

EGGE-WESER	4 (1)	21-42	FESTSCHRIFT zum 70. Geburtstag von KURT PREYWISCH	Höxter 1987
------------	-------	-------	---	-------------

## Die "Brakeler Muschelkalkschwelle"

Das Werden und Wesen einer Landschaft aus geologischer Sicht

Horst-D. Krus

**Zusammenfassung:** Die Brakeler Muschelkalkschwelle ist die vorwiegend aus Gesteinen des Muschelkalks aufgebaute, stark reliefierte Aufwölbung zwischen den Keuper-Becken von Steinheim und Borgentreich. Ablagerung von Gesteinen mit unterschiedlicher morphologischer Wertigkeit im Mesozoikum, Landhebung und -Senkung, Meerestransgression und -regression sowie die Abtragung unter tropisch-humiden, feucht-gemäßigten und periglazialen Bedingungen und der Einfluß des Menschen schufen schließlich die heutige Landschaft.

Das geographische Zentrum des Kreises Höxter bildet eine Landschaft, die als "Brakeler Muschelkalkschwelle" bekannt ist. Es handelt sich um den Nordteil des in der naturräumlichen Gliederung Deutschlands zum "Oberwälder Land" zusammengefaßten Gebietes (MEISEL 1959: 7 ff.; PREYWISCH 1980: 52ff.).

Die Brakeler Muschelkalkschwelle besitzt einen eigenen natur- und kulturlandschaftlichen Charakter, der sich am besten und eindringlichsten bei einer Fahrt auf der "Ostwestfalenstraße" von Warburg nach Steinheim erschließt. Zunächst führt der Weg durch einen offenen, weiten und fast ausschließlich landwirtschaftlich, vor allem durch Ackerbau genutzten Raum mit zumeist nur geringen Reliefunterschieden: durch die Warburger Börde.

Nördlich von Peckelsheim ändert sich die Landschaft. Die Straße verläuft ab jetzt in der Regel durch Täler (von Taufnethe, Nethe, Brucht und Grundbach). Zu den beiden Seiten erheben sich die Höhen mit mehr oder weniger steilen Hängen. Seitentäler münden in das Haupttal. Bei Brakel weitet sich das Blickfeld vorübergehend. Bald zeigen sich wieder Wälder, die zuweilen bis an die Straße herantreten. Der Wechsel von Wäldern und offenen Flächen, von Tälern und Höhen bestimmt das Aussehen der Landschaft. Künstliche Bergeinschnitte und Dämme waren nötig, um für die Fahrbahn eine Trasse mit möglichst wenig Gefälle, Steigungen und Kurven zu schaffen.

Bei Nieheim ändert sich wiederum das Bild. Erneut herrschen offene, ebene oder nur schwach geneigte Flächen mit landwirtschaftlicher Nutzung vor; Wälder fehlen. Die Steinheimer Börde ist erreicht.

- 22 -

Der Reisende hat den Eindruck, zwischen den beiden Börden über - oder besser: durch - eine Erhöhung mit deutlichem Mittelgebirgscharakter gefahren zu sein, über eine Art Schwelle also. Der Blick auf die geologische Karte läßt auch die volle Bezeichnung verständlich werden: Zwischen Keuper - z.T. mit quartärer Bedeckung - in der Warburger Gegend ("Borgentreicher Mulde") und dem Steinheimer Becken dominieren im Bereich der "Schwelle" die Gesteine des Muschelkalks. Daher bürgerte sich nach dem zentralen Ort dieses Raumes der Name "Brakeler Muschelkalkschwelle" ein. Bei korrekter Anwendung des gültigen geologischen Schwellenbegriffs war diese Namengebung zwar eigentlich nicht zu vertreten, aber es wird noch zu zeigen sein, daß sich mittlerweile Erkenntnisse ergeben haben, nach denen der Name durchaus gerechtfertigt erscheint (vgl. KNAPP 1983: 80). Wir wollen in diesen Ausführungen unter der Brakeler Muschelkalkschwelle in der "klassischen" Bedeutung vor allem jedoch die landschaftliche Einheit verstehen, die weitaus mehr umfaßt als lediglich die Geologie

und Morphologie, obwohl wir unsere Betrachtung aus Raumgründen im wesentlichen auf diese beiden Aspekte beschränken müssen.

Nicht ganz so eindrucksvoll, aber immer noch deutlich ist die Abgrenzung der Brakeler Muschelkalkschwelle gegen die Nachbarlandschaften im Westen und Osten. Eine Fahrt von Paderborn in den Solling führt aus der offenen Kreidekalklandschaft der östlichen Westfälischen Bucht über den bewaldeten Sandsteinkamm der Egge und das kompliziert gebaute, stark gestörte östliche Eggevorland, in dem Gesteine des Mittleren Buntsandsteins bis zur Kreide anstehen. Die Bundesstraße 64, die dem Aa- und Nethetal folgt, durchquert nun die Brakeler Muschelkalkschwelle.

Das Wesertal ist die nächste landschaftliche Einheit. Weiter nach Osten steigt das Land stetig zu dem durchgehend bewaldeten Buntsandsteingewölbe des Solling an.

Wer auf den beiden beschriebenen Routen den Kreis Höxter durchfahren hat, der hat bereits einen guten Eindruck von dem landschaftlichen Wesen der Brakeler Muschelkalkschwelle gewinnen können. Ein Blick auf die topographische Karte oder ein Satellitenfoto (vgl. KRUS 1984b) vermag das Bild abzurunden.

Der Brakeler Muschelkalkschwelle ist ein z.T. sehr kleinräumiges Gefügemuster unterschiedlicher naturlandschaftlicher Bedingungen eigen, das vom Menschen seinen wirtschaftlichen und sonstigen Zielen entsprechend unter Berücksichtigung und Nutzung des Naturdargebots zur Kulturlandschaft umgestaltet wurde. Das Werden der naturgeographischen Voraussetzungen ist der Gegenstand der folgenden Ausführungen. Allerdings soll und kann an dieser Stelle nur ein knapper Überblick versucht werden, wobei zu berücksichtigen ist, daß noch längst nicht alle Fragen endgültig zu beantworten sind und neue Funde und Fortschritte der Forschung durchaus in manchen Punkten ein Umdenken erforderlich machen könnten und auch werden.

Solange der Planet Erde besteht, befindet sich seine Oberfläche in einem ständigen, wenn auch in aller Regel in einem nach menschlichen Maßstäben sehr langsamen Wandel. Aufbau und Zerstörung wechseln sich ab, wobei die Zerstörung im Grunde nur der Aufbau von Neuem, also lediglich die Umgestaltung der Erdoberfläche, der Landschaft ist. Auch die Brakeler Muschelkalkschwelle, bzw. der Ausschnitt der Erdoberfläche, den wir heute so bezeichnen, hat im Verlauf der Erdgeschichte eine Abfolge unterschiedlicher Zustände erlebt. Der gegenwärtige Stand wird nur verständlich, wenn man diese Zustände wenigstens in groben Umrissen kennt.

- 23 -

## Paläozoikum

Da es uns vor allem auf die Erklärung des gegenwärtigen Landschaftszustandes ankommt, dürfen wir den allergrößten Teil der Erdgeschichte, die immerhin etwa 4,6 Milliarden Jahre umfaßt (K. SCHMIDT 1978: 26), außer acht lassen. Von größerem Interesse ist erst der Zeitraum seit dem mittleren Paläozoikum, d.h. - grob gerechnet - seit knapp 400 Millionen Jahren. Im Unterdevon entwickelte sich in Mitteleuropa zwischen dem Old-Red-Kontinent im Norden und der Franko-Alemannischen Insel im Süden bzw. Südwesten die Variszische Geosynklinale, d.h. ein Meerestrog als Vorstufe einer Gebirgsbildung. Im Devon und Karbon wurden die unterschiedlichsten Sedimente abgelagert. Auf Details kann hier verzichtet werden.

Gegen Ende des Karbon änderte sich das Geschehen. In der asturischen Phase der variszischen Gebirgsbildung setzte eine intensive Faltung und Hebung der bislang in der Geosynklinale abgelagerten paläozoischen Gesteine ein. Die von Oktober 1957 bis Juni 1958 östlich von Drankhausen niedergebrachte Bohrung "Brakel 1" (KNAPP 1983: 139ff.) erreichte in 1930 m Tiefe gefaltete Schichten des Oberkarbon, die ab 2229,1 m

eine Steilstellung von 80° bis 90° aufwies. Bei 2254,6 m Tiefe wurde die der Ölsuche dienende Bohrung aufgrund dieser Steilstellung eingestellt.

Mit der Faltung und Hebung setzte zugleich auch die Abtragung des entstehenden Variszischen Gebirges ein, welche schließlich nach Abschluß der Heraushebung das Gebirge einebnete. Das gefaltete Paläozoikum des Gebirgsrumpfes bildete die Unterlage - das Grundgebirge - für die erneute Sedimentation, die durch die relative Tieflage zum Umland ermöglicht wurde.

Die Sedimentation setzte zu Ende des Paläozoikum, im Perm, mit der Ablagerung des Oberrotliegenden ein. Unter wüstenhaften Klimabedingungen häuften sich vorwiegend Sande an. Im Rotliegenden befand sich unser Gebiet offensichtlich in einem Grenzbereich. Während die Bohrung Brakel 1 kein Rotliegendes vorfand und damit zu dem vom Rotliegenden freien Süden gehört, ist für den Raum nördlich davon mit Mächtigkeiten bis weit über 200 m zu rechnen (KNAPP 1983: 22f.). HESEMANN (1975: 139) indes teilt für eine Bohrung "Brakel" eine Rotliegendes-Mächtigkeit von 9 m mit. Die Grenze der Weser-Senke (K. SCHMIDT 1978: 122 f.), in der Rotliegendes sedimentiert wurde, verlief also in einem Bogen von Westen nach Südosten durch unser Gebiet. Sein Südwestbereich war ein Teil der Rheinischen Masse mit der Hunsrück-Taunus - Oberharz - Schwelle. Das Rotliegende lagert nach den Bohrergebnissen im Gebiet der Brakeler Muschelkalkschwelle dem gefalteten Karbon diskordant auf (HESEMANN 1975: 139). Zwischen dem ältesten Oberkarbon (Namur A) und dem oberen Unterperm ist eine Schichtlücke zu verzeichnen, die im Süden und Südwesten der Brakeler Muschelkalkschwelle bis zum Oberperm reicht.

Im Perm endete die variszische Gebirgsbildung. Nun setzte eine paläogeographische Entwicklung ein, die für den gegenwärtigen Landschaftszustand die unmittelbare geologische Voraussetzung schuf. Im Norden Deutschlands begann die Einsenkung des Germanischen Beckens (K. SCHMIDT 1978: 123), eines weiten Sedimentationsraumes, dem auch unser Gebiet in Gänze angehörte. Die nun folgenden Sedimentierungen schufen im Laufe der Jahrtausende einen konkordanten Schichtstapel. In dem stetig einsinkenden Becken lagerte sich weitestgehend ungestört eine Schicht auf die andere. Allerdings wechselte mehrfach das Sedimentationsmilieu grundlegend, so daß sich entsprechend unterschiedliche Gesteine bildeten.

