

Aus der Sektion Forstwirtschaft der Technischen Universität Dresden,
Bereich Bodenkunde und Standortslehre,
und dem VEB Geologische Forschung und Erkundung Halle

Zur Geschichte, Genese und Systematik der Böden des östlichen Harzes

Von

Hans Schröder und Hans Joachim Fiedler

(Eingegangen am 25. August 1977)

0. Einleitung	333
1. Betrachtungen zur Geschichte der Böden	333
2. Betrachtungen zur Genese der Böden	336
3. Betrachtungen zur Systematik der Böden	341
4. Zusammenfassung	343
Schrifttum	343

0. Einleitung

Die Aufhellung von Fazies, Alter und Genese der periglazialen Deckschichten in den Mittelgebirgen der DDR (vgl. Schröder u. Fiedler 1977) hat weitreichende bodengeschichtliche, bodengenetische und bodensystematische Konsequenzen, die am Beispiel der Böden des östlichen Harzes diskutiert werden sollen (vgl. auch Schröder u. Fiedler 1979 a u. b). So ist das Alter der Mittelgebirgsböden, für die eine ausschließlich holozäne Entstehung nicht mehr vertretbar erscheint, eng mit dem Alter der periglazialen Deckschichten verbunden. Quartärgeologische Prozesse, insbesondere Auf- und Abtrag sowie Zuführung von Fremdmaterial (Löß), sind für die Genese dieser Böden so wesentlich, daß sie nur unter dem Gesichtspunkt der Interferenz von quartärgeologischen *und* pedogenetischen Prozessen gedeutet werden kann. Aus diesem Sachverhalt ergeben sich zwangsläufig Folgerungen für die Bodensystematik. Die bisher üblich rein bodengenetische Basis der Systematik ist unzureichend, selbst wenn die Körnungsart (bzw. das Substrat) in der Bodenform berücksichtigt wird (vgl. auch Eberhardt u. a. 1961, Gröbner u. a. 1958, 1962, 1963, 1967, Klawitter u. a. 1959 sowie Schwanecke 1966 u. 1970).

1. Betrachtungen zur Geschichte der Böden

Das mögliche Alter der Böden wird vom Alter der periglazialen Deckschichten in einer Richtung begrenzt. Entsprechend dem bevorzugt weichselzeitlichen Alter der periglazialen Deckschichten ist die Vorstellung, daß sich die heutigen Oberflächenböden im wesentlichen im Holozän gebildet haben (z. B. Blume 1961, Kundler 1961, G. Reuter 1962, Rau 1964, Rohdenburg u. Meyer 1968), auf ihre Richtigkeit zu überprüfen. In den letzten 10 Jahren hat sich in zunehmendem Maße die Ansicht verbreitet, daß

die Böden bereits während der Weichsel-Kaltzeit entscheidend geprägt worden sind (vgl. hierzu Semmel u. Plass 1965, Plass u. Semmel 1966, Plass 1966, Neumeister 1966, Kowalkowski 1967, Altermann 1968, Kopp 1969, 1970, Ehwald 1970, Jäger 1970, B. Reuter 1970, Schwanecke 1970). Wesentlich für die bodengeschichtliche Deutung ist deshalb die Kenntnis der weichselzeitlichen Klimaphasen.

Hinweise für den Klimaablauf der Weichsel-Kaltzeit im Untersuchungsgebiet erbrachten die Untersuchungen von Mania (1965, 1967 u. 1973) aus dem nördlichen Harzvorland („Ascherslebener Depression“). Mania gliedert die Weichsel-Kaltzeit analog Büdel (1950 u. 1960) in die 3 Hauptabschnitte Frühweichselglazial, Hochweichselglazial und Spätweichselglazial. Die Kaltphasen wurden von insgesamt 11 Wärmeschwankungen (Intervallen und Interstadialen) unterbrochen. Mania (1967 u. 1973) kennzeichnet den allgemeinen Klimacharakter des Frühweichselglazials als feucht-kalt (Kaltphasen) bis feuchttemperiert (Wärmeschwankungen), wobei gegen Ende des Glazials eine Zunahme der Trockenheit beobachtet werden kann. Im Hochweichselglazial – dem Maximum der Weichsel-Kaltzeit – setzt sich ein niederschlagsarmes, trocken-kaltes (kalt-kontinentales) Klima durch. In diese Zeit fällt die Hauptphase der Lösssedimentation. Das Spätweichselglazial, in dem anfangs noch hochglaziale Verhältnisse herrschten, ist der Abschnitt der phasenhaften Wiedererwärmung, Feuchtigkeitszunahme und Wiederbewaldung. Während im Mittelgebirgsbereich in der Zeit des Frühweichselglazials Waldtundren dominierten, waren im Hochweichselglazial Frostschuttundren verbreitet; in den Kaltphasen des Spätweichselglazials bestimmten immer noch Tundren die Vegetationsverhältnisse im Mittelgebirgsraum, wozu in der jüngeren Dryaszeit lichte Gehölze von Birke, Kiefer und Weide traten. Im Alleröd sind mit Ausnahme der höheren Lagen – in denen eine Wiederbewaldung erst im Holozän (Präboreal) einsetzte (Beug 1957) – lichte Gehölze von Kiefer und Birke (Gebirgsstaiga) vorherrschend. Da die klimatischen Wirkungen des Mittelgebirgsbereiches erst oberhalb 400 bis 500 m ü. NN beginnen, was sinngemäß auch für das Paläoklima anzunehmen ist, stellen die unterhalb dieses Höhenbereiches liegenden Teile des östlichen Harzes klimatisch ein Übergangsgebiet dar.

Im östlichen Harz fehlen sicher datierte Bodenhorizonte und Deckschichtenglieder; es ist daher notwendig, zur Ermittlung des Alters der Böden das mutmaßliche Alter der Deckschichten heranzuziehen. Nach dem jetzigen Kenntnisstand ist für den östlichen Harz folgende stratigraphische Deutung für die einzelnen Deckschichtenglieder wahrscheinlich:

Für die Sedimente der Basisposition – Basisschutt und Basislehm (Basiston) – wird ein frühweichselglaziales (alt- und mittelweichselzeitliches) Alter angenommen, so daß die Sedimente im wesentlichen jünger sind als das Eem-Interglazial und älter als das „Paudorf- Interstadial“. Mit dem Einsetzen des Hochweichselglazials begann die Hauptphase der Lösssedimentation, so daß Mittelschutt und unterer Skelettlöß hoch- bis spätweichselglazialen (jungweichselzeitlichen) Alters sind. Sie haben damit ein post-paudorf- bis präallerödzeitliches Alter. Das Alleröd wird als wichtige Markierungsphase aufgefaßt. Oberer Skelettlöß, Feindeckschutt und Grobdeckschutt wurden nach dem Alleröd sedimentiert und haben ein jungtundrenzeitliches Alter. Holozäne Umlagerungen sind wahrscheinlich. Für den Blockdeckschutt muß ein Bildungszeitraum angenommen werden, der sich zumindest über die gesamte Weichsel-Kaltzeit erstreckt (vgl. Schilling u. Wiefel 1962, Mücke 1966, Mania 1967, Semmel 1968 sowie Richter, Ruske u. Schwanecke 1970). Die verschiedenen stratigraphischen Positionen sind im allgemeinen durch Zäsuren voneinander getrennt.

Es bestehen nun zwei Möglichkeiten: Entweder wurden durch einen „holozänen Durchgriff der Bodenbildung“ (Rohdenburg u. Meyer 1968) die unterschiedlich alten Deckschichtenglieder erst im Holozän insgesamt pedogen überprägt, oder es entwickelten sich in den verschiedenen Deckschichten unterschiedlich alte Böden. Hierbei muß selbstverständlich mit der Möglichkeit gerechnet werden, daß eine schwächere Weiter-

prägung solcher Böden im Holozän stattgefunden hat; ihre Hauptanlage ist jedoch auf präholozäne Einflüsse zurückzuführen.

