteln gewonnenen Erkenntnisse zusammenzutragen:

1. Die in dieser Arbeit als Schledden bezeichneten temporären Trockentäler der Haarfläche weisen keine für ihren ganzen Lauf gültigen, einheitlichen Namen auf. Dennoch gibt es nur selten gänzlich namenlose Täler oder Talstrecken. Dieses unterscheidet die Schledden von den Tälern der benachbarten Gebiete. Von allen Benennungen überwiegen Schledde, Bach und Gosse, wobei diese sich in ihrem Vorkommen streng in drei Abschnitte gliedern. Im Schleddenabschnitt, in dem die größeren gesammelten Wassermengen auftreten, überträgt der Volksmund den Namen auf die Wasserführung, indem er sagt „die Schledde kommt“, wenn das talwärts abfließende Wasser auftritt.

2. Die Schledden zeigen in ihrem Streichen eine weitgehende Übereinstimmung, indem jeweils das westliche Haupttal (SI) von der Haarhöhe schräg zur Haar abwärts nach NNO streicht. Die Seitentäler jeder Schledde treffen nur von der Ostseite einseitig-fiederartig auf das Haupttal, derart, daß sie annähernd senkrecht zur Haarstreichrichtung verlaufen. In Hellwegnähe knickt die Schledde nach NW oder NNW um, d. h. von hier ab streicht sie auch senkrecht zur hellwegischen Richtung der Haar. Jede Schledde kann in zwei scharf voneinander getrennte topographische Abschnitte geschieden werden. Im oberen Abschnitt, dem Fiederabschnitt, wächst die Schledde aus einer Anzahl Seitentäler zusammen. Im unteren, dem Strangabschnitt, bildet sie nur einen einzelnen Talstrang.

3. Die Herkunft des Wassers konnte als periodisch festgestellt werden. Das Wasser tritt im Ursprungsgebiet als Oberflächensickerwasser aus periodischen Quellen oder Feuchtstellen hervor, oder es kommt als Oberflächensammelwasser von den umliegenden Hochflächen, wird jedoch vorzugsweise in den Sammelmulden erfaßt. Das Sammelwasser erstellt den größten Teil des Schleddenwassers. In einem bestimmten Abschnitt,

8) Stille, Almetal. 1903.

9) Stille, Paderquellen. 1903.

der in jeder Schledde abzugrenzen ist, versickert das fließende Wasser ganz oder teilweise. Lage und Ausdehnung dieses Sickerabschnitts sind abhängig vom Untergrund. Die Schledden werden hydrographisch in der Längsrichtung in drei Abschnitte zerlegt, einem Sammelabschnitt, einem Sickerabschnitt und einem Abflußabschnitt, in dem die Wasserführung erstens von der Quell- und Sammeltätigkeit und zweitens von den Versickerungen abhängt. Die Schledden werden als periodische Trockentäler erkannt, damit unterscheiden sie sich von den temporären Trockentälern der Nachbargebiete.

4. Morphologisch gesehen zeigen die Schledden im Ursprungsgebiet eine allmählich ansetzende, zum Mittelabschnitt hin sich sehr stark ausprägende Talbildung, die im Unterlauf sich wieder verflacht. Den Anfang der Täler bilden Sammelmulden, die sich in ihrer Struktur von normalen Quellmulden unterscheiden. Im Ursprungstälersystem jeder Schledde nehmen die schroffen Formen in den weiter nach O gelegenen Tälern zu. Höhepunkt der Talusbildung und beste Ausprägung der morphologischen Formen finden sich im Mittelabschnitt. Der Unterabschnitt zeigt neben der Verflachung eine zunehmende Ausprägung des Bachbettes, das gewöhnlich im Oberabschnitt allmählich beginnt. Es können in jeder Schledde drei getrennte morphologische Abschnitte herausgestellt werden, von denen der Mittelabschnitt die besten Formenausprägungen zeigt. In diesem Abschnitt ist auch das Hangprofil am deutlichsten ausgeprägt.

2. Die allgemeinen Merkmale der Schledde

Nunmehr erhebt sich die Frage nach den allgemeinen Merkmalen der Schledde, d. h. welche Erscheinungen der in der vorstehenden Arbeit untersuchten Täler heben die Schledde als Typ heraus. Da Namen und Benennungen vollständig vom Volksmund abhängig sind, ist toponymisch zur Schledde als Typ nichts Allgemeines auszusagen. Vielmehr kann noch dahin ausgeweitet werden, daß es für eine Schledde immerhin tragbar ist, wenn kein einheitlicher Name für ihren Gesamtlauf besteht. In keinem Fall aber darf man sich zur Beurteilung einer Schledde an den Namen „Schledde“ selbst klammern.

Topographisch verlangt der Schleddentyp eine grundsätzliche Trennung in zwei Abschnitte. Im weitgehend von Ursprungstälern gegliederten Ursprungsabschnitt braucht die Lage dieser Täler keinesfalls die Form eines einseitigen Fieders anzunehmen. Dagegen darf im Hauptabschnitt die Schledde nur als ein Strang auftreten. Alle übrigen topographischen Erscheinungen der Schledden auf der Haarfläche lassen sich nicht verallgemeinern. Ebenso ist es nicht möglich, eine allgemeingültige Entstehung der Schledden aus topographischer Sicht herzuleiten.

In der Hydrographie ist als wesentliches allgemeines Kennzeichen vorauszusetzen, daß die Herkunft des Wassers aus periodischen Quellen und Feuchtstellen erfolgt. Das Wasser aus dieser Art

Quellen ist Sickerwasser der umgebenden Höhen. Weiterhin kommt für die Wasserversorgung Oberflächensammelwasser in Betracht. Es ist für den allgemeinen Schleddentyp ohne Belang, welche dieser beiden Wasserversorgungsarten die primäre ist. Ferner muß es in der Schledde einen Abschnitt geben, in dem das Fließwasser ganz oder teilweise versickert. Dieser Abschnitt ist abhängig vom Untergrund und tritt in einer Schledde nur einmal auf. Unterhalb dieses Sickerabschnitts gibt es eine Talstrecke, die in der Wasserführung abhängig ist von der Quellfähigkeit im oberen Abschnitt und von den Versickerungen im mittleren Abschnitt. Seitliche Zuflüsse zu diesem Abschnitt gibt es nicht, es erfolgt dort nur der Restabfluß der Schledde. Danach ist die Schledde hydrographisch dreigeteilt. Die typische Schledde ist ein periodisches Trockental.

Der morphologische Aufbau der Schledde wird gekennzeichnet durch drei Abschnitte. Im Talbildungsabschnitt entsteht die Schledde, beginnend mit einer leichten Einsenkung, die keine Mulde zu sein braucht. Anschließend entwickelt sich das Tal in allen Formen weiter. Ebenso entsteht im Laufe dieses Abschnitts das Bachbett. Die Formen und ihre Übergänge sind in diesem Abschnitt überwiegend fließend. Höhepunkt der Tal Ausbildung und deutlichste Ausprägung der Erscheinungsformen sind im Mittelabschnitt zu finden. Es treten hier vorzugsweise die harten und schroffen Konturen auf. Zum Unterlauf hin verflacht das Tal, die Hänge werden niedrig, die Talbreite nimmt bedeutend zu. Als einzige scharf ausgeprägte Erscheinung ist das Bachbett zu nennen, das tief eingeschnitten ist und auch an Breite zugenommen hat. Das Längsprofil der typischen Schledde zeigt stets ein vom Oberlauf zum Unterlauf abnehmendes Gefälle mit einer Steilstrecke im Ursprungsgebiet. Wesentlich ist auch der Querschnitt der Schledde: kurze konvexe Bögen in Nähe der Hangkrone, konkave Bögen mit flachem Auslauf zum Talboden, zwischen beiden Bögen ein steilhangähnlicher Abschnitt; der Talboden nimmt den Charakter einer Ebene an. Dieses Profil findet sich in allen drei Abschnitten, allerdings jeweils dem Formenbild des Abschnitts angepaßt.

Hiernach ist die Schledde folgendermaßen zusammenzufassen: Eine Schledde ist ein periodisches Trockental, dessen Ursprungsgebiet stark verästelt ist und in diesen Ästen Oberflächenrinn- und -sickerwasser in Perioden sammelt, das sich ganz oder teilweise in einem Sickerabschnitt verliert, und dessen Tal- und Formenausbildung in drei aufeinanderfolgenden Abschnitten erfolgt, derart, daß der Mittelabschnitt das Optimum dieser Ausbildung zeigt, der Oberabschnitt ein wachsendes Ausbilden, der Unterabschnitt ein Verflachen der Formen aufweist; wesentlich für die Beurteilung der Schledde ist ein für alle Abschnitte vorgezeichnetes Profil.

3. Lokale Ausprägungen

Dieses Bild zeigt die Schledde als regionalen Typ, als jene Schledde, die von den durch die Haarfläche bedingten Erscheinungsformen gelöst ist. Nun wurden aber im Laufe der Beschreibung der Untersuchungen eine Anzahl für die Schledden der Haarfläche wesentliche lokale Ausprägungen mit aufgezeigt, die leicht auf das Idealbild übernommen werden könnten. Es wird somit abschließend notwendig sein, diese lokalen Ausprägungen auszusondern.

Es erübrigt sich, nochmals auf Benennungen und Namen einzugehen, da diese a priori als lokal anzusprechen sind. Ebenfalls ist Lage und Topographie einer Schledde örtlich bedingt, und folglich dürften Irrtümer hier kaum auftreten.

