

Bemerkungen zum Geschiebedecksand

Von ECKHARD GRIMMEL, Hamburg

Zusammenfassung. Unter „Geschiebedecksand“ wird die ungeschichtete, 50—100 cm mächtige, anlehmige bis lehmige, geschiebeführende Sandschicht verstanden, die im norddeutschen Flachland und angrenzenden Gebieten Geschiebemergel bzw. -lehm oder geschiebefreie Sande deckenförmig überzieht. Geomorphologische Untersuchungen in der Lüneburger Heide haben ergeben, daß die in der Literatur vertretenen Auffassungen über die Entstehung des Geschiebedecksandes zu einseitig sind, sich aber insgesamt gesehen ergänzen: Der Geschiebedecksand ist aus Grundmoräne dadurch entstanden, daß diese nach ihrer Ablagerung je nach Lage, Mächtigkeit, Zusammensetzung und Alter unterschiedlichen kryogenen, solifluidalen, fluvialen, äolischen, pedogenen und biogenen Umwandlungsprozessen ausgesetzt war, so daß die ursprünglichen Merkmale der Moräne mehr oder weniger verlorengegangen sind.

Summary. „Geschiebedecksand“ is defined as a non-stratified, clayey or hardly clayey cover of sand containing stones and about two or three feet thick; it covers bouldery till or sand free from stones and is distributed in northern Germany and adjoining areas. Geomorphological investigations in the Lüneburg Heath have shown that the opinions about the origin of the “Geschiebedecksand“ have a one-sided character, but that they are complementary to each other: The “Geschiebedecksand“ has originated from ground moraine. Depending on its position, thickness, composition and age the moraine has been exposed to different cryogene, solifluidal, fluvial, aeolian, pedogene and biogene processes so that the original features of the moraine are more or less lost.

Unter Geschiebedecksand wird im folgenden die ungeschichtete, 50—100 cm mächtige, anlehmige bis lehmige, geschiebeführende Sandschicht verstanden, die im norddeutschen Flachland und angrenzenden Gebieten Geschiebemergel bzw. -lehm oder geschiebefreie Schmelzwassersande deckenförmig überzieht.

Seitdem diese Decke in den sechziger Jahren des letzten Jahrhunderts zuerst beschrieben wurde (BERENDT 1863, FOCKE 1868), ist eine Fülle von Literatur erschienen, in der mehr oder weniger ausführlich zum Geschiebedecksand Stellung genommen wird, ohne daß man sich bisher über seine Entstehung einig geworden wäre.

Von den Auffassungen über die Entstehung des Geschiebedecksandes seien hier nur die wichtigsten erwähnt.

PENCK (1879) hielt den Geschiebedecksand für eine ehemalige Innenmoräne, d. h. für ehemals im Eis eingeschlossenes Schuttmaterial, das beim Abtauen des Eises zurückgeblieben ist.

SCHRÖDER und STOLLER (1907) wiesen in den Gebieten westlich von Hamburg nach, daß die obere Grundmoräne in Form eines sandigen Geschiebemergels unmittelbar in ungeschichteten Geschiebesand übergeht. Sie erklärten deshalb den Geschiebedecksand als eine extrem sandige Fazies der Grundmoräne. Auch in der Lüneburger Heide stellte STOLLER (1914) fest, daß die obere Grundmoräne teils als Geschiebemergel bzw. -lehm, teils als Geschiebesand entwickelt sei. „Beide Grundmoränenarten vertreten sich gegenseitig und gehen sowohl vertikal als auch horizontal ineinander über“ (STOLLER 1914, S. 217).

Ähnlich äußert sich WAHNSCHAFFE (1909, 1910), der die Beobachtungen STOLLERS in der Lüneburger Heide bestätigt (1909, S. 146). Er hebt hervor, daß der Geschiebedecksand ausgedehnte Decken über der oberen Grundmoräne bilde, häufiger noch über geschichteten Sanden und Kiesen, von denen er sich durch seine Blockführung deutlich abhebe. Diese Fazies der Grundmoräne sei durch besonders starke Mitwirkung von Schmelzwässern gebildet worden (1910, S. 24/25). GEINITZ (1911) sah als erster Beziehungen zwischen der Solifluktion und der Entstehung des Geschiebedecksandes.

