

Zur Deutung und Bedeutung von Paläoböden im (süddeutschen) Löß

KLAUS EBERHARD BLEICH*

paleosols, loess arrangement, catenar sequence, characteristic periglacial features,
reconstruction of characteristics of the site, Southern Germany, Quarternary

Kurzfassung: Voraussetzung für Altersabschätzung und palökologische Einstufung der Paläoböden im Löß ist die Kenntnis von Relief- und Landschaftsposition. An Beispielen aus Süddeutschland wird dargestellt, daß bereits dadurch Eigenschaften (wie Hydromorphie oder veränderte Mächtigkeiten und Humusgehalte) erklärbar sind, die in Unkenntnis der Situation auch als Kriterien für Art und Dauer von Klimaphasen herhalten mußten. Für den Vergleich von Löß/Boden-Abfolgen ist die quantitative Ermittlung von Intensität und Ausmaß der Bodenentwicklung an geeigneten Paläoböden und rezenten Vergleichsböden zweckmäßig. Daraus resultiert eine Beschränkung auf vollständig erhaltene Böden in ebener Lage, jedoch nicht die Vorstellung von einer monotypischen Ausstattung der Paläobodenlandschaften. Auch diese Böden sind durch kaltzeitliche Überprägung verändert. Die unterschiedliche Bedeutung der Bodenhorizonte für die Rekonstruktion der Klimaentwicklung wird abschließend herausgestellt.

[Interpretation and significance of paleosols in loess (especially in Southern Germany)]

Abstract: Prerequisite for the estimation of age and paleoecological interpretation of paleosols in loess is the cognizance of relief and landscape position. Examples from Southern Germany show that already by this properties (like hydromorphy or a change of soil depth and humus contents) can be explained that, in ignoring the situation, were used as criteria for character and length of climatic influences. For the comparison of loess/paleosol sequences, the quantitative determination of intensity and extent of soil formation (in kg per m²) concerning suitable fossil and recent soils of the same landscape is reasonable. This requires the limitation on completely preserved soils in plateau position, but does not necessarily imply the imagination of a monotypically developed soil-landscape. These soils, too, have been alternated by periglacial features. The different importance of soil horizons for the reconstruction of the paleoclimate is put out finally.

1 Einleitung

Wie die rezenten Böden, so sind auch die Paläoböden im Löß das getreue Abbild ihrer Entstehung und Überprägung oder Teilzerstörung in

einer bestimmten Relieflage. Statt sich einzelne als diagnostisch angesehene Horizonte daraus zunutze zu machen und damit stratigraphische Vergleiche anzustellen sollte man die Aussagekraft der überlieferten Böden in einer ganz anderen Richtung erforschen, nämlich im Hinblick auf ihre Einordnung in eine warm- oder kaltzeitlich geprägte Catena. Dies nicht nur, weil dadurch z. B. geringmächtig entwickelte besser von geköpften (anderswo tiefgründig entwickelten) Böden unterschieden werden können, sondern auch, weil sich aus dem Vergleich möglichst verschiedener Catenen annähernd gleicher Zeitschnitte ein umfassendes Bild aller Bodenbildungsvorgänge einschließlich der Umlagerung ergibt. Es wären dann nicht nur Bodenhorizonte (manchmal ohne Berücksichtigung ihres parautochthonen oder allochthonen Charakters) zueinander in Beziehung zu setzen, sondern auch Vorgänge der Umlagerung mit solchen der Überprägung. Anstelle der schematischen Charakterisierung beliebiger Anschnitte träte die Beschreibung der Bodendynamik an Hängen in Raum und Zeit. Ein besseres Verständnis dieser (bisher lokalklimatisch schlecht definierten) Vorgänge im Grenzbereich zwischen Bodenentwicklung und Sedimentation der periglazialen Landschaften wäre die Folge.

