

Zum Trennflächeninventar eines jungtertiären Tons im Rheinischen Braunkohlenrevier, Deutschland

Structural discontinuities of a Neogene clay in the Rhenish lignite district, Germany

KLAUS HERMANN

(Manuskripteingang: 6. Januar 2000)

Kurzfassung: Harnischflächen und Klüfte wurden im oberen, obermiozänen Ton der Inden-Schichten (Ton 7F) des Tagebaus Hambach, Niederrheinische Bucht, untersucht. Kleindimensionale Harnische zeigten eine bevorzugte Orientierung. Sie weisen weitgehend ein SW-Einfallen auf. Des weiteren wurde eine großdimensionale Harnischfläche mit einem flachen, tagebauwärtigen Einfallen beobachtet. Für die Genese von beiden Harnischtypen sind im wesentlichen abbaubedingte Entlastungsbewegungen verantwortlich. Sie sollten als „technogene Harnische“ bezeichnet werden. Weitere Harnischgenerationen, die auf Kompaktion, fossile Uferabbrüche und die Tektonik der Niederrheinischen Bucht zurückgehen, treten untergeordnet auf. Die Klüfte zeigen eine enge Beziehung zur regionalen Tektonik.

Schlagworte: Tone, Harnischflächen, Klüfte, Genese von Trennflächen, Kompaktion, Böschungstabilität

Abstract: Slickensides and joints have been surveyed in the uppermost Late Miocene clay of the Inden Formation (clay 7F) at the Hambach open pit, Lower Rhine Embayment. Small-scale slickensides showed a preferred orientation. These had an average dip in the SW direction. In addition a large-scale slickenside occurred. The dip was in the general direction of open pit slope although at a lower angle. The relaxation of sediment caused by the mining activities produced the two distinct types of slickensides. They are to be designated as technogen slickensides. Further generations of slickensides due to compaction, channel-bank collapse structures, and faulting are of minor importance. The orientation of joints is closely related to the tectonic setting.

Keywords: clays, slickensides, joints, genesis of structural discontinuities, compaction, slope stability

1. Einführung

1.1. Geologie und Faziesverhältnisse

Die Niederrheinische Bucht stellt seit dem Unter-Oligozän eine Senkungszone dar. Die Sedimentfüllung des Beckens setzt sich weitgehend aus dem Abtragungsmaterial des Rheinischen Schiefergebirges zusammen. Die Schichten bestehen aus einer Wechselfolge von klastischen Sedimenten (Kiese, Sande und Tone) und Braunkohlen, die stratigraphisch vom Oligozän bis zum Pleistozän reicht (HAGER 1981, HAGER & PRÜFERT 1988). Die Beckenfüllung erreicht im Raum Kerpen westlich von Köln mit 1200 m die größte Mächtigkeit. Tonschichten treten immer wieder in der Schichtenfolge von den Köln-Schichten (Oberoligozän) bis zu Tegelen-Schichten (Altpleistozän) auf. Bezogen auf die Position des Hauptflözes läßt sich die Abfolge in Liegendtone, Zwischenmittelton (innerhalb des Hauptflözes) und Deckschichtentone untergliedern (HERMANN 1992).

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit dem Trennflächeninventar des obermiozänen Deckschichtentons der oberen Inden-Schichten im Tagebau Hambach. Dieser Tagebau befindet sich rund 10 km nördlich der Stadt Düren auf der Erft-Scholle (vgl. Abb. 1). Die Inden-Schichten haben im Bereich des Tagebaus eine Mächtigkeit von 60 bis 130 m, wobei die Mächtigkeitszunahme nach NE zur Beckenmitte zu verzeichnen ist. Die Inden-Schichten wurden in einem fluviatilen Milieu abgelagert. Die Sande stellen dabei fossile Rinnenablagerungen von mäandrierenden Flußsystemen dar, während die feinkörnigeren Sedimente und begleitende Braunkohlenbildungen in entfernteren Positionen der Flußebene entstanden (HERMANN 1992, ABRAHAM 1994). Nach SCHNEIDER & THIELE (1965) bzw. HAGER (1977) wird der abschließende Ton der Inden-Schichten mit der Kurzbezeichnung 7F versehen. Diese findet auch im weiteren Text Verwendung. Die Mächtigkeit des Tons variiert

zwischen wenigen bis 15 m. Das Liegende des Tons bilden die fluviatilen Sande der Schicht 7E. Der Ton beginnt an der Basis mit einer laminiert geschichteten, braun-grauen Ton/Silt-Wechselfolge (1 bis 2,5 m mächtig). Diese geht in einen massiven, grün-blauen, siltigen Ton über (3 bis 7 m mächtig). Darüber ist meistens ein 1 m mächtiger, durchwurzelter Tonhorizont ausgebildet, der in ein bis zu 1 m mächtiges Braunkohlenflöz übergeht. Das Tonmineralspektrum ($< 2 \mu\text{m}$ -Fraktion) setzt sich aus Illit, Kaolinit, Smectit, Vermiculit, Chlorit und quellfähigen Mixed-layer-Strukturen zusammen (HERMANN & ZIMMERLE 1997). Die Ton-

gehalte variieren zwischen 20 und 90 Gew.%, wobei der Durchschnitt bei rund 50 Gew.% liegt (HERMANN 1986, 1992). Die überlagernden Sande und Kiese der Hauptkies-Serie (Schicht 8) kappen erosiv das Top des oberen Tons der Inden-Schichten (Ton 7F), z.T. haben tiefe fluviatile Rinnen den Ton ganz ausgeräumt. Wo die erosiven Rinnen die Oberfläche des Braunkohlenflözes freigelegt haben, sind gelegentlich Bohrspuren zu beobachten, die durch die Süßwassermuschel *Teredina* (BERTLING et al. 1995, BERTLING & HERMANN 1996) erzeugt wurden. Deutliche Unterschiede im lateralen Schichtaufbau kennzeichnen die