Eingehend hat sich DEWERS (1930) mit dem Geschiebedecksand befaßt. Er weist darauf hin, daß in den vorwiegend sandigen Böden Nordwestdeutschlands die Hauptmasse des Wurzelwerks der Bäume kaum 1 m tief in den Boden hineinreicht (S. 300). Er meint, durch das Wachstum der Wurzeln würden die Sandkörner beiseite gedrängt, wodurch der Schichtverband im Laufe der Zeit gänzlich zerstört werde; denn nach dem Absterben und Zerfall der Wurzeln könnten die Sandkörner niemals in die alte Stellung zurückkehren (S. 302). Ein wichtiges Argument dafür, daß die Schichtungslosigkeit durch Pflanzenwurzeln verursacht werde, ist für DEWERS die Tatsache, daß sie nicht nur auf pleistozäne Schichten beschränkt ist, sondern in genau der gleichen Weise auf Dünen auftritt, deren Bildung in die frühe Postglazialzeit fallen dürfte. Deshalb könne Solifluktion nicht als Ursache für die Schichtungslosigkeit angesehen werden (S. 306). Er bildet ein Profil ab (S. 307), das eine Verzahnung zwischen den geschichteten Sanden im Untergrund und den ungeschichteten in der Durchwurzelungszone zeigt. Derartige Verhältnisse lägen sowohl bei pleistozänen als auch bei Dünen sanden vor und könnten wohl nur auf Wurzelwirkung zurückgeführt werden. In den meisten Fällen sei ein allmählicher Übergang zwischen der geschichteten und schichtungslosen Zone festzustellen. Manchmal kämen auch Inseln geschichteten Sandes in schichtungsloser Umgebung vor, alles Tatsachen, die für Wurzelwirkung sprächen. Deshalb könne das Merkmal der Schichtungslosigkeit des Geschiebedecksandes für die Erklärung seiner Herkunft nur mit äußerster Vorsicht herangezogen werden (S. 317): „Die Schichtungslosigkeit, welche bei allen oberflächlichen Bildungen von genügendem Alter ausnahmslos vorhanden ist, hat eine scheinbare Uniformität hervorgerufen, welche dann wiederum Veranlassung gewesen ist, für diese scheinbar gleichmäßige Bildung eine einheitliche Herkunft anzunehmen“ (S. 318). DEWERS lehnt eine einzige Entstehungsursache des Geschiebedecksandes ab. Er unterscheidet folgende Geschiebedecksandgruppen (S. 327):

- I. Geschiebedecksand, entstanden durch vorwiegend chemische oder kolloidchemische Einflüsse eines humiden Klimas aus ursprünglich ungeschichteten, steinführenden, unmitelbaren Eisabsätzen (Grundmoräne und Innenmoräne),
 - a) aus Geschiebelehm,
 - b) aus Geschiebesand (sandiger Geschiebelehm),
 - c) aus lehmigen, steinführenden Fließerden.
- II. Geschiebedecksand, entstanden infolge mechanischer Entschichtung durch Pflanzenwurzeln und wühlende Tiere,
 - a) aus Kiesen und kiesigen Sanden.
- III. Geschiebedecksand, entstanden aus geschichteten Kiesen und fluvioglazialen Blockpackungen durch Solifluktion unter Aufnahme fluvioglazialer Sande aus dem überkrochenen Hang (Abb. S. 322).
- IV. Steinsohlen, entstanden durch Deflation oder Erosion aller steinführenden glazialen Schichten.

Im Gegensatz zu DEWERS, macht DÜCKER (1934) die Schichtungslosigkeit zur Grundlage seiner Klassifikation der Decksande (S. 507). Er bezeichnet ausnahmslos „jede oberflächlich auftretende, ungeschichtete, \pm sandige Bildung schlechthin als Decksand i.w.S.“ (S. 504). Er weist darauf hin, daß die heutige Frostbodentiefe, die im norddeutschen Flachlande ca. 0,68 m beträgt, mit der durchschnittlichen Mächtigkeit der Decksandzone übereinstimmt (S. 513). Neben der schichtenzerstörenden Tätigkeit der Pflanzenwurzeln und der im Boden lebenden Tierwelt (vgl. DEWERS) hält er deshalb die Einwirkung des Frostes für das wichtigste Agens der Umgestaltung des Bodens (S. 509): „Die Decksandwerdung ist ein noch heute wirksamer exokinetischer Vorgang“ (S. 508). Der

eigentliche Geschiebedecksand — im Sinne der am Anfang gegebenen Definition — wird von DÜCKER als „Moränen-Decksand“ (S. 504) bezeichnet, wenn er über Geschiebelehm auftritt. Genetisch sei er in diesem Fall aus dem im Liegenden anstehenden Geschiebelehm entweder durch Enttonung entstanden oder durch eine ehemals leichte Übersandung des Geschiebelehms mit nachfolgender Durchmischung. Im letzten Fall spricht er von einem „Flugsand-Moränen-Decksand“ (S. 506). Tritt der Geschiebedecksand dagegen über steinfreien Sanden auf, dann führt DÜCKER seine Entstehung auf eine Durchmischung von Dünensand mit einem darunter folgenden „Brodelpflaster“ (= Steinsohle) zurück und bezeichnet ihn als „Sand-Brodelpflaster-Decksand“ (S. 506).

