

Quartäre Klimaphasen und Subrosion als Faktoren der Bildung von Kies-Terrassen im südwestlichen Harzvorland

WERNER RICKEN *)

Landform evolution, gravel terrace, fluvial erosion, aggradation, fluvial sedimentation, loess soil, paleosol, section, longitudinal profil, biostratigraphy, influence, paleoclimatology, subrosion, Elster Glacial, Warthe Glacial, Weichsel Glacial. Southwestern Harz Mountains, Southwestern Harz Foreland, Schwarzfeld Hattorf Lonau Region, Niedersachsen, TK 25 Nr.: 4327, 4328

Kurzfassung: Aufbau und Verbreitung der Kieskörper der Harzflüsse Sieber und Oder werden beschrieben, sowie verschiedene Erosionsterrassen ohne eigenen Kieskörper. Das Alter der Kiese und der Erosionsstufen kann mit den sich teilweise verzahnenden und überlagernden Lössen und deren Böden und auf biostratigraphischem Wege bestimmt bzw. eingengt werden. Hierbei ergeben sich folgende Alter: Oberterrasse mindestens Elster, Ältere Mittelterrasse mindestens Drenthe, Mittelterrasse mindestens Warthe, Aue-Berg-Terrasse II Altweichsel, Ältere Niederterrasse Altweichsel bis Jungweichsel. Der Komplex der Weichsel-zeitlichen Kieskörper setzt sich in Subrosionsgebieten aus einer ersten bedeutenden Akkumulation im Altweichsel (Aue-Berg-Terrasse II und unterer Kieskörper der Älteren Niederterrasse) und neben mehreren kleineren Erosions- und Akkumulationsphasen aus einem Kieskörper der Jungweichsel-Zeit zusammen (oberer Kieskörper der Älteren Niederterrasse).

Aus der Verzahnung mit den Lössen und ihren Derivaten folgt, daß der größte Teil der Terrassen-Kiese im Untersuchungsgebiet unter feucht-kaltem Solifluktionsklima gebildet worden ist (Aue-Berg-Terrasse II, unterer Kieskörper der Älteren Niederterrasse, vielleicht auch Oberterrasse), jedoch hat es auch bedeutende Akkumulationen unter trocken-kalten Klimaverhältnissen gegeben (oberer Kieskörper der Älteren Niederterrasse, vermutlich auch Mittelterrasse). Erosionsphasen unter kaltem Klima — teilweise Tundrenklima — wurden festgestellt (Beginn von Mittel-, Jung- und Spätweichsel, vermutlich auch nach der Sedimentation der Älteren Mittelterrasse).

Eine Bifurkation der Sieber nach Verlassen des Harzes ist für fast alle Akkumulationsphasen belegt. In den Eintiefungsphasen während des Eem-Interglazials und vermutlich auch vor der Akkumulation der Mittelterrasse wurde jedoch, wie auch heute, der konsequent verlaufende Sieberarm aufgegeben (Aue-Tal) und nur der Talabschnitt im Zechstein benutzt (Hördener Tal). Das Hördener Tal ist in den Interglazialen jeweils aufgrund von Subrosions- und Erosionsprozessen übertieft worden.

Es gibt zwei Typen von fluvial geprägten Subrosionssenken. Die subrosive Absenkung kann überwiegend synchron mit der Kiessedimentation verlaufen (synsedimentäre Subrosion), oder sie kann überwiegend zeitgleich mit der Fluß-Erosion wirken (synerosive Subrosion). Synsedimentäre Subrosion hat im Altweichsel im Pöhlder Becken die Bildung eines über 50 m mächtigen Kieslagers verursacht. Synerosive Subrosion hat im Eem-Interglazial, wie auch heute westlich von Herzberg, eine Übertiefung des Siebertales ausgelöst. Im nachfolgenden Weichsel-Glazial ist dann in dem übertieften Talabschnitt der überrnormal mächtige Kieskörper der Älteren Niederterrasse sedimentiert worden.

[Quaternary Climatic Phases and Subrosion as Factors for the Origin of Gravel Terraces in the Southwestern Foreland of the Harz-Mountains]

Abstract: Structure and distribution of gravel bodies of the rivers Sieber and Oder are described. Furthermore other terraces exist which are formed by erosion and thus do not possess an own gravel body. The minimum age of the gravel layers, climatic variations, and solifluction intensity are derived from the stratigraphical study of the loess cover and by paleobotanical determinations. The resulting data are as follows: Upper Terrace Elster or older, Upper Middle Terrace probably Drenthe, Middle Terrace Warthe or older, Mount Aue Terrace II Old Weichselian, Older Lower Terrace Old Weichselian to Young Weichselian. The complex Weichselian

*) Anschrift des Autors: Dipl.-Geologe W. Ricken, Geol.-Paläont.-Institut, Sigwartstr. 10, 7400 Tübingen.

gravel layer was formed by a first strong phase of accumulation in the Old Weichselian (Mount Aue Terrace II, lower gravel body of the Older Lower Terrace). After some phases of erosion and sedimentation, a minor accumulation took place in the Young Weichselian.

The main phases of gravel sedimentation happened under cold and wet climatic conditions, due to high rates of solifluction (Mount Aue Terrace II, lower gravel body of the Older Lower Terrace, probably Upper Terrace). Nevertheless, gravel sedimentation also occurred in a dry cold climate with loess sedimentation (upper gravel body of the Older Lower Terrace, probably Middle Terrace). Erosion took place during tundra climate and at the transition glacial/interglacial (beginning of the Middle Weichselian, of the Young Weichselian and of the Late Weichselian), while in recent days the interglacial erosion is minute.

Bifurcation of the river Sieber happened at almost any stages of gravel accumulation. However, in periods of erosion one tributary dried up and the river only used the tributary in the Zechstein-outcrop parallel to the Harz Mountains. This happened in the Eemian as well as it does in recent days, because the tributary in the Zechstein-outcrop was and is strongly deepened by combined process of subsrosion and erosion and thus preferred.

Subrosion of Zechstein-gypsum caused two fundamental types of subrosion basins, filled with gravels. 1) Subrosion and land sink had been synchronous with the gravel accumulation leading to badly stratified gravel basins (Basin of Pöhlde, Main-Anhydrite). 2) Subrosion and land sink had been synchronous with the interglacial erosion. In this case the vally had been deepened very strongly and retrogressive erosion formed canyons in the greywacke of the Harz Mountains. In the following glacial period gravel accumulation filled up the valley and by this a huge stratified gravel body originated (lower gravel body of the Older Lower Terrace).

1. Einleitung

Pleistozäne Flußkiese erreichen am südlichen Rand des Harzes bis zu 100 m Mächtigkeit und zwar dort, wo die Harz-Flüsse den Zechstein queren und ihre Kiese in Subrosions-senken oder übertieften Flußrinnen ablagern bzw. ablagerten. Im W und E verzahnen sich die Kiese des S-Harzes teilweise mit Moränen der nordischen Vereisung, jedoch ist bisher nur eine unvollkommene Parallelisierung der Flußkiese mit ehemaligen Gletschervorstößen gelungen. Deshalb kommt den Lössen und Paläoböden, die die Kiese überlagern und sich mit ihnen teilweise verzahnen, für die stratigraphische Zuordnung der Kieskörper die größte Bedeutung zu.

Die vorliegende Arbeit behandelt nur einen kleinen Ausschnitt aus dem Kies-Gürtel des S-Harzes, das südliche Flußgebiet der Sieber und das südlich daran anschließende Pöhlder Becken im Odertal (Abb. 1). Der präquartäre Untergrund wird vom Variszikum des Harzes, Gipsen und Dolomiten des Zechsteins und vom Buntsandstein gebildet. Flußkiese bedecken in ca. 5 m bis 15 m Mächtigkeit Harz-Paläozoikum und Buntsandstein und erreichen nur im Zechstein höhere Mächtigkeiten. Mit neueren, z. T. unpublizierten Arbeiten liegt eine Fülle von Daten vor (JORDAN 1976, 1979; PIEHLER 1969; RICKEN 1973, 1980; THIEM 1972; VLADI 1976), so daß sich das geologische Bild allmählich abzurunden beginnt. Das südliche Harzvorland bietet die Möglichkeit, fluviatile Erosions- und Akkumulationsphasen des Pleistozäns klimatisch, genetisch und zeitlich einzuordnen. Ferner liefern die hier beispielhaft entwickelten Subrosionssenken im Zusammenhang mit der Flußgeschichte Daten zur Entstehung von mächtigen Kies-Lagern.

Drei Aspekte der Quartärgeologie des südwestlichen Harzvorlandes sollen in dieser Arbeit besonders hervorgerufen werden:

1. Von den drei großen, in S-Niedersachsen verbreiteten Kieskörpern sind die Ober- und Mittelterrasse und teilweise auch die Niederterrasse bis ca. 330 m Geländehöhe von Lössen unterschiedlichen Alters bedeckt, die eine Mächtigkeit bis zu 15 m erreichen können. In 150 Bohrungen und Aufschlüssen aufgenommen, erwies sich der Löß durch die darin enthaltenen Paläoböden als stratifizierbar (RICKEN, im Druck). Die Lößderivate liefern neben einem Mindestalter der Kies-Terrassen auch

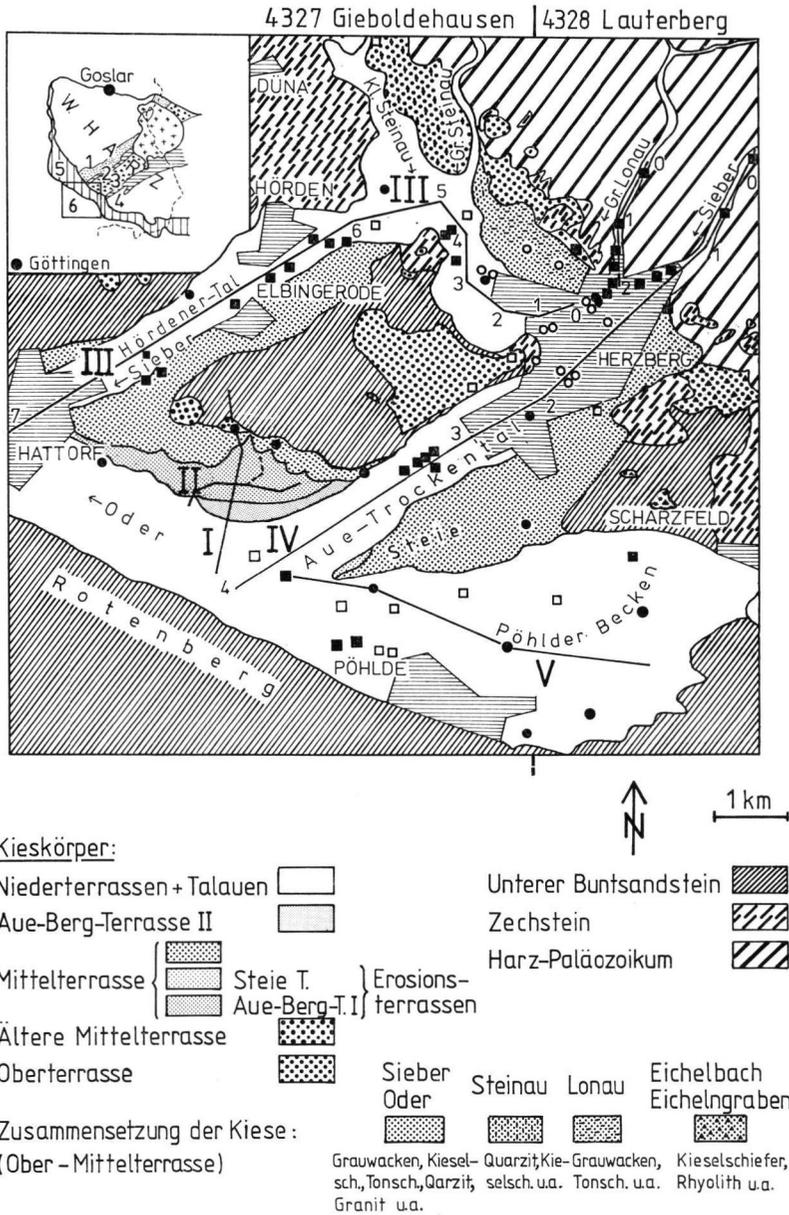


Abb. 1: Geologische Übersicht. Profile I bis V s. Abb. 2, 7, 8, 9.

■ □ Aufschluß, Quartärbasis erreicht bzw. nicht erreicht. ● ○ Bohrung, Quartärbasis erreicht bzw. nicht erreicht. — Nebenkarte: 1 Aker-Hörre-Quarzit (U. Karbon). 2 Tonschiefer und Kiesel-schiefer des Lonauer Sattels (Ob. Devon). 3 Sieber-Grauwacke (U. Karbon). 4 Tonschiefer und Kiesel-schiefer des Herzberger Sattels (Devon). 5 Anhydrit und Dolomit (Zechstein). 6 Tonstein und Sandstein (Unterer Buntsandstein).

Tab. 1: Boden und Terrassenstratigraphie des südwestlichen Harzvorlandes, nach RICKEN (im Druck).
Begriffe Alt-Mittel- und Jungweichsel nach ROHDENBURG & MEYER (1966).

Zeit	Paläoböden	Kieskörper	Erosions- terrassen	Verwitterungsgrad der Grauwacken- Komponenten nach MUNSELL (1954)
ca. 0 bis 18. Jahrh.		Jüngere Talaue		
jüngeres Holozän		Ältere Talaue		
Spätweichsel	?		Jüngere Nie- derterrasse	
Jungweichsel	mehrere kleinere Bo- denbildungen	oberer Kieskörper d. Älteren Niederterr.	(Markau)	5 Y 5/1 bis 10 YR 4/2 grau bis dunkelgrau
Stillfried B Mittelweichsel	Lohner Boden Hattorfer Boden Herzberger Boden	Kiessedimen- tation ?	Steie Terrasse	
Altweichsel	mehrphasige pseudo- vergleyte Parabraun- erden	Aue-Berg- Terrasse II, unterer Kies- körper der Älteren Nie- derterrasse		5 Y 6/1 bis 6/2 bis 6/3 oliv-grau
Eem	pseudo- vergleyte Parabraun- erde		Aue-Berg- Terrasse I	
Warthe oder älter		Mittel- terrasse		5 Y 6/3 bis 6/2 bis 5/2 schwach grünlich
Drenthe/ Warthe ?	Hördener Boden- komplex			
Drenthe oder älter		Ältere Mittel- terrasse		
Altsaale oder Holstein	pseudo- vergleyte Parabraun- erde			
Elster ?		Oberterrasse		2,5 Y 5/4 bis 6/4 bis 6/6 schwach oliv- braun bis grün-gelb

eine Fülle von paläoklimatischen und landschaftsgenetischen Daten, z. B. Phasen verstärkter Solifluktion. Dies gilt besonders für die Weichsel-zeitlichen Löss und die mit ihnen korrespondierenden Kieskörper, die in dieser Arbeit bevorzugt behandelt werden. Weitere Kriterien zur zeitlichen Einstufung der oftmals isoliert auftretenden und von Subrosion verstellten Kieskörper ist der Verwitterungsgrad ihrer Kiese. Hierbei zeigen die Grauwacken-Gerölle die weitaus stärkste Verwitterungsanfälligkeit, wobei sich ihre Farbe von grau über oliv nach gelb ändert. Bei den großen Flüssen Sieber und Oder variiert die petrographische Zusammensetzung verschieden alter Kieskörper nur geringfügig und ist deshalb wenig für stratigraphische Zwecke brauchbar. Jedoch zeigen die Nebenbäche, die bisweilen eine beträchtliche laterale Änderung der Kieszusammensetzung innerhalb einer Terrasse hervorrufen können, mit zunehmendem Alter ihrer Kiese eine verstärkte Führung von Rhyolith, besonders im Niveau der Oberterrasse.