2 Zum Reliefbezug von Paläoböden im Löß

2.1 Paläoböden als Teil einer Catena

Bei der Entwicklung der Paläoböden genügte, wie eigene vergleichende Untersuchungen in den Lößlandschaften der Filder bei Stuttgart ergaben (BLEICH & SCHLICHTING 1979: 783-786) bereits geringe Reliefunterschiede für die Differenzierung in trockene und feuchtere (stau-, hang- und grundwasserbeeinflusste) Bereiche, so daß erst deren veränderte laterale oder vertikale Ausdehnung im Laufe der Zeit auf andere als die reliefbedingte, nämlich klimagesteuerte Durchfeuchtung schließen ließe. Mit zunehmender Relief-

* Anschrift des Verfassers: Dr. K. E. BLEICH, Umlandstraße 65, 72631 Aichtal-Grötzingen

energie verstärkten sich auch die Mächtigkeitsunterschiede bei Böden und Horizonten, ohne daß zunächst Köpfung im Erosions- und Aufhöhung im Akkumulationsbereich erkennbar wären. Das änderte sich dann, wenn die Intensität der Umlagerung die der Bodenentwicklung überstieg. Gemische aus Ober- und Unterbodenmaterial traten bei teilweiser Entblößung des Unterbodens (am höheren Hang) auf und wurden allmählich durch humusarme braune Kolluvien abgelöst, selten dann durch Lößkolluvien aus dem C-Horizont (kalkhaltige Unterbodenkolluvien können auch nachträglich aufgekalkt sein). - Demgegenüber sind durch Bodenfließen auch im Akkumulationsbereich schärfere Grenzen zwischen den aufgelagerten Decken möglich und Schollenabgleitungen in größerem Ausmaß gegeben, die zu diskordanter Lagerung führen. Bei der Sedimentation änderte sich bis zum Mittelhang herauf die Hangform, sowohl durch Verflachung in den Aufschüttungsbereichen als auch durch asymmetrische Anlagerung, die eine variierende Obergrenze der Hangsedimente bewirkten (und damit einen wiederholten Wechsel mit der Erosion in diesem Hangabschnitt). Ebenso konnte polsterartige Lößakkumulation die Hangform verändern. In der Folge entstanden dann besonders reich gegliederte Lößserien (wie in Dertingen II, RÖSNER 1990: 83-95).

An Flachhängen nehmen in Fließerden und geköpften Böden Lamellengefüge und Frostspaltenetze als Teugen des damaligen Periglazialklimas zu, ebenso auf Hochflächen in intakten Böden, zu den Zentren der Hochflächen anderswo auch steilgestellte Steine als Relikte der Kryoturbation in feuchteren Arealen.

Mit der Annäherung an eine ebene Lage nehmen in Fließerden und Böden Lamellengefüge und Frostspaltenetze als Zeugen des damaligen Periglazialklimas zu. Zu den Zentren der Hochflächen auch steilgestellte Steine als Relikte der Kryoturbation in feuchteren Arealen.

2.2 Änderung der Paläoböden in großräumig lateraler Richtung

Bestimmte Gesetzmäßigkeiten zur Paläobodenverbreitung im süddeutschen Löß wurden bereits an anderer Stelle (BLEICH 1983, 1996) dargelegt; sie können hier verkürzt wiedergegeben werden, ergänzt um eigene Geländebeobachtungen. So