SCHULZ (1956) kommt aufgrund von Einregelungsmessungen der Steine des Geschiebedecksandes im brandenburgischen Alt- und Jungmoränengebiet zu dem Ergebnis, daß der Geschiebedecksand das Zeugnis einer solifluidalen Massenbewegung ist (S. 24). Der Geschiebedecksand habe eine sandige oder sandig-lehmige Grundmasse, die aus dem während der Massenbewegung zerfallenen Gesteinsmaterial sowie aus den feinkörnigen Bestandteilen des aufgenommenen und verfrachteten Anstehenden zusammengesetzt sei (S. 25). Eine glaziäre Entstehung (Innen- oder Grundmoräne) komme aus folgenden Gründen nicht in Frage (S. 25/26):

1. Der Geschiebedecksand liege nicht nur auf Geschiebemergel, sondern auch auf peri- und spätglazialen Bildungen (spätbaltische Oderschotter, Sanderflächen, Sohlen und z. T. auch Hänge sowie Schwemmkegel spätglazialer Trockentäler).
2. Wäre der Geschiebedecksand eine ehemalige Innen- oder Grundmoräne, dann müßten die frischen Formen der Trockentäler und Schwemmkegel bereits vor der Eisbedeckung vorhanden gewesen sein — eine Annahme, die sehr unwahrscheinlich und durch keine treffenden Argumente zu stützen sei.
3. Auch die Decke auf Geschiebemergel könne keine ehemalige Innenmoräne sein, da durch Solifluktion eine sicher nicht unbeträchtliche Abtragung erfolgt sei, der auch eine Bedeckung des Geschiebemergels in Form einer angenommenen Innenmoräne zum Opfer gefallen sein müßte.

Auch eine primäre Bedeutung der entschichtenden Tätigkeit von Pflanzen und Tieren im Sinne von DEWERS lehnt er ab, weil nicht alle Relieftteile mit dieser Decke überzogen seien (S. 26). Ebenfalls schließe der fossile Charakter der Decke die Annahme einer Bildung durch rezente Frosteinwirkung nach DÜCKER aus (S. 26).

SOLGER prägte 1908 den Begriff „Deckmoräne“ für den Geschiebedecksand und brachte damit zugleich seine Auffassung von der Entstehung zum Ausdruck. Wie PENCK, hält SOLGER die Deckmoräne für eine ausgetaute Innenmoräne (1965, S. 732). Diese Auffassung hat SOLGER in seinen späteren Schriften von 1931 und 1935 wiederholt und noch einmal 1965 neu formuliert und veröffentlicht. Seiner Auffassung liegen folgende Überlegungen und Beobachtungen zugrunde (1965, S. 728/29):

1. Während eine Gletscherdecke Grundmoräne nur an Stellen der Übersättigung absetzen könne, müsse sie bei ihrem Forttauen eine Deckmoräne in allgemeiner Verbreitung hinterlassen.
2. Wenn dem Geschiebedecksand eine einheitliche Entstehung zukomme, dann könne er nach Zusammensetzung und Gefüge nur entweder eine Ablagerung aus dem Eise sein oder ein Gehängeschutt (wozu er auch Fließerden rechnet). Die Deutung als Fließerde scheide aus, da der Geschiebedecksand geschlossen über flache Höhen fortgehe. Folglich sei der Geschiebedecksand als Ablagerung aus dem Eise anzusehen.

Eine spätere periglaziale Umlagerung lehnt SOLGER ab (S. 733).

NEBE, ALTERMANN und FIEDLER (1962) stellten bei ihren bodenkundlichen Untersuchungen des Geschiebedecksandes im Jung- und Altmoränengebiet der DDR folgendes fest:

1. Der Geschiebedecksand überzieht deckenartig die anstehenden Sedimente des Pleistozäns und Tertiärs auf allen Geländeformen (S. 148).
2. Auch bei lehm- und steinfreiem Untergrund enthält die Deckschicht immer sowohl Lehmenteile als auch Geschiebe (S. 148).
3. Im Geschiebedecksand ist im Vergleich zum Liegenden die Staubkomponente stärker vertreten (S. 148).
4. Die Hauptkorngrößenkomponenten des Liegenden haben entscheidenden Einfluß auf die Zusammensetzung des Geschiebedecksandes (S. 149/150).
5. Der steinfreie Sandlöß im Fläming wird in seinen Randgebieten gröber und wechselt auf kurze Entfernung (1000 m) in typischen Geschiebedecksand über (S. 147).

Aufgrund dieser Beobachtungen entwickeln FIEDLER und seine Mitarbeiter eine neue Theorie über die Entstehung des Geschiebedecksandes (1963):

1. Da Löß, Sandlöß und Geschiebedecksand ineinander übergangen und sich stratigraphisch ausschließen, müßten sie in einem Prozeß entstanden sein, und zwar als Periglazialbildungen (S. 755).
2. Eine starke Deflation im Periglazialgebiet der letzten Eiszeit habe die eeminterglazialen Bodenbildungen auf den pleistozänen Ablagerungen weitgehend vernichtet (S. 755).
3. Im Periglazialgebiet sei durch Deflation eine Steinsohle entstanden. (Die Deutung der Steinsohle als Brodelpflaster — DÜCKER — sei nicht möglich, da im Liegenden oft ungestörtes, geschichtetes Material folge, S. 755).
4. Das aus dem Periglazialgebiet verblasene feinere Material sei — vom Winde gesaigt — im Süden in den pflanzenbesiedelten Lößgebieten, das größere Material bereits nach kürzeren Transportstrecken wieder abgelagert worden (S. 755).
5. Mit dem Rückschmelzen des Eises sei auch die Periglazialzone nach Norden gewandert. Im südlichen Periglazialbereich seien durch den Wechsel von Bodenfrost und Auftauen die verwehten Sande, der abgesetzte Staub sowie Steine aus der Deflationssohle vermischt und örtlich die Deckschicht bewegt worden (S. 755).
6. Der Sandlöß sei eine lokal bedingte Abwandlung des Geschiebedecksandes. Nach weiterem Rückschmelzen des Eises sei er — weniger gut gesaigt als der südliche Löß — an Windhindernissen (Endmoränenketten) abgelagert worden (S. 755/56).