In der Basisposition sind voll entwickelte Böden seltener. Wenn die Sedimente dieser Position – Basisschutt und Basislehm – durch Abtrag in unmittelbare Oberflächennähe gerückt sind, können hier als Böden unterschiedlichen Alters Ranker, Podsole und Rendzinen vorkommen; sie lassen sich wegen des Abtrags schwer datieren und können sowohl holozänen als auch weichselzeitlichen (spätglazialen) Alters sein. Lehmiges Verwitterungsmaterial in den Basissedimenten entstammt älteren (spätestens eem-zeitlichen) Verwitterungsbildungen; es wurde bei der Deckenentstehung in das Sediment eingearbeitet und kann daher nicht in Beziehung zu einer Bodenbildung in situ gebracht werden. Tonhäutchenhorizonte im Bereich der Basisposition sind entweder das Ergebnis eines Lessivierungsvorganges aus der stratigraphischen Mittelposition und damit zeitlich später zu datieren als das „Paudorf-Interstadial“ oder ein Produkt der Wiederaktivierung älteren Bodenmaterials. Schwache „Verbraunungserscheinungen“ in der Basisposition können sowohl das Ergebnis einer geringen Eisenfreisetzung der frühweichselglazialen Epoche (einschließlich „Paudorf-Interstadial“) sein als auch hydromorphen (syn- und postgenetischen) Einflüssen entstammen. Ein hoher Anteil an „freiem Eisen“ am Gesamteisen spricht für hydromorphe Einflüsse.

Wesentlich intensiver ist die Bodenbildung im Bereich der Mittelposition, die durch den unteren Skelettlöß und den Mittelschutt vertreten wird. Hier finden sich bevorzugt Verbraunungserscheinungen (Mittelschutt) und Lessivierungserscheinungen (unterer Skelettlöß). Entsprechend dem Alter der Sedimente sind die Bodenbildungen allgemein in die Zeit zwischen „Paudorf-Interstadial“ und jüngere Dryaszeit (jüngere Tundrenzeit) zu stellen. Wahrscheinlich ist – da die Hauptepoche dieses Zeitraumes mutmaßlich durch die Sedimentation geprägt war –, daß sie einer Spätphase des genannten Zeitraumes, die das Alleröd-Interstadial einschließt, angehören. Die Lessivierungserscheinungen weisen besonders darauf hin, daß die Bodenbildungen nicht holozänen Alters sind. Einmal sind die Böden teilweise gekappt, andererseits sogar solifluidal verlagert und gekappt worden. Böden dieser Ausprägung wurden im östlichen Harz bereits von Schilling (1957) und Schilling u. Wiefel (1962) beschrieben. Sie kommen mit unterschiedlicher Verbreitung im Unter- und Mittelharz vor. Stellt man die Lessivierung in die oben erwähnte Spätphase des für die Mittelposition verfügbaren Zeitraumes, so ist die entstandene Fahlerde vermutlich zu Beginn der jüngeren Tundrenzeit verflossen. Ihr Abtrag ist wahrscheinlich in Zusammenhang mit der darauffolgenden jungtundrenzeitlichen Sedimentation von Skelettlöß erfolgt (vgl. auch B. Reuter 1970). Eine genauere Datierung der Vorgänge ist nicht möglich. Die solifluidale Verlagerung der Fahlerde beweist, daß die Lessivierung in diesem Fall kein rezenter Vorgang ist. Damit ist auch für den östlichen Harz das in der Literatur viel umstrittene Problem der spätglazialen Lessivierung aktuell (vgl. hierzu insbesondere Schönhals 1957 a u. b, 1959, 1960 u. 1964, Brunnacker 1959, Roeschmann 1963, Wichtmann 1965, Semmel u. Plass 1965, Plass 1966, Neumeister 1966, Krönert 1966, Kowalkowski 1967, Altermann 1968, Kopp 1969 und B. Reuter 1970). B. Reuter (1970) beschränkt den Zeitraum der spätglazialen Fahlerdebildung im wesentlichen auf das Alleröd, da die jungweichselzeitlichen Löße nach seiner Deutung erst zwischen Bölling und Alleröd sedimentiert worden sind, während die Epoche zwischen Bölling und „Paudorf“ als Abtragungsphase angesehen wird.

Die vorzugsweise im Mittelschutt ausgebildete, z. T. durchschlämmte Braunerde ist ebenfalls in verschiedenen Fällen gekappt worden und demzufolge wahrscheinlich eine zeitgleiche Bildung der Fahlerde, die allerdings in höherem Maße als die Fahlerde heute noch in situ liegt. Illuvialhorizonte von Podsolon, die sich bei Grobdeckenschuttüberlagerung in den oberen Teilen von Mittelschutten finden, sind altersmäßig

zum jeweiligen Podsolprofil zu stellen, da es sich in der Mittelposition um zugewanderte Substanz aus der Deckposition handelt.

Die Deckposition wird vor allem durch den oberen Skelettlöß, den Feindeckschutt und den Grobdeckschutt repräsentiert. Die Sedimente sind postallerödzeitlich und im wesentlichen jungtundrenzeitlich. Demzufolge können alle in ihnen entwickelten Böden frühestens in einer späten Phase der jüngeren Tundrenzeit überhaupt gebildet worden sein, was aber wegen der Kürze des zur Verfügung stehenden Zeitraumes wenig wahrscheinlich ist, so daß wohl in der Hauptsache für diese Position eine holozäne Bodenbildung anzunehmen ist. Als Böden sind im oberen Skelettlöß und im Feindeckschutt vorzugsweise Sauerbraunerden (und Braunpodsole) entwickelt. In den Grobdeckschutten dominieren Podsole und Ranker. Bei der Kombination Feindeckschutt bis oberer Skelettlöß/Mittelschutt kommt es vor, daß jüngere Sauerbraunerden über älteren Sauerbraunerden liegen.

Diese Tatsache leitet über zu der Problematik, wie groß im östlichen Harz die Flächendeckung der oberen (jungtundrenzeitlichen) Sedimentation ist. Altermann u. Mania (1968) vertreten die Auffassung, daß es nach dem Alleröd im wesentlichen nur noch lokale äolische Sedimentation gegeben hat. B. Reuter (1970) konnte jedoch im nördlichen Harzvorland für diesen Zeitraum eine flächenhafte Sedimentation von Löß, der im allgemeinen etwas sandiger ist, nachweisen. Altermann (1968) beschreibt diese Kornvergrößerung im oberen Teil jungweichselzeitlicher Löße ebenfalls, scheidet jedoch keine besondere (jüngere) Decke aus. Den Beweis für die Eigenständigkeit dieser oberen, postallerödzeitlichen Decke sieht B. Reuter (1970) in einer Erosionsdiskordanz, die zum Teil durch eine Kies- und Steinsohle an der Basis bzw. basisnah markiert ist, die der jüngsten Abtragungsphase entspricht. Im östlichen Harz ist diese Skelettanreicherung an der Basis der obersten Deckschichten (Feindeckschutt, oberer Skelettlöß) ebenfalls ausgebildet und schon von Schilling u. Wiefel (1969) beschrieben worden (vgl. auch Schönhals 1957 a u. b u. 1973, Semmel 1964 u. 1968, Semmel u. Plass 1965, Plass 1966 u. Sakr u. Meyer 1970).

Im östlichen Harz treten nach dem derzeitigen Kenntnisstand oberer Skelettlöß und Feindeckschutt in Teilen des Unter- und Mittelharzes auf. Ihre Ausdehnung ist bisher nicht bekannt. Dagegen kommen Grobdeckschutte bevorzugt im Bereich der Härtlinge und Härtlingszüge vor. In allen diesen Fällen ist das geologische Schichtenprofil dreigliedert. Im östlichen Harz dominiert jedoch nach dem jetzigen Wissensstand ein Zweischichtprofil: Nach neueren Beobachtungen und Überlegungen muß jedoch vermutet werden, daß die Dreigliederung der periglazialen Lockermaterialdecken – und damit die obere jungtundrenzeitliche Sedimentation (Deckposition) – weiter verbreitet ist, als bisher angenommen wird. Es besteht daher der Verdacht, daß besonders die Gliederung der lößhaltigen Fazies in 2 stratigraphische Positionen oft übersehen wurde und das gesamte lößhaltige Schichtpaket in die Mittelposition (Mittelschutt, unterer Skelettlöß) gestellt wurde. Bei künftigen Untersuchungen sollte daher die mögliche Existenz dieser Zweigliederung der lößhaltigen bzw. Lößsedimente – teilweise getrennt durch Skelettanreicherung – geprüft werden. Eine Zweigliederung ist auch für die (fast) skelettfreien Löße im Bereich des Elbingeröder Komplexes, des Harzostrandes, des Hornburger Sattels, des Meisdorfer Beckens und der Pansfelder Graptolithenschieferzone anzunehmen (vgl. auch Brunnacker 1956).