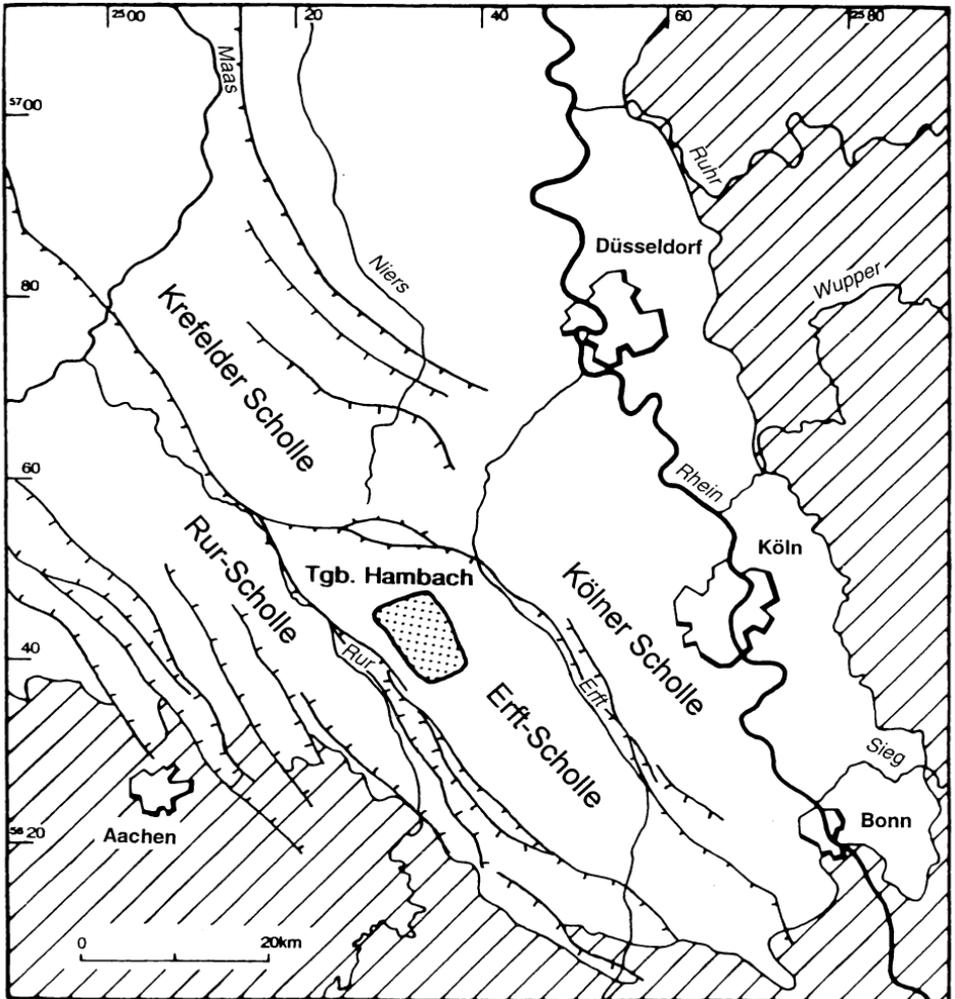


Abbildung 1. Lageskizze des Arbeitsgebietes (verändert nach PETZELBERGER 1994)

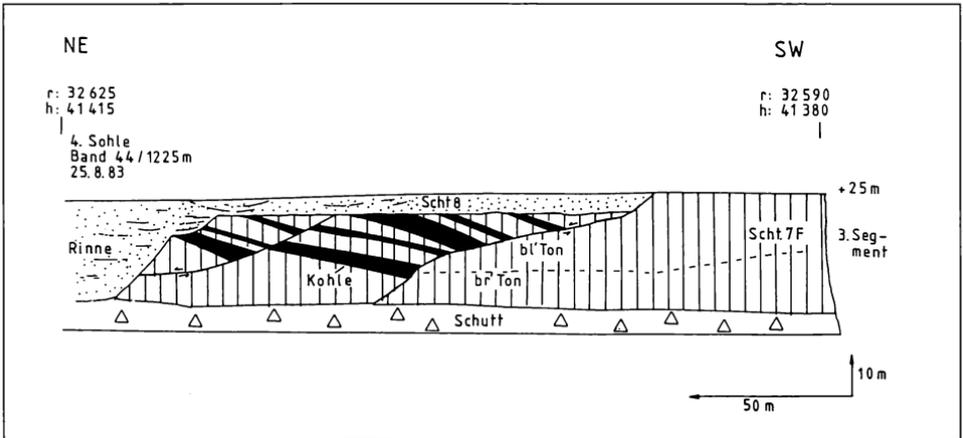


Abbildung 2. Fossiler Uferabbruch im oberen, obermiozänen Ton der Inden-Schichten (Ton 7F) am Rande einer fossilen Flußrinne der Hauptkies-Serie (Schicht 8) im Tagebau Hambach

Tonschicht. Anhand von syndimentären Rutschkörpern im oberen Ton der Inden-Schichten (Ton 7F), die in der Nähe einer mehrere hundert Meter breiten Erosionsrinne auftraten, konnte belegt werden, daß die ursprüngliche Mächtigkeit des Tons mindestens um 10 m größer gewesen sein mußte (vgl. Abb. 2). Diese Gleitkörper können als fossile Flußuferabbrüche interpretiert werden. Durch die laterale Erosion des Flusses an der Prallhangseite wurde der Gesteinsverband entfestigt. Ähnliche Befunde wurden auch im mittleren Ton der Inden-Schichten (Ton 7D) des Tagebaus Hambach beobachtet. WILLIAMS & FLINT (1990) beschreiben ebenfalls solche „channelbank collapse“-Phänomene für den obersten Ton der Inden-Schichten im Tagebau Hambach.

1.2. Problemstellung

Es liegen nur wenige gefügekundliche Arbeiten zu Schichten des Niederrheinischen Tertiärs vor. Letztere widmeten sich insbesondere der Klüftung im Rheinischen Hauptflöz (WÖLK 1939a, b). PRANGE (1958) untersuchte die Zusammenhänge zwischen Verwerfungen und Feintektonik in den Deckschichten. Bei diesen Untersuchungen wurden die Harnischflächen von Tonschichten nicht bearbeitet. Diese Lücke soll beispielhaft mit Untersuchungsergebnissen zum Trennflächengefüge des oberen, obermiozänen Tons der Inden-Schichten (Tons 7F)

geschlossen werden. Bei der Interpretation der Daten stehen genetische Fragen im Vordergrund.