Wie SCHULZ (1956) kommt auch HAGEDORN (1964) bei seinen geomorphologischen Untersuchungen im Uelzener Becken (Lüneburger Heide) zu dem Ergebnis, daß der Geschiebedecksand als Solifluktiionsdecke anzusehen ist. Als Liefergebiet für die im Geschiebedecksand auftretenden Geschiebe hätten die Grundmoräne und steinig-kiesige Lagen der Endmoränen gedient (S. 172).

KOPP (1965) hat den Geschiebedecksand, den er als „periglaziale Deckzone“ bezeichnet, im nordostdeutschen Tiefland mit bodenkundlichen Methoden untersucht. Seine Analyseergebnisse wertet er folgendermaßen aus:

1. Der Grobkiesgehalt sei in der Deckzone höher als im Liegenden (S. 741).
2. Das Mittelsand/Feinsand-Verhältnis zwischen Deckzone und Liegendem sei in der überwiegenden Mehrzahl der Profile so unterschiedlich, daß man von Zweischichtigkeit sprechen müsse (S. 742).

3. Im Mittel sei der Schluffgehalt der Deckzone höher als der des Liegenden (S. 743).
4. Aber je höher der Schluffgehalt des Liegenden sei, desto höher sei er auch in der Deckzone (S. 754).
5. Je höher der Grobsandgehalt im Liegenden sei, desto höher sei er auch in der Deckzone (S. 754).
6. Auch im Stein- und Kiesgehalt bestehe eine lose Verwandtschaft zwischen Deckzone und Liegendem. Im groben Durchschnitt sei die Deckzone über einem stein- und kiesarmen Untergrund ebenfalls stein- und kiesarm. Und über stein- und kiesreichem Liegenden sei meistens auch die Deckzone stein- und kiesreicher. Von dieser Regel gebe es jedoch nicht selten überraschende Abweichungen. So kämen mitunter auf größeren Ebenen, Platten oder gar Kuppen steinreiche Deckzonen über stein- und kiesfreiem oder sehr -armem Liegenden vor (S. 755).
7. Die Substratverwandtschaft zwischen Deckzone und Liegendem werde auch durch den Vergleich der Silikatzahlen bezeugt (S. 755).

KOPP folgert daraus, daß die Deckzone vorwiegend durch Umwandlung aus dem Material des Liegenden an Ort und Stelle oder in der Umgebung entstanden ist (S. 754).

Ferner beschreibt KOPP einen Geschiebedecksand mit tertiärer Grundmasse, in der aber nordische Geschiebe enthalten sind; unter dem Geschiebedecksand folge das anstehende Tertiär. Dieser Geschiebedecksand komme auch dort vor, wo eine solifluidale Anlieferung ausscheide (auf Ebenen und Kuppen) (S. 758).

Gegen die Deutung des Geschiebedecksandes als Fließerde erhebt KOPP folgende Einwände (S. 759):

Sie könne nicht die Steinanreicherung auf Kuppen und größeren Ebenen erklären, bei denen ein Antransport von benachbarten höheren Geländepartien nicht in Frage komme, besonders dort, wo auf erhöhten Geländepartien ein steinreicher Geschiebedecksand über einem steinfreiem Untergrund lagere, oder wo die Deckzone Steine enthalte, die in ihrer Herkunft der Grundmasse des Geschiebedecksandes und dem Material im Liegenden fremd seien (nordische Geschiebe über steinfreiem Tertiär). KOPP meint, die mit Hilfe von Einregelungsmessungen als Fließerden nachgewiesenen Geschiebedecksande seien als nachträgliche oder zeitlich einhergehende Veränderungen eines auf andere Weise entstandenen Geschiebedecksandes anzusehen. Solch nachträgliches Fließen schein aber nicht sehr intensiv gewesen zu sein, da sonst seine gleiche Mächtigkeit selbst über ein stark bewegtes Relief hinweg nicht zu erklären sei. Auch die Steine im Geschiebedecksand auf Kuppen hätten sonst solifluidal hangabwärts transportiert worden sein müssen.