In Tabelle 1 sind die wichtigsten Kieskörper und Erosionsterrassen des südwestlichen Harzvorlandes und ihre Stellung zu den Löß-Paläoböden angegeben.

2. Pleistozäne Bifurkation der Sieber unmittelbar nach dem Verlassen des Harzes: Das Aue-Trockental (Abb. 1) ist die konsequente Fortsetzung der 45° streichenden Harzstrecke der Sieber. Der Ausstrich des Zechsteins wird auf kürzestem Wege gequert, das ehemalige Flußbett war nur gering von Subrosionsvorgängen beeinflusst worden. Das westlich hiervon liegende Hördener-Tal ist die subsequente Fortsetzung der Harzstrecke der Sieber und wird von dieser noch heute durchflossen. Das Tal ist zunächst parallel zum Harzrand in den Zechstein eingetieft und verläuft dann ab Hördener bei Eintritt in den Buntsandstein wieder 45° streichend parallel zum Aue-Tal. Das Hördener Tal unterliegt im Bereich des Zechsteins in hohem Maß der Subrosion. Hördener Tal und Aue-Tal sind von der Sieber periodenweise gleichzeitig, also bifurkierend durchflossen worden. In Zeiten mit verstärkter Subrosion und geringer fluviatiler Sedimentation wurde aber, wie heute, nur der Hördener Lauf von der Sieber benutzt.
3. Subrosionssenken im Zechstein-Gips, die mit Kiesen über 60 m Mächtigkeit gefüllt sind, aber durch unterschiedliche Vorgänge entstanden sind: In der ca. 3 km langen Subrosionssenke westlich von Herzberg (Werra-Anhydrit, Zechstein 1) erfolgte bzw. erfolgt die subrosive Absenkung überwiegend synchron mit der fluviatilen Erosion. Zur Bildung eines mächtigen Kieslagers kam es erst im nachfolgenden Glazial, als die subrosiv-erosiv entstandene Talrinne aufgeschottert wurde. In Gegensatz hierzu verlief die subrosive Absenkung im Pöhldecker Becken (Hauptanhydrit, Zechstein 3) überwiegend synchron mit der fluviatilen Akkumulation.

2. Kieskörper und Flußgeschichte

2.1. Oberterrasse

Verschiedene Beobachtungen sprechen für eine periglaziale Kies-Akkumulation aus der Elster-Zeit oder einer älteren Kaltphase: Die Oberterrasse ist mit Lößderivaten bedeckt, die nach heutiger Kenntnis wahrscheinlich mit Böden der älteren Saalezeit beginnen (RICKEN, im Druck). Ferner liegt die Oberterrasse rd. 50 m tiefer als die Mittlere Randterrasse des Harzes, die eine kiesfreie Verebnungsfläche darstellt und aufgrund der Funde von *Ursus deningeri* u. a. in der Einhornhöhle mit mindestens Cromer datiert werden kann (HÖVERMANN 1949; SCHÜTT 1968; DUPHORN 1969; JORDAN 1976). Die Mächtigkeit des Kieskörpers der Oberterrasse läßt sich wegen weitgehender Erosion nur unvollkommen bestimmen. Ein Mindestbetrag von 17 m ergibt sich für Oberterrassen-Kiese im Ausstrichbereich des Werra-Anhydrits (Eisenbahnbrücke Kleine Steinau), während die

Kiese im Bereich des Staßfurt-Dolomits ca. 10 m betragen (Schloß Herzberg). Eine zweite, subsosiv bedingte Steigerung der Mächtigkeit liegt weiter südlich im jüngeren Hauptanhydrit vor, wo zwischen Hördener- und Aue-Tal wieder mehr als 17 m Kies erreicht werden. In den südlich gelegenen Buntsandstein-Gebieten treten nicht mehr als 5 m Kies auf.

Geröllzählungen (VLADI 1976; RICKEN 1973, 1980) ergaben drei Provinzen mit unterschiedlicher Zusammensetzung der Kiese (Abb. 1): 1.) Sieber- und Lonau-Kiese süd- und nordwestlich von Herzberg und im Hördener-Tal zwischen Hattorf und Elbingerode mit Vormacht von Grauwacken, daneben Quarzit, Kieselschiefer, Tonschiefer, Rhyolith, untergeordnet Hornfels, Granit und Diabas. 2.) Quarzit-reiche Kiese im NW der Subrosions-senke des Werra-Anhydrits, verursacht durch die Elster-zeitlichen Vorläufer der Steinau, deren heutiges Einzugsgebiet die Ostflanke des Acker-Quarzituzuges abdeckt. 3.) Kiese reich an Rhyolith und Kieselschiefer im Ostteil der Subrosions-senke bei Herzberg, die auf Vorläufer der Sieber-Nebenbäche im Bereich des heutigen Eichelbaches und Eichelgrabens zurückgeführt werden müssen. Die erste und besonders die letzte Geröllprovinz haben gegenüber heute stark erhöhte Rhyolith-Gehalte. VLADI (1976, Abb. 4) erklärt dies mit einer damals noch größeren Verbreitung der permischen Rhyolith-Decken im Harz.

Im Aue-Tal sind keine Kiese der Oberterrasse vorhanden. Ebenso fehlen sie an der Nordostflanke des Odertales, so daß nicht eindeutig bewiesen werden kann, ob das Aue-Tal z. Z. der Oberterrasse schon bestanden hat. Allerdings deutet der an Rhyolith reiche Kiesfächer der Geröllprovinz 3 mit seiner Erstreckung zum Odertal an, daß auch schon damals eine östliche Verbindung zur Oder bestanden haben muß. Sieber-Kiese (Quarzit, Granit, Hornfels), die gelegentlich in Provinz 3 auftreten, zeigen außerdem, daß die Sieber mit diesem Kiesfächer randlich in Verbindung stand.

2.2. Ältere Mittelterrasse

Die Bezeichnung „Ältere Mittelterrasse“ wurde von VLADI (1976) für Sieber-Lonau-Kiese am nordöstlichen Hang der Subrosions-senke bei Herzberg gebraucht, die dort 25 m bis 30 m unter dem Niveau der Oberterrasse und 15 m über den Kiesen der Mittelterrasse liegen. Die Terrassen-stratigraphische Einordnung der Kiese muß vorläufig noch unsicher bleiben, da die Terrassenreste subsosiv verstellt und tiefergelegt worden sind, wie ein neuerer Kanalisationsaufschluß gezeigt hat. Eindeutige Terrassenreste befinden sich aber im Buntsandstein-Gebiet ca. 20 m unter dem Niveau der Oberterrasse und ca. 10 m über der Mittelterrasse. Die Mächtigkeit der Kiese beträgt 4 m (Abb. 2, Profil I). Nach ihrer Lößbedeckung sind die Kiese mindestens in die ältere Saalezeit zu stellen und sind wahrscheinlich vor dem Drenthe/Warthe-Interstadial abgelagert worden (Tab. 1). Die Kiese liegen an der Nordostflanke des Odertales und müssen aufgrund ihres Quarzitgehaltes von der Sieber her stammen. Da die Oder nach W entwässerte, können die Kiese nur von der Aue-Sieber geliefert worden sein. Demnach kam es während der Akkumulationsperiode der Älteren Mittelterrasse wahrscheinlich zu einer Bifurkation, oder die Sieber entwässerte nur durch das Auetal.

2.3. Mittelterrasse

Etwa 10 m unterhalb der Älteren Mittelterrasse liegt der Kieskörper der Mittelterrasse, der im Flußgebiet der Sieber zwischen ca. 30 und ca. 8 m Mächtigkeit erreicht. Der Aufbau seiner Lößdecke zeigt, daß die Kies-Akkumulation der Mittelterrasse mit oder noch vor dem Ende der Warthe-zeitlichen Lößsedimentation beendet war. Die Lößfolgen im Hangenden der Kiese der Mittelterrasse beginnen über-

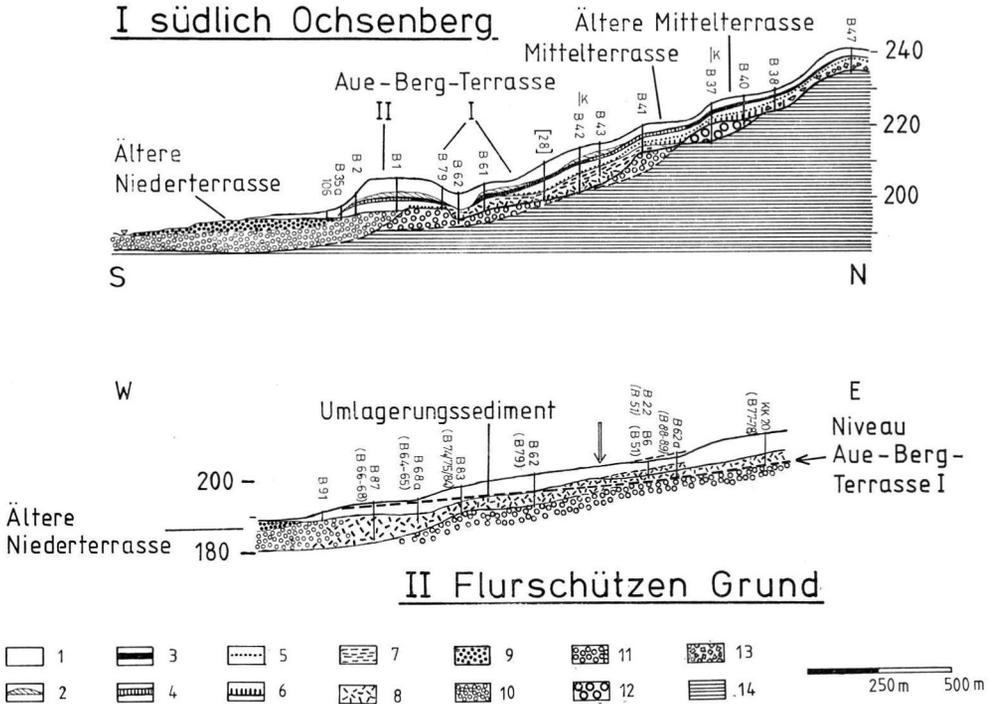


Abb. 2: I Querprofil durch die Kiesterrassen von Oder und Aue-Sieber südlich des Ochsen-Berges. II Längsprofil durch den Flurschützen Grund, Verzahnung von Altweichsel-zeitlichem Umlagerungssediment mit den Kiesen der Älteren Niederterrasse. Pfeil: Verzweigung des Flurschützen Grundes.

Lage der Profile s. Abb. 1. B 42, KK 20: Löß-Bohrung. (B 79): benachbarte Bohrung auf der Aue-Berg-Terrasse I. [28]: Bohrung projiziert. Profile der Löß-Bohrungen in RICKEN (1980) und RICKEN (im Druck). — Legende: 1 Lößlehm, entkalkt, Jung- und Mittelweichsel. 2 Löß, Carbonat-haltig, Jungweichsel. 3 Lohner Boden, Mittelweichsel. 4 Hattorfer Boden, Mittelweichsel. 5 oberer Bleichhorizont, Altweichsel. 6 Parabraunerden, Eem bzw. Altweichsel. 7 schluffiges Umlagerungssediment, Altweichsel. 8 Umlagerungssediment mit Harzkiesen, Altweichsel. 9 oberer Kieskörper der Älteren Niederterrasse. 10 unterer Kieskörper der Älteren Niederterrasse und Kiese der Aue-Berg-Terrasse II. 11 Kiese der Mittelterrasse. 12 Kiese der Älteren Mittelterrasse. 13 Buntsandstein-Solifluktionsschutt, Altweichsel. 14 Ton-Sandsteine des Unteren Buntsandsteins.

wiegend mit Parabraunerden der Altweichsel-Zeit. Zur Bildung von Eem-Parabraunerden ist es offenbar nur dann gekommen, wenn im Eem Schwemmlöß seitlich auf die Mittelterrasse transportiert worden ist (RICKEN, im Druck). Die Zusammensetzung der Kiese und die große Verbreitung ihrer Sedimente in Hördener- und Aue-Tal belegen eine Bifurkation der Sieber während der Akkumulationsperiode der Mittelterrasse (Abb. 1).