1.3. Definition der Gefügeelemente in Lockergesteinen

Unter Trennflächen in Lockergesteinen sind Störungsflächen, Klüfte, Harnische und Schichtflächen zu verstehen. Entsprechend der Größendimension kann man die Gefügeelemente einem Makro-, Meso- oder Mikrogefüge zuordnen (FEESER 1983, 1986). Störungen werden dabei zum Makrogefüge gerechnet. Klüfte, Harnische und Schichtflächen bilden Bestandteile des Mesogefüges. Mikrogefügeanalytische Untersuchungen, d.h. die räumliche Analyse von Mineralkörnern, wurden in der vorliegenden Arbeit nicht durchgeführt. Klüfte (engl. „joints“) werden als Gesteinsfugen definiert, an denen keine wesentlichen Bewegungen stattgefunden haben (MURAWSKI 1969). Diese Definition geht auf CLOOS (1936) zurück. Kleine regellose Klüfte werden in Anlehnung an den englischen Begriff „fissures“ (FOOKES & PARRISH 1969, SKEMPTON et al. 1969, FEESER 1983, 1986) im Deutschen als Fissuren bezeichnet. FEESER benutzt gleichbedeutend auch die Bezeichnung „Kluftkategorie F“. Fissuren werden z.T. auch mit Harnischen gleichgesetzt (SKEMPTON et al. 1969). Der Verfasser folgt nicht dieser Einteilung. Vielmehr wird auf eine begriffliche Trennung von Klüften und Harni-

schen Wert gelegt. „Als Harnisch (engl. slickenside) bezeichnet man eine geglättete Gesteinsfläche, die häufig Rutschstreifen (Rilung) aufweist. Solche Streifen zeigen an, daß auf dieser Fläche zwei Gesteinspakete aufeinander geglitten sind. Spiegelglatte Harnische werden ‘Spiegel’, ‘Spiegelharnische’ oder ‘Spiegelflächen’ genannt“: so lautet die Definition der Harnischflächen von MURAWSKI (1969). Klüfte sind von Harnischen getrennt zu sehen. Diese Unterscheidung wird von vielen Autoren nicht gemacht (MÜLLER 1963, PRINZ 1982, FEESER 1983, 1986, WALLBRECHER 1986). Der Begriff der „latenten Klüfte“, den WOLTERS (1969) verwendet, ist eher mit Harnischen gleichbedeutend. BACKOFEN (1957) und MATSCHAK (1963) prägten die Begriffe „glänzende Schubflächen“ oder „Rutschharnische“. Sämtliche Begriffe nehmen Bezug auf die Genese der Harnische durch Scherbewegung. Im folgenden wird von kleindimensionalen Harnischen gesprochen, wenn sich die Flächengröße im dm^2 -Bereich bewegt. Großdimensionale Harnische streichen im Böschungsegment über mehrere Meter aus und nehmen Flächen im m^2 -Bereich ein.

2. Geländebefunde

An 14 Meßstellen entlang der vier km langen Böschung des Tagebaus Hambach (Aufnahmezeitraum August bis Oktober 1983) wurden auf der dritten und vierten Sohle im oberen Ton der Inden-Schichten (Ton 7F) mit dem Spaten Har-

nische freigelegt und jeweils rund 100 Flächen mit einem Gefügekompaß eingemessen. Weiterhin wurden an zwei Stellen Kluftrichtungen durchgeführt.

2.1. Makrogefüge

In einer Entfernung von 150 bis 600 m befindet sich westlich von der Westrandböschung des Tagebaus das Rurrandsprung-System mit Versatzbeträgen von mehreren Hundert Metern. Im Tagebaubereich sind keine Verwerfungen zu beobachten, so daß keine tektonische Störung des Schichtverbandes auftritt.

2.2. Mesogefüge

Klüfte

Der obere Ton der Inden-Schichten (Ton 7F) weist in der basalen tonig-siltigen Folge vereinzelt Klüfte auf. Die Klüfte sind weitständig. Der Größe nach handelt es sich gemäß der Einteilung nach PRINZ (1982) um Kleinklüfte. Das Einfallen ist sehr steil. In Abb. 3 sind zwei Streichrichtungsrosen des Tons 7F dargestellt. Das Klufsystem besteht aus NE-SW und SE-NW streichenden Klüften. Es handelt sich um ein orthogonales System. Schichtflächen sind nur in der basalen, laminiert geschichteten Ton/Silt-Wechselfolge einmeßbar. Sie fallen gemittelt mit $2,5^\circ$ flach nach NE ein.

Kleindimensionale Harnische

Die untersuchte Tonschicht ist intensiv von Harnischen durchsetzt. Die Oberflächen der

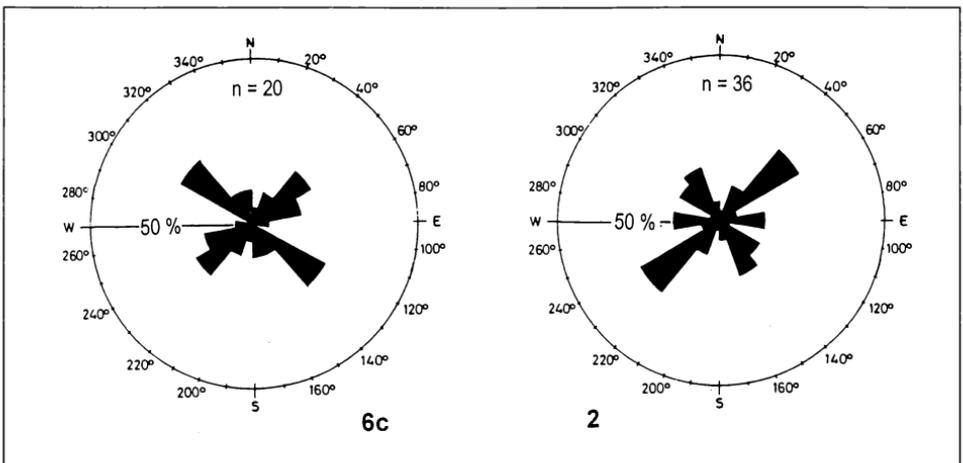


Abbildung 3. Streichrichtung der Kluftrosen der Meßstellen Ha7F6c und Ha7F2 im oberen, obermiozänen Ton der Inden-Schichten (Ton 7F) im Tagebau Hambach