Die gegen die Fließerde-Deutung erhobenen Einwände ließen sich gegen die Deckmoränen-Deutung zwar nicht anführen (S. 760), aber

1. könne man sich schwer vorstellen, daß eine Eisablagerung — selbst über stark bewegte Geländeformen hinweg — so gleichmäßig mächtig sei wie der Geschiebedecksand;
2. sei die enge Verwandtschaft zwischen dem Geschiebedecksand und dem Liegenden nur schwer zu erklären.

Gegen die Deutung einer zweiphasigen Entstehung aus einem Denudationssteinpflaster und einer Flugsand- oder Sandlößhaut spräche (S. 760/761):

1. die Substratverwandtschaft zwischen der Grundmasse der Deckzone und dem Liegenden, besonders dort, wo über inselweise auftretendem tertiärem Sand die Grundmasse des Geschiebedecksandes sich ebenfalls aus dem tertiären Material des Liegenden zusammensetze, während die Geschiebe nordischen Ursprungs seien;

2. die gleichmäßige Mächtigkeit der Deckzone, besonders in stark reliefiertem Gelände. Denn wo man eindeutig ansprechbare Flugsand- oder Sandlößschichten finde, wechsle doch die Mächtigkeit dieser äolischen Decken bereits auf kurze Entfernung ziemlich stark;
3. die mangelnde Sortierung des Deckzonenmaterials. Denn man könne sich keine Deckzone vorstellen, die Anteile aus allen Korngruppen vom Schluff bis zur Steingröße enthalte und noch gar über sortiertem Sand liege und als ein Vermischungsprodukt aus einer Denudationssteinsohle und einer äolischen Decke entstanden sei.

In einem eigenen Deutungsversuch zerlegt KOPP (S. 761—764) die Entstehung des Geschiebedecksandes in zwei Teilvorgänge:

1. die Entstehung des Ausgangsmaterials,
2. den Umwandlungsprozeß.

Er meint, beide Prozesse könnten nacheinander oder vielleicht auch gleichzeitig abgelaufen sein.

Die Umwandlung könne nur auf die Vorgänge in der Frostwechselzone der Dauerfrostböden im Periglazialbereich zurückgeführt werden.

Das Ausgangsmaterial für den periglazialen Umwandlungsvorgang sei das von einer Denudationssteinschicht bedeckte, heute im Liegenden vorhandene Material gewesen. Während des Umwandlungsvorganges sei dann dieses Substrat, infolge Kryoturbation, bis zur Grenze der Auftauzone mit den hangenden Steinen vermischt worden. Seitliche Materialverfrachtung, vor und während des Durchmischungsvorganges, sei an Hängen auch durch Solifluktion bedingt. Dort, wo die Deckzone schluffreicher als ihr Liegendes sei, habe zum Ausgangsmaterial des periglazialen Umwandlungsvorganges auch ein Sandlößschleier gehört. Die Denudationssteinsohle und deren Liegendes sei aber nur dann in den Durchmischungsvorgang einbezogen worden, wenn der Sandlößschleier nicht mehr als 70 cm Mächtigkeit gehabt habe. Entsprechendes gelte für eine Flugsandbedeckung. Die gleichmäßige Mächtigkeit und die Schichtungslosigkeit des Geschiebedecksandes sei allein auf den Frostwechsel zurückzuführen.

ALTERMANN (1968) führt, ähnlich wie KOPP, Korngrößen- und Mineralzusammensetzungsvergleiche zwischen Deckschichten und Liegendesedimenten durch, kommt aber zu einer anderen Interpretation:

In der graphischen Darstellung der Mittelsand/Feinsand-Quotienten treten bei allen Deckschichten sowohl Unterschiede als auch Gemeinsamkeiten im Vergleich zum Liegenden auf (Abb. 46, S. 159). Noch deutlicher wird der Unterschied beim Feinsand/Grobsand-Quotienten (Abb. 47, S. 160). Auch bei der Gegenüberstellung der Sand/Schluff-Quotienten werden die gleichen Verhältnisse sichtbar (Abb. 48, S. 161). Die gleichen Ergebnisse lieferten auch die Vergleiche der Epidot/Granat-Quotienten (Abb. 49, S. 161) und der Epidot/(Zirkon+Rutil+Turmalin)-Quotienten (Abb. 50, S. 162).

Aus den Analyseergebnissen folgert ALTERMANN, daß der Geschiebedecksand als selbständiges, durch geologische Prozesse gebildetes Decksediment zu deuten ist (S. 162).

Im Gegensatz zu KOPP, beschreibt ALTERMANN einen Geschiebedecksand über tertiären Sanden, der sich in der Korngrößenzusammensetzung deutlich vom Liegenden unterscheidet (S. 163).