Aber schon bei den hydrographischen Erscheinungen treffen wir auf mehrere lokale Ausprägungen. Zunächst sind die differenzierten **Q u e l l e n** und **Q u i l l e r s c h e i n u n g e n** der Haarfläche völlig lokaler Art. Es ist also für das Bild der typischen Schledde unwesentlich, ob man es mit Springs oder Quicksprings, mit einem Puhl oder einer richtigen Quelle zu tun hat. Alle in dieser Arbeit aufgezeigten Quellerscheinungen sind als lokale Ausprägungen zu betrachten.

Eine weitere lokale hydrographische Erscheinungsform ist die Art der **V e r s i c k e r u n g s s t e l l e**. Für die Paderborner Hochfläche sind die Schwalgen typisch. Diese gibt es in den Schledden nicht. Hier handelt es sich vorwiegend um unsichtbare Spalten und Risse, sichtbar ist nur das im Bachbett anstehende Gestein, höchstens daß dieses mehr oder weniger stark zerrissen ist. Diese Ausprägung der Versickerungsstellen ist ausschließlich an die Haarfläche gebunden, Schwinden der üblichen Karsterscheinungen gibt es ebenfalls nicht.

Ähnlich gibt es nun viele lokale Ausprägungen unter den morphologischen Erscheinungsformen, die schon in den einzelnen Schledden differieren. Ob und in welchem Maße sich schon im Oberabschnitt anstehendes Gestein zeigt, ob Gerölle auftreten usw., hängt ab von der jeweiligen Erosion. Strudeltöpfe, Talkessel, Quertäler und -rinnen, wie sie vornehmlich im Mittel- und Unterabschnitt vorkommen, gehören ebenfalls zu den lokalen Erscheinungen, wie die in Hellwegnähe im Abflußabschnitt auftretenden temporären Quellen. Eine auch nur für die Haarfläche zutreffende Erscheinung ist das Schrofferwerden der Formen in den weiter nach O gelegenen Ursprungstälern jeder Schledde.

4. Alter und Entstehung

Betrachtet man schließlich noch die Einwirkungen von Pflanze, Tier und Mensch, so wird gleichzeitig damit die Frage nach **A l t e r** und **E n t s t e h u n g** der Schledden aufgeworfen. Hierauf eine eindeutige Antwort zu geben, ist nicht möglich. Es läßt sich aber aus verschiedenen Hinweisen manches erschließen. Abb. 11 (Beilage 7) zeigt Ab-

schriften der Urkatasterpläne der Jahre 1819 bis 1839 aus den Gemeinden der Landkreise Soest, Lippstadt und Büren.

Im wesentlichen legte ich Wert auf Feststellung der Lage und des Verlaufs aller Holz- und Triftwege, sowie weiterer wichtiger Wege (Prozessions-, Kirchwege usw.). Es ist deutlich sichtbar, daß diese Wege vorzugsweise über die Haarhöhe oder die Hochfläche verlaufen. Besonders vermeiden sie, eine Schledde in ihrem tiefen Mittelabschnitt zu schneiden. Viele dieser alten Wege sind heute als Kreis-, Provinz- oder gar Bundesstraßen ausgebaut. Andere wieder gelten immer noch als traditionelle Verbindungswege zwischen den einzelnen Orten. Als Beispiel möchte ich nur auf den Haarweg, auch der „kleine Hellweg“ genannt, hinweisen, der bislang erst in kurzen Abschnitten als Kraftfahrstraße ausgebaut wurde. Weite Kreise der Bevölkerung, besonders das Nahverkehrsgewerbe einschließlich der Kraftbusunternehmen, weisen seit langem auf die Notwendigkeit hin, auch diesen Weg vollends als Straße fertigzustellen. Demgegenüber besteht auch heute kaum die Notwendigkeit, in den mittleren Abschnitten weitere Straßen anzulegen. An dem Vorstehenden wird deutlich, daß die Schledden in historischer Zeit bei der Anlage von Verbindungswegen umgangen wurden. In dieser Richtung kann somit eine Altersbestimmung wenig Erfolg zeitigen.

Betrachtet man demgegenüber die morphologischen Erscheinungen insgesamt, so fallen zunächst die Terrassen der Bachbetten im Verflachungsabschnitt auf. Gut sichtbar fand ich sie in der Osterschledde, der Pöppelsche Schledde und der Glasebach Schledde. In der letzten sind sie Reste eines alten Mäanders. Gekoppelt mit dieser Erscheinung ist eine auffallende Mächtigkeit des Talbodens, während auf der benachbarten Hochfläche der Verwitterungsboden bei weitem nicht so mächtig ist. Geradezu rätselhaft war mir die Mächtigkeit in der Lohner Schledde, etwa zwei Kilometer nördlich Neuengeseke. Hier ist auf einer langen Strecke die Talung der Schledde kaum wahrzunehmen, so stark ist die Auffüllung des Talbodens. Noch merkwürdiger erschien mir die Tatsache, daß dann die Schledde scharf nach WNW umbiegt, um etwa 1 km weiter wieder die alte Richtung einzunehmen, dabei benutzt sie offensichtlich ein anderes Tal. Eine weiträumige Geländebegehung ließ mich dann erkennen, daß der ursprüngliche Verlauf der Lohner Schledde von Neuengeseke aus geradlinig nach NNO erfolgte, sie erreichte den Quellhorizont gut 2 km östlich der heutigen Stelle. Als Ursache der Ablenkung in das nächstgelegene westliche Tal nahm ich eine Verstopfung durch pleistozänes Material an. In einer neueren Arbeit¹⁰⁾ wird dargelegt, daß eine Eisrandlage die Verstopfung des Schledden-tales verursachte. Ich kann hieraus entnehmen, daß die Lohner Schledde und damit wohl auch die übrigen Schledden bereits im Pleistozän in großen Zügen angelegt waren. In einer allgemeinen Altersangabe können die Schledden somit als präsaaleiszeitlich angesprochen werden, da die von Hempel festgestellte Eisrandlage der Saalevereisung angehört¹¹⁾.

10) Hempel, Stufenlandschaft. 1957.

11) Hempel, Haarstrang. 1957.

Entstanden sein dürften die Schledden unmittelbar nach Hebung der Haar, und zwar als Abflußrinnen auf der nach N geneigten Fläche. Ich muß auf Grund vorstehend erläuteter Überlegungen voraussetzen, daß zur Zeit der Verstopfung infolge Eisstaus die Hohlformen der Schledden in ihrer wesentlichen Ausprägung bereits bestanden — Hempel fand nördlich Neuengeseke das alte Tal angefüllt mit pleistozänem Geschiebe. Die Bildung der morphologischen Kleinformen fällt dann aber in das Holozän. Diese Weiterformung dauert noch an, verstärkt in historischer Zeit, besonders in den letzten 150 Jahren, durch menschliche Eingriffe.

Das vorstehende Kapitel konnte eindeutig zeigen, daß aus den Schledden der Haarfläche, deren mannigfache Erscheinungsformen in toponymischer, topographischer, hydrographischer und morphologischer Sicht untersucht worden waren, bei Ausscheidung lokaler Ausprägungen und Abstreichen weniger wesentlicher Erscheinungen ein idealer Schleddentyp entwickelt werden kann, dessen Erscheinungen regional allgemeine Gültigkeit besitzt.

Literatur

A. Geographie

- Bücker, R.: Beiträge zur Vegetationskunde des südwestfälischen Berglandes. Bh. Bot. Z. 61, 1942.
- Bücker, R.: Vegetationsbilder der wichtigsten Pflanzengesellschaften Westfalens, Westf. Forsch. IV, 1941.
- Dahmen, G.: Die Naturlandschaft der Beckumer Berge. Westf. Forsch. V, 1942.
- Geldern-Crispendorf, G.: Der Landkreis Paderborn. Münster 1953.
- Hücker, W.: Die Entwicklung der ländlichen Siedlung zwischen Hellweg und Ardey. Münster 1939.
- Jellinghaus, H.: Die westfälischen Ortsnamen nach ihren Grundwörtern. Osnabrück 1923.
- Krakhecken, M.: Die Lippe. Arb. d. Geogr. Komm. H. 2. Münster 1939.
- Liebrecht, F.: Im Schatten des Lürwaldes. Lippstadt o. J.
- Müller-Wille, W.: Westfalen. Münster 1952.
- Müller-Wille, W.: Die Naturlandschaften Westfalens. Westf. Forsch. V, 1942.
- Müller-Wille, W.: Die naturgeographische Struktur des Sauerlandes. Z. Westf. 29, 1951.
- Niemeier, G.: Die Ortsnamen des Münsterlandes. Westf. Geogr. Studien H. 7. Münster 1953.
- Peschges, K.: Siedlungen der Paderborner Hochfläche. Paderborn 1927.
- Stute, F.: Die Landschaften am Nordostrande des Sauerlandes. Emsdetten 1935.
- Timmermann, O. F.: Landschaftswandel einer Gemarkung der Soester Börde seit Beginn des 19. Jahrhunderts. Westf. Forsch. II, 1939.
- Timmermann, O. F.: Naturräumliche Struktur des Kreises Soest und seiner Nachbarschaft. Soest 1935.
- Willeke, M.: Steinhausen — Kulturgeographie eines Dorfes am Rande der Paderborner Hochfläche. Ungedr. Diss. Münster 1947.