Der einzige bedeutsame Aufschluß in der Schichtenfolge der Mittelterrasse liegt am Prallhang der Sieber zwischen Hattorf und Elbingerode (Landschaftsschutzgebiet!). Die Schichtenfolge beginnt mit Ton- und Sandsteinen der Unteren Wechselfolge des Unteren Buntsandsteins, die von 5 m Kies überlagert werden. Darüber folgt 4 m bis 5 m Löß (Abb. 3). Die Lößwand enthält fossile Böden, so den obersten

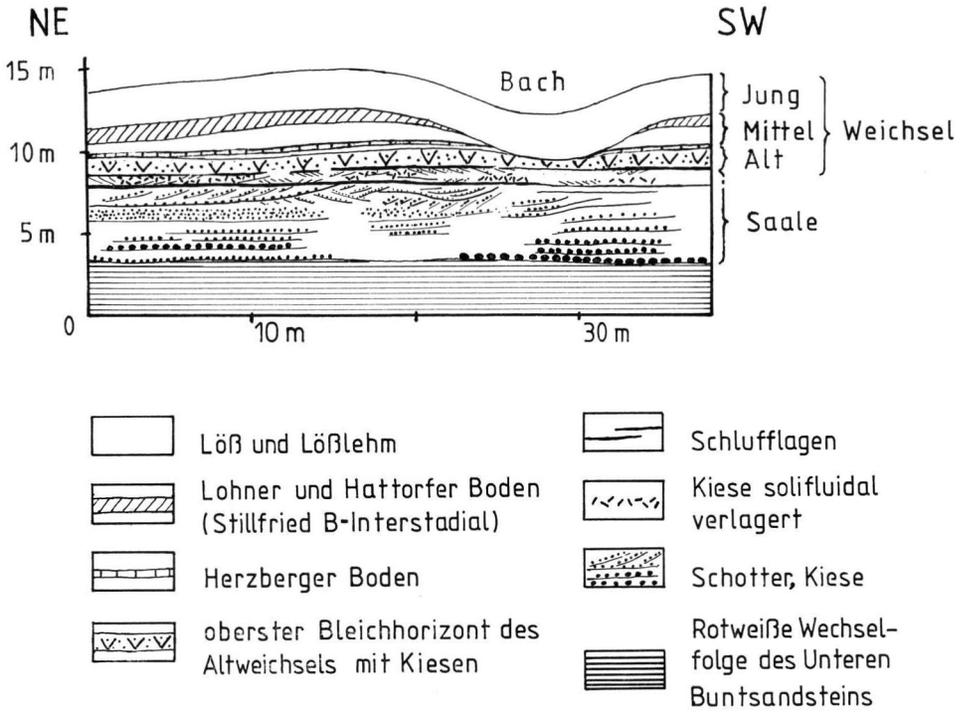


Abb. 3: Saale- und Weichsel-zeitliche Sedimente am Prallhang der Sieber zwischen Hattorf und Elbingerode, Ausschnitt.

Bleichhorizont des Altweichsels, den Herzberger Boden und, als ein Äquivalent des Stillfried B-Interstadials, den Lohner Boden (Trockenfazies) und Hattorfer Boden (Naßfazies), letzterer ist besonders deutlich ausgebildet 100 m südwestlich des in Abb. 3 gezeigten Ausschnitts. Für Herzberger und Hattorfer Boden ist die Lösswand zugleich die Typlokalität (RICKEN, im Druck).

Komplexe Parabraunerden des Altweichsel, die direkt im Hangenden der Kiese zu erwarten wären, fehlen. Böden und Kiese sind gegen Ende des Altweichsels durch Solifluktion in einem 1 km langen und 500 m breiten Dellental um etwa 3 m bis 5 m erniedrigt worden. Daß die Kiese aber ursprünglich von Parabraunerden bedeckt waren, wird durch ihre Umhüllung mit braunem Ton in Form von regelungsdoppelbrechenden Cutanen angezeigt. Der Ton stammt aus der pedogenen Toninfiltration und besteht aus lößbürtigem Smectit und Vermiculit. Die Tonhüllen sind als Folge von Grundwasserhochständen durch Hämatit-Abscheidungen inkrustiert worden, was vermutlich gegen Ende der Saale-Zeit und während der jüngeren Weichsel-Zeit erfolgte. Wegen der Inkrustierung läßt sich der Ton nicht ohne eine vorherige Reduzierung und Lösung des Eisens gewinnen. Die durch die Umkrustung hervorgerufene rötlich-braune bis rote Patina der Kiese ist an vielen Stellen typisch für die Ablagerungen der Mittelterrasse.

Obwohl der Kieskörper der Mittelterrasse wegen der solifluidalen Abtragung unvollständig ist, kann an mehreren Stellen des Prallhangs ein — generell gesehen — einphasiger und gradierter Aufbau beobachtet werden, dagegen keine Mehrphasigkeit im Sinne LÜTTIGS (1960):

1. Die Korngröße nimmt von unten nach oben ab. Gerölle und Grobkies gehen in Feinkies und untergeordnet in Sand über. Lößmaterial in Form lang durchhaltender Schluffbänder („Hochflutlehme“) und partiell Fließerden sind nach oben hin eingeschaltet.
2. Die Schichtung verändert sich von ebenen Schichten mit Grobgeröllagen an der Basis zu Schichten mit großdimensionaler Schrägschichtung zu kleindimensional schrägschichteten Kiesen und Sanden (Abb. 3). Nach SIMONS et al. (1966) bedeutet dies einen Übergang vom oberen zum unteren Strömungsregime, als Folge abnehmender Fließgeschwindigkeit.
3. Von unten nach oben nehmen die Gehalte an Tonschiefern um ca. 5 % zu, während Grauwacken um ca. 3 % abnehmen, bezogen auf den Anteil von Harzkomponenten in der Fraktion 6,3 mm bis 12,5 mm (Grundmenge 350 Gerölle). Hierin kommt eine während der Sedimentation zunehmende Aufarbeitung der Kiese zum Ausdruck, die zum Zerbrechen größerer Tonschiefer-Gerölle und wohl auch zu einer selektiven Abfuhr von Grauwacke-Geröllen geführt hat. Diese lassen sich wegen ihrer rundlichen Form und einer durchschnittlichen Dichte von $2,66 \text{ g/cm}^3$ leichter als die plattigen, relativ dichten Tonschiefer ($\rho = 2,72 \text{ g/cm}^3$) transportieren.

Insgesamt ist in der Abfolge ein Trend zu geringeren Abflüssen während der Akkumulation zu erkennen. Hierfür kann ein Kälter- oder Ariderwerden des Klimas die Ursache sein, worauf auch die Fließerdeinschaltungen im oberen Abschnitt der Kiesfolge hindeuten.

2.4. Aue-Berg-Terrasse I

Das Niveau der Aue-Berg-Terrasse I liegt nur wenig höher als die Flächen der jüngeren Aue-Berg-Terrasse II und der Älteren Niederterrasse. Die Aue-Berg-Terrasse I ist durch Erosion mit einem Betrag von 10 m aus den Kiesen der Mittelterrasse herausgearbeitet worden, ohne daß dabei ein von den Mittelterrasse-Kiesen unterscheidbarer eigener Kieskörper abgelagert wurde. Wegen der deutlichen Erosionsstufe (Abb. 2, Profil I), des flachen Bodens und der girlandenartigen Verbreitung dieser Terrasse auf 4 km Länge entlang der NE-Flanke des Odertales zwischen Aue-Tal und Hördener Tal (Abb. 1) kann eine fluviatile Anlage durch die Aue-Sieber und Oder nicht ausgeschlossen werden. Allerdings läßt sich das Alter der primären Erosionsterrasse mit Hilfe der Lößstratigraphie nur recht grob zwischen der ausgehenden Saale-Zeit und dem Beginn der Altweichsel-Zeit eingengen. Die Oberfläche der Terrasse wird nämlich von Umlagerungssedimenten überprägt, die von zahlreichen Hangtälichen und Dellen ausgehen. Das Umlagerungssediment ist nach Lößstratigraphischen Befunden in der Altweichsel-Zeit entstanden und besteht zum größten Teil aus Buntsandstein-bürtigem Solifluktionsmaterial und resedimentierten Terrassen-Kiesen. Es wurde in Form von Schwemmfächern auf der Terrasse abgelagert und geht nach S in eine kleine Talrinne über, die in die Oder entwässert hat (Flurschützen Grund). Dadurch verzahnt sich das Altweichselzeitliche Umlagerungssediment des Schwemmfächers mit den Harz-Kiesen der Niederterrasse der Oder (Abb. 2, Profil II). Dies wird im folgenden zur chronologischen Eingrenzung der Kiessedimentation der Niederterrasse benutzt.

Wie 34 Bohrungen (Kernbohrungen und Sondierungen) auf der Aue-Berg-Terrasse I zeigen, enthält der obere, zum Hang der Mittelterrasse hin liegende Teil der Schwemmsedimente außerhalb der Talrinnen verlagerte und in situ gebildete Parabraunerde-B_t-Horizonte der Altweichsel-Zeit. In den distalen Bereichen geht die Bildung der Schwemmfächer noch bis in das obere Altweichsel hinein weiter, erkennbar an dem solifluidal ver-

lagerten und mit Material aus Parabraunerden durchsetzten oberen Bleichhorizont des Altweichsels (RICKEN, im Druck, Abb. 12). Dieser Horizont bedeckt auch die Füllung der Dellen und Talrinnen im Bereich ihrer Oberläufe. Jüngere Schwemmbildungen sind bis auf verlagerten Jungweichsel-Löß nicht vorhanden. Der Jungweichsel-Löß durchschneidet in den Hangtälchen den Stillfried B-Horizont (vgl. auch Abb. 3) und liegt im Oberlauf der Talrinne „Flurschützen Grund“ auf Mittel- und Altweichsel-Lößböden. Im Unterlauf hat der Jungweichsel-Löß den älteren Löß völlig durchschnitten und bedeckt direkt das Altweichsel-zeitliche Schwemmfächer-Material. Aus der Verzahnung von Niederterrasse, Tälchenfüllung und Schwemmfächer-Bildungen kann nun folgendes abgeleitet werden:

1. Ein Teil der Älteren Niederterrasse wurde im Altweichsel sedimentiert, Kiese erreichten etwa das Niveau der heutigen Fläche der Niederterrasse.
2. Nach der Bodenbildung des Stillfried B-Interstadials (ca. 30 000 Jahre BP) wurde in den Hangtälchen und vermutlich auch im Kieskörper der Niederterrasse erodiert und danach wieder sedimentiert.

Der Zeitpunkt dieser jungen Erosionsphase läßt sich im Untersuchungsgebiet nicht genau festlegen, weil hier die Jungweichsel-Böden nur sehr unvollkommen ausgebildet sind (Tab. 1). Offenbar war die Erosionsphase nur von kurzer Dauer und lag im frühen Jungweichsel, da die im Normalprofil übliche Mächtigkeit der Jungweichsel-Lösse von 3 bis 6 m ebenfalls in der oben beschriebenen Talrinne erreicht wird, die Hauptmasse der Lößsedimentation jedoch erst im mittleren und späten Jungweichsel erfolgte. Die Erosionsphase dürfte etwa mit der Bildung des ersten Jungweichsel-Bodens zusammenfallen (wj 1-Komplex nach ROHDENBURG & MEYER 1966, oder E 1 nach SCHÖNHALS et al. 1964). In Mitteleuropa stellt sie eine bedeutende Erosionsperiode in den Hangtälchen dar (SEMMELE 1968: 41 f, SEMMELE & STÄBLEIN 1971, Beobachtungen von B. MEYER im Raum Göttingen, freundl. mündl. Mitt.). Nach lößstratigraphischen Befunden kann die Erosionsphase in das Zeitintervall zwischen 30 000 Jahren BP (Stillfried B) und 20 000 Jahren BP (E 2) eingengt werden (vgl. ¹⁴C-Daten bei FINK 1962 und SEMMELE 1968).

2.5. Weichsel-zeitliche Schotterkörper und Erosionsterrassen

2.5.1. Aue-Berg-Terrasse II

Die Aue-Berg-Terrasse II liegt als ein maximal 300 m breiter und 2 km langer Streifen an der NW-Flanke des Auetales im Mündungsbereich in das Odertal (Abb. 1). Sie ist mit Lößderivaten von über 10 m Mächtigkeit bedeckt. Ihre Kies-Fläche liegt einen halben Meter unterhalb der Aue-Berg-Terrasse I und etwa einen Meter über der Niederterrasse. Dennoch zeigen die oliv-grauen Verwitterungsfarben der Quarzit-haltigen Grauwacken-Kiese (5 Y 6/1 bis 6/2 bis 6/3) und ihre fehlende Umkrustung mit Ton und Eisenoxid, daß es sich hierbei um eine echte Akkumulation der Aue-Sieber von mindestens 2 m Mächtigkeit handelt und nicht um die Relikte des Kieskörpers der Mittelterrasse (Abb. 2, Profil I).

Die Lößfolge, die mit dem Eijkelkamp-Kombinationsbohrer untersucht wurde, beginnt auf der Aue-Berg-Terrasse II mit dem Mittelweichsel, noch vor Bildung des Herzberger Bodens (RICKEN, im Druck). Die obersten dm der Kiese enthalten stellenweise Bleichhorizont-Material und die ebenfalls für das Altweichsel typischen Holzkohlen von Nadelhölzern, darunter *Pinus* sp.. Demnach handelt es sich bei dem Kieskörper der Aue-Berg-Terrasse II um eine Akkumulation der frühen Weichsel-Zeit. Wie weiter unten noch begründet werden soll, dürfte die Aue-Berg-Terrasse II einen von späterer Erosion verschont gebliebenen Rest des unteren Kieskörpers der Älteren Niederterrasse darstellen.

Der ca. 2 m über den Kiesen im Löß liegende Bodenhorizont des Stillfried B-Interstadials ist nicht in seiner Trockenfazies (Lohner Boden), sondern als Naßfazies (Hattorfer Boden) mit frostplattigem Untergrund ausgebildet.

2.5.2. Steie-Terrasse

Die Steie-Terrasse ist eine kleinere jüngere Erosionsstufe am Ende des Mittelweichsels in den Kiesen der Mittelterrasse. Hier liegen im südöstlichen Mündungsbereich des Aue-tals in die Oder (Abb. 1) bis zu 3 m mächtige allochthone und autochthone Pakete des Hattorfer Bodens, etwa niveaugleich mit der Oberfläche der Älteren Niederterrasse. Die Vernässung auf den flußnahen Terrassenflächen zeigt an, daß das Grundwasser nach dem Trockenfallen der Aue-Berg-Terrasse II während des Stillfried B-Interstadials nicht wesentlich abgesunken war und kapillarer Wasseraufstieg aus den Kiesen in den Löß möglich war. Das Flußbett der Sieber war also während des Stillfried B-Interstadials nur unbedeutend unter das Niveau der Aue-Berg-Terrasse II eingetieft worden (vgl. auch Abb. 6).

2.5.3. Ältere Niederterrasse

Die großflächige Verbreitung der Kiese der Älteren Niederterrasse im Hördener-Tal und im Aue-Tal (Abb. 1, Abb. 4), sowie ihre petrographische Zusammensetzung zeugen für eine Weichsel-zeitliche Bifurkation der Sieber. Wie in zahlreichen Kiesgruben zu sehen ist, besteht die Ältere Niederterrasse aus zwei sich diskordant überlagernden Sedimentkörpern (Tafel 1, Fig. 1, 2 und 3). Der untere Sedimentkörper kann, je nach seiner Lage zu Subrosionsgebieten, in seiner Mächtigkeit von ca. 1 m (westlich Hattorf) bis zu mehreren Zehnern von Metern (Pöhlde) schwanken, während der obere Kieskörper eine etwa konstante Mächtigkeit von 2,5 m bis 4 m aufweist.