- 24 -

Zunächst überflutete das Zechstein-Meer von Norden das Becken. Das Zechstein-Becken wurde durch eine Barre (Schwelle), über die nur sehr beschränkter Wasseraustausch möglich war, vom eigentlichen Nordmeer getrennt (RICHTER 1975: 164). Das Becken befand sich in einem extrem ariden Wüstenklima (SCHWARZBACH 1974: 158). Die hohen Temperaturen und die Tatsache, daß das Meeresbecken relativ abgeschnürt war, bestimmte die Sedimentation. Normal salzhaltiges Seewasser drang über die Barre in das Becken, nur sehr wenig Wasser konnte wieder herausfließen. Die starke Verdunstung führte zu einer Konzentrationserhöhung der im Beckenwasser gelösten Stoffe und schließlich -in der Reihenfolge ihrer Löslichkeit - zum Ausfallen von Kalk, Anhydrit oder Gips und schließlich Salzen. Die wirtschaftlich bedeutsamen Kalisalze fehlen in unserem Raum. Durch den mehrmaligen Wechsel der Zuflußbedingungen wiederholten sich die Ablagerungszyklen, so daß der Zechstein aus mehreren Abfolgen der genannten Evaporite besteht. Im Untergrund der Brakeler Muschelkalkschwelle sind alle Serien vorhanden. Die Bohrung Brakel 1 hat sowohl die vier klassischen Zyklen (Werra-, Staßfurt-, Leine- und Aller-Serie) als auch die neu definierten Zyklen 5 und 6 (Ohre- und Friesland-Serie) durchsunken.

Obwohl der Zechstein auf der Brakeler Muschelkalkschwelle nirgendwo oberflächlich ansteht, darf seine Bedeutung für die Oberflächengestalt nicht unterschätzt werden. Der

hohe Anteil und die Mächtigkeit leicht löslicher Gesteine wie Anhydrit und vor allem Salz können sich besonders in zweifacher Hinsicht bemerkbar machen. Zum einen kann Grundwasserkontakt zur Lösung und anschließendem "Wegfließen" des Gesteins führen, was durch die entstandenen Aus-laugungshohlräume den Einsturz des hangenden Gesteins zur Folge haben kann. Zum anderen können die Salze aufgrund ihrer Plastizität durch Gebirgsdruck in Bewegung geraten und Aufwölbungen und korrelierte Absenkungen im Deckgebirge verursachen (Halokinese). Außerdem vermag eine hinreichend mächtige Salzschiefer leichtere tektonische Veränderungen im Grundgebirge auszugleichen oder zu mildern. Wenn man bedenkt, daß allein das Steinsalz der Werra-Serie bei uns etwa 250 m mächtig ist, wird das Wirkungspotential der Zechstein-Evaporite deutlich.

## Mesozoikum

Am Ende des Perm änderte sich weltweit der Faunenbestand signifikant, so daß bei der Ordnung der Erdgeschichte zu diesem Zeitpunkt ein Einschnitt zu machen ist. Mit dem Perm endete das Paläozoikum. Neue Lebensformen begannen, Meer und Land zu beherrschen. Das Mesozoikum (Erdmittelalter) setzte ein. Für unser Thema ist das Mesozoikum von besonderer Bedeutung; denn in ihrer ältesten Formation, der Trias, wurden die Gesteine abgelagert, die uns auf der Brakeler Muschelkalkschwelle vorwiegend begegnen und denen daher die Landschaftseinheit ihren Namen verdankt.

Die paläogeographische Situation am Ende des Perm war weiterhin gekennzeichnet durch das Germanische Becken, das nach Süden vom Vindelizischen und im Südwesten vom Gallischen Land begrenzt war. Das Vindelizische Land trennte das Becken vom Weltmeer, der Tethys.

Vor etwa 230 Millionen Jahren begann das Land im Südwesten, sich zu heben, und wurde dadurch verstärkter Abtragung ausgesetzt. WURSTER (1964: 231) geht von einer einsetzenden Kippung des Beckens von nördlicher in südliche Richtung aus. Im Norden wurde die im Zechstein vorhandene Verbindung zum Meer unterbrochen. Die Verwitterungsprodukte des Festlandes wurden zunächst von Südwesten und Süden her in das Germanische Becken geschüttet, wobei sich in

- 25 -

unserem Gebiet durch eine besonders starke Absenkung ein entsprechend mächtiges Sedimentpaket bilden konnte. Während der ersten triassischen Abteilung, dem Buntsandstein, wurden vorwiegend rote Sande und Tone abgelagert. Die Bohrung Brakel 1 erschloß eine Gesamtmächtigkeit des Buntsandsteins von 1 071 m.

Der Buntsandstein läßt sich in drei Stufen gliedern. Im Unteren und Mittleren Buntsandstein dürfte unser Raum Festland gewesen sein. Im Mittleren Buntsandstein (Hauptbuntsandstein) bildeten sich mächtige rote Sandsteine (Bohrung Brakel: 497 m), die im gesamten Solling und kleinflächig nördlich von Reelsen und bei Siebenstern oberflächlich anstehen. Auf der Brakeler Muschelkalkschwelle treten Unterer und Mittlerer Buntsandstein nicht zutage.

Die klimatische und paläogeographische Situation im Oberen Buntsandstein unterschied sich von der des älteren Buntsandstein. Flach, übersalzenes Wasser erfüllte das Becken. Das Klima wurde arider als in dem feuchteren Mittleren Buntsandstein, was auch die Bedingungen im Abtragungsgebiet veränderte. Die starke Sandschüttung hörte auf. Im Becken wurden nun Schluffstein, Tonstein und Feinsandstein und sogar die Evaporite Anhydrit, Gips und Steinsalz abgelagert. Letztere sind wichtig, weil sie später bei ihrer Auslaugung Einfluß auf die Morphogenese nehmen konnten. Rote Farbtöne sind für das Gestein kennzeichnend. Der Obere Buntsandstein oder Rot ist das älteste

Gestein, das auf der Brakeler Muschelkalkschwelle oberflächlich ansteht.

Der Röt wies ein sehr lebensfeindliches Milieu auf. Das änderte sich zum Gegenteil, als gegen Ende des Oberen Buntsandsteins sich im Südosten die Schlesisch-Mährische Pforte öffnete, durch die das Germanische Becken eine Anbindung an die Tethys erhielt. WURSTER (1964: 231) geht davon aus, daß nun das kippende Becken waagrecht lagerte und daher optimal durchflutet werden konnte. Ein flaches, warmes Meer erfüllte das Germanische Becken, in das nun eine reiche marine Fauna aus dem Ozean einwanderte. Der Muschelkalk hatte begonnen.

Mit Ausnahme einiger Abschnitte, in denen aufgrund einer Übersalzung des Nebenmeeres sich die Lebensbedingungen wieder vorübergehend verschlechterten, war der Untere Muschelkalk eine Zeit mit günstigem Milieu für die Fauna, so daß mächtige organogene Kalksteine abgelagert wurden. Zumeist handelt es sich um mehr oder weniger dünnplattiges Gestein mit gewellten Schichtflächen (Wellenkalk). In den Unteren Muschelkalk sind allerdings einige Zonen mit festen, z.T. mächtigeren Bänken eingelagert (Oolith-, Terebratel-, Schaumkalkbänke). Im ganzen finden sich im Bereich der Brakeler Muschelkalkschwelle etwa 110 m des morphologisch relativ widerständigen Unteren Muschelkalkes (WEISS-ERMEL 1929: 7), der den überwiegenden Teil der Oberfläche der Brakeler Muschelkalkschwelle einnimmt.

Im Mittleren Muschelkalk war das Becken wiederum von der Tethys abgeschlossen. Das Meer versalzte als Folge des ariden Klimas und des fehlenden Frischwasserzuflusses. Dolomit und Gips wurden ausgefällt; Mergelstein ist ein weiteres charakteristisches Gestein des Mittleren Muschelkalkes, der vollständig ausgeprägt hier etwa 60 m umfaßt, in Oberflächennähe jedoch durch Auslaugung der leicht löslichen Gesteine zumeist wesentlich weniger mächtig ist. Gegenüber dem Unteren Muschelkalk und dem auflagernden Oberen Muschelkalk ist der Mittlere Muschelkalk wenig widerständig gegen die Abtragung.

Die erneute Öffnung des Germanischen Beckens zur Tethys - diesmal im Südwesten durch die Burgundische Pforte - schuf wieder günstige Existenzbedingungen für die Meeresfauna: Der Obere Muschelkalk hatte begonnen.

- 26 -

Das Leben explodierte geradezu. Gewaltige Bestände der Seelilie *Encrinurus liliiformis* besiedelten den Meeresboden. Ihre Stengelglieder ("Trochiten") häuften sich zu dicken Lagen an, die sich zu äußerst harten Gesteinsbänken verfestigten. Allerdings waren nicht allein Seelilien an der Bildung des Trochitenkalkes beteiligt. Beim Trochitenkalk lassen sich in unserem Raum Haupttrochitenkalk und Oberer Trochitenkalk unterscheiden, wobei zwischen beiden Tonplattenfazies eingeschaltet ist.

Auf die Ablagerung des Trochitenkalkes folgte die Tonplattenfazies des Oberen Muschelkalkes. Wie der Name andeutet, handelt es sich bei dem Gestein um vorwiegend mehr oder weniger dünne Platten; jedoch finden sich zuweilen auch etwas mächtigere Bänke. Nach dem Vorkommen der für die germanische Trias typischen Cephalopoden werden die Tonplatten als Ceratitenschichten bezeichnet.

Eine wichtige Beobachtung hat im Oberen Muschelkalk EL-NOSHOKATY (1972, s. vor allem Anlagen 1 bis 4) gemacht. Danach ist z.B. der Haupttrochitenkalk im Bereich der Brakeler Muschelkalkschwelle nur etwa 5 m mächtig, während im tiefsten Bereich der Borgentreicher Mulde 13 m und im Steinheimer Becken 12 m erreicht werden. Eine im Prinzip gleiche Mächtigkeitsverteilung zeigen auch andere Zonen des Oberen Muschelkalkes. Der gesamte Trochitenkalk einschließlich der unteren Tonplatten hat bei Bosseborn eine Mächtigkeit von lediglich 14 m; nordöstlich von Borgentreich dagegen

sind es 22 m und südlich Horn sogar 26 m. Daraus läßt sich schließen, daß die Brakeler Muschelkalkschwelle schon (besser: spätestens) zur Zeit der Sedimentation des Trochitenkalkes ein Schwellenbereich im Meer und die genannten Muldenstrukturen im Norden und Süden bereits Senkungsgebiete waren (EL-NOSHOKATY 1972: 113). Die geologischen Strukturen zwischen Egge und Weser sind in ihrer Anlage also offensichtlich älter als bislang angenommen. Der Begriff "Brakeler Muschelkalkschwelle" erhält damit auch aus paläogeographischer Sicht seine Berechtigung.