ALTERMANN kommt zu dem Ergebnis, daß in den Decken sowohl eine lokale als auch eine fremde Komponente enthalten ist: Der gröbere Anteil (Grobsand, Mittelsand und z. T. auch Feinsand) entstamme dem Liegenden bzw. in unmittelbarer Nähe anstehenden

Sedimenten; doch seien Grobschluff und z. T. auch Feinsand größere Strecken transportiert worden (S. 166/167). In geringmächtigen Decken sei der Lokalanteil höher als in mächtigen (S. 167). ALTERMANN ist der Meinung, daß äolische Vorgänge für die Entstehung des Geschiebedecksandes die größte Bedeutung gehabt, daß daneben auch Solifluktion und Kryoturbation eine wichtige Rolle gespielt haben (S. 166/167). Gegenüber seiner und seiner Mitarbeiter früheren Meinung bezieht er jetzt auch einen möglichen Materialaustausch zwischen Geschiebedecksand und Liegendensedimenten — nicht nur mit der Steinsohle — infolge Kryoturbation während oder nach der äolischen Sedimentation in seine Deutung ein. Die Vermischung sei aber um so geringer, je mächtiger die Decken seien (S. 167/168).

Überblickt man die Arbeiten über den Geschiebedecksand, so stellt man fest, daß im Laufe der Zeit zahlreiche wichtige Beobachtungen gesammelt worden sind, daß die Autoren aber zu den unterschiedlichsten genetischen Folgerungen gelangt sind, weil sie die eigenen Beobachtungen überbewertet und frühere ignoriert oder als irrelevant abgetan haben.

DÜCKER (1934) meint, daß der „Sand-Brodelpflaster-Decksand“, also Geschiebedecksand über steinfreiem Sand, dadurch entstanden ist, daß eine äolische Sanddecke mit einer liegenden Steinsohle durch Kryoturbation vermischt wurde. Wenn diese Deutung auch nicht falsch zu sein braucht, so ist sie sicher unvollständig und nur lokal, d. h. auf Flugsandgebiete, anwendbar. Unbeantwortet bleibt vor allem die Frage nach der Herkunft der Geschiebe. Die Aussage, daß sie vor ihrer Vermischung mit dem Dünenand in Form einer Steinsohle gelagert haben, ist von sekundärer Bedeutung, denn hiermit wird nichts über die primäre Art des Sedimentes gesagt, in dem sich die Geschiebe ursprünglich befunden haben. Die Steinsohle kann also durchaus ein Relikt einer ehemals vielleicht nur geringmächtigen Grundmoräne gewesen sein, die durch das Zusammenwirken von Kryoturbation und Deflation alle feineren Kornfraktionen verloren hat. Dort, wo eine Deflation nicht oder nur in geringem Maße stattgefunden hat und wo es später nicht zu einer Ablagerung von Flugsand gekommen ist, kann der Geschiebedecksand durchaus eine „extrem sandige Fazies der Grundmoräne“ (SCHRÖDER und STOLLER 1907) sein, sandig wahrscheinlich nicht primär, sondern sekundär infolge Tondurchschlammung.

Die Beobachtungen von SCHULZ (1956), daß der Geschiebedecksand auch auf peri- und spätglazialen Bildungen (z. B. Hänge und Schwemmkegel von Trockentälern) liegt, sind wichtig und zeigen, daß der Geschiebedecksand auch als Solifluktionsdecke in Erscheinung treten kann. Nicht zwingend dagegen ist seine Folgerung, daß eine glaziäre Entstehung (Innen- oder Grundmoräne) nicht in Frage kommt. Denn auch gegen die Deutung des Geschiebedecksandes nur als Fließerde sind die von KOPP (1965) erhobenen Einwände zu unterstreichen.

HAGEDORN (1964) vertritt ebenfalls die Fließerde-Deutung, hebt allerdings klar hervor, daß die Geschiebe des Geschiebedecksandes von Grund- oder Endmoränen geliefert sein müßten.

Ebensowenig wie die Fließerde-Deutung, kann auch die Deutung als Deckmoräne (SOLGER) Allgemeingültigkeit beanspruchen.

Gegen die Deutung einer zweiphasigen Entstehung aus einer Steinsohle und einer Flugsand- oder Sandlößhaut (ALTERMANN, FIEDLER und NEBE) sprechen insbesondere die von KOPP unter Punkt 2. und 3. erhobenen Bedenken.

Seinerseits versucht KOPP (1965) bei der Auswertung seiner Analysen eine Substratverwandtschaft zwischen Geschiebedecksand und Liegendem nachzuweisen, um daraus seine Deutung abzuleiten, daß der Geschiebedecksand durch periglaziäre Durchmischung einer hangenden Denudationssteinschicht mit einem heute im Liegenden des Geschiebedecksandes

vorhandenen Material entstanden sei. Allerdings fällt es einem schwer, aus den Diagrammen, die KOPP abbildet, eine vorherrschende Substratverwandtschaft abzuleiten. Und so kommt ALTERMANN (1968) bei seinen Analysen auch zu einer angemesseneren Auswertung, indem er feststellt, daß es zwischen Geschiebedecksand und Liegendem nicht mehr Gemeinsamkeiten als Unterschiede gebe. Ferner bleibt KOPP die Erklärung schuldig, wie er sich die ehemals steinführende Schicht vorstellt, aus der die Denudationssteinsohle entstanden sein soll, die gleiche Erklärung, die auch DÜCKER schuldig geblieben ist.