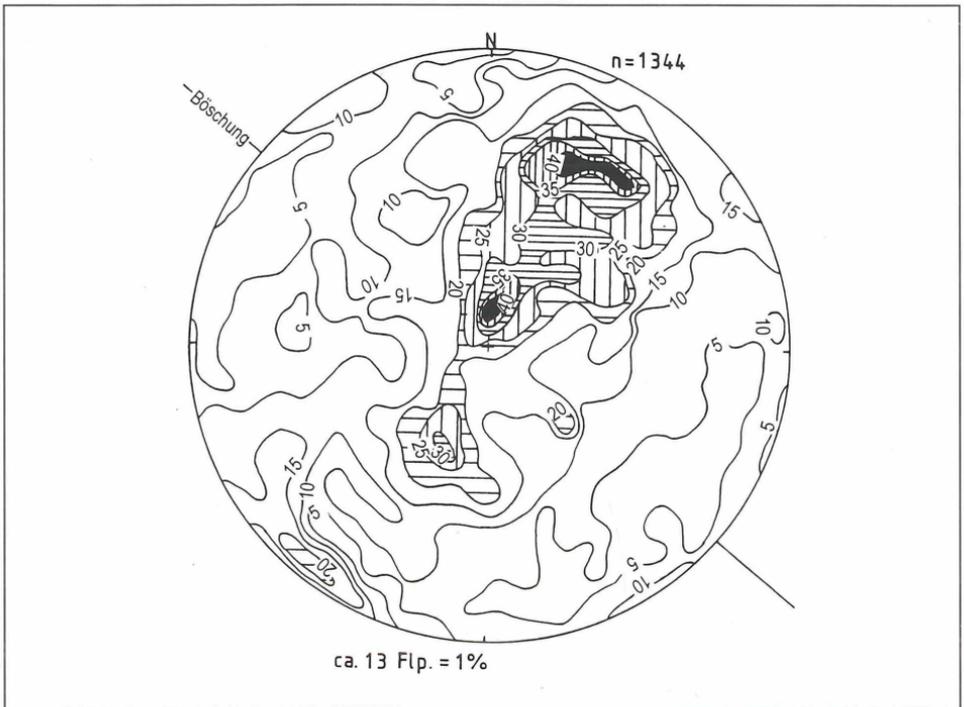


Abbildung 4. Gesamtdarstellung der Harnischflächen (Flächenpole) des oberen, obermiozänen Tons in der Lagenkugelprojektion (untere Halbkugel), eingetragen am Rand ist das Streichen der Arbeitsböschung auf der 3. und 4. Sohle im Tagebau Hambach

Harnische können glatt, gewellt oder gerillt sein. Die Striemen können als Lineare eingemessen und mit den Harnischflächen in Beziehung gesetzt werden. Meistens liegt die Striemung in der Einfallrichtung der Flächen (HERMANN 1986). Die Harnischflächen glänzen im bergfeuchten Zustand und geben somit eine Einregelung der Tonminerale wieder. Die Größe der Flächen bewegt sich im dm^2 -Bereich. Die Form der Flächen ist häufig schaufelartig; sie kann allerdings auch eben sein. Auf den Harnischflächen sind vereinzelt Eisenflecken zu beobachten. Insbesondere in der basalen feingeschichteten Folge sind auf den Schichtflächen Pflanzenblätter zu beobachten. Wo Harnische diese Blätter durchtrennen können Versatzbeträge mit Werten um 1 mm festgestellt werden. Ähnliche Verschiebungsbeträge werden aus den karbonischen Wurzelböden beschrieben (HUDDLE & PATTERSON 1961). Verlässliche Aussagen über die Bewegungsrichtungen konnten nur in diesen weni-

gen Fällen gemacht werden. Je größer der Tongehalt war, um so intensiver war der obere Ton der Inden-Schichten (Ton 7F) mit Harnischen durchsetzt.

In Abb. 4 werden die Harnischmessungen sämtlicher Meßpunkte in der Lagenkugelprojektion als Flächenpole dargestellt. Hier tritt deutlich ein Flächenmaximum mit einem SW-Einfallen hervor. Diese Harnische fallen mit der Böschung nach SW ein. Das Streichen der Harnische verläuft generell SE-NW. Das Einfallen variiert von flach bis mittelsteil.

An einem Meßpunkt im Randbereich einer großen Rinne der Hauptkies-Serie (Schicht 8), die den abschließenden Ton der Inden-Schichten (Ton 7F) über mehrere 100 m erodiert hat, zeigen die kleindimensionalen Harnische im Ton 7F eine abweichende Orientierung. Ein größerer Anteil der Harnische richtet sich nach dem Rinnenverlauf mit einem NE-SW-Streichen aus (vgl. Abb. 5).