EL-NOSHOKATY (1972: 107) vermutet, daß Zechsteinsalz an einer Schwächezone aufgestiegen ist und die beulenartige Struktur der Brakeler Muschelkalkschwelle im Oberen Muschelkalk geschaffen hat. Noch offen ist aber der Zeitpunkt des Beginns der Aufwölbung. Im Unteren Muschelkalk sah das Bild z.T. noch völlig anders aus, wie der Vergleich der Mächtigkeiten einzelner Zonen bei Borgentreich und Brakel zeigt (nach HESEMANN 1975: 173):

Zone	Brakel	Borgentreich
Oberer Wellenkalk	15 m	8 - 10 m
Terebratelbänke	5 m	7 - 8 m
Mittlerer Wellenkalk	40 m	20 - 35 m
Oolith-Bänke	5 m	6 - 7 m
Unterer Wellenkalk	40 m	35 - 40 m

Ein weiteres paläogeographisches Problem ist der Zeitpunkt des Rückzuges des Muschelkalk-Meeres aus unserem Raum. Die Frage läßt sich beantworten, wenn man weiß, welche Art aus der Entwicklungsreihe der Ceratiten hier als letzte lebte. Die jüngste Art im germanischen Muschelkalk ist *Ceratites (Discoceratites) semipartitus*. CARTHAUS (1886; die Arbeit lag mir leider nicht vor) be-

richtet von *C. semipartitus* im Gebiet von Sandebeck und Holzhausen (STILLE & MESTWERDT 1911: 12; KLEINSORGE 1935: 66). KLEINSORGE konstatiert das Fehlen dieses Ceratiten und schreibt: "Wahrscheinlich handelt es sich bei den Funden CARTHAUS' um stark verdrückte, angewitterte Formen von *Cer. intermedius* ..." Er legt das nördlichste Vorkommen von *C. semipartitus* in den Raum Northeim - Göttingen - Meißner (KLEINSORGE 1935: 71 u. 93). Auch nach GRUPE (1920: 243) fehlt *C. semipartitus* im gesamten Leine-Weser-Gebiet nördlich des Meißners. KNAPP (1983: 43 u. 51) bestätigt das Fehlen der *C. semipartitus*-Zone für Blatt Borgholz. Das würde bedeuten, daß im Bereich der Brakeler Muschelkalkschwelle schon Keuperfazies gebildet worden wären und das Muschelkalkmeer sich bereits vor Ende der vollständigen Entwicklungsreihe der germanischen Ceratiten nach Süden oder Südosten zurückgezogen gehabt hätte.

Der Verfasser glaubte jedoch, südöstlich von Holzhausen neben anderen Ceratiten auch *C. semipartitus* gefunden (KRUS 1977; 1984a: 121 u. Abb. S. 127) und damit CARTHAUS' Aussage bestätigt zu haben. Die Bestimmung erfolgte u.a. nach M. SCHMIDT (1928: 306 f.) und WENGER (1957: 94 u. Taf. 20). Während dieser Aufsatz geschrieben wurde, befanden sich zwei Fundstücke im Geologisch-Paläontologischen Institut der Universität Hamburg zur Bearbeitung. Von dort wurden sie dem Staatlichen Museum für Naturkunde in Stuttgart übergeben, um das Urteil eines Spezialisten einzuholen. Nach der Bestimmung durch Dr. M. URLICHS von der paläontologischen Abteilung des Museums handelt es sich bei einem Exemplar um *Discoceratites intermedius*, während das zweite eingesandte Stück zu einem juvenilen Tier der Art *Ceratites (Discoceratites) intermedius* oder *C. (D.) dorsoplanus* gehört. (Für die

freundliche Hilfe in dieser Sache danke ich Frl. cand. geol. Maika MÖLLER, Hamburg.) Da die Trennung der Arten wegen ihrer nahen Verwandtschaft und ihres ähnlichen Aussehens - insbesondere, wenn die Stücke nicht tadellos erhalten sind - sehr schwierig ist, liegt es nahe, daß möglicherweise wie der Verfasser auch CARTHAUS in die Irre gegangen ist.

Für die Paläogeographie bedeutet das neue Ergebnis der Bestimmung, daß augenscheinlich zur Lebenszeit des *C. dorsoplanus* die Brakeler Muschelkalkschwelle im Osten noch Meer war, während im Westen bereits die festländische Keuperfazies abgelagert wurde (vgl. KLEINSORGE 1935: Karte S. 90), mit anderen Worten: Während der Zeit der *C. dorsoplanus* verlagerte sich die Strandlinie über die Brakeler Muschelkalkschwelle hinweg langsam nach Osten. Zur Zeit des *C. (D.) semipartitus* war die Brakeler Muschelkalkschwelle vielleicht schon etwa 50 km oder darüber vom Meer entfernt (vgl. KLEINSORGE 1935: S. 91).

Der Muschelkalk endete und der Keuper - die dritte Abteilung der Trias - begann, als sich ein Flußdelta in das Germanische Becken vorschob. Wieder wurden Abtragungsprodukte in das nunmehr in südliche Neigung gekippte Becken (WURSTER 1964: 231) geschüttet. Jetzt kam das Material von einem Festland im Nordosten, wie die Schüttungsrichtung ausweist (WURSTER 1964: 236).

Die Keupersedimente sind bunt. Das gilt sowohl für die Farbe des Gesteins als auch für die Petrographie. Im Unteren Keuper kommen Sandstein, Ton, Dolomit und Mergel vor. Die Färbung reicht von dunklen Tönen bis zu hellem Gelb und Ziegelrot. Wegen der Durchsetzung mancher Horizonte mit Pflanzenhäcksel, Wurzel- und kohligen Pflanzenresten sowie dem hohen Anteil von Ton trägt der Untere Keuper auch den Namen "Lettenkohle". Dem Unteren Keuper gehören die jüngsten mesozoischen Sedimente an, die noch auf der Brakeler Muschelkalkschwelle zu finden sind.

- 28 -

Das Schicksal der Brakeler Muschelkalkschwelle im weiteren Verlauf des Mesozoikums ist aufgrund des Fehlens dort erhaltener Gesteine nicht mehr direkt nachzuweisen. Einige Aussagen lassen sich aber indirekt aus den Verhältnissen in der näheren und weiteren Nachbarschaft gewinnen. Auf allzu viele Details kann aber verzichtet werden, da sie für das Hauptanliegen dieser Arbeit, die Erklärung der Entwicklung der gegenwärtigen Landschaft, nicht wesentlich sind. Daher wurden auch im vorhergehenden in aller Regel palökologische oder paläontologische Einzelheiten unberücksichtigt gelassen.

Im Keuper wurden unter wechselnden Ablagerungsbedingungen weiterhin mächtige, im Oberkeuper (Rät) auch marine Sedimente angehäuft. Im Jura (Lias) nahm das Meer Mitteleuropa ein. Wiederum erfüllte reiches Meeresleben unseren Raum. Vor allem dunkle, schwärzliche Tone wurden sedimentiert. In den Gräben von Oeynhausen, Entrup, Marienmünster, Kollerbeck und vor allem Falkenhagen sind sie noch erhalten. Noch im Dogger dürfte die Brakeler Muschelkalkschwelle im Meer gelegen haben. Im Malm wurde sie Festland.

Auch in der Kreide war unser Raum zumeist vom Meer bedeckt (KNAPP 1983: 91). Von den Sedimenten ist nichts mehr vorhanden. Allerdings hat KAEVER (1976: 534) in einem Erdfall am Nieheimer Krankenhaus kretazische Foraminiferen aus dem Unteren Campan in hervorragender Erhaltung gefunden. Da diese marinen Fossilien aus der unmittelbaren Umgebung stammen müssen, liegt ein Anzeichen vor, daß das Gebiet auch noch in der höheren Oberkreide wenigstens zum Teil vom Meer eingenommen wurde.

## Tektonische Vorgänge im jüngeren Mesozoikum

Im Jura und in der Kreide vollzogen sich wichtige tektonische Vorgänge. Die mehrphasige saxonische Gebirgsbildung ergriff das Gebiet der Brakeler Muschelkalkschwelle. In den Steinbrüchen wird sichtbar, daß die Schichtpakete in unterschiedliche Richtungen einfallen, daß das Gestein Verbiegungen und Zerrüttungserscheinungen aufweist. Die während der kimmerischen Phase erfolgte Verwerfung einer Schaumkalkbank des oberen Unteren Muschelkalkes ist zwischen Brakel - Albrock und der "Ostwestfalenstraße" aufgeschlossen und als Naturdenkmal geschützt. Dieses eindrucksvolle Beispiel stellt jedoch eher eine Ausnahme dar. Im allgemeinen sind die Schichten auf der Brakeler Muschelkalkschwelle flach geneigt, und größere Störungen sind selten und fehlen in ihrem zentralen Bereich fast völlig. Auf der anderen Seite liegen die Schichten fast nie waagrecht, sondern sie schwanken in ihren Streichrichtungen. Die Einfallswinkel überschreiten generell nur selten  $10^\circ$  (Ausnahmen finden sich in der Nähe von Störungen), lediglich beim Trochitenkalk sind sie oft etwas größer (WEISSERMEL 1929: 26 f.).

Die Strukturen der Brakeler Muschelkalkschwelle sind fast ausschließlich das Ergebnis von Bruchtektonik. Neben den Verwerfungen zeugen Fugen, Klüfte und Spalten von der Beanspruchung des Gesteins. Zerrüttungen und Abschiebungen sind häufig. Es scheint mir bezeichnend, daß AHMADZADEH-YOUSSEFI (1964: 67) im gesamten Raum zwischen Brakel im Süden und Holzhausen, Bellersen und Bökendorf im Norden keine Aufschiebung festgestellt hat. Das Fehlen von Einengungserscheinungen läßt sich durch die Beulenstruktur der Brakeler Muschelkalkschwelle leicht erklären, da die Aufwölbung eine Raumausweitung bedeutet.

Während des Malm wurde die Egge aufgerichtet. Westlich von Holzhausen, also im äußersten Nordwesten des geschlossenen Muschelkalk-Gebietes, lehnen sich einige etwas länger aushaltende Verwerfungen der eggischen Richtung an, so

- 29 -

daß diese Störungen wohl dem Malm zuzurechnen sind. KNAPP (1983: 91) vermutet, daß im späten Malm auch die Borgentreicher Mulde und im Bereich der Brakeler Muschelkalkschwelle die Drenker Mulde als Ausläufer des den Solling durchziehenden Silberborn - Derentaler Grabens angelegt wurden.

Häufig sind in Aufschlüssen Lagerungsstörungen zu beobachten, d.h. die Schichten sind verbogen. Die Einfallsrichtung ändert sich. Nicht selten sind Schichtpakete ganz zerrissen, und es sind kleine Verwerfungen zu sehen, deren Sprunghöhe sich auf wenige Zentimeter oder Dezimeter beschränkt. Da solche Schichtverstellungen schon kleinräumig ihre Tendenz ändern, sind sie offensichtlich von dem großräumigen Gebirgsbau unabhängig. Ihre Ursache ist vielmehr in Lösungserscheinungen (vor allem von Gips) im Liegenden zu suchen, so daß in die entstandenen Hohlräume das Hangende einbrach. Verstellungen im Unteren Muschelkalk sind auf Subrosion im Röt, Verstellungen im Trochitenkalk und höher auf Subrosion im Mittleren Muschelkalk zurückzuführen. Eindrucksvolle Ergebnisse der Subrosion sind Erdfälle, die sich hier und da auf der Brakeler Muschelkalkschwelle finden. Erdfälle können auch Erhöhungen im Gelände sein, wenn das nachgestürzte Material widerständiger gegen die Abtragung ist als das Gestein, in das es eingesunken ist. Beispiele finden sich bei der Hinnenburg, wo Unterer Muschelkalk-Schollen im Röt liegen (WEISSERMEL 1929: 31 f.) oder bei Erkeln, wo sich Keuper im Muschelkalk findet (KNAPP 1983: 84). Erdfallfüllungen können auch jüngeres Gestein enthalten, das im weiteren Umkreis schon völlig abgetragen ist, und somit Zeugen der ehemals vorhandenen Bedeckung sein. Subrosion in den genannten mesozoischen Gesteinen konnte sicherlich erst dann einsetzen, als



das Grundwasser abhaltende Deckschichten abgetragen waren, und sie ist daher ziemlich jung. Erdfälle sind erst im Quartär entstanden, und sie brechen auch heute noch ein, da die Voraussetzungen für ihre Bildung weiterbestehen. Es gibt aber auch sehr tiefe Erdfälle. Ihre Entstehung führt KNAPP (1983: 85) auf die Lösung von Zechstein-Salzen in 1 200 m Tiefe zurück, die er dem Aufstieg juvenilen, d.h. in Magmaherden neu gebildeten Wassers im Jungtertiär und Quartär zuschreibt. Aber wir sind nun der Erdgeschichte etwas vorausgeeilt.