2. Betrachtungen zur Genese der Böden

Bodengenese und Deckschichtengenese sind untrennbar miteinander verbunden. Die heutigen Oberflächenböden haben sich vorwiegend in den periglazialen Deckschichten entwickelt und sind im allgemeinen das Ergebnis der Komplexwirkung pedogener,

quartärgeologischer und – in geringem Maße unter Wald – anthropogener Prozesse und damit polygenetisch entstanden (vgl. hierzu Schilling u. Ehwald 1964 sowie Ehwald 1970). Aus diesem Grunde kann das Profilbild unserer Mittelgebirgsböden nur unter dem Gesichtspunkt des Wechselspiels von Substratauftrag bzw. -abtrag und Pedogenese gedeutet werden. Seit dieser relativ jungen Erkenntnis erscheinen auch die praktisch wichtigen Möglichkeiten zur Beeinflussung und Steuerung pedogener Prozesse in einem anderen Licht. Unter dem Gesichtspunkt der engen Bindung der Boden-genese an die Deckschichtengenese sollen besonders die anhydromorphen Böden des Untersuchungsgebietes näher betrachtet werden.

Aufgrund der mehr oder minder deutlichen Koinzidenz zwischen Deckschichten- und Horizontausbildung macht sich in jüngerer Zeit die Tendenz bemerkbar, die Entstehung der Bodenprofile stark syngenetisch mit den quartärgeologischen Prozessen aufzufassen (Kopp 1969, 1970, Schwanecke 1970). In diesem Zusammenhang wird die Frage diskutiert, inwieweit gewisse Horizontmerkmale schon bei der Entstehung der Deckschichten ausgeprägt wurden (vgl. auch Ehwald 1970). Die Tatsache der häufigen Schicht/Horizontkoinzidenz führte schließlich dazu, als „echte Bodentypen“ (Schwanecke 1970) nur noch Podsole, Ranker und Rendzinen anzusehen. Es entsteht der Eindruck, als ob mit der Abkehr von der rein pedogenetischen Betrachtungsweise (unter Vernachlässigung des Substrateinflusses) jetzt eine Umkehr in das andere Extrem eingetreten ist, wozu insbesondere die Beobachtungen von Semmel u. Plass (1965), Plass u. Semmel (1966) und Plass (1966) beigetragen haben.

Die Tatsache der Schicht/Horizontkoinzidenz erfordert die Übereinanderlagerung verschiedener Bodentypen bzw. Bodentypenrelikte stärker als bisher in der Bodensystematik zu berücksichtigen. Weiterhin ist zu beachten, daß die quartäre Verwitterung im Gegensatz zur tertiären vergleichsweise schwach ist. Da aber selbst im Tertiär – zumindest im Spättertiär – angelegte Böden den Gesteinseinfluß noch erkennen lassen, kann für die quartären Böden eine weitgehende Überprägung des Filtergerüsts durch die Pedogenese gar nicht erwartet werden. Bedenkt man, daß die substratdifferenzierten Schuttdecken spezifische Zonen der Durchfeuchtung, Verwitterung, Stoffumsetzung und Stoffwanderung sind, so ist die Substratabhängigkeit pedogener Prozesse nur allzu verständlich. In ihrer Abfolge prägen Schuttdecken das Filtergerüst des Bodens, in dem die bodenbildenden Prozesse ablaufen und in dem die Tendenzen, Bahnen und Grenzen der Bodenbildung vorgezeichnet sind. Deshalb besteht kein zwingender Grund, eine allgemeine, gleichzeitige (syngenetische) Entstehung von Schichten und Horizonten anzunehmen. Sicher können syngenetische Einflüsse bei der Entstehung der Deckschichten (z. B. kryoklastische Verwitterung) die Böden mitgeprägt haben. Eine sekundäre Bodenbildung unter kaltzeitlichen Bedingungen kann in diesem Zusammenhang nicht als syngenetisch aufgefaßt werden. Vorerst sollte davon ausgegangen werden, daß die Bodenbildung bevorzugt sekundär – postgenetisch im Hinblick auf die Sedimentation – erfolgt ist und die Tendenzen und Grenzen der Bodenbildung durch die Deckschichten lediglich vorgezeichnet wurden. Die Bodengenese ist jedoch als Ausdruck einer oft wechselvollen Bodengeschichte teilweise recht kompliziert. Die Böden des östlichen Harzes wurden im anhydromorphen Bereich vor allem durch die Prozesse der Verbraunung, Podsolierung und Tonverlagerung geprägt.

Braunerden: Die Genese der Mittelgebirgsbraunerden ist noch wenig untersucht (vgl. Lentschig 1965 sowie Fiedler u. Lentschig 1967). Wesentlich ist die Beantwortung der Frage, ob die Braunfärbung in situ erfolgt ist oder ob das bodenbildende Material bereits mehr oder minder braun angeliefert worden ist. Abgesehen von der Diskussion über die primäre (syngenetische) Prägung der Böden gibt es Hinweise für eine Anlieferung von braunem Material (z. B. Plass 1966, Altermann u. Ruske 1969, vgl. hierzu auch Ehwald 1970).

Im östlichen Harz treten auf nährstoffarmen Gesteinen (z. B. Quarziten, Kiesel-schiefern) oft hellere Verbraunungsfarben auf als auf basenreichen Standorten. Aufgrund der Möglichkeit der Mineralverwitterung in situ, die mit einer Herauslösung und Oxydation von Fe verbunden ist (z. B. Meyer u. Kalk 1964, Lentschig 1965, Fölster u. Kalk 1967, Sakr u. Meyer 1970 sowie Rotsche 1971), kann angenommen werden, daß sich hier mineralabhängige Verbraunungen manifestieren. Vergleicht man hierzu die Fe-Gehalte verschiedener Braunerden und Braunpodsole (vgl. Fiedler u. Lentschig 1967), so wird diese Vermutung offensichtlich bestätigt. Geht man davon aus, daß die periglazialen Decksedimente in der Mittel- und Deckposition mit Ausnahme der größeren Decksedimente Löß/Gesteinsdetritus-Mischsedimente mit einem mehr oder minder hohen autochthonen Anteil darstellen, so ist einzusehen, daß die Decken im Bereich ärmerer Gesteine auch durchschnittlich ärmer an leicht verwitterbaren Mineralen sind, wenn auch der Fremdmaterialanteil Löß hier in gewissem Maße kompensierend wirken kann. Das muß sich naturgemäß auf eine sekundäre Verbraunung entsprechend auswirken. Abgesehen vom Gesteinsdetritus enthält der Löß zumindest in der Sandfraktion autochthones Material. Auf diese Weise prägt die Mineralführung der Gesteine auch in wechselndem Maße das Sediment (vgl. auch Schröder u. Fiedler 1975 sowie Richter 1975).

Wäre das Material braun angeliefert worden, hätte es nach der Sedimentation der Deckschichten keine wesentliche Mineralverwitterung mehr gegeben. Dagegen spricht z. B. die nachgewiesene Verwitterung (Sakr u. Meyer 1970) der Lockerbraunerde (vgl. Schönhals 1957, 1960, Bargon 1960 u. Stöhr 1963), obwohl die Verwitterung im allgemeinen nicht so intensiv ist wie gerade hier. Braun angeliefertes Material müßte im Dünnschliffbild Spuren des Transports erkennen lassen und ein entsprechendes Gefügebild aufweisen. Eigene Untersuchungen (Schröder 1972) an braunen Horizonten (Bv-Horizonten) unter Podsolbedeckung auf Acker-Bruchberg-Quarzit ergaben mikromorphologisch keine Befunde für einen Transport der Mineralkörner mit braunen Rinden. Das Gefügeplasma umkleidet in schwacher bis mäßiger Konzentration die Körner des Mikroskeletts mehr oder minder gleichmäßig. Eine bevorzugte Anlieferung von braunem Material würde wahrscheinlich auch die von Fiedler u. Lentschig (1967) festgestellten unterschiedlichen Fe-Gehalte verschiedener Braunerden und Braunpodsole stärker verwischt haben.