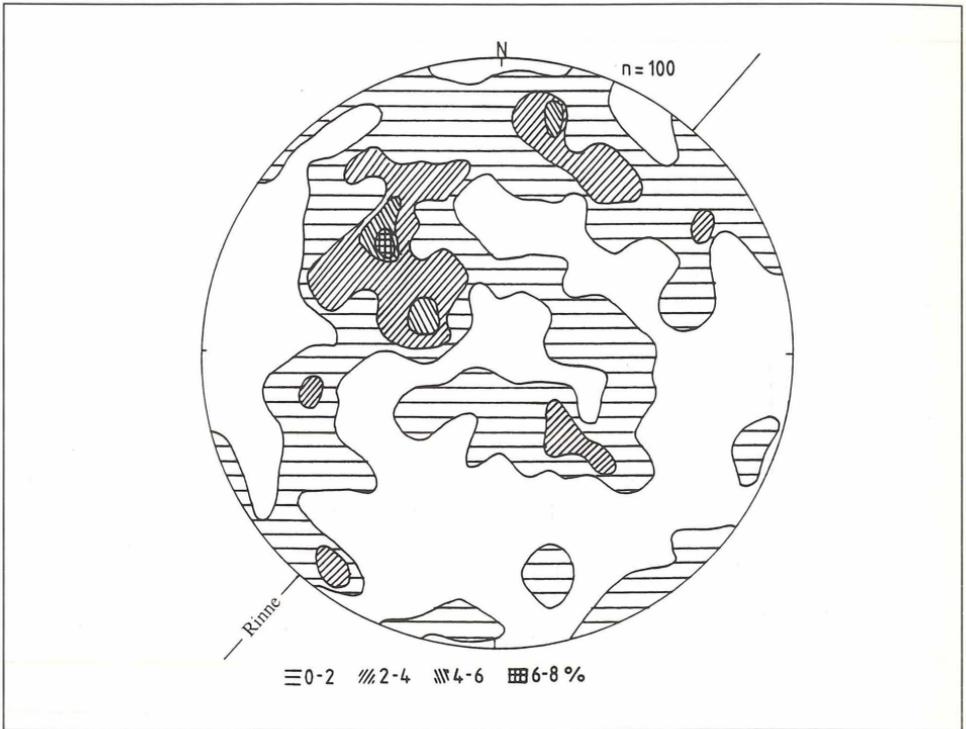


Abbildung 5. Darstellung von Harnischflächen (Flächenpole) im oberen, obermiozänen Ton der Inden-Schichten (Ton 7F) an einem Meßpunkt am Rande einer großen Rinne als Flächenpole in der Lagenkugelprojektion (untere Halbkugel), die Streichrichtung der Rinne ist am Rand eingetragenen (Tagebau Hambach)

Großdimensionale Harnische

In der dritten Sohle hatte sich der Stoß bis zu 5 cm auf einer glatten, flach einfallenden Harnischfläche tagebauwärts bewegt. Der obere Ton der Inden-Schichten stand hier am Fuß der Böschung an. Die Harnischfläche strich an der Böschung auf einer Länge von 6 m aus. Sie befand sich in der basalen tonig-siltigen Wechselfolge des Ton 7F mit laminierte Schichtung. Gemeinsam mit der großflächigen Harnischfläche traten auch kleindimensionale Harnische auf. Die kleindimensionalen Harnische in der basalen Folge (vgl. Abb. 6a) und in dem sich darüber anschließenden grünen, schichtungslosen Ton (vgl. Abb. 6b) wurden eingemessen. Im Maximum der kleindimensionalen Harnischflächenpole liegt die großdimensionale Harnischfläche ($212^{\circ}/9^{\circ}$). Der Flächenpol der Schichtung befindet sich nahe dem Maximum. Im überlagernden massiven Ton läßt sich kein Zusammenhang zwischen kleindimensionalen

Harnischen und großdimensionaler Harnischfläche erkennen. Die Verteilung ist unregelmäßiger als in der basalen Folge. Das Einfallen ist deutlich steiler als bei den Harnischen der basalen Folge. In einem mäßig ausgeprägten Maximum liegt der gemittelte Flächenpol der Böschung. Zur Schichtung der Basisfolge haben die kleindimensionalen Harnische im massiven, grünen Ton keine symmetrische Beziehung.

3. Genese der Klüfte und der Harnische im oberen, obermiozänen Ton der Inden-Schichten (Ton 7F)

Die Klüfte fügen sich in das Gesamtbild der Störungstektonik der Niederrheinischen Bucht ein. Die Streichrichtung der Hauptstörungen, die gleichzeitig die Schollen als tektonische Bauelemente der Bucht begrenzen, verläuft SE-NW (vgl. Abb. 1). Für die Genese der Harnische scheinen dagegen mehrere Faktoren ver-

antwortlich gewesen zu sein. Die symmetrische Anordnung der Harnische zur Tagebauböschung läßt an abbaubedingte Entlastungsbewegungen im oberen Ton der Inden-Schichten (Ton 7F) denken. Da allerdings Abbaukante und tektonische Hauptrichtung parallel verlaufen, könnte ebenfalls eine tektonische Deutung zutreffen. Weiterhin können Harnische bei der Kompaktion gebildet worden sein. Durch Bodenbildungsprozesse können ebenfalls Harnische entstehen. In warmen wechselfeuchten Klimaten bilden sich in tonreichen, smectitischen Böden durch Peloturbation, d.h. durch wiederholtes Quellen und Schrumpfen des Bodenmaterials, Scherflächen (SCHACHTSCHABEL et al. 1989). Die Scherflächen werden auch als Streßcutane bezeichnet. Verantwortlich für den Quelldruck ist der hohe Anteil an quellfähigen Tonmineralen. Neben Harnischen treten in solchen Böden, z.B. Vertisolen, bei Austrocknung tiefreichende Schrumpfrisse auf. Eine solche Harniscentstehung kann für den oberen Ton der Inden-Schichten (Ton 7F) nicht in Betracht gezogen werden. Denn es lassen sich für das Miozän der Niederrheinischen Bucht keine Hinweise auf wechselfeuchte klimatische Bedingungen, d.h. starke Grundwas-

terschwankungen und Trockenrisse, finden (HERMANN 1992).

Die Genese von Harnischen durch Kompaktion wird in der Literatur zu karbonischen Wurzelböden (underclays) diskutiert. Nach HUDDLE & PATTERSON (1961) entstehen die Harnische bei der Kompaktion durch Zerfall und Zusammendrücken der Wurzeln sowie durch Semententwässerung. SCHULTZ (1958) und WHITE (1961) sehen schon in der Art der Tonsedimentation eine wichtige Voraussetzung für die Harniscentstehung. Aufgrund der Ausflockung der Tonpartikel, die durch erhöhte Elektrolytgehalte oder Anteile an organischer Substanz begünstigt wird, wird mehr Porenwasser gebunden als bei einer Einzelkornsedimentation. Bei der Entwässerung des Sediments durch Kompaktion erfolgen - ähnlich dem plastischen Fließen - Bewegungen, die eine Neueinreglung der Tonpartikel bewirken. Für WHITE beginnt die Harnischbildung schon in einem frühen Stadium der Kompaktion. SCHULTZ hält den Anteil an quellfähigen Tonmineralen für einen weiteren wichtigen Faktor. Die genannten Autoren sprechen von einer statistischen Verteilung der Harnische. Einen Hinweis, daß sich Harnische bei der Setzung des Ton 7F