haben steile Hänge nahe am Liefergebiet die Lößakkumulation zwar begünstigt, die Erhaltung der Paläoböden aber benachteiligt, wie (z. B. am Kaiserstuhl, KODARY EISSA 1968) in größerer Zahl erhaltene, stark erodierte Unterböden anzeigen. Hier wie auch in den angrenzenden Landschaften ist sowohl luv- als auch leeseitige Anlagerung zu beobachten, wobei erstere durch die Einschaltung von Sandlagen gekennzeichnet ist (RÖSNER 1990: 82, BLEICH & PAPPENFLUSS 1991: 775-778). - An den weniger steilen Talhängen (wie in der Vorbergzone des Oberrheintals) herrschen geköpft Böden am Oberhang und im unteren Hangteil kolluvial aufgehöhte oder solifluidal überschichtete Böden vor (z. B. bei Buggingen, BRONGER 1969/70). Ein genügend hoher, halbwegs senkrechter Anschnitt zeigt die jüngsten Böden in Oberhang- und die ältesten in Hangfußposition, erweckt also den (falschen) Eindruck, als seien die in der Löß/Boden-Abfolge dokumentierten Warmzeiten nach oben trockener und kürzer geworden. Auf den angrenzenden welligen Hochflächen (wie am Südsaum des Kraichgaus) ist ihre Zahl bereits geringer und die Erhaltung oft durch Bodenfließen beeinträchtigt, an dem auch Bodenreste aus der Zeit vor der Lößanwehung beteiligt sind. Zu den ausgedehnteren Verebnungen (meist an Schichtflächen) hin nimmt die Trennung durch noch kalkhaltigen Löß zwischen den Paläoböden ab und in diesen (wie auf den Fildern, ALAILY 1972) gewöhnlich der Staunäseeinfluß zu, sofern nicht im Untergrund verkarstete Karbonatgesteine anstehen (wie in der östlichen Flächenalb, BLEICH 1993: 101).

Zu den entfernteren und höhergelegenen Verebnungsflächen (Schurwald, Hohenlohe u. a.) hin werden diese Abfolgen durch mehrschichtige kalkfreie Decken abgelöst, deren tiefere Teile jeweils in die spätere(n) Bodenbildung(en) einbezogen wurden und daher nicht als fossil zu bezeichnen sind. Eine zeitliche Parallelisierung scheidet an der durch große Lücken unterbrochenen und durch wechselnden Lokalcharakter gekennzeichneten Verbreitung. Relikte Merkmale sind in den mehrschichtigen Decken besonders ausgeprägt, wenn sich zwischenzeitlich die Entwicklungsrichtung änderte. So sind sowohl in älteren als auch in rezenten Böden weitverbreitet kaltzeitliche zu finden (Lamellen, Frostspalten mit Laacher Bims, BLEICH et al. 1987: 148-151), aber auch im tieferen Unterboden frühholozäne Tonbeläge, die vielerorts (ausgenommen die Areale stärkster Staunässeprägung) mit zunehmender Pseudovergleyung relik geworden sind. Mäßige