Aus all diesen Gründen muß wohl eine vom Gehalt an leicht verwitterbaren Mineralen stark abhängige Verbraunung in situ angenommen werden. Eine mögliche farbliche Vorprägung ist dadurch wahrscheinlich in den meisten Fällen sekundär überprägt worden. Insgesamt gesehen, kam es wahrscheinlich in Abhängigkeit vom Fe-Gehalt (im Sediment), von der Körnungsart und der Einwirkungsdauer der pedogenen Prozesse zu einer unterschiedlichen Verbraunung. Bei allen kräftiger braun gefärbten Böden muß neben einer Neuverteilung der im Sediment enthaltenen Fe-Oxide eine deutliche sekundäre Verbraunung angenommen werden.

Die Verbraunung scheint um so kräftiger zu sein, je lockerer und (in gewissen Grenzen) gröber bei ausreichend verwitterungsfähigem Mineralbestand das Material ist. Hier deuten sich enge Beziehungen zum Wasserhaushalt an. Je basenreicher der Standort ist, um so mehr scheinen stabile Humusstoffe für die Färbung eine zusätzliche Rolle zu spielen.

Unter welchen Klimabedingungen die Verbraunung optimal bzw. bevorzugt abgelaufen ist, bleibt vorerst fraglich, nachdem eine kaltzeitliche Verbraunung für möglich gehalten wird (vgl. z. B. Kopp 1969). Die Tatsache, daß in jungtundrenzeitlichen Decken teilweise kräftige Sauerbraunerden ausgebildet sind, spricht mehr für eine Verbraunung unter kühlen bis gemäßigten Bedingungen.

Bei der Koinzidenz zwischen Deckschichten und Horizonten ist die Verbraunungstiefe von der Deckschichtenmächtigkeit bzw. Tiefenlage der Deckenschichten abhängig, so daß gekappte Deckschichten regional durch geringere Verbraunungsmächtigkeiten repräsentiert werden. Andererseits gibt es Profile, in denen zwei Sauerbraunerden – oft durch Skelettanreicherung voneinander getrennt – übereinanderliegen, wobei die obere Sauerbraunerde meistens locker ist (Feindeckschutt über Mittelschutt).

Fahlerden (Lessivés): Grundlage der genetischen Deutung der Fahlerdeprofile war bisher die Toneluviations/Tonilluviationshypothese: Im Ergebnis der Tonverlagerungsvorgänge entsteht ein texturdifferenziertes, im oberen Profilteil mehr fahles, darunter braunes bis rotbraunes Bodenprofil mit einem tonverarmten oberen Profilteil und einem (fein)tonangereicherten Unterboden. Diese Hypothese zweifeln Thiere u. Laves (1968) sowie Laves u. Thiere (1970) an, indem sie bei Geschiebelehm-fahlerden eine primäre Körnungsdifferenzierung (ungeklärter Genese) einer (sekundären) Verlagerung von Tonsubstanz mit Herausbildung von orientiertem Gefügeplasma innerhalb des tonreicheren unteren Profilteils gegenüberstellen. Die Besonderheiten der Geschiebelehm-fahlerde lassen sich jedoch auch anders erklären (vgl. auch Schröder 1972 sowie Diemann 1974). Vorerst muß wohl an der prinzipiellen Möglichkeit einer Toneluviation/Tonilluviation festgehalten werden. Die Tatsache, daß Tonsubstanz vertikal verlagert wird und zur Texturdifferenzierung führen kann, läßt sich besonders an Griserdeprofilen, in denen gewissermaßen als Indexsubstanz neben Ton auch Humusstoffe in beträchtlichen Mengen nach unten verlagert werden, belegen. Aber auch Bänder-Braunerden auf Sand (Geschiebedecksand über Schmelzwassersand), Sandlößprofile und sandige Geschiebelehmprofile, flache Lößdecken – kurzum, alle mehrschichtigen Substrate, in denen verlagerte Tonsubstanz heute außerhalb der Ursprungsschicht liegt, bestätigen die Möglichkeit der Tonverlagerung mit Herausbildung eines texturdifferenzierten Profils.

Die Fahlerden des östlichen Harzes kommen bevorzugt auf Löß und Skelettlöß vor. Sie sind oft relativ schwach ausgeprägt. Möglich ist, daß in solchen Fällen der Löß teilweise kalkarm bis kalkfrei angeweht wurde, so daß der für die Tonverlagerung günstige pH-Bereich zwischen \sim pH 7 und \sim pH 5 schnell durchlaufen wurde und der Prozeß bald zum Stillstand kam. Diese pH-Funktion bewirkte anscheinend, daß beginnend bei den Braunerden über die durchschlämmten Braunerden bis zu den Fahlerden (verschiedener Ausprägung) eine lückenlose Reihe vorkommt. Die am besten entwickelten Fahlerden finden sich nach dem jetzigen Kenntnisstand am östlichen Harzrand und im Bereich des Elbingeröder Komplexes (Massenkalk), also in Regionen, in denen offensichtlich kalkhaltiger Löß angeweht wurde. Hier verblieben die Böden relativ lange in dem die Tonverlagerung fördernden pH-Bereich und sind vermutlich deshalb besser entwickelt.

Die Fahlerden des östlichen Harzes werden öfter durch jüngere Sedimente (Feindeckschutt, oberer Skelettlöß) gekappt, waren also zur Zeit der letzten Sedimentation weitgehend ausgebildet. Derartige Böden kommen bevorzugt im Unterharz und Teilen des Mittelharzes vor. Decksedimente und Bt-Horizonte (Tonanreicherungshorizonte, Tonhäutchenhorizonte) sind in solchen Fällen oft durch eine Skelettanreicherung voneinander getrennt. Meist ist in den Decksedimenten eine Sauerbraunerde ausgebildet. Es kommen aber auch Decksedimente vor, in denen anstelle eines deutlich braunen Verwitterungshorizontes (Bv-Horizontes) ein „braungrauer“ Horizont ausgebildet ist, der den darunterliegenden Bt-Horizont ebenso kappt wie der braune Horizont. Dieser „braungraue“ Horizont kann so fahl ausgeprägt sein, daß er einem Tonverarmungshorizont ähnlich sieht. Es gibt weiterhin Fälle, in denen der Bt-Horizont unter dem „braungrauen“ Horizont infolge früheren Abtrages allmählich ausdünt und schließlich völlig fehlt, so daß das Decksediment aufgrund der „Schichtlücke“ direkt über dem Basissediment liegt. Die gleichen Feststellungen in anderen Gebieten führten insgesamt zu der Vermutung, Tonverarmungs- und Tonanreicherungshorizonte könnten mög-

licherweise unabhängig voneinander entstehen. Gleichzeitig kamen damit Zweifel an der Existenz von körnungsdifferenzierten Böden rein pedogener Prägung auf oder wurden solche Zweifel bestätigt (vgl. hierzu Semmel u. Plass 1965, Plass u. Semmel 1966, Plass 1966, Semmel 1968, Rohdenburg u. Meyer 1968 und Ehwald 1970). Möglicherweise handelt es sich bei den Sedimenten mit „braungrauer“ (fahler) Horizontausprägung um umgelagerte Tonverarmungshorizonte der darunter in Form des Bt-Horizontes folgenden oder ehemals darunter ausgebildeten Fahlerde. Denkbar wären auch holozäne Umlagerungen. Fraglich ist in jedem Fall, weshalb die jüngeren Decken nicht deutlicher verbraunt sind.