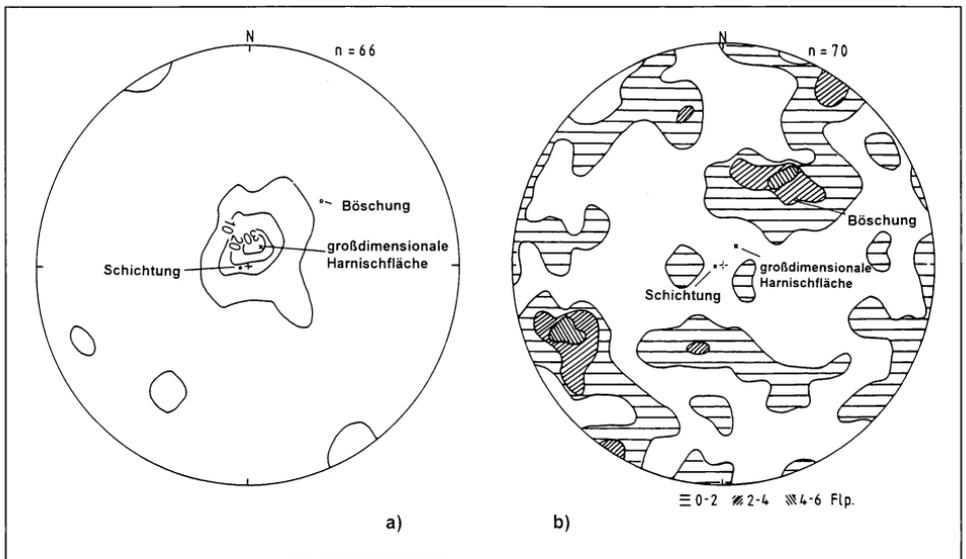


Abbildung 6. Darstellung der Harnischflächen (Flächenpole) der Meßpunkte HA7F6a (basale tonig-siltige Folge) und 6b) HA7F6b (überlagernder grün-blauer siltiger Ton) in der Lagenkugelprojektion (untere Halbkugel) im oberen, obermiozänen Ton der Inden-Schichten (Ton 7F) des Tagebaus Hambach

gebildet haben, geben Toneisensteingeoden. In einer Sideritkonkretion des oberen Ton der Inden-Schichten (Ton 7F) konnten Harnischflächen nachgewiesen werden (HERMANN 1986). Diese traten allerdings nur in einem feinkörnigen und dichten Konkretionstyp auf, der eine abgeplattete bzw. brotlaibförmige Form hatte und in der Böschung rund 1 m austrich. Des weiteren ist ein sphärolithischer Konkretionstyp zu beobachten. Die bis 1 mm großen Sideritkugelchen bilden faust- bis kopfgroße Geoden. Die Bildung der Konkretionen fällt in ein frühdiagenetisches Stadium. Sie ermöglichte die Konservierung der Harnischflächen. Die Anfangsporosität des Sediments läßt sich bei Toneisensteingeoden nach OERTEL & CURTIS (1972) durch das Volumenverhältnis des Siderits zu den Restmineralen näherungsweise ermitteln. Die Anfangsporosität der Harnisch-führenden Geode beträgt rund 90 %. Der zweite sphärolithische Konkretionstyp weist zum Vergleich eine Anfangsporosität von 65 % auf (HERMANN 1986). Die setzungsbedingten Harnische im Ton 7F müssen demnach zu einem frühen Anfangsstadium der Diagenese entstanden sein. Beobachtungen zu Harnischen in Toneisensteingeoden wurden ebenfalls in oligozänen Boom-Clay Belgiens gemacht (freundl. pers. Mitt. VANDENBERGHE 1997).

Die differenzierte Torfsetzung, wie sie auch im Tagebau Hambach beobachtet werden kann (HAGER & KOTHEN 1981), scheint die räumliche Anordnung der Harnische im oberen Ton der Inden-Schicht (Ton 7F) nicht beeinflusst zu haben. Die mächtige Flußrinne als sandiges Zwischenmittel der Flöze Frimmersdorf a/b im Liegenden der Inden-Schichten paust sich nicht in die Deckschichten durch. Eine geometrische Beziehung der Harnische zu der NE-SW verlaufenden Aufwölbung des Hauptflöztes läßt sich nicht in Abb. 4 ablesen.

Glazidynamische Beanspruchungen des oberen Tons der Inden-Schichten (Ton 7F) können ausgeschlossen werden. Die weitesten Gletschervorstöße der Saale-Eiszeit haben den Raum Hambach nicht erreicht (KLOSTERMANN 1995). Die Frage, ob der untersuchte Ton in seiner Tiefenlage von über 100 m unter Geländeoberkante während der Kaltzeiten vom Permafrost betroffen war, kann allerdings nicht hinreichend beantwortet werden.

Die Harnische des oberen Tons der Inden-Schichten (Ton 7F) zeigen Vorzugsrichtungen,