B. Hydrographie, Morphologie und Bodenkunde

- Behrmann, W.: Morphologie der Erdoberfläche, in Klutes Handb. d. Geogr. Wiss. Potsdam 1936.
- Bode, H.: Die hydrologischen Verhältnisse am Südrand des Beckens von Münster. Geol. Jb. 69, 1954.
- Beyenburg, E.: Terrassen und Terrassenablagerungen der Lippe zwischen Hamm und Lünen i. W. Bonn 1932.
- Böttcher: Die Niederschläge im Rheinischen Schiefergebirge. Bonn 1941.
- Davis, W. M. - Braun, G.: Grundzüge der Physiogeographie. Leipzig 1915.
- Davis, W. M. - Rühl, A.: Die erklärende Beschreibung der Landformen. Leipzig 1924.

- Gärtner: Die Quellen in ihren Beziehungen zum Grundwasser und zum Typhus. Klin. Jb. XI, 1902.
- Goebel, F.: Die Morphologie des Ruhrgebietes. Verh. Nat. Hist. V, Bonn 1916.
- Gradmann, R.: Unsere Flußtäler im Urzustand. Z. Ges. E. Berlin 1932.
- Grahmann, R.: Der Löß in Mitteleuropa. M. Ges. Erdk. Leipzig 1932.
- Gutzmann, W.: Der Wasserhaushalt der Lippe. Dresden 1912.
- Hauser, A. - Zöttl, J.: Die morphologische Bedeutung der unterirdischen Erosion durch Gesteinsauspülung. PM. 1955.
- Hempel, Lena: Tilken und Sieke. Ein Vergleich. Erdkunde VIII, 1954.
- Hempel, Ludwig: Beobachtungen über die Empfindlichkeit von Ackerböden gegenüber der Bodenerosion. Z. f. Pflanzenern. Düng. Bodenk. 64, 1954.
- Hempel, Ludwig: Flächenformen und Flächenbildung in der Stufenlandschaft. PM. 1957.
- Hempel, Ludwig: Saaleiszeitliche Eisrandlagen und ihre Formen am Haarstrang. N. Jb. Geo. 1957.
- Hesmer, H.: Pollenanalysen eines glazialen Torfes bei Marsberg i. Westf., Ber. Bot. Ges. XI, 1929.
- Käubler, R.: Die Tilke als junge Form des Kulturlandes. G. Anz. 1937.
- Kittler, Ga.: Beobachtungen über den Bodenfluß in deutschen Ackerbau-landschaften. Geogr. Rdsch. 1955.
- Lehmann, H.: Das Karstphänomen in den verschiedenen Klimazonen. Erdkunde VIII, 1954.
- Lehmann, O.: Die Hydrographie des Karstes. In: Enzykl. d. Erdk. Wien 1932.
- Löscher, W.: Die Oberflächengestaltung der Lippstädter Umgebung in Beziehung zu den geologischen Verhältnissen (Heimatbl. d. Patriot.). Lippstadt o. J.
- Machatschek, F.: Geomorphologie. Leipzig 1953.
- Machatschek, F.: Relief der Erde. Berlin 1938.
- Machatschek, F.: Über seitliche Erosion. PM. 1953.
- Mortensen, H.: Rumpffläche — Stufenlandschaft — alternierende Abtragung. PM. 1949.
- Müller, H.: Die Schichtstufen der Westfälischen Bucht (Dt. Geogr. Tag Essen). Wiesbaden 1955.
- Poelmann, H.: Ein Beitrag zur Entwicklung der Bäche im Lipperaum. NH. 1950.
- Schmitthenner, H.: Die Entstehung der Stufenlandschaft. GZ. 1920.
- Schmitthenner, H.: Die Regeln der morphologischen Gestaltung im Schichtstufenland. PM 1954.
- Schneider: Die geohydrologischen Verhältnisse des Gebietes der Baumberge. Dech. 1941.
- Soergel: Diluviale Fluß- und Krustenverlegungen. Berlin 1929.

- Stille, H.: Geologisch-hydrologische Verhältnisse im Ursprungsgebiet der Paderquellen zu Paderborn. Abh. Geol. LA. 1903.
- Suerken, J.: Die Flußdichte im östlichen Teile des Münsterischen Beckens. Dresden 1909.
- Taschenmacher, W.: Zur Bodenübersichtskarte von Westfalen. Westf. Forschg. II, 1939.
- Vüllers: Über geognostische und hydrognostische Verhältnisse der Ortslage Paderborn und Umgegend. Westf. Z. 56, 1898.
- Wegmann, H.: Die Baumberge als Schichtstufenlandschaft. Ungedr. Diss. Münster 1950.
- Wegner, Th.: Die morphologische Bedeutung der Grundwasseraustritte. Z. Dt. Geol. Ges. 71, 1919.
- Wegner, Th.: Studien über den Zusammenhang der Plänergrundwasser im rheinisch-westfälischen Industriebezirk. Z. prakt. Geol. 1922.
- Woldstedt, P.: Norddeutschland und angrenzende Gebiete im Eiszeitalter. Stuttgart 1950.
- Zötl, Josef: Neue Ergebnisse der Karsthydrologie. Erdkunde IX, 1957.

C. Geologie

- Andree, J.: Geologie der Umgegend von Brilon. Jb. Geol. LA. 1924.
- Bärtling, R.: Transgressionen, Regressionen und Faziesverteilung in der Mittleren und Oberen Kreide des Münsterischen Beckens. Z. Dt. Geol. Ges. 1920.
- Bärtling, R.: Die Endmoränen der Hauptvereisung zwischen Teutoburger Wald und Rheinischem Schiefergebirge. Z. Dt. Geol. Ges. 1920.
- Brandt, K.: Über das Alter der Dünen im unteren Lippegebiet. N H. 1950.
- Breddein, H.: Angewandte Geologie im rheinisch-westfälischen Raum, Jb. d. rhein.-westf. Techn. Hochsch. Aachen 1949.
- Brockamp, E.: Die Unterkante der Oberen Kreide im westfälischen Tafellande und die Rumpffläche des Nordrandes des rechtsrheinischen Schiefergebirges. Unveröff. Diss. Münster 1924.
- Frike, Hese mann, v. d. Wülbecke: Ein neuer Aufschluß mit elster- und saaleeiszeitlichen Bildungen im Lippediluvium bei Waltrop. N. Jb. Geo. 1949.
- Heitfeld, K. H.: Die Kreidetransgression zwischen Ruhr und Lippe. A. d. H. 1950.
- Hese mann, J.: Über das Flußsystem der Urems im nördlichen Münsterlande und seine Bedeutung als Grundwasserspeicher. Z. Brunnenbau 1950.
- Hese mann, J.: Über die stratigraphische Stellung der großen Emsterrasse im Münsterland. Geol. Jb. 1943.
- Huysen, A.: Die Solquellen des Westfälischen Kreidegebirges, ihr Vorkommen und mutmaßlicher Ursprung. Z. Dt. Geol. Ges. 1955.
- Keller, G.: Beitrag zur Altersfrage der Terrassen an der mittleren Ems. Z. Dt. Geol. Ges. 1949.
- Keller, G.: Fortsetzung der Faltung des Ruhroberkarbon nach der Tiefe und die Frage der Faltungszeit. Bergbauarchiv Essen 1948.

- Kühne, F.: Ein bemerkenswertes Vorkommen von Löß und interglazialen Torf bei Neheim-Hüsten. Jb. Geol. Ges. 1932.
- Kukuk, P.: Geologie des niederrheinisch-westfälischen Steinkohlengebietes. Berlin 1938.
- Löschner, W.: Ruhrdiluvium und Eiszeitbildungen. Glückauf, Essen 1922.
- Lotze, F.: Das Alter der Dünen bei Mantinghausen an der oberen Lippe. N. H. 1949.
- Lotze, F.: Das Quartär der Hellweg-Ebene bei Geseke. N. Jb. Geo. 1951.
- Lotze, F.: Neue Ergebnisse der Quartärgeologie Westfalens. N. Jb. Geo. 1950.
- Lotze, F.: Gerölle des Sauerlandes am Nordfuß des Haarstranges (Westf.). Z. Dt. Geol. Ges. 1933.
- Paackelmann, W.: Die Grundzüge der Tektonik des östlichen Sauerlandes. Geol. Jb. 1933.
- Schulte, H.: Die geologischen Verhältnisse des östlichen Haarstranges, insbesondere des Almegebietes. Münster 1937.
- Stille, H.: Über praecretazeische Schichtenverschiebungen im älteren Mesozoikum des südlichen Eggegebirges. Jb. Geol. LA. 1902.
- Stille, H.: Der Ostrand der Rheinischen Masse und seine Kreidebedeckung. Abh. Geol. LA. 1912.
- Stille, H.: Zur Kenntnis der Dislokationen, Schichtenabtragungen und Transgressionen im jüngsten Jura und in der Kreide Westfalens. Jb. Geol. LA. 1905.
- Stille, H.: Über die Verteilung der Fazies in den Scaphitenschichten der südöstlichen westfälischen Kreidemulde nebst Bemerkungen zu ihrer Fauna. Jb. Geol. LA. 1905.
- Stille, H.: Zur Geschichte des Almetales südwestlich Paderborn. Jb. Geol. LA. 1903.
- von Strombeck, A.: Beitrag zur Kenntnis des Pläners über der westfälischen Steinkohlenformation. Z. Dt. Geol. Ges. 1859.
- Tietze, O.: Zur Geologie des mittleren Emsgebietes, vergleichende Untersuchungen über die Entwicklung des alten Diluviums im Westen und Osten des Norddeutschen Flachlandes. Jb. Geol. LA. 1913.
- Wegner, Th., Geologie Westfalens und der angrenzenden Gebiete. Paderborn 1926.
- Wegner, Th., Geologie der münsterschen Ebene. In: Beitr. z. westf. Heimatkunde, Paderborn 1927.