Unterer Kieskörper (Abb. 5): Die Verwitterungsfarben der Grauwacken entsprechen denen der Aue-Berg-Terrasse II. Weidurchhaltende Schichten und Erosionsrinnen, die mit Stillwasserschluffen gefüllt sind, sind typisch. Den Kiesen ist dunkelbraunes Tonmaterial beigemengt, welches offenbar aus erodierten Parabraunerden stammt und das gesamte Kiespaket rötlich-braun färbt. Die durchschnittliche Korngrößenverteilung in den Kiesen ändert sich nicht trendhaft, jedoch war in der ehemaligen Kiesgrube

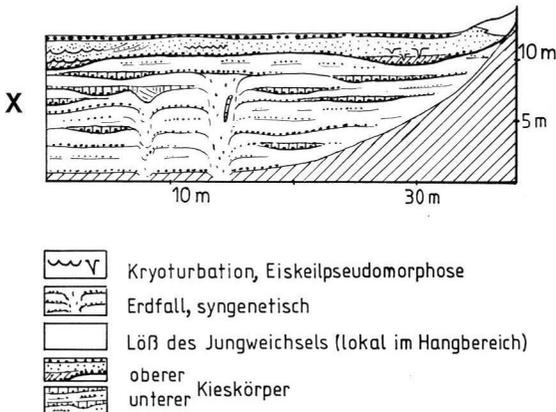


Abb. 5: Aufbau der Älteren Niederterrasse zwischen Herzberg und Hörden, schematisiert.
 X Fundniveau von Holzkohlen in der ehemaligen Kiesgrube Hörden.

bei Hörden nach oben eine zunehmende Sedimentaufarbeitung festzustellen (Zunahme von Tonschiefern, Abnahme von Grauwacken). Syngenetische Erdfallsschote mit ihren Füllungen zeigen in der ehemaligen Kiesgrube bei Hörden, daß die subrosive Absenkung in dieser Periode noch nicht zur Ruhe gekommen war.

Gelegentlich enthalten Stillwasser-Sedimente in den Kiesen bis 0,5 cm große Stücke von Holzkohlen. Eine Bestimmung durch Herrn Prof. WILLERDING (Göttingen) ergab: *Ulmus* (8), *Juniperus* (5), *Betula* (2) (Kiesgrube 500 m westlich Pöhlde); *Larix* (7), *Pinus* (3), *Nadelholz* (1) (ehem. Kiesgrube Hörden). Alle Holzkohlen haben außerordentlich kleine Jahresringe, die schlechte Wuchsbedingungen anzeigen. Die Assoziation von *Ulmus* mit *Juniperus* und *Betula* ist nur schwer interpretierbar. Wenn es sich nicht um teilweise umgelagerte Eem-Kohlen handelt, muß *Ulmus* in das Frühweichsel bzw. Altweichsel der Lößstratigraphie gestellt werden. Ähnlich verhält es sich mit *Larix*, von der kleine Zwergformen bekannt sind. Für eine Einordnung in das Frühweichsel sprechen die bisher erarbeitete Vegetationsgeschichte in Norddeutschland und den Niederlanden (z. B. WIJNSTRA 1978; MANIA & TÖPFER 1973; BEHRE 1974), aber auch eigene Daten. In einem Erdfall 3 km westlich von Herzberg liegt eine Schichtenfolge, die vom Eem-Interglazial über ein Frühweichsel-Interstadial noch weiter in die Weichsel-Zeit hineinreicht und vom Hattorfer Boden überlagert wird. Erste Ergebnisse der pollenanalytischen Bearbeitung durch Dr. GRÜGER (Palynologie Göttingen) weisen für das Frühweichsel folgende Baumarten nach: *Juniperus*, *Betula*, *Pinus*, *Picea* und *Larix*. Eine jüngere Einordnung der Holzkohlen als Frühweichsel ist nicht möglich, da am Südharz Mittel- und Jungweichsel weitgehend baumfrei waren. Das wird daraus ersichtlich, daß während des Stillfried B-Interstadials, in dem es zur markantesten Bodenbildung innerhalb der Löß-Boden-Folge von Mittel- und Jungweichsel gekommen ist, sich lediglich eine Gras/Kraut-Tundra mit vermutlich Zwergformen von *Salix*, *Betula* und *Pinus* entwickelte (RICKEN, im Druck).

a) Paläobotanische Befunde und b) die in Kapitel 2.4. beschriebene Verzahnung von Altweichsel-zeitlichen Umlagerungssedimenten mit den Kiesen der Älteren Niederterrasse zeigen, daß der untere Kieskörper der Älteren Niederterrasse ein überwiegend Altweichsel-zeitliches Alter besitzen muß. Die Kiessedimentation der Aue-Berg-Terrasse II erfolgte nach lößstratigraphischen Ergebnissen ebenfalls im Altweichsel. Außerdem besitzen beide Kieskörper denselben Verwitterungsgrad und liegen benachbart auf etwa einem Niveau. Die Kieskörper der Aue-Berg-Terrasse II und der des unteren Teiles der Älteren Niederterrasse müssen deshalb Bildungen mit identischem Schotterkörper sein.

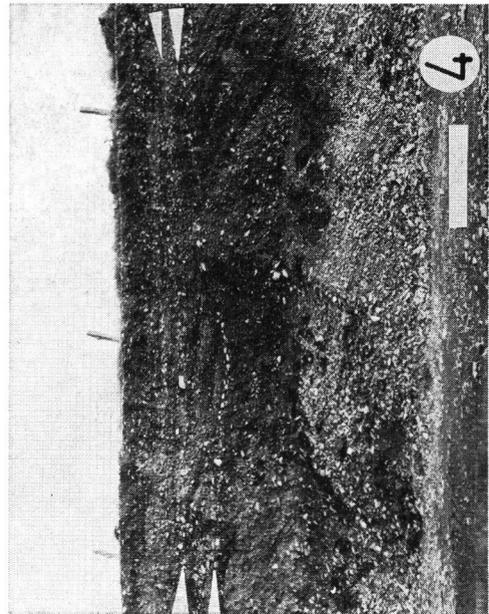
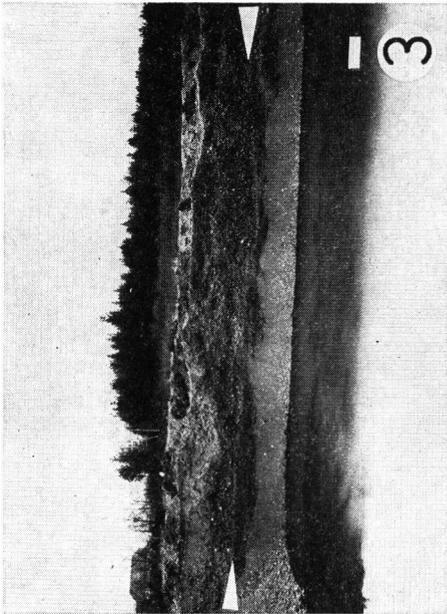
Tafel 1

Fig. 1: Ehemalige Kiesgrube 1 km nordöstlich Hörden. Der untere Kieskörper der Älteren Niederterrasse wird vom jüngeren Kieskörper diskordant überlagert (Pfeile).

Fig. 2: Ausschnitt aus A. Erosionsdiskordanz zwischen unterem und oberem Kieskörper der Älteren Niederterrasse. Nach der Erosionsphase werden Stillwasser-Sedimente abgelagert (Pfeil), darauf erfolgt erneute Kiessedimentation.

Fig. 3: Ehemalige Kiesgrube 150 m südlich vom Auekrug in der Niederterrasse. Ca 2 m über dem Wasserspiegel wird der untere Kieskörper der Älteren Niederterrasse sichtbar (Pfeile).

Fig. 4: Ehemalige Kiesgrube in der Oderaue 1 km nordöstlich Pöhlde. Der schräggeschichtete obere Kieskörper der Älteren Niederterrasse wird von Kiesen der Jüngeren Talaue überlagert (untere Pfeile), die nach einer Groblage im oberen Teil Hüttenschlacken enthalten (Obere Pfeile). Weißer Balken jeweils 1 m.



Der Kieskörper der Aue-Berg-Terrasse II ist wahrscheinlich die Fortsetzung des unteren Kieskörpers der Älteren Niederterrasse, dessen Oberfläche in der Aue-Berg-Terrasse II lediglich nicht auf das Niveau des unteren Kieskörpers der Älteren Niederterrasse abgetragen worden ist. Der inaktive, vom Fluß nicht mehr benutzte Teil des gemeinsamen Kieskörpers wurde dann seit Ende des Altweichsels äolisch mit ca. 10 m Löß bedeckt (Abb. 2, Profil I, vgl. auch Abb. 6).

Oberer Kieskörper (Abb. 5): Sehr langaushaltende ebene Schichtung mit Dachziegellagerung, oben öfter aus gering aufgearbeiteten Lagen mit Grobgeröllen. Der obere Kieskörper beginnt an seiner Basis vielerorts mit Stillwassersedimenten, die Verglebung zeigen können (Taf. 1, Fig. 2). In Talrand-Lagen verzahnt sich der obere Teil des Kieskörpers stellenweise mit dem Jungweichsel-Löß (Hörden, Prallhang der Sieber, 400 m südlich der oberen Brücke). Auffälligstes Merkmal des Kieskörpers ist das Fehlen von braunem Lehmmaterial, das ihn farblich vom unteren Kieskörper abhebt. Die Grauwacken sind nur leicht verwittert und haben im trockenen Zustand graue bis dunkelgraue Farben (5 YR 5/1 bis 10 YR 4/2). Syngenetische Erdfallbildungen konnten trotz zahlreicher Aufschlüsse nicht beobachtet werden, dafür aber in mehreren Fällen kleine Eiskeile und Kryoturbationen, besonders in Schlufflagen. Solche Frostanzeiger treten im Jungweichsel verstärkt auf (ROHDENBURG 1966).

Für die Dauer der Sedimentation des oberen Kieskörpers der Älteren Niederterrasse dürfte seiner Verzahnung mit dem Jungweichsel-Löß zufolge fast die gesamte Jungweichsel-Zeit zu veranschlagen sein und zwar vermutlich von der Erosionsphase ab, die nach dem Stillfried B-Interstadial anzusetzen ist. Die Tieferschaltung der Sieber vor der Sedimentation des oberen Kieskörpers erfolgte offenbar in voller Talbreite. Es läßt sich keine Unterstufe der Älteren Niederterrasse der Sieber nachweisen, die mit Jungweichsel-Löß bedeckt ist. Solche Flächen sind aber im Bereich der Söse, des westlichen Nachbarflusses der Sieber, vorhanden. Ein Kilometer nördlich von Eisdorf liegen im Mündungsbereich von Markau und Schlungwasser in das Sösetal Kiesflächen von insgesamt 1 km Länge und 500 m Breite, die niveaumäßig etwa in Höhe der Niederterrassen-Fläche liegen bzw. seitlich in diese übergehen und von Lößderivaten bis 3,50 m Stärke bedeckt sind. JORDAN (1972) hält diese Flächen wegen ihrer Lößdecke noch für die subrosiv abgesenkte Mittelterrasse. Wie jedoch ein Aufschluß und Bohrungen auf dem südlichen Flächenstück zeigen, gleicht der Verwitterungszustand der Grauwacken mit 5 Y 5/1 bis 5/2 bis 5/3 völlig denen der benachbarten Niederterrasse, nicht dagegen den stärker verwitterten Grauwacken der Mittelterrasse. Die solifluidal geprägte Löß-Folge beginnt hier nicht mit den für die Mittelterrasse typischen Parabraunerden des Altweichsels, sondern gleich mit jüngeren Lössen: Auf den höchsten Teilen des untersuchten südöstlichsten Flächenstücks liegt noch der in situ gebildete und teilweise verlagerte Hattorfer Boden. Dies entspricht der Erosionsphase, die im Tal der Aue-Sieber zur Bildung der Steie-Terrasse führte. Der größte Teil der Fläche wird jedoch von Jungweichsel-Löß eingenommen, in dem verschiedene Naßböden entwickelt sind. Dies entspricht im Siebental der Abtragung vor der Sedimentation des oberen Kieskörpers während der Erosionsphase am Beginn des Jungweichsels (Abb. 6).

Eine Zweigliedrigkeit des Schotterkörpers der Älteren Niederterrasse ist auch von anderen Flüssen beschrieben worden, teilweise mit ähnlichen Ergebnissen:

1. Erosionsdiskordanz in den obersten Metern der Älteren Niederterrasse: STEINMÜLLER (1965), Zorge bei Nordhausen, Oberkante des unteren Kieskörpers nach ^{14}C -Bestimmung 21 430 und 22 500 Jahre BP. SCHEER (1978), Main, Basis des oberen Kieskörpers nach ^{14}C -Bestimmung 15 130 und 18 300

Jahre BP. LÖSCHER et al. (1980), Rhein, Oberkante des unteren Kieskörpers nach ^{14}C -Bestimmung 27 080 Jahre BP.

2. Bildung einer jüngeren Terrassenstufe und Bedeckung der älteren Terrassenstufe mit äolischem Löß: KULICK & SEMMEL (1968), Netze in Waldeck, höhere Teile der Älteren Niederterrasse mit 5 m Löß bedeckt, noch vor dem E 2-Boden beginnend. SEMMEL (1972), Werra bei Wölfershausen, höhere Teile der Niederterrasse mit mehreren Metern Löß bedeckt, noch vor dem E 2-Boden beginnend. B. MEYER (freundl. mündl. Mitt.), Leine bei Göttingen, Niederterrasse mit ca. 2 m Löß bedeckt, an der Basis wj 2 B-Boden im Löß. (Für den E 2-Boden, der dem wj 2 β -Boden Niedersachsens entspricht, gibt SEMMEL (1968) ein ^{14}C -Alter von rd. 20 000 Jahren BP. an.) SEMMEL (1974), SEIDENSCHWANN (1980), Main, höhere Teile der Älteren Niederterrasse (t 6) von Löß bedeckt, darin Eltviller Tuff. BRUNOTTE (1979), Leine bei Einbeck, nach E exponierte Randbereiche der Älteren Niederterrasse von mehreren Metern Jungweichsel-Löß bedeckt.