die nicht durch die Setzung des Ton allein erklärt werden können. Vor allem abbaubedingte Entlastungsbewegungen sind für die Bildung der kleindimensionalen Harnische im untersuchten Ton 7F verantwortlich zu machen, wie Symmetriebeziehungen zwischen dem Böschungsverlauf und der räumlichen Flächenverteilung der Harnische nahelegen. Da allerdings Böschungsverlauf und tektonische Richtung zur Zeit der Geländeaufnahmen identisch waren, lag auch die Vermutung nahe, daß es sich um tektonisch bedingte Harnische handeln könne. Als mögliche Unterscheidungshilfe geben HUDDLE & PATTERSON (1961) das Auftreten von Eisenbestegen auf den Harnischflächen an. Die Eisenflecken sprechen für eine Zirkulation von Fe-haltigen Wässern über einen längeren Zeitraum, was nur bei einer tektonischen Entstehung zutreffen kann. Folgt man diesem Kriterium, so müssen nahezu sämtliche Harnische von der Entlastung des stetig fortschreitenden Abbaus herrühren, da nur wenige Eisenflecken auf den Harnischflächen beobachtet wurden. Die großdimensionalen Harnische werden aufgrund ähnlicher Befunde in den Braunkohlentagebauen der Lausitz (FÖRSTER et al. 1979, MOLEK et al. 1979, MOLEK et al. 1985) ebenfalls als abbaubedingt interpretiert. Die Beobachtungen von MOLEK et al. (1985), „Hohe Schichtflächenparallelität, geringe Einfallswinkel, böschungsauswärts gerichtete Einfallrichtungen mit entsprechenden Striemungslinieationen, große Längen und einer Lage im unteren Böschungsbereich“ zu den großflächigen Harnischen decken sich mit den Befunden im oberen Ton der Inden-Schichten (Ton 7F). In Anlehnung an MOLEK et al. (1985) kann man auch von „technogenen“ Harnischen. Die Arbeiten zur Harnischthematik wurden Ende der 80er Jahre von der Bergakademie Freiberg beendet (freundl. pers. Mitt. FÖRSTER 1997). DÜRO (1970) beschreibt in einer Rutschung im ehemaligen Tagebau Zukunft-West des Rheinischen Braunkohlenreviers eine fast horizontale Verschiebungslinie in einer spiegelglatten Schichtfläche mit Striemung. Von der Beschreibung her gibt es eine Übereinstimmung mit der großdimensionalen Harnischfläche im untersuchten Ton 7F. Auf den Schichtflächen wurden ebenfalls Harnische gefunden. Die flache Schichtlagerung und vor allem die laminierte Schichtung scheinen für die Entstehung der großdimensionalen

nalen Harnische eine wichtige Voraussetzung gewesen zu sein.

In den Randbereichen von tiefen Erosionsrinnen richten sich Harnische im oberen Ton der Inden-Schichten (Ton 7F) nach dem Rinneverlauf aus, was als Folge einer mechanischen Entfestigung anzusehen ist, die von lateralen Erosionsprozessen der Flüsse zur Zeit der Hauptkies-Serie ausgelöst wurde.

4. Schlußfolgerungen

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß im wesentlichen abbaubedingte Harnische, sogenannte „technogene Harnische“, für den oberen Ton der Inden-Schichten (Ton 7F) kennzeichnend sind. Wie die Funde von Harnischen in einer Toneisensteingeoden belegen, muß auch eine frühdiagenetische Harnischgeneration vorhanden sein, die sich jedoch nicht gefügestatistisch eingrenzen läßt. Die durch fluviale Erosion bedingten Harnische in Rinnenrandbereichen des untersuchten Tons sind nur von lokaler Bedeutung. Von der zeitlichen Reihenfolge her dürften die Harnische des oberen Tons der Inden-Schichten (Ton 7F) 1.) durch Kompaktion, 2.) durch Entfestigung in Rinnenrandbereichen, 3.) durch die Tektonik in der Niederrheinischen Bucht und 4.) durch die abbaubedingte Entlastung entstanden sein.

Danksagung

Der Abteilung BT 2 der Rheinbraun AG (Köln), insbesondere Herrn Dipl.-Geol. FRITZ VON DER HOCHT, sowie Herrn Dr. GERHARD GROSS (ehemals Rheinbraun) sei für die Unterstützung gedankt. Ebenso gilt Herrn Prof. Dr. WILHELM MEYER (Geologisches Institut der Universität Bonn) mein besonderer Dank. Herrn Prof. Dr. WERNER RICKEN (Geologisches Institut der Universität Köln) danke ich für die Durchsicht des Manuskriptes und für seine Anregungen.

Literatur

ABRAHAM, M. (1994): Untersuchungen zur sedimentologischen Entwicklung der fluvialen Deckschichten (Miozän/Pliozän) der Rheinischen Braunkohle. - Bonner Geowiss. Schr. (Bonn) **15**, 1-227

BACKOFEN, K. (1957): Der blättrige und mit Harnischen durchsetzte Ton im Erdbau - Eine geotechnische Studie. - Der Bauingenieur (Berlin) **32** (8), 285-288

BERTLING, M., HERMANN, K. & HOCHT, F. VON DER (1995): Sedimentologie und Paläontologie autochthoner Muschel-Bohrungen in Kohleflözen (Neogen der Niederrheinischen Bucht). - N. Jb. Geol. Paläont., Mh. (Stuttgart) **1995**, 711-736

BERTLING, M. & HERMANN, K. (1996): Autochthone Muschelbohrungen im Neogen des Rheinischen Braunkohlenreviers und ihre sedimentologische Bedeutung. - Zbl. Geol. Paläont. Teil I (Stuttgart) **1995**, 33-44

CLOOS, H. (1936): Einführung in die Geologie - Ein Lehrbuch der Inneren Dynamik. - Berlin (Borntreger), 530 S.

DÜRO, F. (1970): Die Rutschung vom 20.11.1966 an der Westrandböschung des Tagebaus Zukunft-West der Rheinischen Braunkohlenwerke AG.- Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf. (Krefeld) **17**, 361-378

FEESER, V. (1983): Erscheinungsform und Genese des Kluffgefüges glazidynamisch geprägter Tone. - Z. dt. geol. Ges. (Hannover) **134**, 269-288

FEESER, V. (1986): Entwicklung eines Verfahrens zur Bestimmung der geologischen Vorbelastung von Tonen auf gefügekundlicher Grundlage - dargestellt am Beispiel des Lauenburger Tons. - Geol. Jb. (Hannover) **C46**, 1-134

FÖRSTER, W., REUTER, F., MOLEK, H. & FISCHER, P. (1979): Ingenieurgeologische und bodenmechanische Aspekte des Entstehens und Wirkens von Harnischbildungen an Tageauböschungen. - Neue Bergbautechnik (Leipzig) **9** (12), 669-673

FOOKES, P. G. & PARRISH, D. G. (1969): Observations on small-scale structural discontinuities in the London Clay and their relationship to regional geology Q. Jl. - Engng. Geol. (Belfast) **1**, 217-240

HAGER, H. (1977): Zur geologischen Gliederung der Schichtenfolge im rheinischen Braunkohlenrevier. - Braunkohle, Tagebautechnik und Energieversorgung (Düsseldorf) **29**, 116-120

HAGER, H. (1981): Das Tertiär des Rheinischen Braunkohlenreviers, Ergebnisse und Probleme. - Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf. (Krefeld) **29**, 529-563

HAGER, H. & KOTHEN, H. (1981): Deformation von Braunkohlenflözen in der Niederrheinischen Bucht als Folge differenzierter Setzung. - Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf. (Krefeld) **29**, 309-318

HAGER, H. & PRÜFERT, J. (1988): Tertiär, in: HILDEN, H. D. (Hrsg.): Geologie am Niederrhein. 4. Aufl. - Krefeld (GLA-Nordrhein-Westfalen), 32-40

HERMANN, K. (1986): Geologische Untersuchung des Ton 7F (Obermiozän) im Bereich des Tagebaus Hambach (Niederrheinische Bucht). - Dipl.-Arb. Geol. Inst. der Univ. Bonn [unveröff.], 190 S.