Komplizierte Profilbilder hat im Bereich ehemals vermutlich normal ausgebildeter Fahlerden die Solifluktion (und Kryoturbation) verursacht. Nach der Entstehung dieser Fahlerde in der heutigen Mittelposition (auf unterem Skelettlöß) ist diese in einer darauffolgenden Kälte-depression solifluidal verlagert worden, so daß ein Mischsediment entstand, in dem tonarme und tonreichere Partien in unterschiedlichem Maße miteinander vermengt wurden. Dabei wurde das Bodenmaterial vom Ort seiner Entstehung in Abhängigkeit von Relief und Einwirkungsdauer unterschiedlich weit weggeführt. In extremen Fällen kann auf diese Weise sogar Material aus Tonverarmungshorizonten *unter* Material aus Tonanreicherungshorizonten gelangt sein, so daß anscheinend paradoxe Profilbilder vorkommen. In bestimmten Geländeteilen fehlt das Fahlerdematerial infolge solifluidalen Abfließens völlig. Nach der Solifluktion wurde – z. T. nach Windabtrag mit Steinsohlenbildung – eine jüngere Decke sedimentiert, in der normalerweise eine Sauerbraunerde oder eben der oben beschriebene „braungraue“ Horizont entwickelt ist. Teilweise kommen auch Fahlerden vor, die in situ mehr oder minder stark kryogen überprägt worden sind und entsprechende Profilvermerkmale (partielle Materialvermischungen, Verwürgungen, Verknetungen, Taschenbildungen, Frostspalten, Eiskeile usw.) aufweisen („Kryo-Fahlerden“).

Podsole: Das Auftreten von Podsolen weist im östlichen Harz – bei sonst gleichen Verhältnissen – eine starke Materialabhängigkeit auf, in dem sie bevorzugt auf basenarmen, feinerdearmen, groben Substraten vorkommen. Weitere, die Podsolierung begünstigende Faktoren sind hohe Niederschläge und geringe Durchschnittstemperaturen (höhere Lagen), der Podsolierung Vorschub leistende Lagen wie ungeschützte Lagen mit Verhagerungserscheinungen, extreme (trockene) Reliefpositionen und Schatthänge sowie Nadelholzreinbestockungen (Fichte). Diese Bedingungen sind in hohem Maße auf den Vollformen der nährstoffarmen Härtlingsgesteine (Granite, Quarzite, Kiesel-schiefer, Quarzporphyr) gegeben, so daß reine Podsole bevorzugt an mehr oder minder kuppige oder stärker hängige Lagen gebunden sind. Sie kommen hier besonders in größeren Deckschutten vor.

Die Entwicklung schwacher Braunpodsole aus pufferungs-labilen Sauerbraunerden ist möglich. Dieses Stadium kann in Mittelgebirgsböden sehr langlebig sein, vor allen Dingen dann, wenn Laubholzbestockungen den Fortgang der Podsolierung hemmen oder verhindern. Schwanecke (1970), Hofmann (1970) und Pietrusky (1975) weisen darauf hin, daß Podsolierungserscheinungen in braunen Böden oft die Folge einer sehr geringmächtigen Überlagerung von ärmerem (und größerem) Material (Grobdeckschuttrest) sind. Hier liegt streng genommen ein Mikro- oder Zwergpodsol *ü b e r* einer Sauerbraunerde.

Bei den mäßigen bis starken Braunpodsolen ist das Profil in ein- bis mehrschichtigen Decken entwickelt (z. B. Grobdeckschutt und Grobdeckschutt über Mittelschutt). Im letzteren Falle liegt ein Podsol über einer Sauerbraunerde bzw. einem Sauerbraunerderest vor, wobei der obere Teil der Sauerbraunerde durch den Bi-Horizont (Illuvialhorizont) des Podsols überprägt worden ist.

Die Tatsache, daß Löß als Deckenbestandteil großflächig vorkommt, hat in vielen Fällen die Podsolierung verhindert bzw. gehemmt.

3. Betrachtungen zur Systematik der Böden

Aus dem bisherigen Kenntnisstand, insbesondere aus der Praxis der Standorts- bzw. Bodenkartierung, ergeben sich verschiedene bodensystematische Probleme und Überlegungen, die als Grundlage für gezielte Untersuchungen näher erörtert werden sollen (vgl. Schwanecke 1966).

Bei den Rankern könnte man analog wie bei den Braunerden einen typischen Ranker mit mittlerer bis höherer Sättigung und einen sauren Ranker mit geringerer Sättigung ausscheiden. Die Abgrenzung des Podsol-Rankers vom sauren Ranker wäre dann analytisch nach der Fe-Verlagerung, gegebenenfalls auch nach dem Bleichhorizont vorzunehmen.

Die Einordnung von Böden auf Diabas und Melaphyr mit 50 bis 60 cm mächtigem humosem Solum und darunter folgendem dunkelbraunem Saum in die „Braunranker“ erscheint problematisch. Wahrscheinlich sind diese Böden mit der eutrophen Braunerde (Erubasbraunerde) Mückenhausens (1962) identisch. Sie würden dann in die typischen Braunerden einzugliedern sein. Die Ursachen ihrer spezifischen Genese müßten noch geklärt werden.

Von der forstlichen Standortserkundung werden in Feindeckschutten – z. T. auch in oberen Skelettlößen – saure Braunerden ausgeschieden, die vergleichsweise locker sind und analog den von Schönhals (1957 u. 1960), Bargon (1960), Stöhr (1963) und Semmel (1964) beschriebenen sauren Braunerden als „Lockerbraunerden“ bezeichnet werden (vgl. auch Brunnacker 1965 sowie Poetsch 1975).

Bei den „Lockerbraunerden“ der Urheberautoren handelt es sich um auffallend lockere, saure, intensiv gelbbraun bis tief dunkelbraun gefärbte („verlehmt“), Fe-reiche, tief humose Böden mit hohem Porenanteil. Nach neueren Untersuchungen sind z. B. (saure) Lockerbraunerden auch auf jungtundrenzeitlichen Basaltdetritus/Löß-Mischsedimenten (periglazialen Ursprungs) ausgebildet (Sakr u. Meyer 1970). Diese Autoren konnten feststellen, daß ein gemeinsames Merkmal aller von ihnen untersuchten Lockerbraunerden ein hoher Allophangehalt ist, der durch Verwitterung vulkanischen Gesteinsmaterials, insbesondere vulkanischen Glases, von Olivin und teilweise von An-reichen Plagioklasen (des basaltischen Detritus) entstanden ist. Von Bedeutung ist in diesem Zusammenhang der Hinweis, daß der vulkanische Gesteinsdetritus fast vollständig verwittert ist, während der lößbürtige Bodenanteil einen relativ frischen Habitus aufweist.

Die Darlegungen lassen erkennen, daß die Verwendung des Begriffs „Lockerbraunerde“ für Harzböden ohne genaue Untersuchungen problematisch ist. Echte Lockerbraunerden wären am ehesten im östlichen Harz noch in Löß-Gesteinsdetritus-(aus basischen Magmatiten)-Mischsedimenten zu erwarten. Sie würden aber auch auf Grauwacken und Tonschiefern ausgeschieden. Hier muß wohl eher angenommen werden, daß es sich in solchen Fällen bodensystematisch um lockere Sauerbraunerden handelt, die aber von Sakr und Meyer (1970) von den sauren Lockerbraunerden abgetrennt werden (vgl. auch Poetsch 1975).

Im Gegensatz zu den Sauerbraunerden werden bei den Braunpodsolen Al und Fe verlagert, da hier die Podsoldynamik voll eingeleitet ist (Kundler 1962 und 1965). Die Trennung von Sauerbraunerden und schwachen Braunpodsolen (podsolige Braunerden und Podsol-Braunerden nach Mückenhausen 1962) ist insofern nicht unproblematisch, als sie in der Praxis der Bodenkartierung lediglich makromorphologisch nach dem Bleichsaum erfolgt. Das Vorkommen von Bleichkörnern – in Form geringmächtiger

Bleichsäume – ist aber nicht immer ein sicheres Indiz für die Migration der Fe-Oxide (vgl. Kundler 1961), da sie auch dann auftreten, wenn die Fe-Oxide an Humusstoffe gebunden sind, also noch nicht verlagert wurden. Es besteht demzufolge die Gefahr, daß den schwachen Braunpodsohlen nahestehende Sauerbraunerden zu den ersteren gestellt werden (vgl. auch Fiedler u. Lentschig 1967). Eine weitere Schwierigkeit besteht darin, daß der Sesquioxidanreicherungshorizont (BsBv-Horizont) markromorphologisch nicht in jedem Falle zu erkennen ist, so daß insgesamt die Identifizierung der schwachen Braunpodsole und ihre Abtrennung von den Sauerbraunerden in der Praxis nicht ohne Vorbehalte möglich ist. Die Ermittlung regionaler Schwellenwerte aus der Körnungsanalyse (Ton- und Schluffgehalt) könnte hier weiterhelfen (vgl. auch v. Zeschwitz, Schwertmann u. Ulrich 1973).