## Tertiär

Mit der Kreide endete das Mesozoikum. Vor etwa 65 Millionen Jahren setzte ein großer Faunenwandel ein, da viele bis dahin blühende Tiergattungen ausstarben. Neue Gattungen und Familien entwickelten sich. Vor allem die Säugetiere traten aus ihrem mesozoischen Schattendasein heraus und entwickelten eine große Fülle von Arten. Das bis zur Gegenwart dauernde Känozoikum (Erdneuzeit) begann.

Schon während der späteren Oberkreide hatte eine Hebung eingesetzt, so daß unser Raum Festland wurde. Im Paläozän und Eozän, den ältesten Abteilungen des Tertiär, blieb dieser Zustand bestehen. Das bedeutet, daß mindestens 25 bis 30 Millionen Jahre lang das immer noch in Hebung begriffene Land der Abtragung ausgesetzt war. In Kreidezeit und Paläozän war das Klima in Mitteleuropa "entschieden tropisch-warm" (JESSEN 1938: 109). Auch im Eozän war es feucht und warm, es herrschte aber ein wechselfeuchtes Klima, wie es heute die tropischen Savannen kennzeichnet.

Den klimatischen Gegebenheiten entsprechend wuchs auch im Bereich der Brakeler Muschelkalkschwelle eine tropische oder subtropische Flora. Nach Funden, die an anderen Orten gemacht wurden (z.B. Geiseltal bei Halle) gediehen hier u.a. Palmen, Zimtbaum, Lorbeer und Feigen sowie Mammutbaum (*Sequoia*) und

- 30 -

Sumpfyzypresse (*Taxodium*) (SCHAARSCHMIDT 1968: 54 ff. u. Taf. 14). Die Tierwelt, die diese Wälder bevölkerte, kennen wir aus der Ölschiefergrube Messel bei Darmstadt. Krokodile, Schlangen und Schildkröten sowie Vögel und eine Vielzahl von Säugetieren (vgl. STORCH 1986) gehörten dazu.

Das tropische immerwarme und dauer- bis wechselfeuchte Klima bedingte eine von den heute bei uns morphologisch wirksamen Kräften sehr verschiedene Formung der Erdoberfläche. Unser Raum lag damals in der tropischen Flächenbildungszone, d.h. es wurden weite Flächen gebildet, aus denen zuweilen hier und da einzelne Inselberge herausragten. Während unter anderen Klimabedingungen die morphologische Wertigkeit des Gesteins den wesentlichsten Faktor bei der Reliefbildung darstellt und daher vorwiegend die geologischen Strukturen die Landschaftsgestalt bestimmen, findet unter tropisch-feuchten Bedingungen eine die petrographische Beschaffenheit des Untergrundes fast völlig ignorierende Flächenbildung statt.

BÜDEL (1958: 366 ff.) hat zur Erklärung dieses Phänomens die Theorie der doppelten Einebnungsflächen entwickelt. Es liegen zwei Einebnungsflächen übereinander.

Große Hitze und Durchfeuchtung des Bodens bewirken eine rasche, äußerst tiefgründige chemische Verwitterung des Gesteins. Das Ergebnis sind Rotlehme (Latente), die wegen ihres hohen Eisenanteils durch ihre rote Farbe auffallen. Die Mächtigkeit solcher Rotlehmdecken beträgt im Mittel 30 m und erreicht in Extremfällen 150 m (BÜDEL 1958: 367). Die Oberfläche ist weitgehend eben. Bei den ergiebigen tropischen Niederschlägen spülen Schichtfluten (Regenwasser, das nicht in den Boden eindringen kann und daher flächig abfließt) die oberste Bodenschicht ab und führen das Material in Form von Trübe über die Fastebenen und allenfalls sehr flachen Muldentäler

(Spülmulden) dem Vorfluter zu. Diese aufgrund des homogenen Bodens und des Fehlens von Reliefunterschieden überall gleichmäßig angreifende Abtragung führt zur Tieferlegung der Fläche, die BÜDEL als Spül-Oberfläche oder aber als Obere Einebnungsfläche bezeichnet. Da die Rotlehme bereits Verwitterungsendprodukt sind, findet im Oberflächenbereich nur Abtragung statt.

Die Verwitterungsfläche liegt erheblich tiefer. Hier geht durch chemische Prozesse das anstehende Gestein in Rotlehm über. BÜDEL nennt diese Zone die Untere Einebnungsfläche. Sie ist zwar keineswegs so eben wie die obere, sie enthält auch - bei entsprechendem Ausgangsgestein - im Verwitterungsprodukt "schwimmende" gerundete Blöcke von Festgestein (wegen der Form "Wollsackblöcke" genannt). Im Relief der Unteren Einebnungsfläche prägen sich die unterschiedlichen petrographischen Eigenheiten und morphologischen Wertigkeiten aus (Abb. bei BÜDEL 1958: 347). Die tropische Tiefenverwitterung greift aber letztlich über alle Gesteinsunterschiede hinweg, so daß diese an der Oberfläche, d.h. auf der Laterit-Decke, nicht oder nur ausnahmsweise als flache Härtlingsrücken sichtbar werden.

Die Rotlehme können nur dann die oben genannte große Mächtigkeit erreichen, wenn die Verwitterung in der Tiefe der oberflächlichen Abspülung, d.h. der Tieferlegung der Flächen voraussetzt und der Flächenbereich durch einen Gebirgsrahmen geschützt ist. Wenn der Abtransport des Verwitterungsprodukts sofort nach seiner Entstehung erfolgt, kann sich keine tiefgründige Verwitterungsdecke bilden; das anstehende Gestein ist nur von einem dünnen Grusschleier überzogen und kann sogar aus der Spülfläche aufragen (WILHELMY 1974: 297; 1977: 168). Aufgrund der überaus intensiven chemischen Tiefenverwitterung erfolgt auch unter diesen Bedingungen eine sehr schnelle Abtragung. Durch die Denudation wird die Fläche stetig tiefergelegt.

- 31 -

Die beschriebenen Prozesse fanden im Alttertiär auch im Bereich der Brakeier Muschelkalkschwelle statt. Daher fielen in dieser Zeit bereits ein großer Teil der mesozoischen Gesteinsserien der Abtragung zum Opfer, so sicher die eventuell vorhanden gewesene Kreide und der Jura. Jura-Schichten sind nur noch dort erhalten, wo sie durch eine Tieferlegung vor der Abtragung geschützt waren. Eine solche Tieferlegung fand im mittleren Tertiär durch den Einbruch des Falkenhagener Grabensystems statt. Dieses System zieht sich von der Egge im Westen bis in den Raum jenseits der Weser im Osten. Die Brakeier Muschelkalkschwelle blieb von den Vorgängen im Norden weitgehend unberührt. Die gleiche Streichrichtung wie das Falkenhagener Grabensystem hat eine Verwerfung südlich von Bellersen zwischen Lämmerkamp und Strang, die immerhin eine Sprunghöhe von etwa 40 m aufweist. AHMADZA-DEH-YOUSSEFI (1964: 58 f.) sieht die Verwerfung im Zusammenhang mit der Entstehung des Falkenhagener Grabens. In diesen Zusammenhang könnten m.E. auch größere Störungen östlich von Hainhausen und im Bereich des Kapenberges nordwestlich von Ovenhausen zu stellen sein.

Der Einbruch des Oeynhausener, Entruper und Nieheimer Grabens brachte in Nieheim und vor allem westlich davon eine Reihe paralleler, von West nach Ost laufender Verwerfungen mit sich, so daß hier das Störungssystem unmittelbar die Brakeier Muschelkalkschwelle begrenzt. Großenteils unter quartärer Bedeckung setzt sich der Grabenbruch bis Kleinenbreden fort. Die prämiozäne Grabenbildung hat damit verhindert, daß der Übergang vom Steinheimer Becken zur Brakeier Muschelkalkschwelle so ungestört verläuft wie von der Borgentreicher Senke zu ihr.

Ein paläogeographischer Wandel vollzog sich im Oligozän. Von Norden drang das Meer über die Hessische Senke in das Oberrheingebiet vor (K. SCHMIDT 1978: 201). Die Frage ist, was mit der Brakeier Muschelkalkschwelle in dieser Zeit geschah. BRUNOTTE

& GARLEFF (1979: 36) nehmen an, daß das Brakeler Bergland nur geringfügig über dem Meeresspiegel lag und daher nicht überflutet wurde. Unter diesen Bedingungen hätte auf der Brakeler Muschelkalkschwelle natürlich die subaerische Abtragung wie in der vorangegangenen Zeit ohne Unterbrechung ihren Fortgang genommen.

Nördlich von Holzhausen, das sowohl landschaftlich als auch geologisch zur Brakeler Muschelkalkschwelle zählt, findet sich nun aber, umgeben von Mittlerem Keuper - was auf eine Erdfallfüllung hindeutet -, ein sehr kleines, z.Zt. äußerst schlecht aufgeschlossenes Vorkommen eines gelblichen, porösen, fossil reichen Mergels. Seine Fossilführung (u.a. *Terebratula grandis*, *Ostrea cyathula*, *Dentalium sandbergi*) weist ihn als oberoligozän aus. Die nächsten marinen Oligozän-Vorkommen finden sich m.W. am Doberg bei Bünde und bei Dörentrup (HESEMANN 1975: 265ff.) sowie im nördlichen Hessen. Der Holzhausener Mergel enthält kleine Gerolle, die z.T. wohl aus Keupermaterial bestehen, und Bohnerz. CARTHAUS hat in diesem Mergel außerdem Reste von *Encrinus liliiformis* aus dem Trochitenkalk des Oberen Muschelkalkes und von *Amaltheus costatus*, einem Ammoniten des mittleren Lias, gefunden (STILLE 1935: 12).

Aus diesem Befund ergeben sich einige Hinweise auf die Landschaftsgeschichte während des Oberoligozäns. Allein die Tatsache, daß bei Holzhausen oligozäne Meeressedimente erhalten sind, beweist, daß der Raum vom Meer überflutet gewesen sein muß. Daraus wiederum ist zu folgern, daß die Brakeler Muschelkalkschwelle zu der Zeit in dem Senkungsgebiet gelegen haben muß, das als sehr schmaler, fingerförmiger Ausläufer des Meeres über den Raum Oberweser, Fulda, Hessische Senke bis zum Oberrheingraben hinzog (Karte

- 32 -

bei K. SCHMIDT 1978: 200). Die Frage ist allerdings, ob die Brakeler Muschelkalkschwelle vollständig wasserbedeckt war, oder ob es inselartig über den Meeresspiegel hinausragende Bereiche gegeben hat. Die Anwesenheit von jurassischen und triassischen Gesteinen und Fossilien in dem oligozänen Sediment deutet auf die Nähe der Küste hin. Das Meer muß demnach bei seiner Transgression Muschelkalk-, Keuper- und Juragesteine an der Oberfläche anstehend vorgefunden, aufgearbeitet und wieder sedimentiert haben. Die Bohnerze sind Zeugnisse der kretazischen und alttertiären Bodenbildung (SCHWARZBACH 1974: 59), wie sie oben besprochen wurde, da sie als Brauneisensteinkonkretionen in Rotlehmen entstehen. Aus dem sehr bescheidenen Oligozän-Vorkommen bei Holzhausen läßt sich daher m.E. für die Geschichte der Brakeler Muschelkalkschwelle im mittleren Tertiär folgender Ablauf rekonstruieren:

Als das Meer von Norden in unseren Raum eindrang, räumte es zunächst die tropische Verwitterungsdecke ab; von den Rotlehmen blieben lediglich die widerständigen Bohnerze als Gerolle im Meeressand übrig. Durch die Entfernung des Bodens wurde die Untere Einebnungsfläche, d.h. das unverwitterte Anstehende aufgedeckt. Möglicherweise war die Verwitterungsdecke auch nur gering, was bei der herausgehobenen Lage nicht unwahrscheinlich erscheint (s.o.). Da die während des Mesozoikums aufgewölbten Schichten der Brakeler Muschelkalkschwelle durch die kretazisch-alttertiäre Flächenbildung gekappt worden waren, lagen nun Gesteine unterschiedlichen Alters nebeneinander, wodurch sich zwanglos die Anwesenheit triassischer, jurassischer und alttertiärer Fossilien und Gesteine in dem mitteltertiären Sediment erklärt.