HERMANN, K. (1992): Untersuchungen in neogenen Tonschichten des Rheinischen Braunkohlenreviers, südliche Niederrheinische Bucht. - Bonner Geowiss. Schr. (Bonn) **2**, 1-203

HERMANN, K. & ZIMMERLE, W. (1997): Deutung der tertiären Tone in der südlichen Niederrheinischen Bucht. - Decheniana (Bonn) **150**, 342-372

HUDDLE, J. W. & PATTERSON, S. H. (1961): Origin of Pennsylvanian underclay and related seat rocks. - Geol. Soc. Amer. Bull. (New York) **72**, 1643-1660

KLOSTERMANN, J. (1995): IV. Nordrhein-Westfalen, in: BENDA, L. (Hrsg.): Das Quartär Deutschlands. - Berlin, Stuttgart (Borntreger), 59-94

- MATSCAK, H. (1963): Besonders rutschgefährliche, glaciale und glazigen beanspruchte Tonarten im Braunkohlengebirge. - *Bergbautechnik* (Berlin) **13** (4), 172-180
- MOLEK, H., REUTER, F., FISCHER, P. & FÖRSTER, W. (1979): Untersuchungen zur Harnischbildung in überkonsolidierten Horizonten des Braunkohlengebirges. - *Freiberger Forsch.-H.* (Leipzig) **A617**, 133-147
- MOLEK, H., REUTER, F. & FÖRSTER, W. (1985): Verteilung und Ausbildung von Harnischflächen im Deckgebirge und Liegenden der Braunkohle. - *Z. geol. Wiss.* (Berlin) **13**, 43-49
- MÜLLER, L. (1963): *Der Felsbau*, Bd. I, Theoretischer Teil, Felsbau über Tage. - Stuttgart (Enke), 624 S.
- MURAWSKI, H. (1969): *Deutsches Handwörterbuch der Tektonik*, 2. Lieferung, Stichworte: Harnisch und Kluff. - Hannover
- OERTEL, G. & CURTIS, C. D. (1972): Clay-ironstone concretions preserving fabrics due to progressive compaction. - *Geol. Soc. Amer. Bull.* (New York) **83**, 2597-2606
- PETZELBERGER, B. E. M. (1994): Die marinen Sande im Tertiär der südlichen Niederrheinischen Bucht - Sedimentologie, Fazies und stratigraphische Deutung unter Berücksichtigung der Sequenz-Stratigraphie. - *Bonner Geowiss. Schr.* (Bonn) **14**, 1-112
- PRANGE, W. (1958): Tektonik und Sedimentation in den Deckschichten des Niederrheinischen Hauptbraunkohlenflözes in der Ville (mit Bemerkungen zur Feintektonik der Niederrheinischen Bucht). - *Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf.* (Krefeld) **1**, 651-682
- PRINZ, H. (1982): *Abriß der Ingenieurgeologie*. - Stuttgart (Enke), 419 S.
- SCHACHTSCHABEL, P., BLUME, H.-P., BRÜMMER, G., HARTGE, K.-H. & SCHWERTMANN, U. (1989): *Lehrbuch der Bodenkunde*. 12. Aufl. - Stuttgart (Enke), 491 S.
- SCHNEIDER, H. & THIELE, S. (1965): *Geohydrologie des Erftgebietes*. - Düsseldorf (Minist. Ernähr. Landw. Forsten NRW), 185 S.
- SCHULTZ, L. G. (1958): Petrology of underclays. - *Geol. Soc. Amer. Bull.* (New York) **69**, 363-402
- SKEMPTON, A. W., SCHUSTER, R. L. & PETLEY, D. J. (1969): Joints and fissures in the London Clay at Wraybury and Edgware. - *Géotechnique* (London) **19** (2), 205-217
- WALLBRECHER, E. (1986): *Tektonische und gefügeanalytische Arbeitsweisen*. - Stuttgart (Enke), 244 S.
- WHITE, W. A. (1961): Colloid phenomena in sedimentation or argillaceous rocks. - *J. Sed. Petrology* (Tulsa) **35**, 91-99
- WILLIAMS, H. & FLINT, S. (1990): Anatomy of a channel-bank collapse structure in Tertiary fluvio-lacustrine sediments of the Lower Rhine Basin, Germany. - *Geol. Mag.* (Cambridge) **127**, 445-451
- WÖLK, E. (1939a): Die Klüfte in der niederrheinischen Braunkohle. - *Braunkohle* (Halle a.Saale) **38**, 97-104
- WÖLK, E. (1939b): Zur Klufftektonik des niederrheinischen Haupt-Braunkohlenflözes. - *Z. dt. geol. Ges.* (Berlin) **91**, 109-131
- WOLTERS, R. (1969): Geologische Gegebenheiten bei der bodenmechanischen Beurteilung hoher Tagebauböschungen. - *Fortschr. Geol. Rheinld. u. Westf.* (Krefeld) **17**, 319-332

Anschrift des Autors:

Dr. KLAUS HERMANN, Rheinstr. 107, 26382 Wilhelmshaven, E-Mail: hermanns.petzelberger@t-online.de

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Decheniana](#)

Jahr/Year: 2000

Band/Volume: [153](#)

Autor(en)/Author(s): Hermanns Klaus

Artikel/Article: [Zum Trennflächeninventar eines jungtertiären Tons im Rheinischen Braunkohlenrevier, Deutschland Structural discontinuities of a Neogene clay in the Rhenish lignite district, Germany 231-240](#)