Abschließend möchte ich meine eigenen Beobachtungen mitteilen, die ich bei einer geomorphologischen Geländeaufnahme im Nordosten der Lüneburger Heide im Gebiet zwischen Elbe, Katemin- und Harlinger Bach gemacht habe (vgl. GRIMMEL 1969, 1971). Dort besteht der Untergrund weitestgehend aus glazifluvialen Sanden, wird aber an der Oberfläche von einer lückenhaften Geschiebemergel- bzw. -lehmdecke verhüllt. Besonders dort, wo Trockentäler das Gelände durchziehen, ist die Geschiebemergeldecke regelmäßig unterbrochen. Doch auch auf Flächen setzt die Decke häufig aus, und die sonst sie unterlagernden Sande kommen an die Oberfläche. Diese Sande sind praktisch immer steinfrei, aber in Oberflächennähe sind sie mit Grobkiesen, Steinen und Blöcken durchsetzt.

Der Geschiebemergel kann nur vom Inlandeis abgelagert worden sein und da er, wenn auch lückenhaft, so doch allenthalben auftritt, muß auch das Gelände — von den Trockentaleinschnitten abgesehen — flächenhaft vom Eis bedeckt gewesen sein. Daraus folgt weiter, daß die Steine und Blöcke über stein- und blockfreiem Untergrund als „Geschiebemergelvertreter“ angesehen werden müssen. Eine solifluidale Anlieferung scheidet bei Flächenlage aus. Daß die Hänge und Sohlen der Trockentäler ebenfalls mit Steinen und Blöcken besetzt sein können, ist nicht überraschend; denn bei der Talbildung sind sie sicher solifluidal und fluvial in ihre heutige Position gelangt. Sie sind in diesem Fall zwar Teil einer Solifluktsdecke, aber genetisch können sie nur mit der Grundmoräne in Verbindung gebracht werden. Also schließen sich die Auffassungen von PENCK und SOLGER (Innenmoräne), SCHRÖDER, STOLLER und WAHNSCHAFFE (sandige Fazies der Grundmoräne) und SCHULZ (Solifluktschutt) nicht aus, sondern ergänzen sich. Daß die Schichtungslosigkeit zur Erklärung der Entstehung des Geschiebedecksandes nicht geeignet ist, hat schon DEWERS klar erkannt.

Die Beobachtung von KOPP, FIEDLER u. a., daß im Geschiebedecksand die Staubkomponente stärker vertreten ist als im Liegenden, scheint mir bisher nicht erschöpfend erklärt zu sein. KOPP, FIEDLER u. a. führen die Schluffanreicherung auf Flugstaubeinwehung zurück. Die Möglichkeit, daß der Schluff Bestandteil einer ehemaligen Grundmoräne, die der Tondurchschlammung unterlegen hat, sein kann, ist nicht in Betracht gezogen worden, obgleich die Geschiebe im Geschiebedecksand und die Tonausfallungszonen in liegenden Sanden bzw. der B₄-Horizont in liegendem Geschiebelehm diese Deutung nahelegen. Dafür spricht ebenfalls die Tatsache, daß bei lehmfreiem Untergrund der Geschiebedecksand immer lehmig ist. Damit soll keinesfalls die von Fiedler u. a. postulierte äolische Komponente zurückgewiesen werden. Ohne Zweifel kann ein Teil des Schluffes und Sandes im Geschiebedecksand allochthon vom Wind geliefert worden sein, aber sicher nicht in dem Umfang, der von ihnen postuliert wird. Andererseits dürfte es ja auch Gebiete geben, in denen feinkörnige Bestandteile des Geschiebedecksandes durch Deflation verlorengegangen sind.

Wichtig scheint mir die von KOPP geforderte, aber nicht durchgeführte Trennung der Entstehung des Geschiebedecksandes in zwei Teilvorgänge zu sein: 1. Entstehung des Ausgangsmaterials, 2. Umwandlung des Ausgangsmaterials. Die solifluidalen, kryogenen und äolischen Prozesse sind in den jüngeren Veröffentlichungen in einem Maße in den Vordergrund gestellt worden, das nicht mehr zu rechtfertigen ist. Denn die Frage nach der Entstehung des Geschiebedecksandes kann nur dann angemessen beantwortet werden, wenn man auch die Frage nach der Entstehung des eigentlichen Ausgangsmaterials nicht umgeht.

Aufgrund der Literaturoswertung und meiner eigenen Beobachtungen in der Lüneburger Heide bin ich zu der Überzeugung gelangt, daß der Geschiebedecksand nur aus Grundmoräne hervorgegangen sein kann. Diese war je nach Lage, Mächtigkeit, Zusammensetzung und Alter unterschiedlichen kryogenen, solifluidalen, fluvialen, äolischen, biogenen und pedogenen Umwandlungsprozessen ausgesetzt, so daß die ursprünglichen Merkmale der Grundmoräne, je nach dem Grad der Umwandlung, mehr oder weniger verlorengegangen sind.