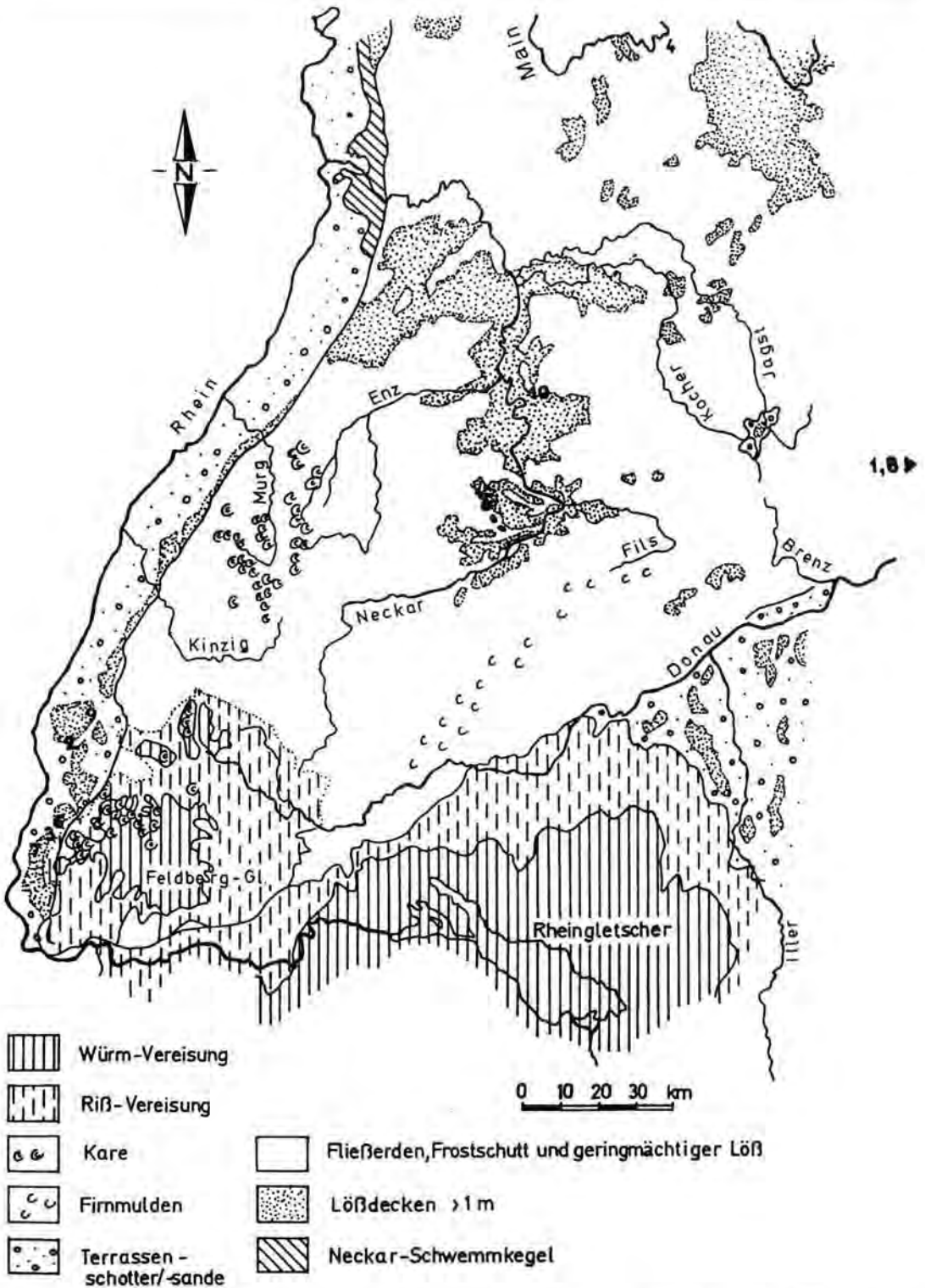


Abb. 1: Lage der zitierten Aufschlüsse im süddeutschen Periglazialgebiet. 1 = Attenfeld, 2 = Bötzingen, 3 = Buggingen, 4 = Dertingen, 5 = Echterdingen, 6 = Heitersheim, 7 = Hülgelheim, 8 = Mauern, 9 = Riegel, 10 = Steinheim.

Wechselfeuchte geht zu den heute kühl-feuchteren Gebieten in anhaltende Staunässe über, deren Einfluß stellenweise in Plateaulage von der ältesten Lössschicht an nachweisbar ist, dort aber auch aus einer Vergleyung von lehmig-sandigen Terrassensedimenten hervorgegangen sein kann (BLEICH 1987: 709-712). Abnehmende Lössmächtigkeit wird an Hängen von Flachmulden durch Beimengung toniger oder sandiger Fließerdien teilweise kompensiert.