D. Karten und Statistiken

- Topographische Karte vom Deutschen Reich (Meßtischblatt), M 1:25 000, Blätter: Altenbeken, Lichtenau, Kleinenberg, Paderborn, Etteln, Geseke, Büren, Lippstadt, Effeln, Benninghausen, Anröchte, Soest, Arnsberg.
- Vergrößerung aus der topogr. Karte 1:25 000 auf 1:10 000, Blätter Geseke, Büren, Lippstadt, Effeln, Benninghausen, Anröchte, Soest.
- Karte des Deutschen Reiches 1:100 000, Blätter 356, 357.
- Topographische Übersichtskarte vom Deutschen Reich, 1:200 000, Blätter 97, 98.

- Geologische Karte von Preußen 1:25 000, Blätter Altenbeken, Etteln, Lichtenau, Kleinenberg, Alme, Madfeld, Arnsberg N.
- Geologische Übersichtskarte von Deutschland 1:200 000, Blatt 98 (Detmold).
- Geologische Spezialkarten 1:25 000 (bearb. v. Fr. Lotze), Blätter Benninghausen und Anröchte.
- Geologische Übersichtskarte von Nordwest-Deutschland 1:300 000, herausgegeben vom Amt f. Bodenforschung 1951.
- Planungsgrundlagen für den Landkreis Büren (Westf.), bearb. v. O. Lucas. Büren 1951.
- Planungsgrundlagen für den Landkreis Lippstadt (Westf.), bearb. v. O. Lucas. Lippstadt 1953.
- Hydrographische Karte von Westfalen 1:200 000, herausgegeben v. d. Wasserwirtschaftsstelle Münster.
- Monatliche Witterungsberichte, herausgegeben v. Deutschen Wetterdienst, Bad Kissingen.

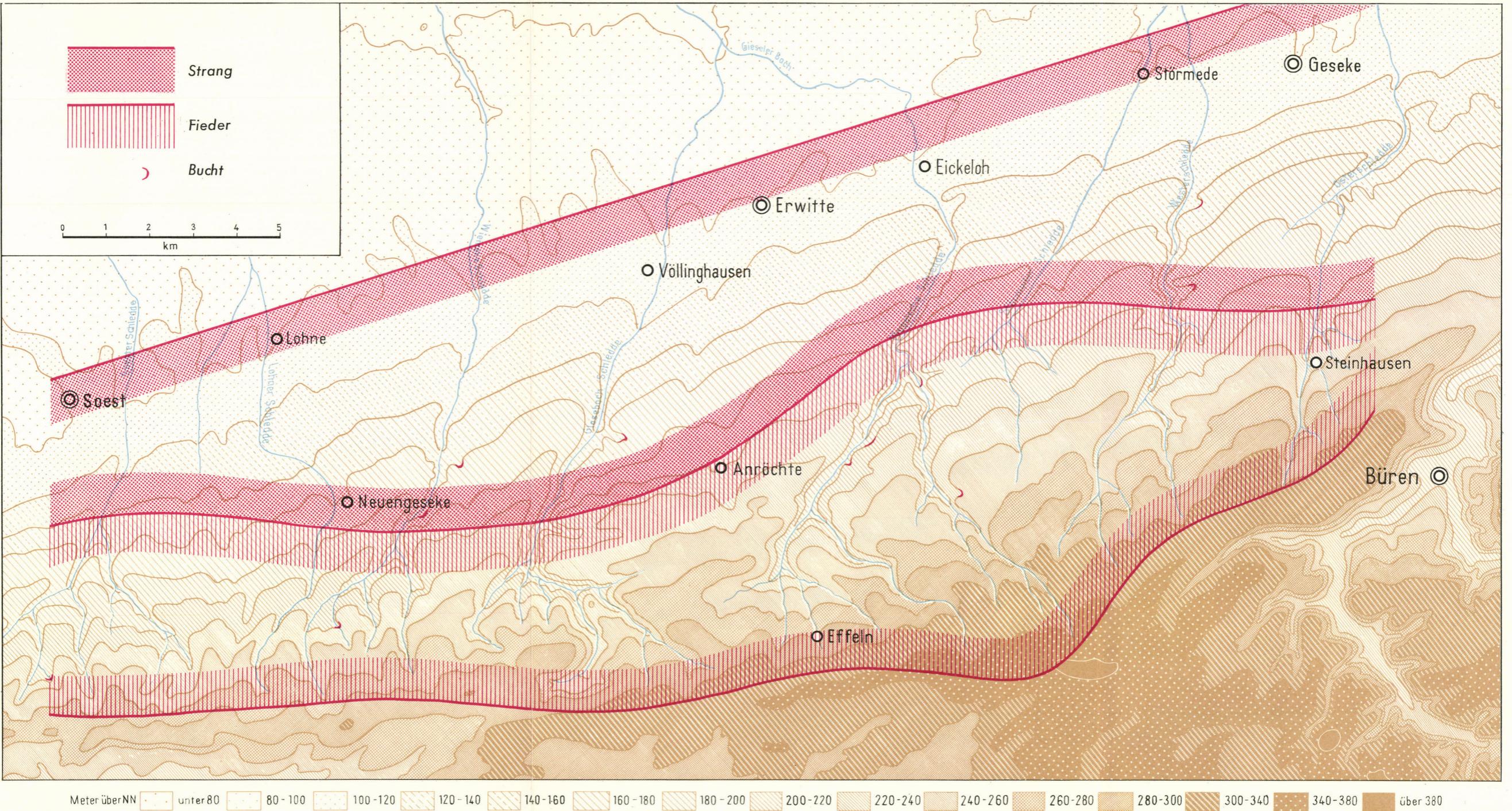


Abb. 7: Die topographischen Abschnitte

Übersicht

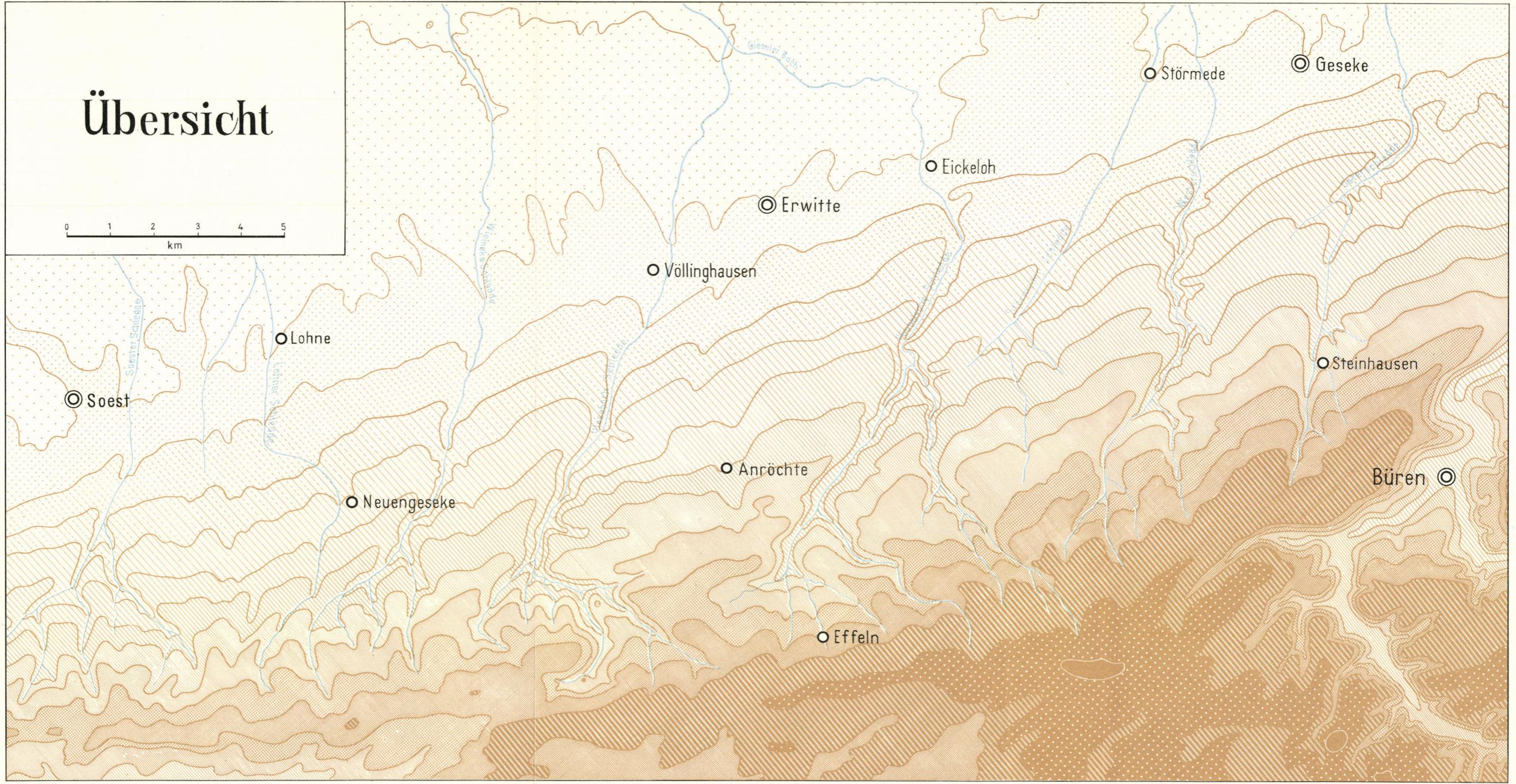
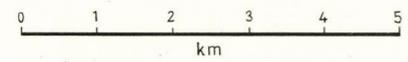