Encrinus-Reste zeigen, daß das älteste bereits aufgedeckte Schichtglied mindestens der Trochitenkalk gewesen sein muß. Da der Trochitenkalk im gesamten Umkreis Holzhausens bis auf das Gebiet der Brakeler Muschelkalkschwelle und einige

flächenmäßig unbedeutende andere Areale heute noch vorhanden ist, kommt - bei Ausschluß sehr weiten Ferntransports - eigentlich nur der Scheitelpunktbereich der Brakeler Muschelkalkschwelle als Liefergebiet in Betracht. Wahrscheinlich waren auch noch ältere Schichten - bis etwa in den Unteren Muschelkalk, nördlich von Brakel eventuell auch schon der Obere Buntsandstein - bereits aufgedeckt; denn im Reinhardswald hatte die Abtragung sogar schon den tiefen mittleren Buntsandstein erreicht (KNAPP 1983: 91), das gleiche gilt für den Solling (BEVERUNGEN 1982: 14). Wenn, wie zu vermuten, das Liegende des Holzhausener Oligozänvorkommens Mittlerer Keuper (Gipskeuper) ist, beweist das, daß das Meer hier über den untersten Mittelkeuper transgredierte, alle jüngeren Schichten also schon präoberoligozän abgetragen gewesen sein müssen.

Dem Vorstoß des Oligozän-Meeres folgte sein Rückzug. Bei Dörentrup lagern dem marinen Oberoligozän Fluß- und Moorsedimente des Miozän auf (MINNIGERODE & KLEIN-REESINK 1984: 39 ff.). Da das Meer sich nach Norden zurückgezogen hatte, muß die Brakeler Muschelkalkschwelle zu dieser Zeit auch Festland gewesen sein, möglicherweise ebenfalls ein von Flüssen durchflossenes Sumpfbereich mit üppiger Vegetation.

Es ist nicht leicht, über die Verhältnisse im Miozän ein genaues Bild zu erhalten, da entsprechende Sedimente auf der Brakeler Muschelkalkschwelle fehlen bzw. die Zuordnung sehr unsicher ist. AHMADZADEH-YOUSSEFI (1964: 53 f.) hat im Hinnenburger Forst etwa 2,5 km nordöstlich der Hinnenburg weißlichen bis gelblichen Quarzsand und feine Quarzplättchen gefunden, die er, STILLE folgend (s.u.), als Miozän ansieht und für die Reste einer Tertiär-Decke hält. SCHUNKE (1968: 183) berichtet von tertiären Sanden

- 33 -

in einer Mächtigkeit von über zwei Metern am Löwenberg südlich Herste. Bei Schönenberg und Merlsheim hat STILLE (1935: 12) Sande gefunden, die er - mit Fragezeichen! - dem Miozän zurechnet. Da die stratigraphische Stellung der genannten Vorkommen sehr unsicher ist, muß an dieser Stelle auf ihre paläogeographische Ausdeutung verzichtet werden.

Im Mittelmiozän hat das nordwestdeutsche Meer mit einiger Sicherheit die Brakeler Muschelkalkschwelle überflutet. KAEVER (1976) hat in einem Erdfall auf dem Gelände des Nieheimer Krankenhauses entdeckte fossilreiche marine Sedimente als oberes Mittelmiozän (oberstes Hemmoorium bis tiefstes Reinbekium) bestimmt. Demnach muß das Meer weitaus größere Südausdehnung gehabt haben, als man bisher wußte. KAEVER (1976: 535) sieht sogar eine Meeresstraße zwischen dem Nordmeer und der Tethys (Paratethys) als wahrscheinlich an. Das beobachtete Vorhandensein von Faunenelementen der Tethys im miozänen Nordmeer ließe sich dann durch eine Wanderung der Tiere durch diese Meeresstraße und nicht nur, wie bisher, über eine westliche über Frankreich und England erklären.

Im Miozän machte sich in der Umgebung der Brakeler Muschelkalkschwelle reger Vulkanismus bemerkbar; der Desenberg bei Warburg sei als markantestes Beispiel genannt (vgl. WALDEYER 1986: 170 f.). Auch im Nordwesten, am Uhlenberg bei Sandebeck, drang Magma auf; der dortige Basalt ist der nördlichste deutsche Vulkanit. Bei diesen Vorgängen handelt es sich um die nördlichen Ausläufer des Habichtswaldvulkanismus (HESEMANN 1975: 273). Auf den tertiären Vulkanismus werden die Vorkommen von Kohlensäure und kohlensäurehaltiger Wässer in unserer Gegend zurückgeführt (MICHEL 1979). Die Säuerlinge bewirkten oder verstärkten die Subrosion des Zechstein-Salzes (KNAPP 1983: 92). Die vulkanischen Aktivitäten dürften mehrfach zur Überschüttung der Brakeler Muschelkalkschwelle mit Asche geführt haben (KNAPP 1983).

Im mittleren Miozän war unser Gebiet zum letzten Male von Wasser bedeckt. Eine neue Hebungsphase setzte ein, die nicht nur die Regression des Meeres zur Folge hatte, sondern die letztendlich das Land auf die heutige Höhenlage an hob, wobei natürlich zu berücksichtigen ist, daß mit der Heraushebung gleichzeitig die Abtragung wirksam wurde. Die tertiäre Sedimentdecke, deren ursprüngliche Mächtigkeit wegen der äußerst spärlichen Relikte nicht bekannt ist, wurde abgeräumt. Das präoberoligozäne Relief trat zutage, wobei offen bleiben muß, ob nur Miozän entfernt wurde oder ob auch noch Oligozän die altmiozäne Abtragungsphase überdauert hatte.

BRUNOTTE & GARLEFF (1979: 36) nehmen eine Hebung des südniedersächsischen Berglandes gegenüber dem Meeresniveau seit dem Oberoligozän von 250 bis 300 m an, gehen dabei aber - wie schon gesagt - von der Annahme aus, daß das Brakeler Bergland im Oberoligozän etwas über dem Meeresspiegel lag, was - wie oben gezeigt - wohl nicht zutrifft. Außerdem ist ja sogar noch für das Mittelmiozän mit der vorübergehenden Lage unseres Raumes unter dem Meeresspiegel zu rechnen. Die endgültige Hebung auf das heutige Niveau kann daher frühestens im oberen Mittelmiozän begonnen haben.

Der Hebungsbetrag ist schwer zu bestimmen. Zu den von BRUNOTTE & GARLEFF vorgeschlagenen 250 bis 300 m ist noch eine nicht bekannte Größe hinzuzufügen. Da die oben genannten Tertiärreste keinen Anhalt hinsichtlich ihrer ursprünglichen Mächtigkeit erlauben, ist ein Rückschluß auf die Meerestiefe im Sedimentationsraum nicht möglich. Da die Brakeler Muschelkalkschwelle jedoch schon vor der oligozänen und der sehr wahrscheinlichen miozänen Transgression als herausgehobener Bereich - also als Schwelle in den tertiären Meeren - bestand, wird die Meerestiefe nicht sehr bedeutend

- 34 -

gewesen sein können. Es dürfte daher realistisch sein, von einer postmiozänen Anhebung der Brakeler Muschelkalkschwelle um gut 300 m auszugehen.

Das Auftauchen der Brakeler Muschelkalkschwelle aus dem Meer, der Fortgang der Hebung und klimatische Veränderungen leiteten die letzte Phase der Reliefentwicklung ein, die schließlich zu der gegenwärtigen Oberflächengestalt führte.

Die nun folgenden geomorphologischen Prozesse wirkten auf die postmiozäne, zum größten Teil aber schon präoligozän angelegte, im Oligozän und Miozän verschüttete und postmittelmiozän wieder aufgedeckte Landoberfläche ein (vgl. BEVERUNGEN 1982: 45). Als tertiäres Ausgangsrelief wird allgemein eine flachwellige Abtragungsfläche angenommen, die sich allerdings durchaus schon an tektonische und petrographische Einheiten anlehnte (BRUNOTTE & GARLEFF 1979: 35; KNAPP 1983: 92; SCHUNKE 1968: 45 u. 179ff.).

Reste der tertiären Flächen sind auf der Brakeler Muschelkalkschwelle noch heute erhalten. AHRENS (1956: 20 ff.) hat Flächen in vier Niveaus ausgeschieden: in etwa 350 m Höhe (Klusberg-Niveau), in 330 m Höhe (Ramsnacken-Niveau), in 300 m Höhe (Schonlau-Niveau). Bestimmend für das Landschaftsbild des Brakeler Berglandes sind weitgespannte Flächen in 250 - 300 m Höhe (Emder-Niveau) (SCHUNKE 1968: 39). Die unterschiedlichen Höhenlagen der Flächen ergeben sich aus dem Wechsel tektonischer Ruhephasen, in denen eine Fläche angelegt wurde, und Phasen schneller Hebung, die nach ihrem Abklingen die Bildung einer neuen Fläche in niedrigerer Lage bewirkte (WILHELMY 1977: 158). Das Schonlau-Niveau soll - nach HEMPEL - Jungpliozän und das Emden-Niveau jungmiozän oder altplioizän sein (AHRENS 1956: 25f.). Eine jungpliozäne Flächenbildung ist jedoch sehr unwahrscheinlich, so daß auch das Schonlau-

Niveau wesentlich älter sein muß als angegeben (SCHUNKE 1968: 44 f.). Offen ist auch die Frage der Datierung der beiden obersten Niveaus (AHRENS 1956: 26). Meines Erachtens könnten sie noch Relikte der alttertiären (oder gar jungkretazischen?) Landoberfläche sein, also schon vor der oberoligozänen Transgression bestanden haben.