Im südwestlichen Harzvorland ist die Fläche des oberen Kieskörpers der Älteren Niederterrasse nicht völlig frei von Decksedimenten. Von Auelehmbildungen abgesehen liegen auf der Kiesfläche, besonders in ihren Randbereichen, zu etwa einem Viertel 0,5 m mächtige lößbürtige Sedimente, die auf den jüngeren Terrassen fehlen. Es handelt sich hierbei um lokale Bildungen, die gegen Ende des Jungweichsels entstanden sein müssen, als sich die Flüsse erst mit dem Nachlassen der äolischen Lößakkumulation von den breiten Flächen der Niederterrasse zurückzogen. Im südwestlichen Harzvorland zeigen vor allem die Decksedimente in Harznähe eine solifluidale Prägung (vgl. auch JORDAN 1976). Daneben gibt es Bereiche, die äolischem Löß recht nahe kommen, was auch in anderen Gebieten im Mittelgebirgsraum beobachtet wurde (STEINMÜLLER 1965, Zorge; WILDHAGEN & MEYER 1972, Leine; UNGER 1974, Thüringen).

Reliktlauf im Aue-Tal: In die unzertalte Fläche der Älteren Niederterrasse des Aue-Trockentales ist ein System von ca. 0,5 m bis 1 m tiefen anastomosierenden Rinnen eingeschnitten, die kurz vor dem letzten Versiegen des Auelaufes entstanden sind (Abb. 4). Die jüngste Rinne liegt zentral und ist nicht mehr von dem oben beschriebenen Decksediment überlagert. Nach der von RÖSSERT (1976: 40) erweiterten STRICKLER-Formel läßt sich der Abfluß für ein reliefschaffendes Hochwasser in dieser Rinne mit ca. 50 m³/sec bis 60 m³/sec schätzen. Der Gesamtabfluß der Sieber (Aue-Tal und Hördener Tal) muß jedoch mindestens das Doppelte betragen haben, da die Sieber zu dieser Zeit noch bifurkierte, also 100 m³/sec bis 120 m³/sec. Das größte rezente Hochwasser in einer 30jährigen Beobachtungszeit hatte einen Abfluß von 70 m³/sec (HAASE et al. 1970). Der Hochwasserabfluß im ausgehenden Jungweichsel war demnach größer als der heutige, warmzeitliche.

Es muß vorläufig offen bleiben, warum das Aue-Tal kurz nach dem Ende der äolischen Lößsedimentation an der Wende Jungweichsel/Spätweichsel schon unter kaltzeitlichen Klimaverhältnissen aufgegeben wurde, so daß keine holozäne Einschnidung mehr erfolgte. Diese Beobachtung steht im Gegensatz zu den Befunden in älteren Abschnitten des Pleistozäns, wo die Sieber nach einer Akkumulationsphase jeweils noch über längere Zeit gleichzeitig in Hördener- und Aue-Tal erodierte, ehe das Aue-Tal schließlich zugunsten des Hördener Tales aufgegeben wurde. Möglicherweise sind hierfür erste Erdfälle im ehemaligen Verzweigungsbereich der Sieber verantwortlich zu machen. Die jüngste Periode der Erdfallbildung beginnt im südlichen Harzvorland unter kaltzeitlichen Bedingungen, wahrscheinlich nach dem Tauen des Dauerfrostes (RICKEN 1980: 50), (Abb. 6).

Die im Spätweichsel und Holozän folgenden Terrassen und Talauen sind nur noch im Hördener-Tal, besonders in der Subrosionssenke bei Herzberg und z. T. auch im Odertal ausgebildet. Sie fehlen im Aue-Tal, weil dieses in dieser Zeit trocken liegt.

2.5.4. Jüngere Niederterrasse

Sie ist in der Subrosionssenke bei Herzberg zweiphasig insgesamt ca. 3 m in die Ältere Niederterrasse eingetieft und war im Bereich von Profil C Abb. 4 mit einem 1 m mächtigen Umlagerungskörper aus Grobgeröllen aufgeschlossen. Die Jüngere Niederterrasse ist deshalb weitgehend als eine *Erosionsterrasse* anzusprechen, wobei die Lateralerosion durch Aufflaserung der Sieber in kleine, sich verzweigende und wieder vereinende Nebenarme einen großen Anteil gehabt haben dürfte. Die Terrassen-Ränder sind deshalb, ähnlich wie bei der Älteren Niederterrasse, gestreckt. Rinnen, die den Abfluß auf wenige Aktivitätsbereiche beschränkten, hat es nicht gegeben, im Gegenteil: Westlich von Herzberg kommt es im Gebiet des Eichholzes zu einer 1,5 km langen Bifurkation (Abb. 4).

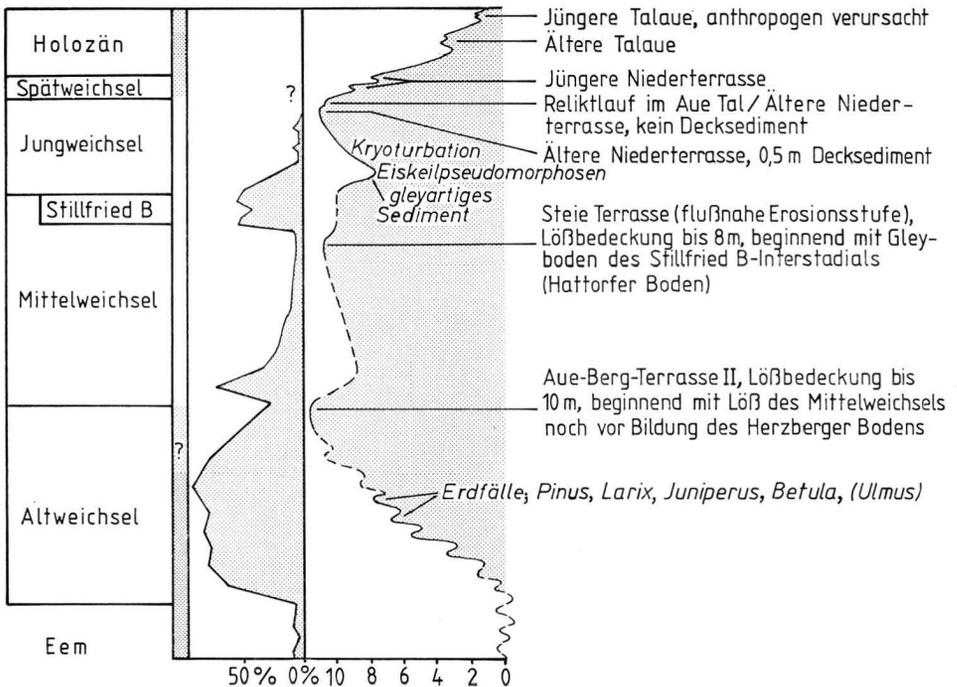


Abb. 6: Sedimentationsdiagramm für jungpleistozäne und holozäne Terrassen-Kiese der Sieber zwischen Herzberg und Hördern. Spalte 1: Löß-Stratigraphie. Spalte 2: Intensität der subrosiven Absenkung, schematisiert. Spalte 3: Intensität der Solifluktion im Hangbereich (Häufigkeit von Sediment-Streifung in Löß-Profilen, nach RICKEN [im Druck]), mit einem Maximum der Solifluktion im Altweichsel (Parabraunerden) und Nebenmaxima zur Zeit des Herzberger Bodens und vor und nach dem Stillfried B - Interstadial (kryoklastische Böden). Spalte 4: Mächtigkeit von Terrassen-Kiesen über der Kies-Basis der Älteren Niederterrasse. Die Kurve gibt lediglich die jeweilige Sediment-Höhe an (in Metern), die etwa der Grundwasser-Oberfläche im flußnahen Bereich entspricht, nicht aber die akkumulierten bzw. erodierten Sediment-Volumina. Der ausgeprägten Aufschotterung im Altweichsel während des Solifluktions-Maximums entspricht die kräftige, durch synerosive Subrosion gesteuerte Eintiefung im Spätweichsel und Holozän. Kleinere Erosionsphasen im Mittel- und Jungweichsel, sowie ein Teil der Erosion im Spätweichsel sind an Tundren-Klima gebunden, teilweise mit kryoklastischer Bodenbildung.

Die pollenanalytische Datierung der Basis einer Erdfall-Füllung auf der Jüngeren Niederterrasse ergab vorläufig ein früh-holozänes bis spätglaziales Alter. (Weiterführende Untersuchungen an diesem Erdfall werden z. Z. von Frau CHEN, Palynologie Göttingen, durchgeführt). Die Entstehungszeit der jüngeren Niederterrasse kann vorerst zwischen 14 000 — 13 000 Jahren BP (Ältere Niederterrasse) und etwa 10 000 Jahren BP eingengt werden. Damit unterscheidet sich die Sieber nicht von anderen Flüssen Mitteleuropas, wo vielerorts eine spätglaziale Erosions- und Aktivitätsphase nachgewiesen worden ist, hauptsächlich durch verlagerten Laacher Bims, wie z. B. im Leinetal (WILDHAGEN & MEYER 1972).

2.6. Holozäne Terrassenkiese

2.6.1. Ältere Talaue

Die Ältere Talaue ist mit mäanderförmig gebogenen Erosionsrändern in die älteren Bildungen eingetieft und erreicht in der Subrosionssenne bei Herzberg Erosionsbeträge gegenüber der Älteren Niederterrasse von 4 bis 10 m. In Profil C der Abb. 4 war in der Älteren Talaue ein 2 m mächtiger, geröllreicher und mit Lehm durchsetzter Schotterkörper aufgeschlossen. Das Alter liegt zwischen größer 10 000 Jahren BP (Jüngere Niederterrasse) und rd. 2 000 Jahren BP (Beginn der jüngstholozänen Sedimentation in der Oderaue). Wahrscheinlich ist der größte Teil der Kiese jünger als das untere Atlantikum, da die Talaue bei Pöhlde in eine Erdfallreihe einbiegt, die etwa in dieser Zeit entstanden sein dürfte (RICKEN 1980).

2.6.2. Jüngere Talaue

Die Feinkiese der Jüngeren Talaue begleiten eng die heutigen Flußläufe. Sie sind bei Pöhlde zweiphasig aufgeschottert, beginnen jeweils mit einer Groblage und können insgesamt 2,5 m mächtig werden (Taf. 1, Fig. 4). Der untere Teil konnte 1 km westlich Pöhlde durch eine ^{14}C -Bestimmung auf 1780 ± 55 Jahre BP datiert werden (Holz, 1,6 m unter Flur, Nieders. L.A. f. Bodenforsch. Labor Nr. Hv 9289). Der obere Feinkies-Körper, enthält wie viele Harzbäche Hüttenschlacken und dürfte der Periode intensiver Eisenverhüttung vom 16. bis zum Beginn des 18. Jahrhunderts entsprechen, als es zu einer weitgehenden Entwaldung in den Tälern von Oder und Sieber kam (HILLEGEIST 1977).

2.7. Flußgeschichte

Bei der Flußgeschichte der Sieber geht es vor allem um das Auffinden der Perioden, in welchen die Sieber bifurkierte bzw. kurzfristig und wiederholt von einem Tal in das andere wechselte und in welchen sie dauerhaft nur einen Flußarm benutzte. Wie oben bereits dargestellt, bifurkierte die Sieber in allen Phasen größerer Kies-Akkumulation, vermutlich auch während der Bildung der Oberterrasse. Verglichen mit den Akkumulationsphasen ist es jedoch schwierig zu ermitteln, ob die Sieber auch in Phasen der Tiefenerosion bifurkierte.

Dazu kann man vereinfacht die Basis eines Kieskörpers als das Niveau auffassen, auf dem der Fluß am Ende seiner Erosionsphase floß, kurz bevor der neue Kieskörper sedimentiert wurde. Läge die Kies-Basis im Aue- und Hördener-Tal auf gleichem Niveau, so wären beide Arme gleichwertig benutzt worden. Lägen die Kiese eines Laufes in der Nähe der Verzweigungsstelle auf tieferem Niveau, so wäre dieser Lauf wegen seines partiell steileren Gefälles bevorzugt worden. Die Oberflächen der Kieskörper können sich dagegen nicht in ihrer Höhenlage unterscheiden, da wegen der Bifurkation am Ende der Akkumulationsphase keiner der beiden Flußläufe ein bevorzugtes Gefälle besaß.

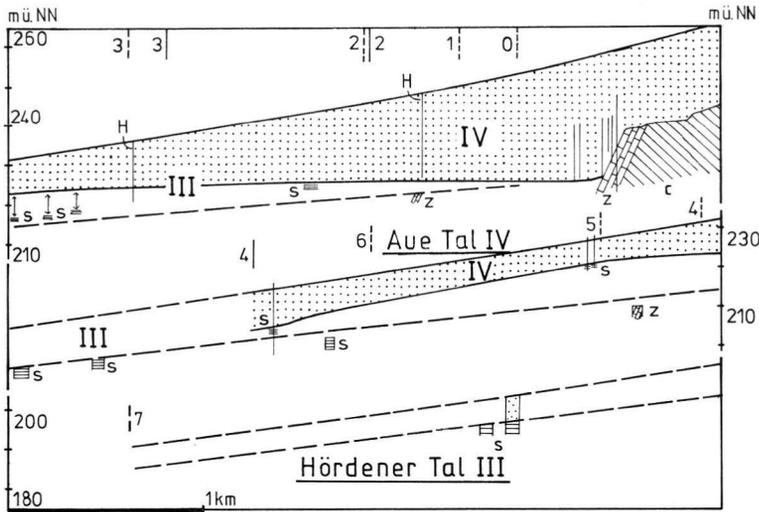


Abb. 7: Kieskörper der Mittelterrasse, Längsprofile für Hördener Tal (III) und Aue Tal (IV). Profilverlauf, Bohrungen und Aufschlüsse s. Abb. 1. Knicke im Profil sind für das Aue Tal mit durchgezogenen Linien, für das Hördener Tal mit gestrichelten Linien angegeben. Bohrungen ergänzt nach VLADI (1976), SEEDORF (1955) und PIEHLER (1969). Die Profile sind übereinander liegend dargestellt, so daß die Oberflächen der beiden Kieskörper zusammenfallen. Aufschlüsse: Kästen. s: unterer Buntsandstein. z: Zechstein. c: Karbon.

Abb. 7 und 8 zeigen Längsprofile durch die beiden Bifurkations-Täler der Sieber. Im Hördener-Tal werden Mittel- und Niederterrasse doppelt so mächtig wie im Aue-Tal, während die Oberflächen der beiden Kieskörper auf einem Niveau liegen. Aus diesem Befund können aber flußgeschichtliche Aussagen nur dann abgeleitet werden, wenn ...