Abb. 5: Das Untersuchungsgebiet

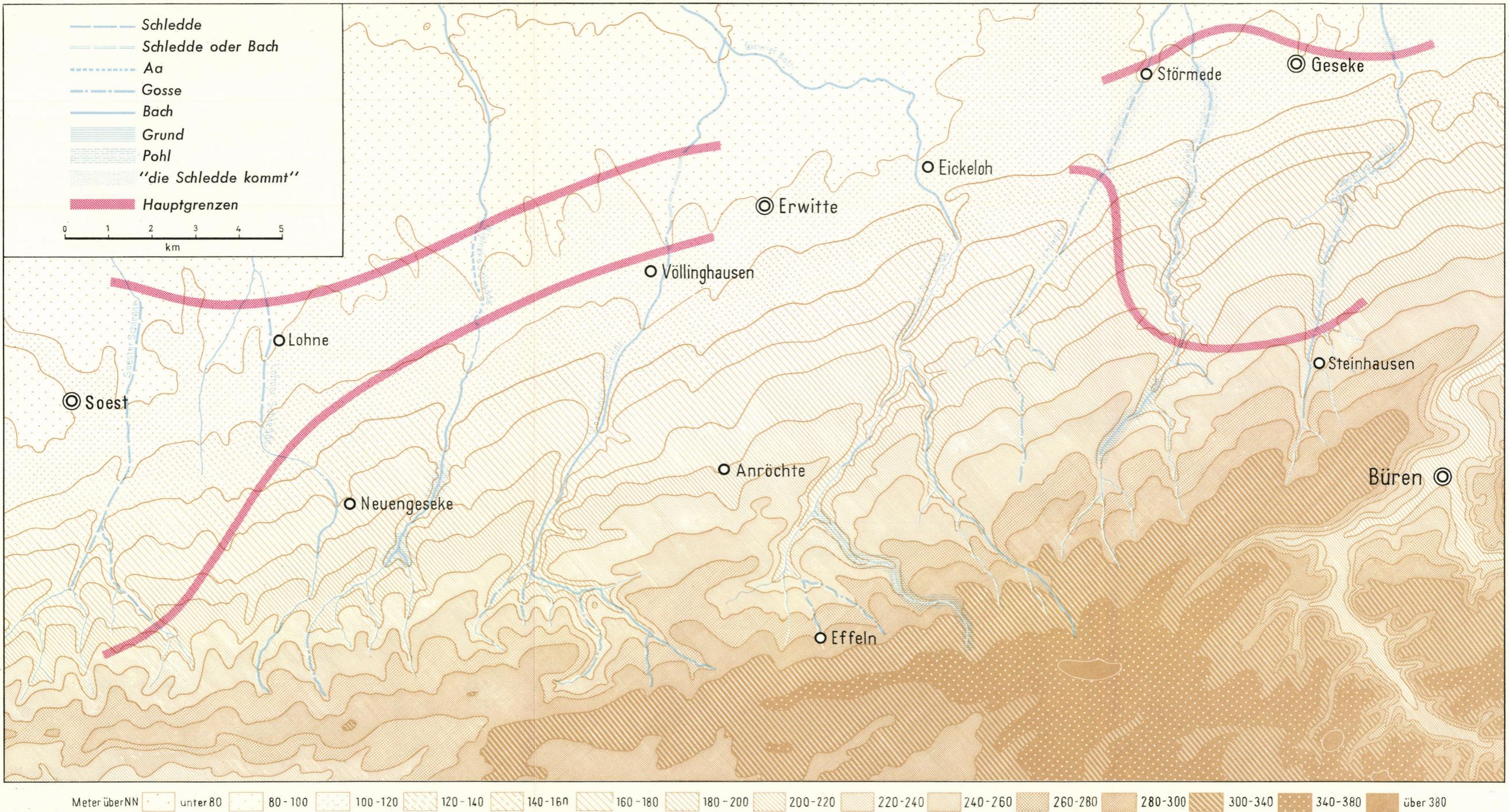


Abb. 6: Die toponymischen Abschnitte

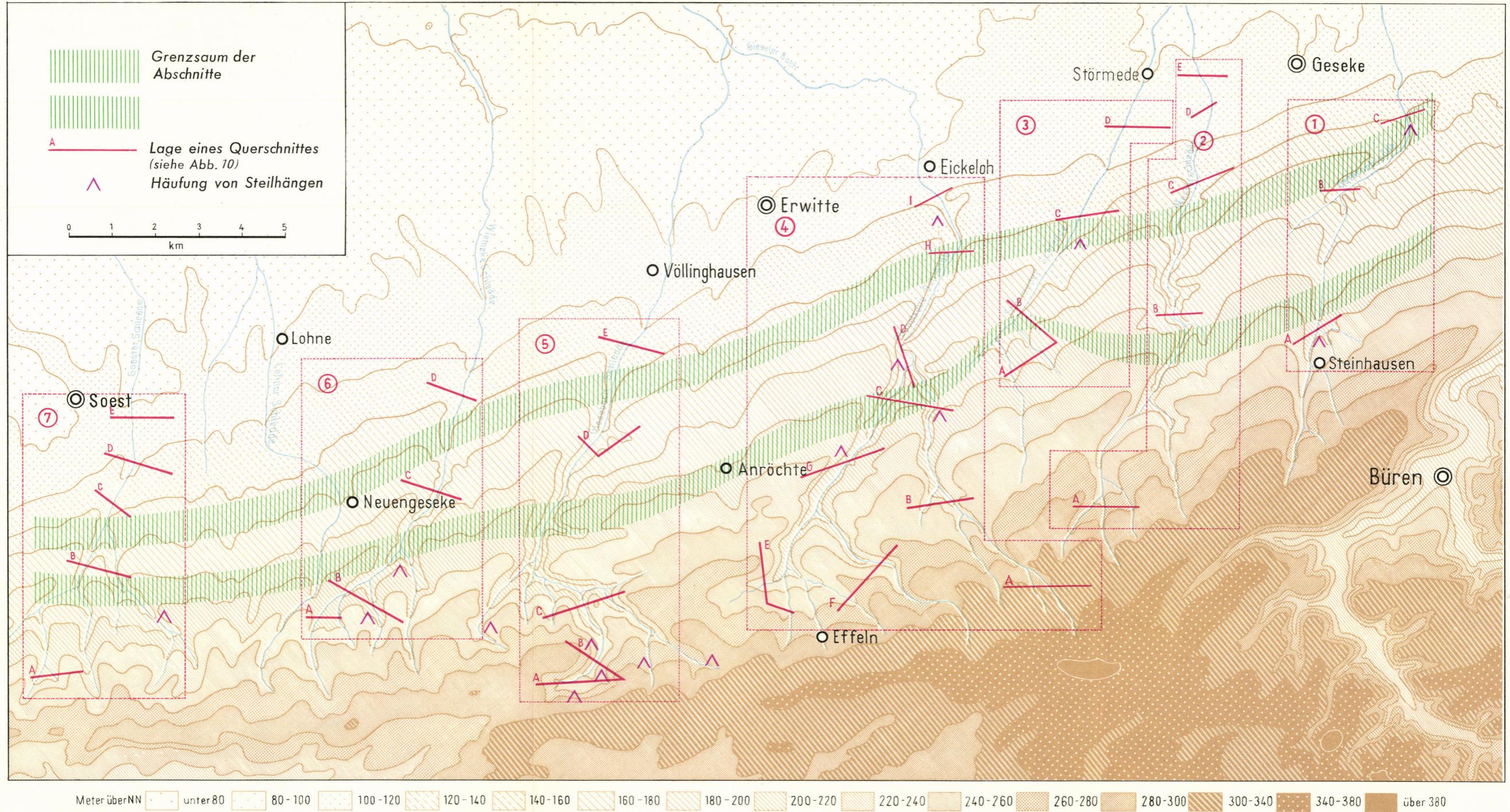
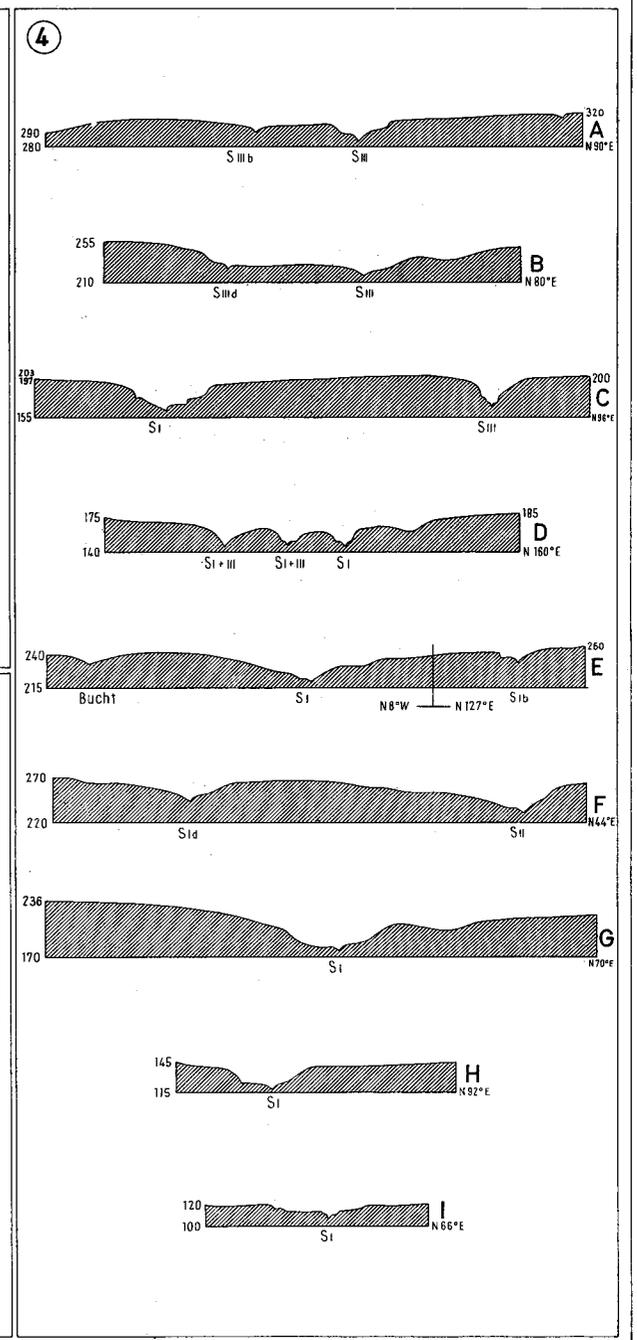
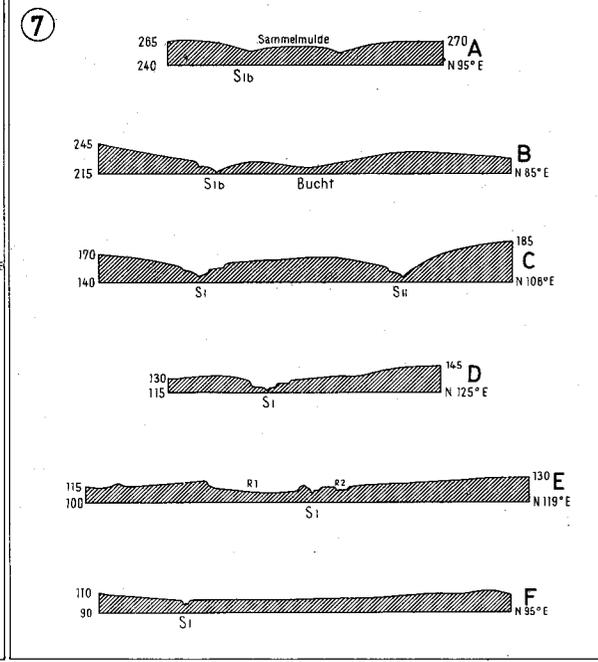