Während des Tertiärs sanken die mittleren Jahrestemperaturen stetig, was man u.a. sehr deutlich an der Südwanderung der Nordgrenze der Palmenverbreitung sehen kann (SCHWARZBACH 1974: 206 ff.). Im Pliozän sank die mittlere Jahrestemperatur von etwa 15 °C auf unter 10 °C am Ende des Tertiärs; das pliozäne Klima war humid (SCHWARZBACH 1974: 209). Der tertiäre Temperaturrückgang führte naturgemäß zu einem Wandel in der Vegetation. Die arktotertiäre Flora, die im Alttertiär im hohen Norden zu finden war, drang nach Süden vor. Im Pliozän bedeckte sie Mitteleuropa, die Zeit tropisch-subtropischen Klimas war endgültig vorbei. Die Brakeler Muschelkalkschwelle war nun von einem Wald bedeckt, dessen Baumgattungen zu einem großen Teil hier heute noch heimisch sind. Es wuchsen in Mitteleuropa u.a. folgende Gattungen (nach SCHAARSCHMIDT 1968: 58 u. Taf. 15): *Acer* (Ahorn), *Alnus* (Erle), *Populus* (Pappel), *Quercus* (Eiche), *Tilia* (Linde), *Fagus* (Buche) und *Ilex* (Stechpalme) sowie *Juglans* (Walnuß), *Zelkova* (Zelkove), *Gingko*, *Sequoia* (Mammutbaum), *Liquidambar* (Amberbaum), *Liriodendron* (Tulpenbaum), *Magnolia* und *Nyssa* (Tupelobaum). Die Flora beweist, daß die klimatischen Bedingungen weitgehend den heutigen, d.h. dem feucht-gemäßigten Waldklima entsprachen. Auch Jahreszeiten waren deutlich ausgeprägt (LOTSCH 1985: 400).

Mit dem Klimawechsel wandelte sich nicht nur die Pflanzenwelt, sondern vor allem auch das Regime der die Erdoberfläche gestaltenden Kräfte. Im Verein mit der oberpliozän-quartären Hebung (KNAPP 1983: 92) begann es, die flachwellige tertiäre Rumpfflächenlandschaft zu verändern.

- 35 -

Dem Sinken der Temperatur entsprach die Abnahme der Bedeutung chemischer Verwitterung. Diese wirkte - und wirkt - zwar noch weiterhin, sie geht jedoch wesentlich langsamer vor sich, als es unter tropisch-humiden Bedingungen der Fall gewesen war. Lediglich in Kalkgesteinen kann die Lösung (Karst) zu einer höheren Abtragsrate führen. Neben der vor allem in den wärmeren Sommermonaten wirksamen chemischen Verwitterung wirkte nun auch die physikalische oder mechanische Verwitterung (vor allem in der kalten Jahreszeit durch Frostwechsel) auf das Gestein ein. Im ganzen läßt sich feststellen, daß die Verwitterung zwar weiterhin das anstehende Gestein zur Abtragung aufbereitet, dieser Prozeß aber relativ langsam verläuft.

An die Stelle der flächenhaften Abtragung trat die linienhafte. Das abfließende Niederschlagswasser begann, sich in bestimmten Abfließwegen zu sammeln und Täler einzuschneiden, die sich in der Folge zu verästelten Fluß- und Talsystemen erweiterten. Dieser Prozeß verlieh der Landschaft einen völlig anderen Charakter. Nach allgemeiner Meinung "muß mit einer beträchtlichen präpleistozänen Taleintiefung gerechnet werden" (SCHUNKE 1968: 145). Nach und nach zerschnitt die lineare Tiefenerosion die Ausgangsfläche immer mehr, so daß diese heute lediglich nur noch in Relikten erhalten ist.

Im Pliozän tiefte sich auch die Oberweser ein (BEVERUNGEN 1982: 30 ff.), die den Vorfluter für die Flüsse der Brakeler Muschelkalkschwelle bildete. Die Aa und ab östlich Riesel die Nethe verlaufen im Scheitelbereich der Brakeler Muschelkalkschwelle und entwässern ihren größten Teil zur Weser hin. Bei Brakel nimmt dieser Wasserlauf die wichtigsten Nebenflüsse der Brakeler Muschelkalkschwelle auf: die Brucht und den Oberlauf der Nethe. (Im Grunde ist die Aa der Oberlauf der Nethe, aber die

Namengebung hat diesem nicht Rechnung getragen.) Indem die Brucht in Nord-Süd-Richtung, die Nethe bis Brakel in Süd-Nord-Richtung fließen, fließen sie auf die Brakeler Muschelkalkschwelle hinauf (vgl. MATZ 1930: 21). Das "Hinauf" ist im Hinblick auf die geologische Struktur zu verstehen. Die genannten Flüsse haben nicht - wie zu erwarten - den "bequemen" Weg von der Brakeler Muschelkalkschwelle weg nach Norden oder Süden in die Keupersenkungen genommen, folgen also nicht der Abdachung des Gebirgsbaues. Es spricht vieles dafür, daß die Anlage der Flüsse auf der Rumpffläche stattfand (vgl. hierzu MATZ 1930). Die Gewässer ignorierten dann bei ihrer weiteren Einschneidung sowohl die Einfallsrichtung der Gesteine als auch ihre unterschiedliche Widerständigkeit, da ihr ererbter Verlauf sich stabil genug gegenüber anderen morphologisch wirksamen Faktoren zeigte.

Die Flüsse sägten sich von der Ausgangsfläche her in den Untergrund ein und schufen dabei Täler, die aber breit und flach waren (WILHELMY 1974: 110). Täler und Nebentäler entwickelten sich zu verästelten Talsystemen. Bei der Ausformung der Talhänge und der Morphogenese im allgemeinen spielten die Unterschiede in der morphologischen Wertigkeit der Gesteine eine Rolle. Sie wurden häufig deutlich herausgearbeitet. Näheres dazu wird weiter unten mitgeteilt.

## Pleistozän

Die feucht-gemäßigten Klimabedingungen erfuhren mit dem ausgehenden Pliozän einen deutlichen Wandel zu tieferen Temperaturen. Schon vor 3 Millionen Jahren kündigte während des Pliozän die Prä-Tegelen-Kaltzeit den bevorstehenden Klimawandel an (KOWALSKI 1986: 4). Etwa eine Million Jahre später endete das Tertiär, denn mit noch weiter zurückgehenden Temperaturen setzte

- 36 -

die erste große Vereisung des Pleistozän ein. Nach der geologischen Zeitrechnung hatte das Quartär begonnen.

Das Pleistozän war gekennzeichnet durch mehrere große Vereisungen in den Kaltzeiten, die von Warmzeiten mit entsprechendem Gletscherrückzug unterbrochen wurden. Während in den Warmzeiten ein ähnliches Klima wie heute, z.T. noch wärmer und feuchter, herrschte (SCHWARZBACH 1974: 226), waren die Glaziale gekennzeichnet durch einen starken Temperaturrückgang. Die skandinavischen Gletscher stießen in Ostwestfalen während des gesamten Pleistozäns am weitesten bis etwa zur Linie Paderborn - Bad Lippspringe - Detmold (Drenthe-Vorstoß der Saale-Kaltzeit) vor. Die Brakeler Muschelkalkschwelle war also nie vom Inlandeis bedeckt, eine glaziale Überformung des Reliefs fand daher nicht statt. Dagegen hat Dauerfrostboden geherrscht, der nur im Sommer oberflächlich auftaute.

Die Brakeler Muschelkalkschwelle gehörte zum Periglazialgebiet, d.h. es herrschte ein Frostklima, das dem der gegenwärtigen subpolaren Zone in vielen Punkten entsprach. Hauptunterschied war aber der Sonnenstand, der derselbe wie heute war.

Auf die Einzelheiten der Periglazialmorphologie kann hier nicht umfassend eingegangen werden. Lediglich die Grundzüge der kaltzeitlichen Formung und die wichtigsten der heute noch im Gelände erhaltenen Zeugen der pleistozänen Entwicklung sind vorzustellen, wobei zu bedenken ist, daß die auf der Brakeler Muschelkalkschwelle heute an der Oberfläche anzutreffenden Relikte aus der letzten Kaltzeit, dem Weichsel-Glazial, stammen.

Wesentliches Merkmal der pleistozänen kaltzeitlichen Weiterentwicklung des Reliefs war das Überwiegen der Tiefenerosion; die pliozänen Muldentäler wurden durch das rasche

Fortschreiten der Erosion zu Kerbtälern umgestaltet (WILHELMY 1974: 110). Eine intensive mechanische Verwitterung bereitete das Gestein auf, das dann - durch die schütterere Bodenvegetation kaum geschützt - direkt vom Wasser mitgenommen wurde oder als Solifluktionsschutt in die Tiefenlinien der Täler geriet und dort fluviatil fortgeführt wurde. In den Tälern der größeren Flüsse und Bäche lagerte sich der durch den Transport zugerundete Schutt als Schotter ab. Die ursprünglichen Kerbtäler wurden mit Schotterkörpern verfüllt, die einen ebenen Talboden zwischen steil ansteigenden Talhängen schufen. Die für unsere Mittelgebirge charakteristischen Sohlentäler entstanden. Bei Bellersen enthält der Schotter der Brucht neben anderem Keupermaterial auch zugerundete Schilfsandsteinbrocken, die aus dem Bereich zwischen dem Hungerberg (nördlich von Vörden) und Kleinenbreden stammen. Die Schotter entsprechen der Niederterrasse großer Flüsse, sind also weichselzeitlich (vgl. KNAPP 1983: 66 f.).

Häufig finden sich Muldentäler oder Kerbtäler mit muldenförmigem Talschluß, die heute nicht oder nur in äußerst seltenen Ausnahmefällen (bei extremen Niederschlagsereignissen) von Wasser durchflossen werden. Unter normalen Bedingungen versickert das Niederschlagswasser in dem klüftigen Kalkgestein und wird zu Grundwasser. Eine Talbildung kann aber nur dann erfolgen, wenn Wasser oberflächlich abfließt. Diese Täler müssen folglich unter anderen Bedingungen als den heutigen entstanden sein. Als nämlich der Permafrost die Wasserversickerung durch das Eis im Untergrund, das die Klüfte im Gestein versiegelte, verhinderte, mußte das sommerliche Schmelzwasser auf bzw. in der oberflächlichen Auftauschicht abfließen (vgl. SCHUNKE 1968: 147), wodurch die Erosion wirksam werden konnte. Periglaziale Hohlformen sind auch die Dellen in den Hängen (SEMMELE 1985: 62 ff.).

- 37 -

Ein wesentliches Merkmal rezenter Periglazialgebiete sind gravitative Materialbewegungen in Hängen oder auf geneigten Flächen. Hier sind zu nennen die Solifluktion, bei der wassergesättigte Verwitterungsdecken sich langsam hangabwärts bewegen, und das Frostkriechen, d.h. daß Steine und die anderen Teile der Verwitterungsdecke beim Gefrieren des Bodens senkrecht zum Hang gehoben werden und dann beim Tauen lotrecht heruntersinken, so daß bei jedem Frostwechsel das Material ein kleines Stückchen hangabwärts verlagert wird. Solifluktionsschuttdecken sind noch heute auf der Brakeler Muschelkalkschwelle weit verbreitet und zeugen von den eiszeitlichen Bedingungen bei ihrer Entstehung. In praktisch jedem Steinbruch sind die Schuttdecken aufgeschlossen. Sie sind die unsortierten, den Eindruck eines wirren Gemenges von Steinen unterschiedlicher Größe und von Feinmaterial hervorrufenden Decken, die in der Regel diskordant über dem im ursprünglichen Gesteinsverband verbliebenen Liegenden lagern. Diese Schuttdecken sind das Ausgangsmaterial für die holozäne Bodenbildung.