1. die Längsprofile auch die tiefste Lage der Basis geschichteter Kiese angeben. Im Stadtgebiet von Herzberg, wo Aufschlüsse weitgehend fehlen, kann nicht zwischen geschichteten und verstürzten Kiesen, die in Form von Erdfall-Schlot-Füllungen den Untergrund durchsetzen, unterschieden werden. Über die Kiesmächtigkeiten der Mittelterrasse ist noch zu wenig bekannt, vor allem auf dem Areal zwischen Aue- und Oder-Tal. Für die Niederterrasse ist aber der verdickte Kieskörper im Hördener-Tal und im Aue-Tal durch vollständige Querprofile belegt (Kiesgruben, Hammerschlagseismik, Bohrungen; Abb. 4).
2. der Fluß am Ende einer Erosionsphase wirklich im Niveau der Basis des darauf akkumulierten Kieskörpers floß und nicht auf einem höheren Niveau. Seine Kiese könnten in einem späteren Stadium der Akkumulation großflächig subrosiv, d. h. ohne die Schichtung zu zerstören, abgesenkt worden sein. Solchen Vorgängen scheint aber im Siebertal keine vorrangige Bedeutung zuzukommen, da sich die geschichteten Kiese der Älteren Niederterrasse des Hördener Tales in großer Mächtigkeit bis in das Harz-Paläozoikum hinein fortsetzen. An der Mündung der Lonau liegen mindestens 18 m geschichtete Kiese der Lonau-Niederterrasse auf Zechsteinkalk und Grauwacken in einer verschütteten Schlucht. Diese Kiese können nicht subrosiv abgesenkt worden sein. Sieber

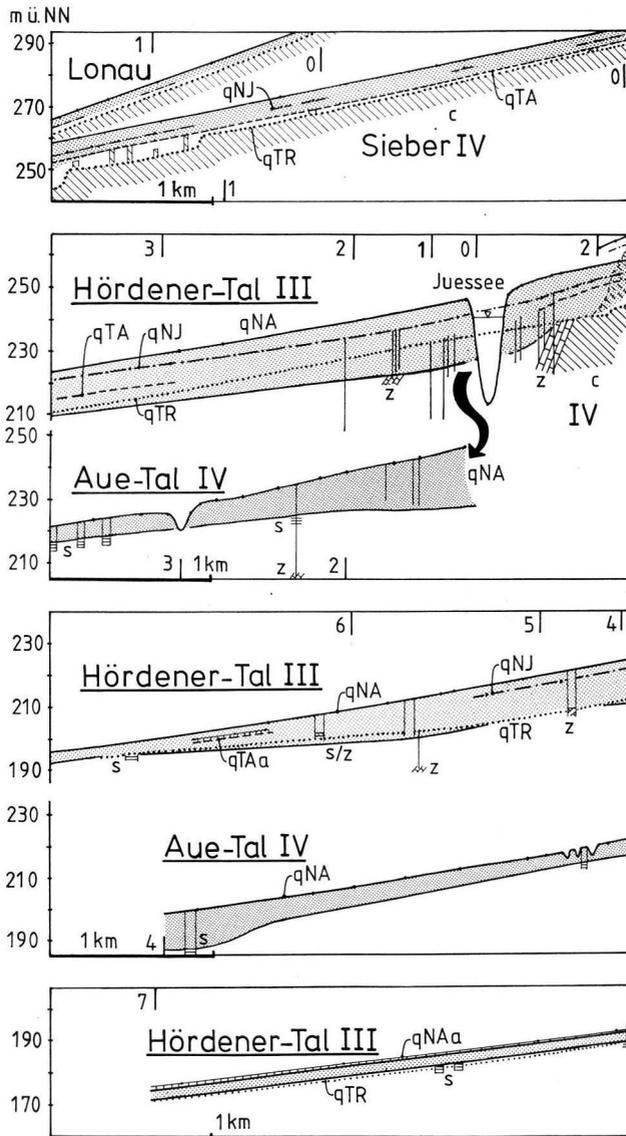


Abb. 8: Kieskörper der Älteren Niederterrasse, Längsprofil durch Hördener Tal (III) und Aue Tal (IV). Profilverlauf, Lage von Bohrungen und Aufschlüssen s. Abb. 1. Bohrungen ergänzt nach VLADI (1976), SEEDORF (1955) und PIEHLER (1969). Hördener Tal und Aue Tal sind getrennt dargestellt, der Bifurkationsbereich ist durch Pfeil gekennzeichnet. Bezeichnungen wie in Abb. 7. Im Hördener Tal sind zusätzlich folgende Erosionsniveaus bzw. Kieskörper angegeben (vgl. Abb. 4): qNJ: Jüngere Niederterrasse. qTA: Ältere Talaue. qTJ: Jüngere Talaue. qTR: Rezente Talaue. Bedeckung von Terrassen mit Auelehm (a): Leiter-Signatur.

und Lonau flossen also bei maximaler Eintiefung vor der Sedimentation der Niederterrasse weitgehend im Niveau ihrer späteren Kiesbasis.

Nach diesen Befunden wurde das Aue-Tal irgendwann zwischen dem Ende der Saale-Zeit und dem Altweichsel, also im Eem-Interglazial, zugunsten des Hördener-Tales aufgegeben und dieses um den doppelten Betrag wie das Auetal eingetieft. In diesem übertieften Talabschnitt wurde dann im Altweichsel der mächtige Kieskörper der Niederterrasse sedimentiert, wobei die Tal-Rinne während der Akkumulation wahrscheinlich durch Seitenerosion erweitert wurde. Durch die rasche Aufsedimentation — die Aue-Berg-Terrasse II (Altweichsel) liegt nur geringfügig über dem Niveau der Älteren Niederterrasse — wurde das Aue-Tal schon früh, d.h. während des Altweichsels, wieder in die Sedimentation mit einbezogen.

Abgesehen von dem ungewöhnlich frühen Trockenfallen des Aue-Tales zu Beginn des Spätglazials verhält sich die heutige, holozäne Sieber ähnlich wie die Eem-Sieber: Sie tieft sich in der Subrosionssenke bei Herzberg enorm ein, nämlich maximal 18 m (!) gegenüber der Älteren Niederterrasse (Abb. 8); das ist das 6fache der Eintiefung in den Buntsandstein-Gebieten. Wie im Eem-Interglazial bilden die Sieber und ihre Nebenbäche Gr. Steinau, Gr. Lonau, Gr. Gründelke, verursacht durch die rückschreitende Erosion, Steilfälle am Harzrand aus; die Sieber und die beiden letztgenannten Bäche haben klammartige Schluchten in Grauwacken und Terrassen-Kiesen (z. B. Lonauer Wasserfall).

Nach dem derzeitigen Kenntnisstand können die Phasen mit Bifurkation bzw. nicht Bifurkation der Sieber gemäß Tabelle 2 festgelegt werden.

Tab. 2: Abriß der Flußgeschichte der Sieber (zeitliche Einordnung der Kieskörper nach Tab. 1)

	Hördener-Tal (subsequent)	Aue-Tal (konsequent)
Holozän	Erosion u. Sedimentation wechselnd	trocken
Weichsel-Glazial	mehrphasige Kiessedimentation	mehrphasige Kiessedimentation
Eem-Interglazial	überwiegend Erosion	zunächst noch Erosion, dann trocken
Warthe-Stadial oder älter	einphasige Kiessedimentation	einphasige Kiessedimentation
Drenthe/Warthe-Interstadial ?	kräftige Erosion	Erosion, Trockenfallen möglich
Drenthe-Stadial ?	Kiessedimentation (?)	Kiessedimentation
Holstein-Interglazial ?	kräftige Erosion	kräftige Erosion
Elster-Glazial ?	Kiessedimentation	Kiessedimentation wahrscheinlich

2.8. Klimatische Bedingungen der fluviatilen Akkumulation und Erosion

Die oben dargelegten Befunde über den Aufbau der Kieskörper und den mit diesen gleichzeitig gebildeten und teilweise überlagernden Lössen und ihre Derivate zeigen, daß fluviatile Akkumulation und Erosion jeweils unter sehr verschiedenen Klimabedingungen stattfinden können. Da die Kiese der Oberterrasse und Älteren Mittelterrasse ungenügend aufgeschlossen sind, erfolgt die Interpretation vor allem an der Mittelterrasse, Niederterrasse und jüngeren Bildungen.

2.8.1. Akkumulation

2.8.1.1. Akkumulation unter kalt-feuchten Klimaverhältnissen

Ein Beispiel hierfür stellt die in Subrosionsgebieten sehr mächtige Ablagerung des unteren Kieskörpers der Älteren Niederterrasse dar, der sich am Aue-Berg sehr wahrscheinlich in der Aue-Berg-Terrasse II fortsetzt. Wie oben dargelegt, fällt die Sedimentation der Kiese in das Altweichsel, einen in sich gegliederten Abschnitt von rd. 30 000 Jahren, in dem sich am SW-Harz boreale Nadel- und Birkenwälder und waldfreie Phasen abwechselten. Wie die statistische Auswertung von Lößbohrungen ergeben hat, war das Altweichsel die Periode mit der größten solifluidalen Umlagerung innerhalb der letzten Eiszeit (RICKEN, im Druck), (Abb. 6). So sind Altweichsel-zeitliche Umlagerungssedimente aus resedimentierten Terrassen-Kiesen und umgelagerten Parabraunerde-Pseudogleyen am SW-Harz weit verbreitet, wie z. B. die Schwemmfächer auf der Aue-Berg-Terrasse I. Da in dieser Periode der solifluidale Sedimentumsatz außerordentlich hoch war, andererseits genügend Lockermaterial aus der überwiegend chemischen Verwitterungsperiode des Eem-Interglazials zur Verfügung stand, sedimentierten die Flüsse einen mächtigen mit braunem Lehmmaterial durchsetzten Kieskörper.

Möglicherweise gehören die bis 100 m mächtigen Kiese der Oberterrasse in der Subrosionssenne bei Osterode ebenfalls in diese Kategorie. JORDAN (1976) beschreibt, daß die Kiese stark von Solifluktionmaterial durchsetzt sind. Schlufflinsen aus dem unteren Teil enthalten Kohlen von *Pinus sp.* (JORDAN 1976).

2.8.1.2. Akkumulation unter arktischen Klimaverhältnissen

Hierzu gehören der größte Teil des Kieskörpers der Mittelterrasse, welcher nach den überdeckenden Lößböden wahrscheinlich synchron mit der Warthe-zeitlichen Löß-Akkumulation sedimentiert wurde, möglicherweise aber doch noch älter ist (RICKEN, im Druck). Ebenso ist der obere Kieskörper der Älteren Niederterrasse, der den Jungweichsel-Löß faziell vertritt, als eine Ablagerung in hochglazialen Klima aufzufassen. Beiden Kieskörpern ist gemeinsam, daß sie nur wenig Lehmmaterial enthalten und deshalb „sauber“ erscheinen. Die mittlere Korngröße schwankt zwischen Feinkies und Grobkies; demnach waren die Hochwässer wechselnd stark. Für die Bereitstellung von Gesteinschutt unter hochglazialen Klimabedingungen kommen im wesentlichen nur die Bildung von Frostschutt und Moränenmaterial aus der Eigenvergletscherung des Harzes (DUPHORN 1969), nicht aber Solifluktion in Frage. Nach Abb. 6 war die Solifluktion im oberen Jungweichsel äußerst gering, trotz gelegentlicher schwacher Bodenbildung bei oberflächlich getautem Dauerfrostboden.

2.8.1.3. Akkumulation unter warmzeitlichen Klimaverhältnissen

Geringmächtige Akkumulation von nur Feinkiesen und Sanden in den jungholozänen Talauen der Flüsse am Südharz zeigen die geringe Wirkung holozäner Hochwässer, trotz weitgehender Entwaldung des Südwestharzes als Folge der Holzkohलगewinnung im 17. und 18. Jahrhundert.

2.8.2. Erosion

2.8.2.1. Erosion unter kalten bis arktischen Klimaverhältnissen

Verschiedentlich wurde während kleinerer Erosionsphasen in der Weichsel-Zeit offenbar so langsam eingetieft, daß es nicht zur Bevorzugung von wenigen Rinnen kam, auf denen Abfluß und Erosion verstärkt erfolgen konnten. Vielmehr wird der Habitus des

anastomosierenden Flußlaufes beibehalten (vgl. Rinnensystem im Aue-Tal, Abb. 4), und der Aktivitätsbereich nur bei kleineren Flüssen erheblich eingeschränkt (Markau). Beispiele hierfür sind die Erosionsphasen nach Akkumulation der Aue-Berg-Terrasse II, die Eintiefungsphasen von Sieber und Markau im frühen Jungweichsel und die Eintiefung der Jüngeren Niederterrasse im Spätweichsel. Während dieser Phasen wurden die Flußauen zwar nur wenige Meter eingetieft, die Volumenbeträge sind aber wegen der Breite der Eintiefung hoch. Klimatisch sind diese Abschnitte durch *Tundraböden* und eine *fehlende oder geringe Lösssedimentation* gekennzeichnet (Abb. 6). Ein Dauerfrostboden fehlte, oder war oberflächlich getaut, wie im Spätweichsel und während der Bildungsphasen von Herzberger Boden und dem wj 1-Bodenkomplex. Offenbar sind, als Folgen leichter Klimaverbesserungen, erhöhte Abflüsse aufgetreten, wie die Verhältnisse im Reliktlauf des Aue-Tales nahelegen.

Zu bedeutender kalkklimatisch geprägter Erosion in den Buntsandsteingebieten von gut 25 m Tiefe kam es nach der Kiesakkumulation der Älteren Mittelterrasse, eine richtige Korrelation von Lößböden und Terrassen vorausgesetzt. Die Erosion fand offenbar im Drenthe/Warthe-Interstadial statt, wo es nach den Befunden der Lößstratigraphie lediglich neben geringer Löß-Sedimentation zur Bildung von kryoklastisch geprägten Tundraböden kam (Hördener Bodenkomplex, RICKEN, im Druck).

2.8.2.2. Erosion unter warmzeitlichen Klimaverhältnissen

Das vorliegende Beobachtungsmaterial reicht vorläufig nicht aus, um den Zeitpunkt der Erosion in den Interglazialen einzuengen. Es ist nicht sicher, ob die Erosion schon unter kalkklimatischen Bedingungen im frühen oder erst im späten Interglazial oder während des Wärmemaximums erfolgte. Nach den Terrassen-stratigraphischen Befunden ist im Holozän die Erosion außerhalb der Herzberger Subrosionssenke nach Tiefe, vor allem aber nach Volumen gering. Läßt man die jungholozänen, anthropogen gebildeten Feinkieskörper unberücksichtigt, so ergeben sich für die holozäne Eintiefung ab der Jüngeren Niederterrasse Beträge von 2 m bis 3 m. Die hohen Eintiefungs-Beträge, die für das Spätweichsel und das Holozän der Abb. 6 entnommen werden können, sind durch Auslaugungsvorgänge verstärkt und gelten nur für die Subrosionssenke bei Herzberg.