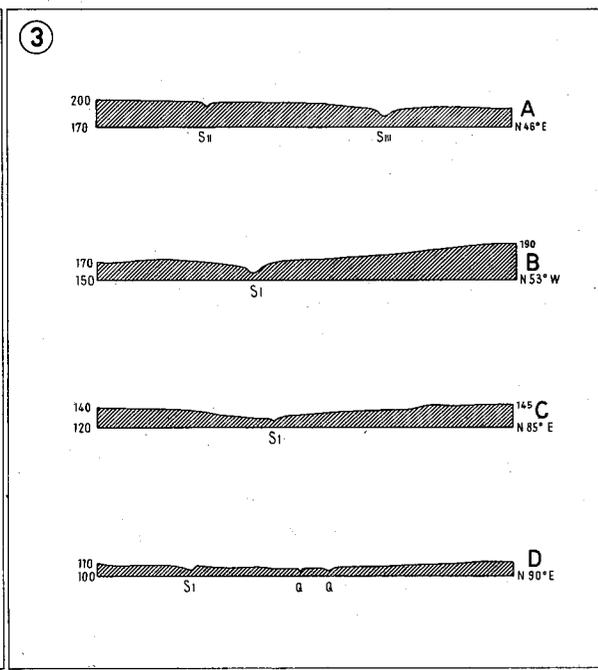
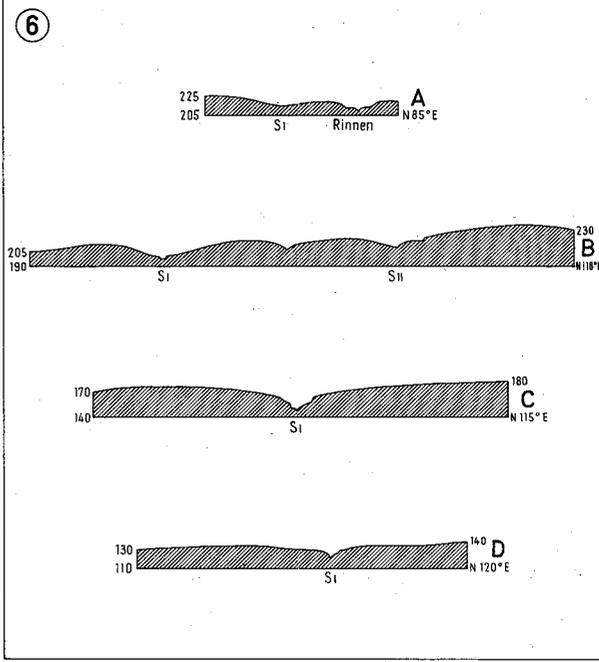
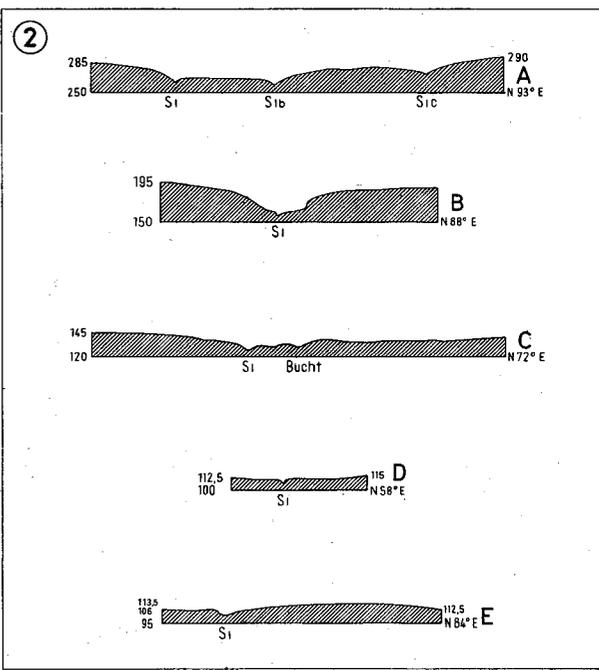
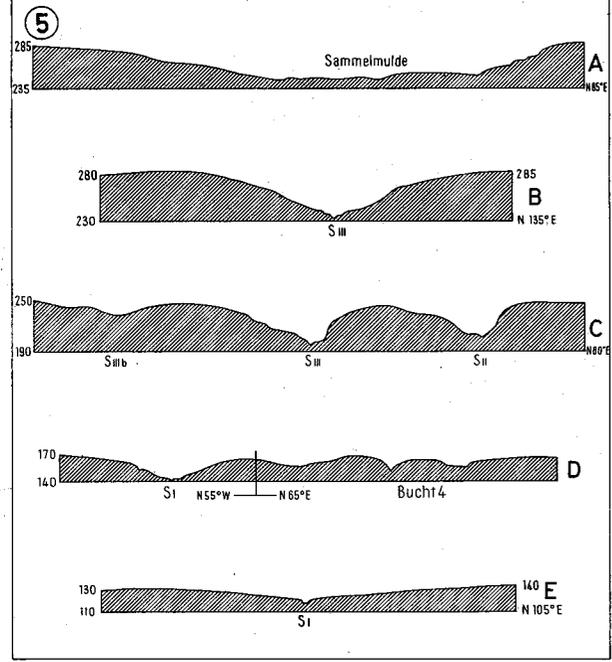
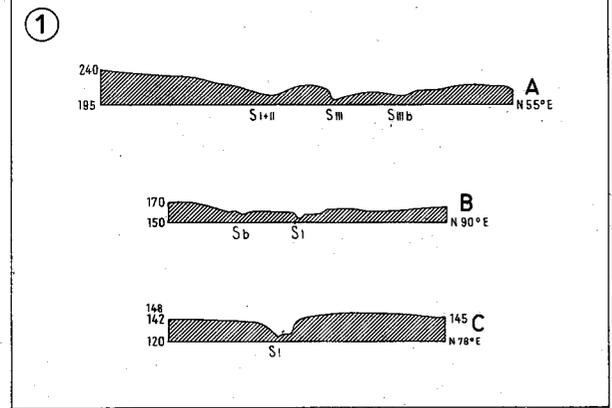
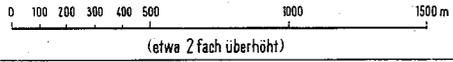