Der Solifluktionsschutt hat häufig eine gewisse Ausgleichung des Kleinreliefs zur Folge, d.h. die Formen werden sanfter und resistenzbedingte Hangstufen usw. treten u.U. nicht so deutlich hervor. Solifluktionsschutt findet sich akkumuliert auf den Böden von Tälern und Dellen. Kerbtäler wurden in ihrer Tiefenlinie häufig von Solifluktionsschutt verfüllt und dadurch zu Muldentälern umgestaltet. Auch führte die Solifluktion den Bächen und Flüssen Material zu. Der oben erwähnte Keuperkies bei Bellersen ist mit Sicherheit in erster Linie durch Solifluktion in die Brucht gelangt, wo die ursprünglich kantigen Stücke dann auf ihrem weiteren fluviatilen Transport zugerundet wurden.

Von großer wirtschaftlicher Bedeutung ist heute die pleistozäne Lößablagerung, da sie die Grundlage für die besten Böden auf der Brakeler Muschelkalkschwelle lieferte. Löß ist Schluff, der vom Wind auf vegetationsfreien Gebieten ausgeweht und an anderer



Stelle abgelagert wurde. Löß enthält Kalk, und seine Eigenschaften sind für das Pflanzenwachstum günstig. Allerdings hat die holozäne Entkalkung den Löß zu Lößlehm werden lassen.

Löß bzw. Lößlehm findet sich wenigstens als dünner Schleier fast überall auf der Brakeler Muschelkalkschwelle. In Senken und in mehr oder weniger ebenen Bereichen ist er jedoch weitaus mächtiger als an Hängen. Vielfach wurde der äolisch herantransportierte Löß nach der Sedimentation durch Abspülung oder Solifluktion umgelagert, wodurch sich seine Akkumulation in den Tälern und an den unteren Talhängen erklärt.

Wo Lößlehm in größerer Mächtigkeit und mit weiter horizontaler Ausdehnung die Oberfläche bildet, finden sich die großen Ackerbauflächen der Brakeler Muschelkalkschwelle. Es seien genannt die Bereiche um Holzhausen, Brakel, Frohnhausen und vor allem der Streifen, der sich von Bredenborn über Abbenburg, Bökendorf, Hainhausen bis Hembsen über die Nordhälfte der Brakeler Muschelkalkschwelle zieht. Nicht zufällig liegen hier die großen Gutsfluren.

Mit dem Ende der Weichselkaltzeit vor gut 10000 Jahren setzte eine Warmzeit ein, die bis heute fort dauert. Die Waldbäume wanderten aus ihrem kaltzeitlichen Refugium im Mittelmeerraum nach Norden zurück, zunächst die Kiefer, später der Eichenmischwald und zuletzt die Buche, die die beherrschende Baumart unserer Wälder wurde. Nicht mehr dabei waren einige Gattungen, die wir weiter oben als im Jungtertiär noch heimisch vorfanden (*Zelkova*, *Cingko*, *Sequoia*, *Liquidambar*, *Liriodendron*, *Magnolie*, *Nyssa* u.a.). Diese uns heute als exotisch vorkommenden Gattungen hatten das Pleistozän in Europa nicht überlebt. In Ostasien und Nordamerika gedeihen sie aber noch; und in Parks und Gärten, zuweilen auch in Wäldern, werden sie wieder angepflanzt, denn ihre klimatischen Ansprüche entsprechen den gegenwärtigen mitteleuropäischen Verhältnissen.

- 38 -

Morphologisch änderte sich im Holozän im Grunde nur sehr wenig. Die Flüsse wie Nethe, Brucht und Aa, die im Pleistozän noch in der Lage gewesen waren, große Schottermassen zu transportieren und zu akkumulieren, wurden zu relativ kleinen Bächen, die sich durch die nun viel zu großen Täler schlängeln. Die Wanderschuttdecken kamen unter der Waldbedeckung weitgehend zur Ruhe, da die Wurzeln das Gestein festhielten. Säbelwuchs der Bäume an steilen Hängen zeigt aber, daß mit gebremster Geschwindigkeit noch immer gravitativer Massentransport stattfindet.

Die Brakeler Muschelkalkschwelle wurde zum reinen Waldland. Im wesentlichen waren es drei Waldgesellschaften, die hier stockten. Auf den Kalkhöhen und an den Hängen fand sich der Perlgras-Buchenwald mit seinen Untergesellschaften, auf den tiefgründigen Lößlehmböden artenreiche Buchenmisch- und Eichen-Hainbuchenwälder und entlang der Bäche auf den feuchten Talsohlen der erlen- und eschenreiche Bachauenwald (LUCAS 1960: 26 f.).

#### Der Einfluß des Menschen

So sähe die Brakeler Muschelkalkschwelle heute noch aus, wenn nicht der Mensch begonnen hätte, das Naturgegebenen zu verändern. Der landschaftsgestaltende Einfluß des Menschen wurde schon in der Jungsteinzeit wirksam, als durch den Weidegang des Viehs und durch die Gewinnung von Ackerland der Urwald gelichtet bzw. stellenweise ganz entfernt wurde. In der Bronze- und Eisenzeit setzte sich der Prozeß fort. Die Flora der Brakeler Muschelkalkschwelle wurde in dieser Zeit jedoch schon um viele neue

Sippen bereichert, da in die anthropogen offenen Biotope viele lichtbedürftige Arten aus den Steppen Ost- und Südosteuropas einwanderten, die vordem in dem Waldland keine Lebenschance gehabt hatten.

Der Anteil besiedelten und ackerbaulich genutzten Raumes dürfte jedoch bis in das Mittelalter noch vergleichsweise gering gewesen sein. Erst der mittelalterliche Landesausbau änderte das Bild grundlegend. Eine Vielzahl kleiner Dörfer entstand. Selbst auf ungünstigen Böden der Höhen versuchten Siedler den Ackerbau. Großflächige Rodungen legten den Boden frei, so daß die Niederschläge - insbesondere bei Starkregen, längeren Regenperioden oder der Schneeschmelze - die Bodendecke anspülten und den Vorflutern zuführten. Auf den breiten Talsohlen wurde das Feinmaterial durch Hochwasser sedimentiert, so daß sich im Lauf der Zeit eine mächtige Auelehmdecke bildete, die die pleistozänen Schotter und Fließerden überlagerte. Die Talböden kamen damit immer höher über den Grundwasserspiegel zu liegen. Auch in nicht ganzjährig durchflossenen Tälern kam es zur Ablagerung von Lehm. Seit dem Mittelalter findet also verstärkt wieder eine - diesmal anthropogen wesentlich verursachte und beschleunigte -Umlagerung von Feinmaterial von den Höhen und Hängen in die Täler statt. Ein beträchtlicher Teil des erodierten Materials ging dem Gebiet der Brakeler Muschelkalkschwelle sogar völlig verloren. Die braunen Fluten, die sich bei Hochwasser zu Tal wälzen, führen Jahr für Jahr große Mengen auf den Äckern erodierter Erde fort. Der Bodenabtrag wird besonders augenfällig, wenn sich Wasserrisse auf den Feldern bilden. Die Erosion würde hier weiter fortschreiten, wenn die Bauern die Erosionsrinnen nicht wieder zupflügen würden. Die Talbildung geht immer noch weiter. Vor allem extreme Starkregen, die jedoch nur sehr selten niedergehen, können einen plötzlichen Formungsschub verursachen (KRUS 1982). Ansonsten geht die Abtragung derzeit zwar stetig weiter, die Abtragungsrate ist jedoch - ausgenommen auf ackerbaulich genutzten Flächen in ungünstiger Lage - äußerst gering.

- 39 -

## Das heutige Bild der Brakeler Muschelkalkschwelle

Mit dem Hinweis auf die holozäne Formung ist die Gegenwart erreicht. Zum Abschluß dieser Betrachtung ist ein Blick auf die heutige Gestalt der Brakeler Muschelkalkschwelle zu werfen und dabei das Wesen des Brakeler Berglandes mit seinen physiogeographischen Hauptmerkmalen zu charakterisieren.

Der Aufwölbung der Brakeler Muschelkalkschwelle zwischen dem Steinheimer und Borgentreicher Becken und der alttertiären Kappung mit jungtertiärer und pleistozäner Zerschneidung der Kappungsfläche entsprechend teilt sich die Brakeler Muschelkalkschwelle spiegelbildlich in eine Nord- und eine Südhälfte. Die Abfolge in Nord-Süd-Richtung der oberflächlich anstehenden Gesteine ist demnach: Unterer Keuper, Oberer Muschelkalk, Mittlerer Muschelkalk, Unterer Muschelkalk, Oberer Buntsandstein, Unterer Muschelkalk, Mittlerer Muschelkalk, Oberer Muschelkalk, Unterer Keuper (das Quartär ist nicht berücksichtigt). Zuweilen ist in den Höhenlagen der Brakeler Muschelkalkschwelle (vor allem westlich von Bosseborn) noch Unterer Keuper erhalten. Jüngeres Gestein ist nur an wenigen Stellen aufgrund lokaler Gegebenheiten (z.B. Holzhausen) noch vorhanden.

Das Einschneiden der Flüsse (z.T. bis in den Röt) und andere Abtragungsformen bewirkten die Herausbildung von Talhängen, an denen die Unterschiede in der Resistenz der Gesteine herausgearbeitet wurden. Die unterschiedliche morphologische Wertigkeit der Muschelkalk-Gesteine und ihre oft geneigte Schichtlagerung führten zur Bildung von Schichtstufen. Deutliche Geländestufen bewirkt der Trochitenkalk über dem Senken bildenden Mittleren Muschelkalk und der Untere Muschelkalk über dem weichen

Röt. Innerhalb des Unteren Muschelkalkes sind die härteren Schichten, die Oolith-Zone, Terebratel- und Schaumkalkbänke, als Stufen oder Kanten im Gelände sichtbar. Ausräumbereiche im Mittleren Muschelkalk oder Röt sind oft mit mächtigen quartären Decken überlagert. Neben den Hochflächen und Talsohlen sind es diese Bereiche, die die geringste Reliefenergie aufweisen.

Die Flußdichte auf der Brakeler Muschelkalkschwelle ist wesentlich geringer als in den Keuperbecken; sie beträgt nur 1,5 km/km<sup>2</sup> gegenüber 3,1 km/km<sup>2</sup> in der Borgentreicher Mulde (MATZ 1930: 40). In dem klüftigen Kalkgestein versickert das Niederschlagswasser, ohne daß es eine oberflächliche Abflußbahn suchen müßte. Typisch für das Kalkgebiet sind Trockentäler, die nur episodisch und kurzzeitig Wasser führen. Dazwischen stehen die periodisch trockenfallenden Bäche, die regelmäßig im Sommer ohne Wasser daliegen.

Dem Wechsel von wasserstauenden und wasserspeichernden Schichten entsprechen die Quellhorizonte. Quellen treten vor allem aus über den oberen Tonplatten des Oberen Muschelkalkes, über dem Mittleren Muschelkalk - wo der hangende Trochitenkalk wegen seiner Klüftigkeit ein ausgezeichneter Wasserspeicher ist - und über dem Röt, dessen Hangendes - der Untere Muschelkalk - ebenfalls ein gutes Speichergestein darstellt. Bei Bohrungen zum Zwecke der Wasserförderung ist die Kenntnis dieser Sachlage wichtig. Die Speicherkapazität des Unteren und des unteren Oberen Muschelkalkes ist zwar sehr gut, negativ ist indes die gesteinsbedingte hohe Härte des hier gewonnenen Wassers.

Bei den Böden der Brakeler Muschelkalkschwelle handelt es sich vorzüglich um Braunerden oder Parabraunerden unterschiedlicher Ausprägung.

- 40 -

Wo über harten Muschelkalkschichten auf den Höhen und an den Hängen die Verwitterungsdecken äußerst dünn sind, finden sich Rendzinen. Das Nethetal ist gekennzeichnet durch braunen Auenboden, während alle anderen Bachtäler Gley aufweisen.