Die hier zusammengefaßten mäßigen bis starken Braunpodsole entsprechen im wesentlichen den Braunerde-Podsolen von Mückenhausen (1962). Sie sind im oberen Profilteil in jedem Fall durch ein deutliches Podsolprofil gekennzeichnet.

Soweit solche Böden in einem einheitlichen Substrat (z. B. beim Mittel-Basisschutt-Typ im Mittelschutt) ausgebildet sind, ist ihre Benennung ohne Problematik. Kritisch wird es dann, wenn solche Böden in faziell unterschiedlichen, chronostratigraphisch differenzierten, mehrschichtigen Substraten entwickelt sind [z. B. Grobdeckschutt(rest) über Mittelschutt] und im bodengeschichtlichen Sinne Podsole über Sauerbraunerden vorliegen, wobei allerdings der obere Teil der Sauerbraunerde von der zeitlich späteren Podsoldynamik überprägt wurde. Die Frage der Übereinanderlagerung in der Dynamik unterschiedlicher Böden oder Bodenrelikte ist ein grundsätzliches Problem der Bodensystematik überhaupt und im Mittelgebirgsbereich besonders aktuell. Hier tritt bei der systematischen Bezeichnung der Böden die Anwendung des morphogenetischen Prinzips in Widerstreit mit dem historisch-genetischen Prinzip (vgl. Ewald 1966). Für die Praxis der Bodenkartierung ist die Bodenbezeichnung möglichst kurz und einfach zu halten. Das darf jedoch nicht dazu führen, den wahren Sachverhalt zu verschleiern, da sonst die Gefahr von Fehlvergleichen besteht. Bei genauen Untersuchungen sollte auf jeden Fall der bodengeschichtliche Sachverhalt angegeben werden. Vielleicht läßt sich das Problem der Unterscheidung von Braunpodsohlen und Podsohlen über Sauerbraunerden durch die Schreibweise klären, z. B. für Übereinanderlagerungen durch Podsol/Sauerbraunerde oder $\frac{\text{Podsol}}{\text{Sauerbraunerde}}$. Beherrscht das Podsolprofil das morphologische Erscheinungsbild im oberen Profil so vollständig wie beim Humus-Eisen-Podsol, so wird es bei Unterlagerung solcher Böden durch Sauerbraunerden (oder Sauerbraunerderesten) ohnehin schwierig, von „Braun(erde)podsohlen“ zu sprechen.

Für alle hier beschriebenen texturdifferenzierten Böden wird die Bezeichnung „Fahlerden“ gebraucht. Eine Trennung von „Fahlerden“ (i. e. S.) als die im oberen Profilteil mehr fahlen texturdifferenzierten Böden und „Parabraunerden“ als die im oberen Profilteil mehr braunen Formen auf dem Typenniveau erscheint nicht sinnvoll und gerechtfertigt, da beide Ausbildungsformen nach dem derzeitigen Kenntnisstand lediglich verschiedene Entwicklungs- bzw. Erhaltungsstadien eines Typs sind und bei diesen Böden neben der Pedogenese die quartärgeologischen Prozesse (Auf- und Abtrag, periglaziale Überprägung) die Entwicklung stark beeinflussen haben. Die Trennung von (typischen) Fahlerden und „Braunfahlerden“ erfolgt nach der Farbtonung des oberen Profilteils. Bei den als Braunfahlerden bezeichneten Böden sollte durch die Körnungsanalyse und durch regionale Vergleiche geprüft werden, ob der braune Profilteil nicht eine besondere (jüngere) Decke repräsentiert, in der eine Sauerbraunerde entwickelt ist. Es ist möglich, daß solche Decken vor allem dann übersehen werden

sind, wenn eine differenzierende Skelettanreicherung (Steinsohle) fehlt. Es ist jedoch auch bei der typischen Fahlerde möglich, daß der tonärmere obere Profiltteil ganz oder teilweise von einer Fremddecke gebildet wird. Solche jüngeren Decken sind nicht immer verbraunt, sehen Tonverarmungshorizonten ähnlich und stellen möglicherweise umgelagerte Tonverarmungshorizonte dar, deren Umlagerung in das Holozän reichen kann.

Die schwierige Deutung von Fahlerdeprofilen verschiedener Ausbildung, auf die hier nicht näher eingegangen werden soll, läßt erkennen, daß der alleinigen Anwendung des morphogenetischen Prinzips (vgl. Ehwald 1966 u. 1970) in der Bodendiagnostik und -systematik Grenzen gesetzt sind. Im Mittelgebirgsbereich, wo in drei verschiedenen Epochen oberflächennahe Sedimente und Böden entstanden sind, lassen sich Bodenprofile nur deuten, wenn man versucht, die Sedimentations- und Bodengeschichte aufzuhellen und das geologische Schichtenprofil zu klären. Dazu ist eine sinnvolle Verbindung von morphogenetischer und historisch-genetischer Betrachtungsweise anzustreben. Anderenfalls besteht die Gefahr von Fehldeutungen und Fehlvergleichen. Die historisch-genetische Betrachtungsweise erleichtert vor allem den kartierenden Bodenkundlern und Quartärgeologen die Arbeit wesentlich. Die alleinige Anwendung des morphogenetischen Prinzips birgt die Gefahr in sich, die Bodengeschichte zu vernachlässigen und damit auf einen wesentlichen Erkenntnisgewinn zu verzichten.

Bei den „Braunstaugleyen“ sollte in jedem Fall der genetische Sachverhalt genau angegeben werden. Im östlichen Harz sind bisher bekannt geworden:

1. Staugleye aus Braunfahlerden
2. Staugleye aus Sauerbraunerden über (gekappten) Fahlerden
3. Staugleye aus Sauerbraunerden über stauendem Untergrund.

Daraus ist zu ersehen, daß die Gruppe der „Braunstaugleye“ genetisch ziemlich inhomogen ist.

4. Zusammenfassung

Unter den Böden des östlichen Harzes dominieren im anhydromorphen Bereich als Bodentypen Sauerbraunerden (Saure Braunerden) und Fahlerden (Lessivés). Daneben sind typische Braunerden und Braunpodsole (Braunerde-Podsole) von Bedeutung.

Die Entstehung dieser Böden wird unter dem Gesichtspunkt der Interferenz von quartärgeologischen und pedogenetischen Prozessen behandelt. Für eine naturwissenschaftlich fundierte Erklärung der Entstehung und der Eigenschaften der Mittelgebirgsböden reicht die alleinige Berücksichtigung der „bodenbildenden Prozesse“ wie Verbraunung, Tonverlagerung und Podsolierung nicht aus, unbedingt notwendig ist ein Verständnis des geologischen Schichtenprofils. Die Bodengenese ist mit der Deckschichtengenese untrennbar verbunden.

Die starke Koinzidenz zwischen Deckschichten- und Horizontausbildung und der klimabedingt langsame und schwache Ablauf pedogener Prozesse in den vorwiegend im Pleistozän abgelagerten Substraten zwingen zu einer grundsätzlichen Überprüfung der bisherigen bodengenetischen Vorstellungen und der auf ihnen aufbauenden Bodensystematik.

Schrifttum

- Altermann, M.: Quartärgeologische und bodenkundliche Untersuchungen an weichselzeitlichen äolischen Deckschichten im Gebiet Sachsen-Anhalt. Diss., TU Dresden (Tharandt) 1968.
- Altermann, M., und D. Mania: Zur Datierung von Böden im mitteldeutschen Trockengebiet mit Hilfe quartärgeologischer und urgeschichtlicher Befunde. *Thaer-Arch.* 12 (1968) 539–557.