Abb. 9: Die morphologischen Abschnitte

Abb. 10:
 Die Schledden im Längsprofil



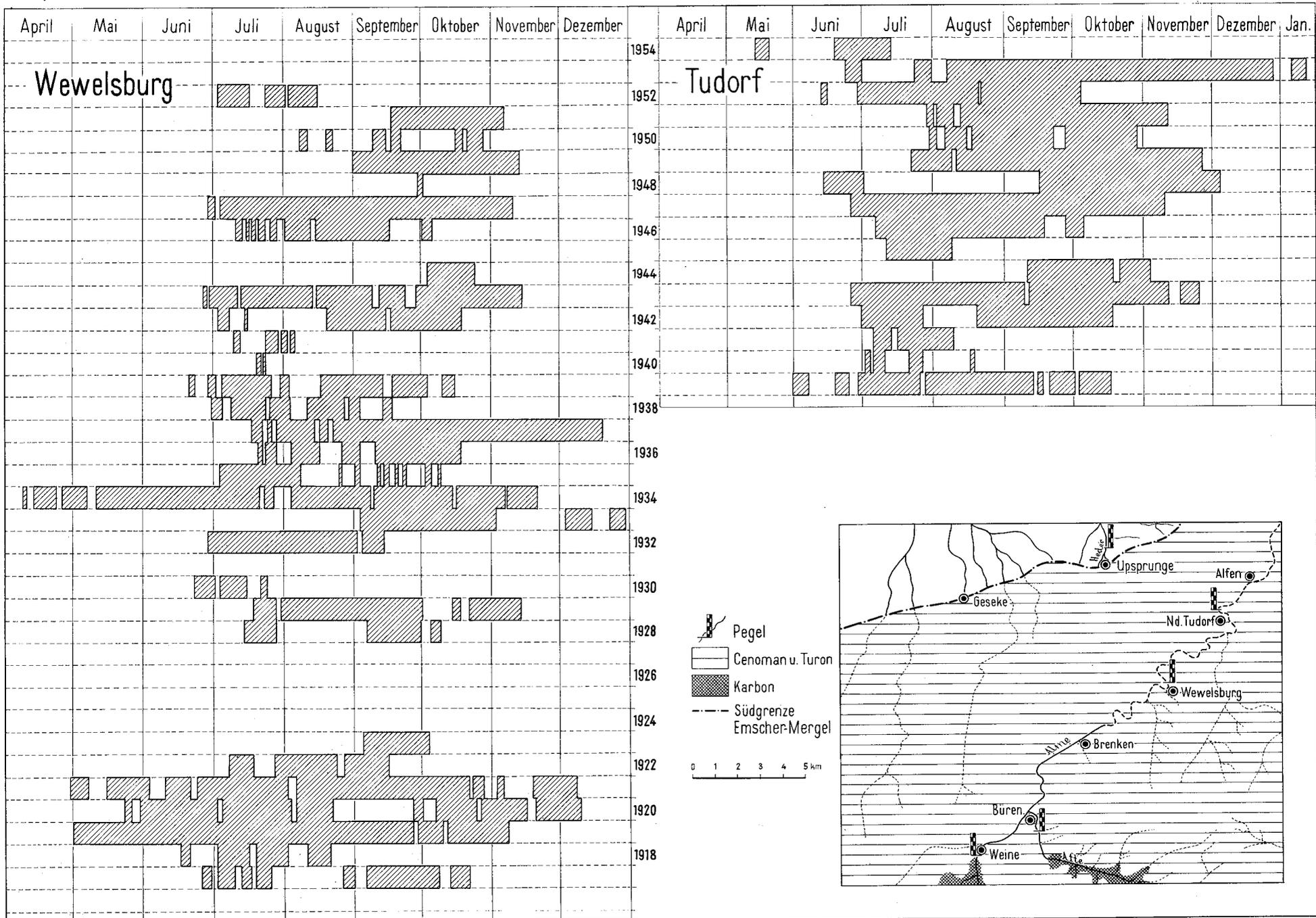


Abb. 11: Trockenzeiten der Alme in den Jahren 1917-1954

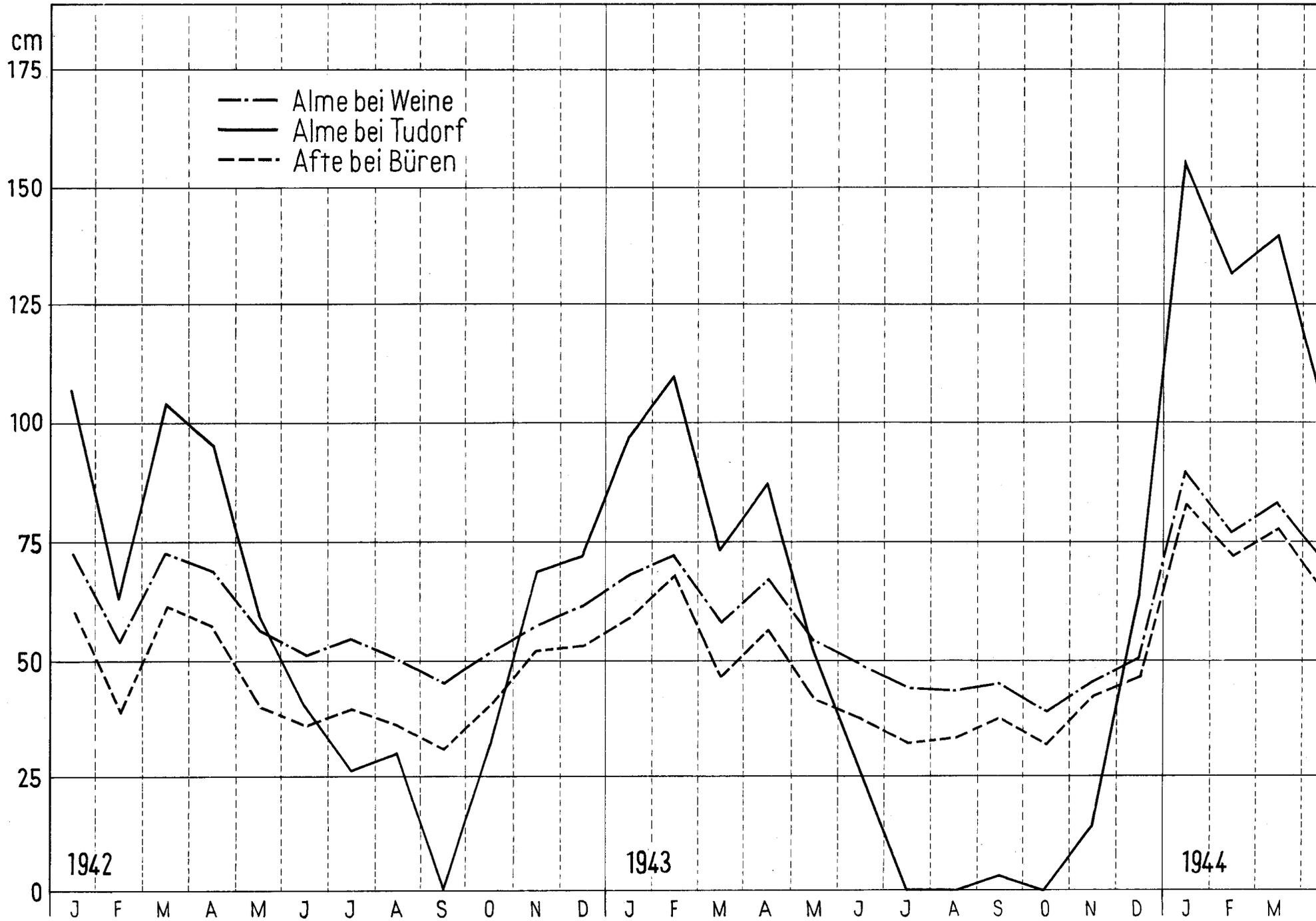
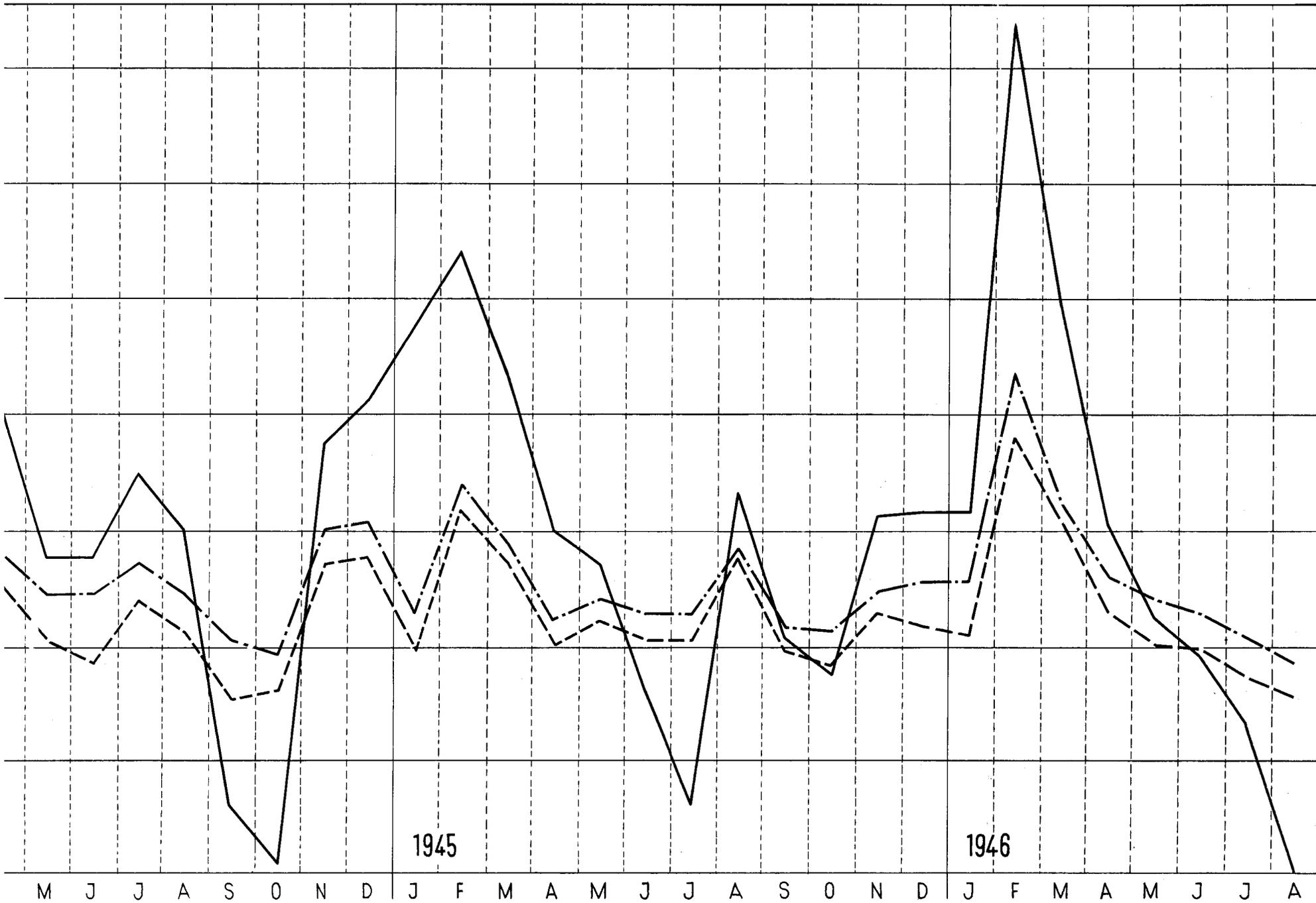