Somit nimmt zunächst in vertikaler und dann immer mehr auch in lateraler Richtung der Staunässeinfluß zu, wobei neben die Relief- und Gesteins- (oder vielmehr Paläoböden-) einflüsse zunehmend der des kühl-feuchter werdenden Klimas tritt. Betrachtet man eine einzelne Lössabwehungsphase an der Basis der letzkaltzeitlichen Sedimentfolge (BLEICH 1996: 8), so wird auch hier die Dominanz des Lokalklimas deutlich: Während am Rande des Oberrheintals frischer Löss sedimentiert wurde, entstand im mittleren Neckarland ein zunehmend kalkhaltiger Tschernosem, von dem in der südlichen Frankenalb nur die Wurmröhren und Krotowinen im letzwarmzeitlichen Boden zu sehen sind. Hier kam in den Wurmröhren Bt-Material bis in den fossilen Ah-Horizont und umgekehrt Oberbodenmaterial mit den Krotowinen bei entsprechender Auftautiefe bis in den tieferen Unterboden. Im mittleren Neckarland engte sich die Bioturbation auf die fossile Schwarzerde ein; in der Vorbergzone des Oberrheintals wurde stattdessen fossiles Oberbodenmaterial in den Krotowinen bis in den frischen Löss im Hangenden befördert (BRONGER 1966: 18). Das Klima wurde dorthin somit deutlich kälter und trockener: Genügenden Pflanzenwuchs für die Humusakkumulation verhinderte die Trockenheit, tiefere Aktivität der gefrorene Unterboden.

3 Zur Einschätzung von Genese und Alter der Bodenbildung

Sollen Paläoböden im Löss zur stratigraphischen Gliederung der Abfolgen herangezogen werden, so scheint dafür auf den ersten Blick die gesicherte Kenntnis der Entstehung in situ zu genügen. (Da Umlagerung nämlich jederzeit stattfinden konnte, hebt sich hiermit die stratigraphische Bedeutung gänzlich auf.) Beim Vergleich einer Gliederung mit der an einer anderen Stelle gewinnen jedoch „diagnostische“ Horizonte an Bedeutung, und dies gilt auch für die paläoklimatologische

Deutung der verwendeten Böden. Zuverlässige Vergleiche sind allerdings nur an vollständig erhaltenen Böden in ebener Lage zu erreichen, die eine quantitative Ermittlung der Bodenbildung erlauben. Bei diesen sind Intensität (je kg Boden) und Ausmaß (je m² Bodenareal, wofür neben der Mächtigkeit auch das Raumgewicht aller Horizonte bekannt sein muß) anhand prozeßspezifischer Analysen zu ermitteln (beim Tschernosem somit nicht nur aus Körnung, Kalk- und Humusgehalten, sondern zusätzlich aus Humus- und Kalkverteilung).

Als warmzeitlich sind pleistozäne Böden dann einzustufen, wenn sie das Klimaxstadium der rezenten in der gleichen Landschaft mindestens erreicht haben. Wegen der schlechten Erhaltung der meisten fossilen und rezenten Oberböden in Lösslandschaften sind hier bereits die ersten Abstriche bei der Vergleichsgenauigkeit zu machen (BRONGER 1966: 47 und 1969/70: 303; ALAHLY 1972: 20; BLEICH 1996: 3). Böden, die durch laterale Stoffzu- oder -abfuhr beeinträchtigt sind, ergeben verfälschte Werte. Während bei den erodierten Böden nicht nur das Ausmaß unterschätzt wird, sondern (infolge Fehlens der am stärksten verwitterten Oberböden) auch die Intensität, steigt bei rascher kolluvialer Aufhöhung von Böden nur das Ausmaß an. Die Intensität verringert sich sogar nach oben wieder, wenn der Erosionszustand der hangauf gelegenen Zulieferböden weiter fortgeschritten ist und mit dem Unterboden- auch Ausgangsmaterial mobilisiert wird.

Einer bestimmten Warmzeit lassen sich Böden nach den obigen Kriterien dann zuordnen, wenn sie sich in gleicher Ausprägung zwar in anderen Abfolgen, aber nicht innerhalb einer Abfolge wiederholen. Mit der Einengung auf einen unverwechselbaren Klimaabschnitt steigen auch die Anforderungen an die Homogenität (BRONGER et al. 1976: 23) bzw. Rekonstruierbarkeit der Ausgangsgesteine (SCHLICHTING 1982: 272) bei den verglichenen Böden. Auch ist sicherzustellen, daß der zur Referenz herangezogene rezente Boden nicht Relikte einer älterwarmzeitlichen Bodenentwicklung enthält (die sich am ehesten nach kaltzeitlicher Überprägung zu erkennen geben).