Der Mensch hat den von Natur vorgegebenen Bedingungen weitgehend Rechnung getragen. Die flachgründigen Böden auf den Höhen und die steilen Talhänge blieben zumeist dem Wald überlassen. Die auf Löß entstandenen tiefgründigen Böden der Senken und der flachen Talunterhänge sind günstig für den Ackerbau und werden dementsprechend intensiv genutzt. Die mehr oder weniger feuchten Talsohlen blieben den Wiesen und Weiden vorbehalten; erst die jüngste Entwicklung im betriebswirtschaftlichen Bereich hat eine Umwandlung der Weiden in Ackerland (z.T. nach Dränung) zur Folge.

Verkehrswegebau und Siedlungen sowie die Gemarkungsgestalt und die Auswahl der angebauten Nutzpflanzen haben ebenfalls das Naturpotential und das räumliche Gefügemuster der unterschiedlichen naturgeographischen Bedingungen zur Grundlage nehmen müssen, um die Chancen des Naturdargebots voll zu nutzen und Fehlschläge zu vermeiden. Die Erdgeschichte und das menschliche Handeln berühren sich hier unmittelbar.

Die Erörterung der Inwertsetzung der Möglichkeiten der Brakeler Muschelkalkschwelle durch die dort lebenden Menschen in Vergangenheit und Gegenwart wäre ohne Zweifel eine reizvolle Aufgabe - einige wenige Grundzüge wurden bereits oben angesprochen -, sie würde aber den Rahmen dieses Beitrages sprengen.

Schriften

ABMADZADEH-YOUSSEFI, H. -1964- Zur Geologie des Gebietes nördlich Brakel

(Weserbergland). -DiplArb. Univ. Hamburg, (Unveröff., 104 S.).

AHRENS, D. -1956- Die Landschaft von Bad Driburg und Umgebung. - Gött. Geogr. Abh. 19: 1 -116. Göttingen.

BEVERUNGEN, N. -1982- Untersuchungen zur Morphologie von Seitentälern der Oberweser an ausgewählten Beispielen. - Staatsexamensarb. Univ. Göttingen. (Unveröff., 78 S.).

BLUME, H. -1971- Probleme der Schichtstufenlandschaft. - Erträge der Forschung 5. Darmstadt: Wiss. Buchgesellschaft. (117 S.).

BREMER, Hanna -1959- Flußerosion an der oberen Weser. - Gött. Geogr. Abh. 22: 1 -192. Göttingen.

BRUNOTTE, E. & GARLEFF, K. -1979- Geologische Gefügemuster des Niedersächsischen Berglandes in Abhängigkeit von Tektonik und Halokinese, Resistenzverhältnissen und Abflußsystemen. -Festschr. 42. Dtsch. Geographentag: 21 -42. Göttingen: Goltze.

BÜDEL, J. -1944- Die morphologische Wirkung des Eiszeitklimas im gletscherfreien Gebiet. - Geol. Rundsch. 34. - In: Rathjens, C. (Herausg.) -1971- Klimatische Geomorphologie: 127- 170. Darmstadt: Wiss. Buchgesellschaft.

BÜDEL, J. -1958- Die Flächenbildung in den feuchten Tropen und die Rolle fossiler solcher Flächen in anderen Klimazonen. - Verh. Dtsch. Geographentag 31: 89-109. - In: Rathjens, C. (Herausg.) -1971- Klimatische Geomorphologie: 342-374. Darmstadt: Wiss. Buchgesellschaft.

CARTHAUS -1886- Mitteilungen über die Triasformation im nordöstlichen Westfalen. - Diss. Univ. Würzburg.

DAHM-AHRENS, Hildegard (Bearb.) -1979- Bodenkarte von Nordrhein-Westfalen 1 : 50000, Blatt L 4320 Bad Driburg. - Krefeld: Geol. Landesamt NW.

EL-NOSHOKATY, O. -1972- Genese und Feinstratigraphie des Trochitenkalkes (Cb. Trias) zwischen Weser und Eggegebirge. - Diss. Univ. Hamburg. (130 S.)

- 41 -

Geologisches Landesamt von Nordrhein-Westfalen (Herausg.) -1979- Geologische Karte von Nordrhein-Westfalen 1 : 100000, Blatt C 4318 Paderborn (mit Erläuterungen). - Krefeld: Geol. Landesamt NW. (55 S.).

GRUPE, O. -1920- Zur Gliederung der Ceratitenschichten im Wesergebiet. - Jb. Preuß. Geol. Landesanst. 41: 226-253. Berlin.

HEINEMANN, J. -1981- Das Brakeler Land als östliches Egge-Vorland. - Eggegebirgsbote 206: 7f.

HESEMANN, J. -1975- Geologie Nordrhein-Westfalens. - Bochumer Geogr. Arb., Sonderr. 2: 1-416. Paderborn.

JESSEN, O. -1938- Tertiärklima und Mittelgebirgsmorphologie. - Z. Ges. Erdk. Berlin 1938: 36-49. - In: Rathjens, C. (Herausg.) -1971- Klimatische Geomorphologie: 108-126. Darmstadt: Wiss. Buchgesellschaft.

KAEVER, M. -1976- Marines Miozän in einem Erdfall des ostwestfälisch-lippischen Berglandes, paläogeographisch interpretiert. - N. Jb. Geol. Paläont., Mh.: 532-540. Stuttgart.

- KLEINSORGE, H. -1935- Paläogeographische Untersuchungen über den Oberen Muschelkalk in Nord- und Mitteldeutschland. - Mitt. Geol. Staatsinst. Hamburg 15: 57-106. Hamburg.
- KNAPP, G. -1983- Geologische Karte von Nordrhein-Westfalen 1 : 25000, Erläuterungen zu Blatt 4321 Borgholz. - Krefeld: Geol. Landesamt NW. (160 S.).
- KOWALSKJ, K. -1986- Die Tierwelt des Eiszeitalters. - Erträge der Forschung 239. Darmstadt: Wiss. Buchgesellschaft. (147 S.).
- KRUS, H.-D. -1977- Auf der Ostwestfalenstraße durch die Erdgeschichte. - Neue Westfälische (Ausg. Höxter) Nr. 52 v. 3. 3. 1977.
- KRUS, H.-D. -1982- Beobachtungen zur Bedeutung episodischer Starkregen für die rezente Weiterentwicklung von Trockentälern. - Egge-Weser 1 (3): 122 - 129. Höxter.
- KRUS, H.-D. -1984a- Auch im Kreis Höxter hausten einst Haie und Saurier. Was uns die Steinbrüche unserer Heimat über die Lebewelt des Oberen Muschelkalkes verraten. - Egge-Weser 2 (3): 114-134. Höxter.
- KRUS, H.-D. -1984b- Der Kreis Höxter - aus dem Weltraum betrachtet. - Jb. Kreis Höxter 1985: 103-115. Höxter.
- LOTSCH, D. -1985- Känozoikum. Tertiär. - Die Entwicklungsgeschichte der Erde (6. Aufl.): 382 - 400. Hanau: Dausien.
- LUCAS, O. -1960- Planungsgrundlagen für den Landkreis Höxter/Westfalen. - Höxter, Münster: Kreisverwaltung Höxter. (153 S.).
- MAASJOST, L. -1966- Das Brakeler Bergland. Der Nethegau. - Landschaftsführer d. Westf. Heimatbundes 6. Münster: Aschendorff. (78 S.).
- MATZ, J. -1930- Zur Morphologie des mittleren Weserberglandes. (Morphologische Untersuchungen in den Talgebieten der Nethe, Emmer und Diemel.) - Diss. Berlin. (51 S.).
- MEISEL, Sofie -1959- Die naturräumlichen Einheiten auf Blatt 98 Detmold. - Geogr. Landesaufn. 1 : 200000, Naturräuml. Gliederung Deutschlands. Remagen: Bundesanst. f. Landesk. (40 S.).
- MICHEL, G. -1979- Grundwasser. - In: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Nordrhein-Westfalen 1 : 100000, Blatt C 4318 Paderborn: 26. Krefeld: Geol. Landesamt NW.
- MINNIGERODE, C. & KLEIN-REESINK, J. -1984- Des Dörentruper Braunkohlenflöz als Zeuge eines fossilen Moores. Petrographische und palynologische Untersuchungen zur Flözgenese. - Geol. Paläont. Westf. 2: 1-68. Münster.
- PREYWISCH, K. -1980- Die naturräumliche Gliederung des Egge-Weser-Gebietes. - Jb. Kreis Höxter 1981: 45-64. Höxter.
- RICHTER, D. -1975- Allgemeine Geologie. - Samml. Göschen 2604. Berlin: de Gruyter. (366 S.)
- SCHAARSCHMIDT, F. -1968- Paläobotanik II. Mesophytikum und Känophytikum. - BI-Hochschul-taschenbücher 359/359a. Mannheim, Zürich: Bibliogr. Inst. (80 S.).
- SCHMIDT, K. -1978- Erdgeschichte. 3. Aufl. - Samml. Göschen 2616. Berlin, New York: de Gruyter. (294 S.).
- SCHMIDT, M. -1928- Die Lebewelt unserer Trias. - Öhringen: Ferd. Rau. (461 S.).
- SCHNEIDER, H. -1964- Geohydrologie Nordwestfalens. - Berlin: Rudolf Schmidt. (264 S.).
- SCHUNKE, E. -1968- Die Schichtstufenhänge im Leine-Weser-Bergland in Abhängigkeit von geologischen Bau und Klima. - Gött. Geogr. Abh. 43: 1 - 219. Göttingen.

SCHWÄRZBACH, M. -1974- Das Klima der Vorzeit. Eine Einführung in die Paläoklimatologie. 3. Aufl. - Stuttgart: Ferd. Enke. (380 S.).

- 42 -

SEMMELE, A. -1985- Periglacialmorphologie. - Erträge der Forschung 231. Darmstadt: Wiss. Buchgesellschaft. (116 S.). S

TILLE, H. -1935- Erläuterungen zu Blatt Bad Driburg der geologischen Karte 1 : 25000. - Berlin: Preuß. Geol. Landesanst.

STILLE, H. & MESIWERDT, A. -1911- Erläuterungen zur Geologischen Karte 1 : 25000 Blatt Steinheim. - Berlin: Preuß Geol. Landesanst.

STORCH, G. -1985- Die Säuger von Messel: Wurzeln auf vielen Kontinenten. - Spektrum Wiss. 6: 48 - 65.

WALDEYER, K. -1986- Die Warburger Börde - Landschaft und Landwirtschaft. - Jb. Kreis Höxter 1987: 169-178. Höxter.

WEISSERMEL, W. -1929- Erläuterungen zur Geologischen Karte 1 : 25000 Blatt Brakel. - Berlin: Preuß. Geol. Landesanst.

WENGER, R. -1957- Die germanischen Ceratiten. - Palaeontographica 108 A: 57-129. Stuttgart.

WILHELMY, H. -1974- Klimageomorphologie in Stichworten. - Kiel: Hirt. (223 S.).

WILHELMY, H. -1977- Geomorphologie in Stichworten II, Exogene Mophodynamik. 3. Aufl. - Kiel: Hirt. (223 S.).

WURSTER, P. -1964- Krustenbewegungen, Meeresspiegelschwankungen und Klimaänderungen der deutschen Trias. - Geol. Rundsch. 54: 224 - 240.

Anschrift des Verfassers: Horst-D. Krus,  
Meinolfusstr. 30,  
D-3492 Brakel -Bellersen