Die unterschiedlichsten Auffassungen über die Entstehung des Geschiebedecksandes widersprechen sich also nicht, sondern sie lassen sich sogar vereinigen, wenn man alle wichtigen Beobachtungen berücksichtigt und sie als Ergebnis vielfältiger nacheinander und nebeneinander ablaufender Prozesse sieht.

Literaturverzeichnis

- ALTERMANN, M.: Quartärgeologische und bodenkundliche Untersuchungen an weichseleiszeitlichen äolischen Deckschichten im Gebiet Sachsen-Anhalt. — Tharandt 1968.
- BERENDT, G.: Die Diluvialablagerungen in der Mark Brandenburg. — Z. deutsch. geol. Ges., **15**, Berlin 1863.
- DEWERS, F.: Studien über die Entstehung des Geschiebedecksandes. — Abh. naturwiss. Ver. Bremen, **27**, 299—330, Bremen 1930.
- DÜCKER, A.: Die Windkanter des Norddeutschen Diluviums in ihren Beziehungen zu periglazialen Erscheinungen und zum Decksand. — Jahrb. preuß. geol. Landesanst., **54**, 487—530, Berlin 1934.
- FIEDLER, H.-J., ALTERMANN, M. & NEBE, W.: Bemerkungen zum Geschiebedecksand II. — Wiss. Z. Techn. Univ. Dresden, **12**, 755—756, Dresden 1963.
- FOCKE, W. O.: Zur Kenntnis der Bodenverhältnisse bei Bremen. — Abh. naturwiss. Ver. Bremen, **1**, 80—84, Bremen 1868.
- GEINITZ, E.: Bemerkungen über das Eiszeitproblem. — Arch. Ver. Naturk. Mecklenburg, **65**, 1911.
- GRIMMEL, E.: Ist die nordöstliche Lüneburger Heide eine „Endmoränen“-Landschaft? — Eiszeitalter u. Gegenwart, **20**, 243—244, Öhringen 1969.
- : Geomorphologische Untersuchungen in der nordöstlichen Lüneburger Heide. — Hamburger geogr. Stud., **27**, Hamburg 1971.
- HAGEDORN, J.: Geomorphologie des Uelzener Beckens. — Göttinger geogr. Abh., **31**, Göttingen 1964.
- KOPP, D.: Die periglaziäre Deckzone (Geschiebedecksand) im nordostdeutschen Tiefland und ihre bodenkundliche Bedeutung. — Ber. geol. Ges. DDR, **10**, 739—771, Berlin 1965.
- NEBE, W., ALTERMANN, M. & FIEDLER, H.-J.: Bemerkungen zum Geschiebedecksand I. — Jahrb. Staatl. Mus. Mineral. Geol., 147—155, Dresden 1962.
- PENCK, A.: Die Geschiebformation Norddeutschlands. — Z. deutsch. geol. Ges., **31**, 117—203, Berlin 1879.
- SCHRÖDER, H. & STOLLER, J.: Diluviale, marine und Süßwasserschichten bei Ütersen-Schulau. — Jahrb. preuß. geol. Landesanst., **27**, 455—527, Berlin 1907.
- SCHULZ, H.: Der Geschiebedecksand als spätglaziale Wanderschuttedecke im Brandenburgischen Alt- und Jungmoränengebiet. — Peterm. geogr. Mitt., **100**, 16—28, Gotha 1956.
- SOLGER, F.: Der Rückzug des diluvialen Inlandeises aus dem mittleren Norddeutschland. — Z. deutsch. geol. Ges., **60**, 215—228, Berlin 1908.
- : Der Boden Niederdeutschlands nach seiner letzten Vereisung. — Deutsche Urzeit, **2**, Berlin 1931.
- : Die Entstehung der nordostdeutschen Bodenformen während der Eiszeit. — Deutsche Urzeit, **3**, Berlin 1935.
- : Zur methodischen Behandlung der Geschiebedecksandfrage. — Ber. geol. Ges. DDR, **10**, 727—738, Berlin 1965.
- STOLLER, J.: Der jungdiluviale Lüneburger Eisvorstoß. — Jahresber. niedersächs. geol. Ver., **7**, 214—230, Hannover 1914.

WAHNSCHAFFE, F.: Die Ursachen der Oberflächengestaltung des norddeutschen Flachlandes. — 2. Aufl., Stuttgart 1901.

— : Die Oberflächengestaltung des norddeutschen Flachlandes. — 3. Aufl., Stuttgart 1909.

— : Die Eiszeit in Norddeutschland. — Berlin 1910.

Probleme des Geschiebedecksandes im Jung- und Altmoränengebiet. — Arbeitstagung der Geographischen Gesellschaft der DDR vom 18.—20. September 1964 in Berlin —. Ber. geol. Ges. DDR, **10**, 721—726, Berlin 1965.

Manusk. eingeg. 17. 8. 1971.

Anschrift des Verf.: Dr. E. Grimmel, Inst. f. Geographie und Wirtschaftsgeographie der Universität Hamburg, 2 Hamburg 13, Rothenbaumchaussee 21—23.