- Altermann, M., und R. Ruske: Der Aufbau der Schuttdecken und die Bodenbildung auf Quarzit im Oberharz. Vortrag, Bodenkdl. Ges. DDR, Kühlungsborn 1969.
- Bargon, E.: Über die Entwicklung von Lockerbraunerden aus Solifluktionsmaterial im vorderen Odenwald. Z. Pflanzenernähr. Düng. Bodenkde. **90** (1960) 229–243.
- Beug, H.: Untersuchungen zur spätglazialen und frühpostglazialen Floren- und Vegetationsgeschichte einiger Mittelgebirge (Fichtelgebirge, Harz und Rhön). Flora **145** (1957) 167–211.
- Blume, H. P.: Die Tonverlagerung als profilprägender Prozeß in Böden aus jungpleistozänem Geschiebemergel. Diss., Kiel 1961.
- Brunnacker, K.: Regionale Bodendifferenzierungen in Mitteleuropa während der Würmeiszeit. Eiszeitalter u. Gegenwart **7** (1956) 43–48.
- Brunnacker, K.: Bemerkungen zur Parabraunerde (Ergebnisse der Bodenkartierung in Bayern). Geol. Jb. **76** (1959) 561–576.
- Brunnacker, K.: Die Lockerbraunerde im Bayrischen Wald. Geol. Bl. NO-Bayern **17** (1965) 2.
- Büdel, J.: Die Klimaphasen der Würmeiszeit. (Beiträge zur Geomorphologie der Klimazonen und Vorzeitklimata IV.) Die Naturwissenschaften **37** (1950) 438–449.
- Büdel, J.: Die Gliederung der Würmeiszeit. Würzburger Geogr. Arbeiten **8**, Würzburg 1960.
- Diemann, R.: Genetische Beziehungen zwischen Böden und periglazialen Decken im Jungmoränengebiet der DDR, Teil I. Befunde und Ergebnisse zur Ausbildung und Entstehung der Tonhäutchen- und Bleichhorizonte von Fahlerden. Z. Geol. Wiss. **2** (1974) 715–727.
- Eberhardt, E., u. a.: Ergebnisse der Standortserkundung im Staatlichen Forstwirtschaftsbetrieb Sangerhausen in Roßla, Teil Gebirge (Erläuterungsband zur Standortskarte). – Unveröffentlicht; herausgegeben vom Institut für Forsteinrichtung und Standortserkundung Potsdam, Arbeitsgruppe Weimar, Weimar 1961.
- Ehwald, E.: Leitende Gesichtspunkte einer Systematik der Böden der Deutschen Demokratischen Republik als Grundlage der land- und forstwirtschaftlichen Standortkartierung. Sitz.-Ber. Dt. Akad. Landwirtsch.-Wiss. Berlin, **XV** (1966) 18, 5–55.
- Ehwald, E.: Zur Systematik der Böden der DDR unter Berücksichtigung rezenter und reliktischer Merkmale. Tag.-Ber. Nr. 102 Dt. Akad. Landwirtsch.-Wiss. Berlin (1970) 9–32.
- Fiedler, H. J., und S. Lentschig: Die Bedeutung der „freien Oxide“ für die Systematik der Mittelgebirgsbraunerden. Chem. d. Erde **27** (1967) 93–118.
- Fölster, H., und E. Kalk: Mineralogische Untersuchungen an tiefgründigen Verwitterungsdecken mit Hinweisen auf das unterschiedliche Verhalten von Feldspäten und Phyllosilikaten bei tiefgründiger und oberflächennaher Verwitterung. Chem. d. Erde **26** (1967) 188–218.
- Gröbner, F., u. a.: Ergebnisse der Standortserkundung im Staatlichen Forstwirtschaftsbetrieb Blankenburg, Wuchsgebiet Harz (Erläuterungsband zur Standortskarte). – Unveröffentlicht; herausgegeben vom Institut für Forsteinrichtung und Standortserkundung Potsdam, Arbeitsgruppe Weimar, Weimar 1958.
- Gröbner, F., u. a.: Desgleichen für den Staatlichen Forstwirtschaftsbetrieb Wernigerode (Teil Gebirge). Weimar 1962.
- Gröbner, F., u. a.: Desgleichen für den Staatlichen Forstwirtschaftsbetrieb Nordhausen (Gebirgstheil). Weimar 1963.
- Gröbner, F., u. a.: Desgleichen für den Staatlichen Forstwirtschaftsbetrieb Ballenstedt (Gebirgstheil). – Unveröffentlicht; herausgegeben vom VEB Forstprojektierung Potsdam, Betriebsteil Weimar, Weimar 1967.
- Hofmann, W.: Beitrag zur Kenntnis der Buntsandsteinböden Thüringens. Arch. Forstwes. **19** (1970) 1007–1025.
- Jäger, K. D.: Methodische Probleme der Erkennung und Datierung reliktischer Bodenmerkmale der sandigen Böden im nördlichen Mitteleuropa. Tag.-Ber. Nr. 102 Dt. Akad. Landwirtsch.-Wiss. Berlin (1970) 109–122.

- Klawitter, E., u. a.: Ergebnisse der Standortserkundung im Staatlichen Forstwirtschaftsbetrieb Hettstedt (Erläuterungsband zur Standortskarte). – Unveröffentlicht; herausgegeben vom Institut für Forsteinrichtung und Standortserkundung Potsdam, Arbeitsgruppe Weimar, Weimar 1959.
- Kopp, D., u. a.: Ergebnisse der forstlichen Standortserkundung in der Deutschen Demokratischen Republik. 1. Band: Die Waldstandorte des Tieflandes. Herausgegeben vom VEB Forstprojektierung Potsdam, Potsdam 1969.
- Kopp, D.: Periglaziäre Umlagerungs-(Perstruktions-)Zonen im nordostdeutschen Tiefland und ihre bodengenetische Bedeutung. Tag.-Ber. Nr. 102, Dt. Akad. Landwirtsch.-Wiss. Berlin, Berlin (1970).
- Kowalkowski, A.: Eigenschaften und Entstehung der Böden auf Sandlöß in den Dalkauer Bergen im Katzengebirge. A-Thaer-Arch. 11 (1967) 483–501.
- Krönert, R.: Periglaziale Sedimente. Ihre Bedeutung für die landschaftsökologische Forschung und landwirtschaftliche Standortskartierung. Wiss. Z. Univ. Leipzig, math.-naturwiss. Reihe 15 (1966).
- Kundler, P.: Untersuchungen über die Bodenbildung aus Geschiebemergel und aus Sand unter Wäldern des nordostdeutschen Tieflandes. Habil.-Schrift, Eberswalde 1961.
- Kundler, P.: Zur Systematik der Übergangsbildungen zwischen Braunerden und Podsolen. A.-Thaer-Arch. 6 (1962) 111–117.
- Kundler, P.: Waldbodentypen der Deutschen Demokratischen Republik. Radebeul 1965.
- Laves, D., und J. Thiere: Mikromorphologische, chemische und mineralogische Untersuchungen zur Entstehung körnungsdifferenzierter Böden im Jungmoränengebiet der DDR. A.-Thaer-Arch. 14 (1970) 691–699.
- Lentschig, S.: Chemische und mineralogische Untersuchungen an ausgewählten Braunerden und Podsolen des Mittelgebirges. Diss., Dresden 1965.
- Mania, D.: Stratigraphie, Genese und Paläoökologie des Quartärs im Gebiet der Ascherslebener Depression und ihrer Umgebung. Diss., Halle 1965.
- Mania, D.: Das Jungquartär aus dem ehemaligen Ascherslebener See im Nordharzvorland. Petermanns geogr. Mitt. 111 (1967) 257–273.
- Mania, D.: Paläoökologie, Faunenentwicklung und Stratigraphie des Eiszeitalters im mittleren Elbe-Saalegebiet auf Grund von Molluskengesellschaften. Geologie, Beiheft 78/79, 21 (1973) 1–175.
- Meyer, B., und E. Kalk: Verwitterungs-Mikromorphologie der Mineral-Spezies in mitteleuropäischen Holozän-Böden aus pleistozänen und holozänen Lockersedimenten. In: Jongerius, A. (Edit.): Soil Micromorphology, Amsterdam 1964, 109–129.
- Mücke, E.: Formen und Genese der Hochfläche des östlichen Harzes. Habil.-Schrift, Halle 1966.
- Mückenhausen, E.: Entstehung, Eigenschaften und Systematik der Böden der Bundesrepublik Deutschland. Frankfurt 1962.
- Neumeister, H.: Die Bedeutung der äolischen Sedimente und anderer Periglazialerscheinungen für die Bodenentwicklung in der Umgebung von Leipzig. Diss., Leipzig 1966.
- Pietrusky, R.: Bodenanalytische Charakterisierung einer Catena auf kreidezeitlichen Sedimenten im Tharandt-Grillenburger Wald. Dipl.-Arbeit, Tharandt 1975.
- Plass, W.: Braunerden und Parabraunerden in Nordhessen. Z. Pflanzenernähr., Düng., Bodenkde. 114 (1966) 12–26.
- Plass, W., und A. Semmel: Spätkaltzeitliche Umlagerungen in Parabraunerdeprofilen. Mitt. Dt. Bodenkundl. Gesellschaft 5 (1966).
- Poetsch, Th. J.: Untersuchungen von bodenbildenden Deckschichten unter besonderer Berücksichtigung ihrer vulkanischen Komponente. Gießener Geol. Schriften Nr. 4, Lenz-Verlag, Gießen 1975.
- Rau, D.: Untersuchungen zur Morphologie und Genese der Lößböden im Thüringer Becken. Diss., Jena 1964.