3. Fluviale Subrosionssenken

Im südharzer Zechsteingürtel und in den durch Salzauslaugung entstandenen Subrosionsbecken in S-Niedersachsen wurden Quartärfüllungen bis zu 100 m und darüber beobachtet (z. B. BENDA et al. 1968; BRUNOTTE et al. 1977; JORDAN 1976, 1979; KRIEBEL 1969; LÜTTIG 1969; SEEDORF 1951; STREIF 1970), wobei es sich um genetisch verschiedene Typen von Subrosionssenken handelt. Die hier näher erläuterten fluvialen Subrosionssenken besitzen im Vergleich zu limnischen Subrosionsbecken wegen der Vorgänge von Akkumulation, Erosion und Seitenerosion eine Eigendynamik. Einfache Beziehungen zwischen Sedimentfüllung und Absenkungsbetrag, wie sie bei limnischen Subrosionsbecken im Idealfall angewandt werden können, bestehen nicht.

3.1. Syndimentäre Subrosion

Das ca. 3 km breite und 5 km lange Kieslager der Niederterrasse der Oder im Bereich von Pöhlde, das sogenannte „Pöhlde Becken“ (Abb. 1) kann als eine typische fluviale Subrosionssenke mit syndimentärer Subrosion gelten. Das Pöhlde Becken ist über einem Horst im Hauptanhydrit angelegt, der gegen den umgebenen Buntsandstein versetzt ist. Das Verwerfungssystem hat etwa 100 m Sprunghöhe und verläuft in mehreren Linien nordöstlich vom Rotenberg (JORDAN 1979). Der ehemals oberflächennah an-

stehende Hauptanhydrit wurde fast völlig abgelautet und im wesentlichen durch Terrassen-Kiese ersetzt. Der untere Kieskörper der Älteren Niederterrasse der Oder ist auf einem rd. 4 km langen Talstück von normal 5 m bis 10 m auf 65 m verdickt und bildet eine große Kieswanne (Abb. 9 und JORDAN 1979, Abb. 2). Eine Stratifizierung des Kies-Bohrgutes aus den in Abb. 9 angegebenen Wasserbohrungen ist durch den Vergleich mit benachbarten Terrassen-Kiesen möglich. Mittel- und Niederterrassen-Kiese der Oder sind aufgrund ihres Gehaltes an Grauwacken unterscheidbar, da während der Sedimentation der Mittelterrasse die Sieber noch in breiter Front in das Pöhlder Becken mündete und dort den Grauwacken-Anteil der Oder-Kiese erhöhte. Wegen des stark aufgemahlene Bohrgutes konnten nur noch Kiese der Fraktion 2 mm bis 4 mm bestimmt werden (Bruch, Lupe). Die Ergebnisse sind in Tabelle 3 dargestellt.

Gegenüber Aufschlüssen enthält das Bohrgut um 10 bis 20 % erhöhte Gehalte an Tonschiefer, der offenbar beim Bohrvorgang selektiv stark zerkleinert wird und teilweise Gerölle vortäuscht. Bohrproben mit einem Quotienten von Grauwacke zu Tonschiefer von 0,49 bis 0,58 dürften der Niederterrasse zuzurechnen sein, Quotienten von 0,77 bis 0,86 der Mittelterrasse. Der Wert von 0,63 vermittelt zwischen diesen Gruppen. Es könnte sich hierbei um Eem-Kiese handeln.

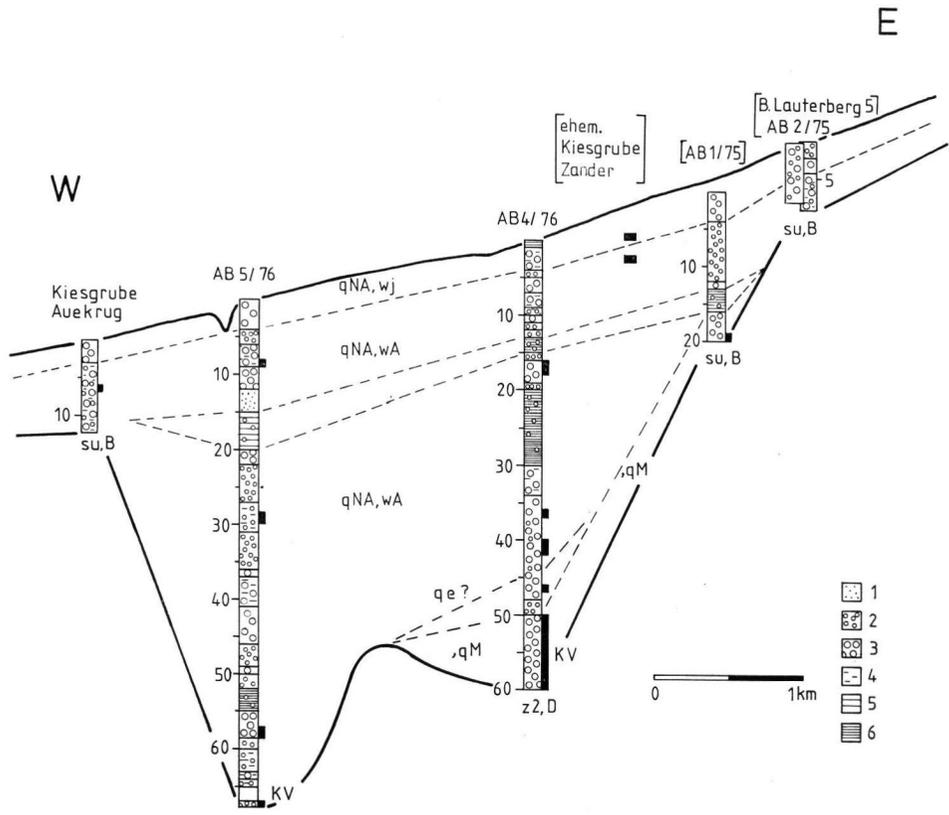


Abb. 9: Längsprofil durch das Pöhlder Becken (V). Lage von Profil, Bohrungen und Aufschlüssen s. Abb. 1. Projizierte Bohrungen und Aufschlüsse in Klammern. ■ Probeentnahme für Geröllzählungen, vgl. Tab. 3. z2, D: Staßfurt-Dolomit des Zechsteins. su, B: Bröckelschiefer des Unteren Buntsandsteins. qM: Kies der Mittelterrasse. qe?: Kiese fraglich Eem. qNA: Kiese der Älteren Niederterrasse. wj, wa: Jung- und Altweichsel. KV: Kernverlust. 1 Sande, Feinkies. 2 Kies. 3 Gerölle. 4 schwach schluffig. 5 schluffig. 6 stark schluffig bis tonig.

Tab. 3: Pöhlder Becken, Zusammensetzung von Kiesen der Frakton 2 bis 4 mm in % (Bohrungen und Kiesgruben bzw. nat. Aufschlüsse ●).
Entnahmestellen der Proben s. Abb. 9.

Bohrung Kiesgrube	Meter	Grund- menge	Grau- wacke	Ton- schiefer	Kiesel- schiefer	Granit Hornfels	Quarz	Quarzit	Sonstige	Grauwacke zu Tonschiefer
Zander ●	4— 5	200	29,9	55,4	2,7	4,0	7,6	0,4	0,0	0,54
Zander ●	7— 8	200	30,5	52,5	2,0	4,0	9,0	2,0	0,0	0,58
Auekrug ●	6— 7	200	31,5	44,0	5,0	3,0	16,0	0,5	0,0	0,72
AB 5/76	28—30	241	27,8	65,6	0,9	1,2	4,1	0,0	0,4	0,42
AB 5/76	57—59	248	30,7	62,9	1,2	1,2	4,0	0,0	0,0	0,49
AB 4/76	17—18	118	30,8	60,3	3,0	4,9	1,0	0,0	0,0	0,51
AB 4/76	40—42	161	31,6	58,5	1,2	6,8	1,9	0,0	0,0	0,54
AB 4/76	36—37	166	32,2	58,4	2,4	5,4	0,6	1,0	0,0	0,55
AB 5/76	8— 9	273	32,9	58,6	2,2	4,4	1,5	0,0	0,4	0,56
AB 5/76	67—68	235	31,9	54,9	1,3	5,1	6,0	0,4	0,4	0,58
AB 4/76	46—47	173	34,3	54,7	1,1	7,0	2,9	0,0	0,0	0,63
AB 1/75	19—20	173	39,3	50,9	0,6	5,2	4,0	0,0	0,0	0,77
AB 4/76	50—60	145	40,6	47,0	1,2	9,7	1,5	0,0	0,0	0,86
Mittelterrasse ●		200	45,0	42,4	3,6	2,0	5,0	2,0	0,0	1,06

Da der verdickte Sedimentkörper überwiegend nicht aus Seesedimenten, sondern aus Kiesen aufgebaut ist, müssen diese aus einem Niveau, in dem die Oder noch kein Gegenfalle bekam, abgesenkt worden sein. Sie sind vermutlich in den liegenden Teilen zunehmend ungeschichtet. Da jedoch in den Kiesgruben bis zu einer aufgeschlossenen Tiefe von maximal 10 m oberer und unterer Kieskörper überwiegend geschichtet sind — z. T. mit ausgedehnten Schlufflagen — muß die Absenkung synd sedimentär erfolgt sein und zwar mit einer nach oben abnehmenden Intensität.

Wegen der Erweiterung durch Seitenerosion und der Klima-bedingten Akkumulation entspricht der aus dem Volumen der Quartär-Füllung des Pöhlder Beckens errechenbare subrosive Absenkungsbetrag nicht der wahren Absenkung. Bei einer Übertiefung von 40 m bis 55 m gegenüber der normalen Mächtigkeit des unteren Kieskörpers von ca. 10 m und einer vermuteten Sedimentationsdauer für das Altweichsel von rd. 30 000 Jahren ergeben sich für den Zentralteil des Pöhlder Beckens Absenkungsbeträge von 13 m bis 18 m in 10 000 Jahren.

3.2. Synerosive Subrosion

In der Subrosionssenke des Werra-Anhydrits, die sich von Herzberg ca. 3 km NW in das Siebortal erstreckt, kommt es heute, wie auch früher im Eem-Interglazial, zu einer ausgeprägten Tiefenerosion (vergl. Kapitel 2.7.). Die Eintiefung erreicht gegenüber der Niederterrasse maximal 18 m. Dabei verläuft die Oberfläche der Jüngeren Niederterrasse noch weitgehend parallel mit der Älteren Niederterrasse, während die Talauen-Stufen etwa zwischen Harz und dem Buntsandstein-Ausstrich gegenüber der Niederterrasse durchgebogen sind (Abb. 8). Die Übertiefung in der Subrosionssenke beendete zunächst die Bifurkation der Sieber und verursachte am Harzrand Steilfalle und Schluchten — eine Folgewirkung der rückschreitenden Erosion. Die Periodizität der Übertiefung des Hördener-Tales und das damit gekoppelte Versiegen des Aue-Tales im Spätweichsel und Holozän, im Eem und vermutlich auch vor der Sedimentation der Mittelterrasse zeigt, daß es sich hierbei *n i c h t* um ein tektonisches Phänomen einer Terrassenverbiegung im Sinne einer „Harzhebung“ handeln kann (HÖVERMANN 1950), zumal die Oberflächen der Kieskörper von Niederterrasse und Mittelterrasse parallel liegen. Ebenso kann nicht in Frage kommen, daß die pleistozänen Kieslager in der Subrosionssenke leichter als die Grauwacken und die Gesteine des Unteren Buntsandsteins erodiert werden. Die Oder fließt nämlich im Pöhlder Becken ebenfalls in mächtigen Kiesen, ohne sich in diese besonders ausgeprägt einzuschneiden. Ein Vergleich der Terrassen an Söse, Sieber und Oder durch PIEHLER (1969) und die Untersuchungen im Raum Seesen durch THIEM (1972) zeigen, daß kräftige holozäne Eintiefung nur dann auftritt, wenn unter den übertieften Talabschnitten Gipse liegen. Die Oder quert zwar auch den Zechstein wie andere Harzflüsse. Jedoch wird ihr Kieskörper aufgrund fazieller Änderungen des Zechsteins mit dem Übergang von Anhydrit zu Dolomit und aufgrund der weitgehend abgeschlossenen Ablaugung des Hauptanhydrits (JORDAN 1979, Abb. 2) im Pöhlder Becken nur noch gering von Gips unmittelbar unterlagert.

Wie sich aus Kiesgruben-Aufschlüssen, Datierungen von Erdfällen und der Auswertung von Erdfall-Böschungen ergibt, fehlt während des Hochglazials am SW-Harz die subrosive Absenkung oder war gering. Sie setzt erst im Spätglazial ein, erreicht insgesamt im Präboreal bis Atlantikum ein Maximum und dauert heute noch an (RICKEN 1980: 50). Damit fällt am SW-Harz die postglaziale Subrosion zeitlich mit der postglazialen Eintiefungstendenz der Flüsse zusammen. Dieser Umstand ist wahrscheinlich für die Tal-Übertiefung verantwortlich. Vermutlich kommt es zu einer Wechselwirkung zwischen Erosions- und Subrosionsvorgängen, die die Intensivie-

rung beider Prozesse im Talbereich zur Folge hat (synerosive Subrosion). Durch die Eintiefung wird dem liegenden Gipskarst verstärkt sulfatarmes Wasser zugeführt, so daß die Gipsauflösung erhöht wird. Erdfälle und Senken, die sich in der Talauie bilden, tragen zur Tieferlegung des Untergrundes bei. Sie regen die Erosion an, da sie als Sedimentfänger wirken und Steilkanten usw. als Ansatzpunkte für die Erosion schaffen. Als Folge entstehen gegenüber den Normalgebieten übertiefte Talabschnitte, die dann in der nachfolgenden Kaltzeit mit Kiesen verfüllt werden. Auf diese Weise bilden sich übernormal mächtige, aber geschichtete Kieskörper. So ist im Hördener-Tal der Eem-zeitlich übertiefte Talabschnitt (mehrphasig) durch die Sedimentation geschichteter Kiese der Älteren Niederterrasse wieder verfüllt worden. Interglaziale Übertiefung und (früh)-kaltzeitliche Auffüllung der übertieferten Täler, die dabei durch Seitenerosion erweitert werden, ist analog zu den Vorgängen im Sieber-Tal vermutlich eine wesentliche Ursache für die übernormal mächtigen, aber geschichteten Kiesvorkommen im Zechstein-Ausstrich des Südharzes. Hierzu gehören wahrscheinlich die gut 40 m mächtigen Kiese der Oberterrasse bei Osterode im Bereich des Butter-Berg-Tunnels. JORDAN (1976), der zahlreiche Bohrungen und Tiefenaufschlüsse beim Tunnelbau ausgewertet hat, beschreibt diese Kiese als bis zu ihrer Basis geschichtete Ablagerungen mit z. T. 100 m horizontal durchhaltenen Schlufflinsen, die nur lokal verstellt sind.