Abb. 12: Der Wasserstand
(veral. Übersicht in



der Alme und Afte 1942-1946

Abb. 11. Beilage 1)

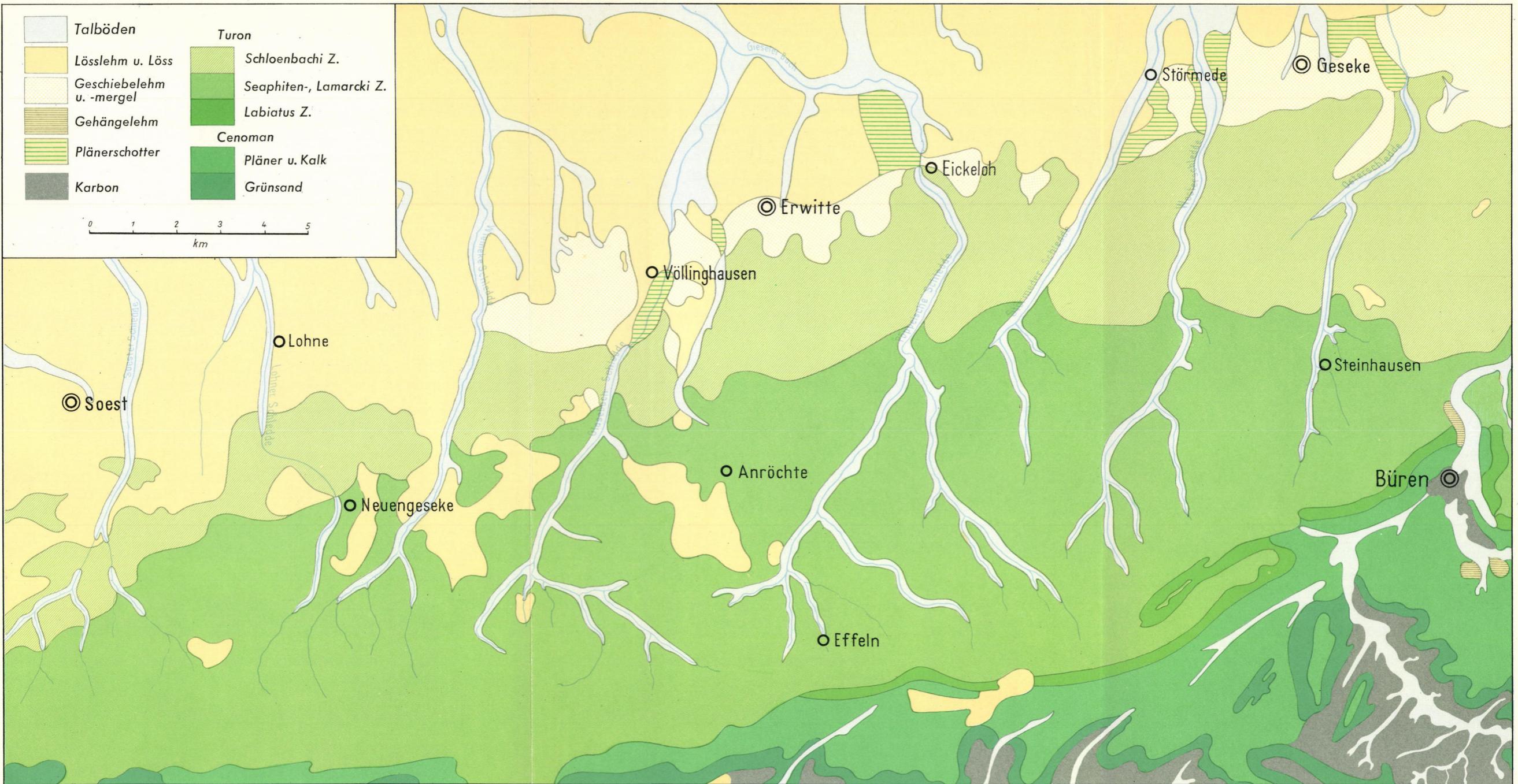


Abb. 12: Geologische Schichten
(nach Lotze, Woldstedt u. eigenen Feststellungen)

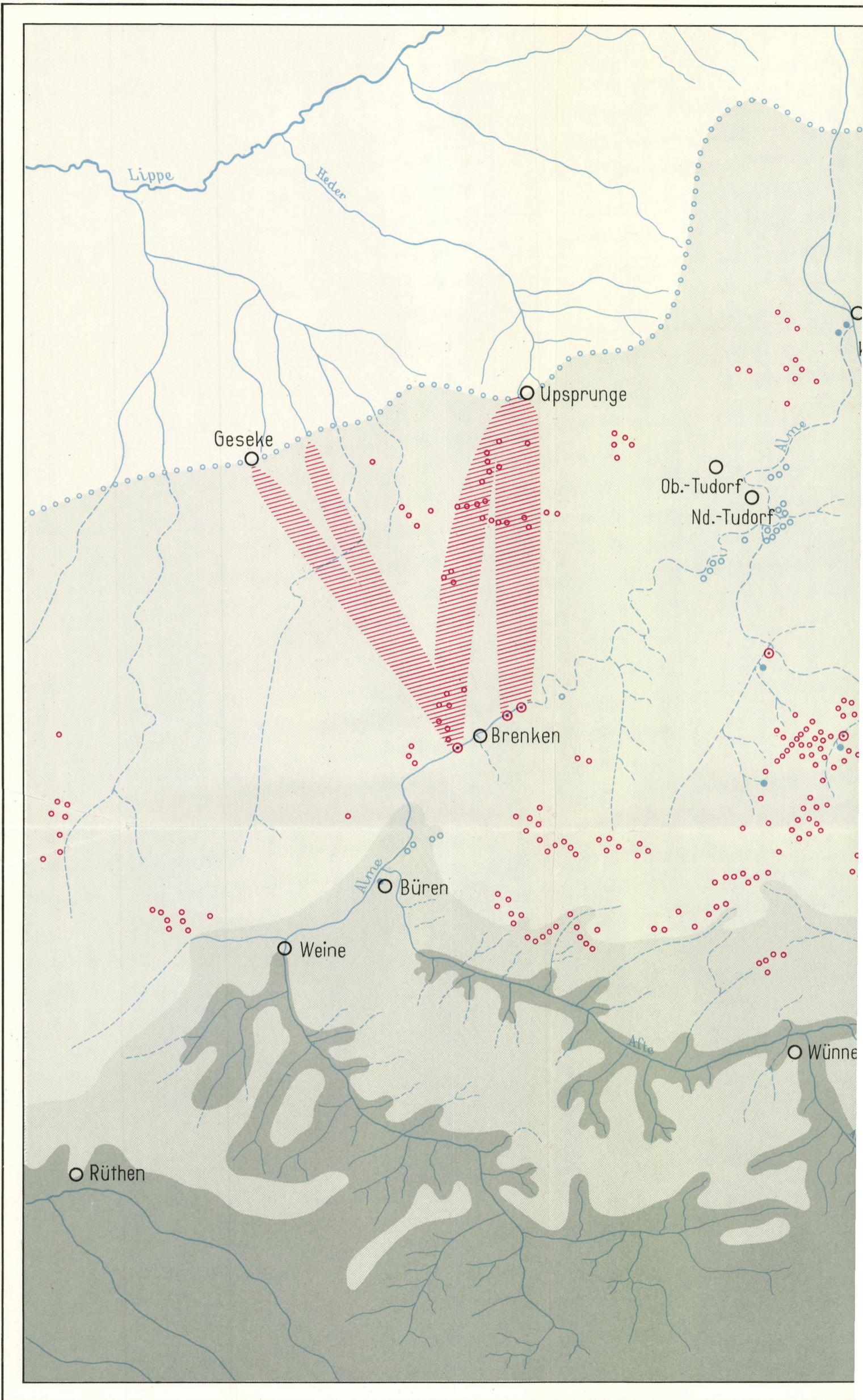


Abb. 13: Die Verkarstu
(nach Stille und eig