- Reuter, G.: Tendenzen der Bodenentwicklung im Küstenbezirk Mecklenburgs. – Wiss. Abh. Dt. Akad. Landwirtsch.-Wiss. Nr. 49, 1962.
- Reuter, B.: Sediment und Boden im Lößhügelland unter besonderer Berücksichtigung der Schwarzerdegebiete. Diss., Leipzig 1970.
- Richter, B.: Spurenelementgehalt bodenbildender Gesteine der Mittelgebirge und Mittelgebirgsvorländer. Dipl.-Arbeit, Halle (Tharandt) 1975.
- Richter, H., R. Ruske und W. Schwanecke: Die periglaziäre Fazies im lößfreien Hügelland und im Mittelgebirge. In: Periglazial-Löß-Paläolithikum im Jungpleistozän der Deutschen Demokratischen Republik. – Ergänzungsheft Nr. 274 zu Petermanns geogr. Mitt. (1970).
- Roeschmann, G.: Zur Entstehungsgeschichte von Parabraunerden und Pseudogleyen aus Sandlöß südlich von Bremen. Neues Jb. Geol.-Paläontol. Abh., Festband Lotze, 117 (1963) 286–302.
- Rohdenburg, H., und B. Meyer: Zur Datierung und Bodengeschichte mitteleuropäischer Oberflächenböden (Schwarzerde, Parabraunerde, Kalksteinbraunlehm), Spätglazial oder Holozän? Göttinger bodenkdl. Ber. 6 (1968) 127–212.
- Rotsche, J.: Mineralogische und geochemische Untersuchungen an ausgewählten Bodenprofilen auf Thüringer Buntsandstein unter besonderer Berücksichtigung der quartärgeologischen Verhältnisse. Diss., TU Dresden 1971.
- Sakr, R., und B. Meyer: Mineralverwitterung und -umwandlung in typischen sauren Lockerbraunerden in einigen Mittelgebirgen Hessens. Göttinger bodenkdl. Berichte 14 (1970) 1–47.
- Schilling, W.: Über die Abhängigkeit eiszeitlicher Bodenumlagerungen und rezenter Bodenbildungen von Höhenstufen und Oberflächenformen im mittleren und östlichen Harz. Dipl.-Arbeit, Eberswalde 1957.
- Schilling, W., und E. Ehwald: Interferenzen zwischen quartärgeologischen und pedologischen Prozessen in den Mittelgebirgen der DDR. – In: Ber. VIII. Internationaler Bodenkundlicher Kongress V. Bukarest 1964, 907–912.
- Schilling, W., und H. Wiefel: Jungpleistozäne Periglazialbildungen und ihre regionale Differenzierung in einigen Teilen Thüringens und des Harzes. Geologie 11 (1962) 428–460.
- Schönhals, E.: Spätglaziale äolische Ablagerungen in einigen Mittelgebirgen Hessens. Eiszeitalter u. Gegenwart 8 (1957 a) 5–17.
- Schönhals, E.: Eine äolische Ablagerung der Jüngeren Tundrenzeit im Habichtswald. Notizblatt d. Hess. L.-Anst. f. Bodenforschg. 85 (1957 b) 380–386.
- Schönhals, E.: Ein äolisches Sediment der Jüngeren Dryaszeit auf dem Laacher See-Tuff. Fortschr. d. Geolog. Rheinl. u. Westf. 4 (1959) 337–340.
- Schönhals, E.: Spät- und nacheiszeitliche Entwicklungsstadien von Böden aus äolischen Sedimenten in Westdeutschland. Int. Congr. of Soil Science, Madison, Wisc. USA 40 (1960) 283–290.
- Schönhals, E.: Über Unterschiede in den Bodenbildungsprozessen des Spät- u. Postglazials in Mitteleuropa. VIII. Intern. Bodenk. Kongr., Zusammenf. d. Mitt. V, Bukarest (1964) 774–776.
- Schönhals, E.: Zur Landesnatur Mittelhessens. Mitt. Dt. Bodenk. Ges., Exkursionsführer. 17 (1973) 11–62.
- Schröder, H.: Geologische und bodenkundliche Grundlagen der Standortsbeurteilung im Harz. Dipl.-Arb., Tharandt 1972.
- Schröder, H., und H. J. Fiedler: Nährstoffgehalt und Trophiegliederung waldbodenbildender Grundgesteine des Harzes. Hercynia N. F. 12 (1975) 40–57.
- Schröder, H., und H. J. Fiedler: Beitrag zur Kenntnis der periglazialen Deckschichten des östlichen Harzes, I. u. II. Zeitschrift f. geol. Wiss. 1, 1977, u. 9, 1977.
- Schröder, H., und H. J. Fiedler: Standortkundliche Grundlagen der Bodenbeurteilung im östlichen Harzes. Hercynia N. F. 16 (1979) (a) 1, 57–64.

- Schröder, H., und H. J. Fiedler: Beitrag zur Kenntnis der Böden des östlichen Harzes. *Hercynia N. F.* **16** (1979) (b) 121–140.
- Schwanecke, W.: Für die Bodensystematik wichtige Ergebnisse der forstlichen Standortserkundung im Hügelland und Mittelgebirge der Deutschen Demokratischen Republik. – Sitz.-Ber. Dt. Akad. Landwirtsch.-Wiss. Berlin **XV** (1966) 18, 79–95.
- Schwanecke, W.: Die periglaziären Umlagerungszonen im Hügelland und Mittelgebirge der DDR und ihre bodenkundliche Bedeutung. Tag.-Ber. 102 Dt. Akad. Landwirtsch.-Wiss. Berlin (1970) 83–107.
- Semmel, A.: Junge Schuttdecken in hessischen Mittelgebirgen. *Notizbl. Hess. Landesamt f. Bodenforschg.* **92** (1964) 275–285.
- Semmel, A.: Studien über den Verlauf jungpleistozäner Formung in Hessen. *Frankfurter Geogr. Hefte* **45** (1968).
- Semmel, A., und W. Plass: Spätkaltzeitliche Umlagerungen in Parabraunerde-Profilen. *Mitt. Dt. bodenkdl. Ges.* **4** (1965) 33–40.
- Stöhr, W. Th.: Der Bims (Trachytuff), seine Verlagerung, Verlehmung und Bodenbildung (Lockerbraunerden) im südwestlichen Rheinischen Schiefergebirge. *Notizbl. Hess. L.-Amt f. Bodenforschung* **91** (1963) 318–337.
- Thiere, J., und D. Laves: Untersuchungen zur Entstehung der Fahlerden, Braunerden und Staugleye im nordostdeutschen Jungmoränengebiet. *A.-Thaer-Arch.* **12** (1968) 659–677.
- Wichtmann, H.: Zur Entwicklung der Parabraunerden in der Soester Börde. *Mitt. Dt. bodenkdl. Ges.* **4** (1965) 9–16.
- Zeschwitz, E. von, U. Schwertmann und B. Ulrich: Die Podsolierungsstadien von Braunerden aus Schieferschutt. *Z. Pflanzenernähr. u. Bodenkde.* **136** (1973) 40–52.

Prof. Dr. habil. Hans Joachim Fiedler
Sektion Forstwirtschaft
DDR - 8223 Tharandt
Piener Straße 8

Dipl.-Forsting. Hans Schröder
VEB Geologische Forschung und Erkundung Halle
DDR - 403 Halle
Köthener Straße 34