Für die Erklärung übernormal mächtiger geschichteter Kieslager scheint eine großflächige, synsedimentäre Absenkung von Kiesen im Verband nur eine untergeordnete Rolle zu spielen. Erstens spricht die Situation im Sieber-Tal gegen eine solche Deutung, wo geschichtete mächtige Kiese noch auf Harz-Paläozoikum liegen. Zweitens haben aktuogeologische Beobachtungen an 290 ungestörten Erdfällen und Subrosionssenken auf verschiedenen Flächen der Niederterrasse des Süd-Harzes ergeben, daß Erdfälle des Spätweichsels und Holozäns 7 mal häufiger sind als flache, durch subrosive Absenkungen entstandene Senken und Erdfälle 5 mal höhere Subrosionsvolumina als diese aufweisen.

4. Dank

Herr Prof. B. MEYER (Inst. f. Bodenkunde, Göttingen), der auch das Manuskript redigierte, förderte die Arbeit durch sein andauerndes Interesse und seine tatkräftige Hilfe bei Gelände- und Laborarbeiten. Herr Dr. GRÜGER (Abt. f. Palynologie, Göttingen) und Herr Prof. WILLERDING (Göttingen) übernahmen die Paläobotanischen Bestimmungen. Herr Dr. HOHM (Geol. Inst. Hannover) schoß mit seiner Hammerschlag-Seismik ein 120 m langes Querprofil durch das Aue-Tal. Herr Dr. JORDAN (Nieders. L. A. f. Bodenf.) vermittelte ein ¹⁴C-Datierung und Bohrgut aus den Wasserbohrungen im Pöhldeer Becken. Herr Prof. SEMMEL (Geogr. Inst. Frankfurt), Herr Dr. HANNSS (Geogr. Inst., Tübingen), Herr Prof. MEISCHNER und Herr Dr. PAUL (beide Geol.-Paläont.-Inst., Göttingen) verdanke ich wichtige Literaturhinweise und kritische Stellungnahmen. Herr Prof. EINSELE (Geol.-Paläont.-Inst., Tübingen) sah ein frühes Manuskript dieser Arbeit kritisch durch.

Bei der Bohr-Arbeit im Gelände halfen: Rainer BICK (Göttingen), Michael JAHN (Northeim), Christian MIEHR (Berlin), Hildburg STÖCKMANN (Han. Münden), Dipl. Geol. Firouz VLADI (Osterode), Hajo WEINBERG (Hamburg) und Hilmar ZANDER (Berlin).

5. Schriftenverzeichnis

- BEHRE, K. E. (1974): Die Vegetation im Spätpleistozän von Osterwanna/Niedersachsen. — *Geol. Jb.*, **A 18**: 3—48, 8 Abb., 5 Taf.; Hannover.
- BENDA, L., GAERTNER VON, H. R., HERRMANN, R., LÜTTIG, G., STREIF, H., VINKEN, R. & WUNDERLICH, H. G. (1968): Känozoische Sedimente in tektonischen Fallen und Subrosionssenken in Süd-Niedersachsen. — *Z. dt. geol. Ges.*, **117**: 713—726, 1 Abb., 1 Tab., Hannover.
- BRUNOTTE, E. (1978): Zur quartären Formung von Schichtkämmen und Fußflächen im Bereich des Markoldendorfer Beckens und seiner Umrahmung. — *Göttinger geograph. Abh.*, **72**: 1—138, 51 Abb., 6 Tab., 4 Beil.; Göttingen.
- & SICKENBERG, O. (1977): Die mittel- und jungquartäre Entwicklung des Leinetales zwischen Northeim und Salzderhelden unter besonderer Berücksichtigung der Subrosion. — *Geol. Jb.*, **A 44**: 3—43, 14 Abb., 4 Tab., 4 Taf.; Hannover.
- DUPHORN, K. (1968): Ist der Oberharz im Pleistozän vergletschert gewesen? — *Eiszeitalter u. Gegenwart*, **19**: 164—174, 4 Abb.; Öhringen.
- (1969): Geologische Ergebnisse einer Grabung in der Einhornhöhle bei Scharzfeld am Harz. — *Jahresh. Karst u. Höhlenkde.*, **9**: 83—90, 2 Abb.; München.
- FINK, J. (1962): Studien zur absoluten und relativen Chronologie der fossilen Böden in Österreich. II Wetzleinsdorf und Stillfried. — *Archaeologia Austriaca*, **31**: 1—18, 7 Abb.; Wien.
- HAASE, H., SCHMIDT, M. & LENZ, J. (1970): Der Wasserhaushalt des Westharzes (Hydrologische Untersuchungen 1941—1965). — *Veröff. d. nieders. Institut für Landesk. u. Landesentw. an d. Univers. Göttingen*, **A 95**: 1—96, 59 Abb., 27 Taf., 133 Tab.; Göttingen.
- HILLEGEIST, H. H. (1977): Die Geschichte der Lonauer Hammerhütte bei Herzberg/Harz. — *193 S.*, 75 Abb., 1 Kt.; Göttingen (Vandenhoeck & Ruprecht).
- HÖVERMANN, J. (1949): Morphologische Untersuchungen im Mittelharz. — *Göttinger geograph. Abh.*, **2**: 1—80, 8 Taf., 1 Kt.; Göttingen.
- (1950): Die diluvialen Terrassen des Oberharzes und seines Vorlandes. Ein Beitrag zur Frage der Harzhebung. — *Peterm. geogrph. Mitt.*, **3**: 121—130, 9 Abb., 1 Kt.; Gotha/Leipzig.
- JORDAN, H. (1976): Die Terrassenkiese im Sösetal am Harz. — *Geol. Jb.*, **A 36**: 75—101, 13 Abb., 1 Tab.; Hannover.
- (1979): Der Zechstein zwischen Osterode und Duderstadt (südliches Harzvorland). — *Z. dt. geol. Ges.*, **130**: 145—163, 5 Abb., 8 Tab.; Hannover.
- KRIEBEL, U. (1969): Die Wechselbeziehungen zwischen Abtragung, Subrosion und Tektonik im südlichen Harzvorland. — *Geologie*, **18**: 638—650, 9 Abb.; Berlin.
- KULICK, J. & SEMMEL, A. (1968): Die geomorphologische und geologische Bedeutung der Paläolith-Station Buhlen (Waldeck). — *Notizbl. Hess. Landesamt Bodenforsch.*, **76**: 347—351, 2 Abb., 2 Taf.; Wiesbaden.
- LÖSCHER, M., BRUNS, M., HIERONYMUS, U., MÄUSBACHER, R., MÜNNICH, M., MÜNZIG, K. & SCHEDLER, J. (1980): Neue Ergebnisse über das Jungquartär im Neckarschwemmfächer bei Heidelberg. — *Eiszeitalter u. Gegenwart*, **30**: 89—100, 3 Abb., 4 Tab., 1 Taf.; Hannover.
- LÜTTIG, G. (1960): Neue Ergebnisse quartärgeologischer Forschung im Raum Alfeld—Hameln—Elze. — *Geol. Jb.*, **77**: 337—390, 11 Abb., 3 Taf., 5 Tab.; Hannover.
- (1969): Abnorme Quartärprofile im nordwestdeutschen Bergland. — *Geol. Jb.*, **88**: 13—34, 5 Abb., 2 Tab.; Hannover.
- MANIA, D. & TÖPFER, V. (1973): Königsau. Gliederung, Ökologie und mittelpaläolithische Funde der letzten Eiszeit. Teil III Die Vollgliederung des letzten Klimazyklus nach der Sedimentserie aus dem Ascherslebener See (Profil Königsau). — *Veröff. Landesmus. Vorgesch. Halle*, **26**: 1—162, 14 Abb., 73 Taf.; Berlin (Deut. Verl. Wiss.).
- MUNSELL (1954): Soil color charts. — *Munsell Color Company*; Baltimore.
- PIEHLER, U. (1969): Die Täler der Oder, Sieber und Söse und das Problem der Harzhebung. — *Staatsexamensarb. Geographie Univers. Göttingen*: 1—79, 19 Abb.; Göttingen. — [Unveröff.]

- ROHDENBURG, H. (1966): Eiskeilhorizonte in südniedersächsischen und nordhessischen Lößprofilen. — Mitt. dt. bodenkundl. Ges., **5**: 137—170, 20 Abb.; Göttingen.
- & MEYER, B. (1966): Zur Feinstratigraphie und Paläopedologie des Jungpleistozäns nach Untersuchungen an südniedersächsischen und nordhessischen Lößprofilen. — Mitt. dt. bodenkundl. Ges., **5**: 1—137, 25 Abb.; Göttingen.
- RICKEN, W. (1973): Zur Rekonstruktion der geologischen Verhältnisse im Pleistozän bei Herzberg (Südwestharz) mit Hilfe der Schotteranalyse. — Jahresarbeit Kreisgymnasium Herzberg: 1—59, 19 Abb., 19 Tab., 1 Kt.; Herzberg. — [Unveröff.]
- (1980): Quartäre fluviatile und äolische Sedimentation am Südwest-Harz und ihre Beeinflussung durch die Subrosion. — Dipl.-Arbeit Geol.-Paläont.-Inst. Göttingen: 1—71, Anhang, 40 Abb., 7 Tab., 2 Kt.; Göttingen. — [Unveröff.]
- (1982): Mittel- und jungpleistozäne Lößdecken im südwestlichen Harzvorland. Stratigraphie, Paläopedologie, fazielle Differenzierung und Konnektierung mit Flußterrassen. — in: BORK, H. R. & RICKEN, W.: Bodenerosion, holozäne und pleistozäne Bodenentwicklung. — Catena Supplement 3; Cremlingen. — [Im Druck].
- RÖSSERT, R. (1976): Hydraulik im Wasserbau. — 180 S., 149 Abb., 25 Tab.; München (R. Oldenbourg Verlag, 3. Aufl.).
- SCHAEER, H. D. (1978): Gliederung und Aufbau der Niederterrassen von Rhein und Main im nördlichen Oberrheingraben. — Geol. Jb. Hessen, **106**: 273—289, 4 Abb.; Wiesbaden.
- SCHÖNHALS, E., ROHDENBURG, H. & SEMMEL, A. (1964): Ergebnisse neuerer Untersuchungen zur Würm-Gliederung in Hessen. — Eiszeitalter u. Gegenwart, **15**: 199—206, 1 Abb.; Öhringen.
- SCHÜTT, G. (1968): Die cromerzeitlichen Bären aus der Einhornhöhle bei Scharzfeld. — Mitteil. geol. Inst. T. H. Hannover, **7**: 1—120; Hannover.
- SEEDORF, H. H. (1955): Reliefbildung durch Gips und Salz im niedersächsischen Bergland. — Nieders. Amt f. Landespl. u. Statistik, **A 1**, 56: 1—109, 41 Abb., 4 Kt.; Bremen/Horn.
- SEIDENSCHWANN, G. (1980): Zur pleistozänen Entwicklung des Main—Kinzig—Kahl-Gebietes. — Rhein-Mainische Forsch., **91**: 1—194, 18 Abb., 2 Tab., 1 Kt.; Frankfurt/Main.
- SEMMEL, A. (1968): Studien über den Verlauf jungpleistozäner Formung in Hessen. — Frankfurter Geogr. Hefte, **45**: 1—133, 35 Abb.; Frankfurt/Main.
- (1972): Untersuchungen zur jungpleistozänen Talentwicklung in deutschen Mittelgebirgen. — Z. Geomorphol. N. F., Suppl. Bd., **14**: 105—112, 3 Abb., Berlin/Stuttgart.
- (1974): Der Stand der Eiszeitforschung im Rhein-Main-Gebiet. — in: SEMMEL, A. Hrg. (1974): Das Eiszeitalter im Rhein-Main-Gebiet. — Rhein-Mainische-Forschungen, **78**: 9—56, 5 Abb.; Frankfurt/Main.
- & STÄBLEIN, G. (1971): Die Entwicklung quartärer Hohlformen in Franken. — Eiszeitalter u. Gegenwart, **22**: 23—34, 6 Abb.; Öhringen.
- SIMONS, D. B., RICHARDSON, E. V. & GUY, H. P. (1966): Summary of alluvial channel data from flume experiments 1961—1965. — U. S. Geol. Survey Professional Paper, **462 - I**: 1—96; Washington.
- STEINMÜLLER, A. (1965): Eine weichselzeitliche Schichtenfolge in der goldenen Aue bei Nordhausen. — Jb. Geologie, **1**: 373—394, 13 Abb., 4 Tab.; Berlin.
- STREIF, H. (1970): Limnologische Untersuchung des Seeburger Sees (Untereichsfeld). Geol. Untersuchungen an Niedersächsischen Binnengewässern VII. — Beih. Geol. Jb., **83**: 1—106, 25 Abb., 9 Taf.; Hannover.
- THIEM, W. (1972): Geomorphologie des westlichen Harzrandes und seiner Fußregion. — Jahrb. geogr. Gesell. Hannover, Sonderh., **6**: 1—271, 35 Abb., 19 Taf.; Hannover.
- UNGER, K. (1974): Quartär. in: HOPPE, A. & SEIDEL, G. Hrg. (1974): Geologie von Thüringen. — 742—781, 17 Abb., 14 Tab.; Gotha/Leipzig (VEB Hermann Haack).
- VLADI, F. (1976): Quartärgeologische Untersuchungen zu den Terrassen der Sieber am Südwestrande des Harzes. — Dipl.-Arbeit Geol.-Paläont.-Inst. Univers. Hamburg: 1—109, 14 Abb., Anhang Ktn., Profile, Tab.; Hamburg. — [Unveröff.]
- WILDHAGEN, H. & MEYER, B. (1972): Holozäne Boden-Entwicklung, Sediment-Bildung und Geomorphogenese im Flußauen-Bereich des Göttinger Leinetal-Grabens. — Göttinger Bodenk. Ber., **21**: 1—158, 15 Abb., 9 Kt., 10 Tab.; Göttingen.
- WIJMSTRA, T. A. (1978): Palaeobotany and climatic change. in: GRIBBIN, J. Hrg. Climatic change. — 25—45, 6 Abb.; Cambridge (University Press).