4 Probleme der palökologischen Deutung

Je stärker warmzeitliche Böden periglazial überprägt, in Teilen verlagert oder erodiert sind, desto eher charakterisieren sie mittlerweile die Land-

oberfläche der darauffolgenden Kaltzeit. Hierbei sind die Oberböden besonders betroffen; auch sind die weiterentwickelten Böden augenscheinlich am stärksten verändert, und daraus resultiert auch eine nachträgliche Veränderung der Standortseigenschaften (BLEICH 1996). So führen verringerte Humusgehalte in den Ah-Horizonten zur Annahme niedrigerer Kationenaustausch-Kapazität und schlechterer N-Versorgung, zusammen mit Gefügeverschlechterung (bei Lamellenstruktur oder Kohärenz) und überhöhter Lagerungsdichte ($>1,7$ in Attenfeld, BLEICH a.a.O.: 5) auch zu Fehlschlüssen auf geringere Durchwurzelbarkeit und Wasserspeicherleistung. Kalkzufuhr aus dem Löß im Hangenden (mit pH-Anhebung auf > 7 und Aufkalkung bis in den Unterboden) veränderte ursprünglich deutlich versauerte Standorte und verringerte nachträglich (über die gesunkene Löslichkeit der Ca-Phosphate) das P-Angebot, eventuell auch (über den Basenaustausch bei Ca/K-Antagonismus) die K-Verfügbarkeit. Um wieviel günstiger der fossile Boden am Höhepunkt seiner warmzeitlichen Entwicklung also einzuschätzen war, bleibt weitgehend im Verborgenen.

5 Zur stratigraphischen Bedeutung bestimmter Bodenhorizonte

Stratigraphie hat zum Ziel, die Gleichaltrigkeit von Lagen allgemein (im vorliegenden Falle von Bodenhorizonten) in verschiedenen beobachteten Abfolgen zu belegen und bei neu entdeckten zur Gliederung zu benutzen. Daß dies bei irgendwann umgelagertem Bodenmaterial nicht funktioniert, wurde oben bereits angedeutet. Ein treffendes Beispiel ist hierfür der obere Verbraunungshorizont in der Abfolge von Heitersheim (BRONGER et al. 1966: 195, Abb. 1b). Der Löß darunter ist „z. T. leicht verbräunt mit Krümelgefüge“. Es ist also nicht schwer sich vorzustellen, daß die untere Verbraunungszone vom nachfolgenden Löß nur ungenügend bedeckt war und bei stärkerer Umlagerung erst zu einem Boden/Löß-Gemisch und dann zu einer Schichtwiederholung führte. Die obere „Verbraunungszone“ ist oben z. T. feingeschichtet und von Oxidkonkretionen durchsetzt. Ob ihr unterer Teil im Zuge der stärkeren Durchfeuchtung seine sekundären Kalkausscheidungen erhielt oder überhaupt erst aus dem Hangenden selektiv wiederaufgekalkt wurde (weil er lockerer war?), ist nicht zu erkennen, aber wahrscheinlich (BECZEDEÁK et al. 1997: 243). Auch die untere Verbraunungszone von Heitersheim ist nicht durch Bodenbildung in situ zu erklären, sondern durch Bodenumlagerung bei be-

ginnender Lößanwehung. Zwar weicht ihr Tonmineralbestand vom Löß im Liegenden deutlich ab; er ähnelt aber dem im Hangenden. Nun hat ALAILY bereits (1972) auf den nach oben abnehmenden lokalen Anteil in jeder der Lößdecken auf den Fildern hingewiesen. Neu ist jedoch die Erkenntnis, daß bei genügender Konzentration eigene bodenähnliche Horizonte entstehen. So setzt der Bv-Horizont im Profil Attenfeld mit seiner Tonabnahme zwar die Tendenz der Oberbodenhorizonte darunter aus der letztwarmzeitlichen Parabraunerde fort; er zeigt aber andererseits mit glimmerreicherem Sandanteil und mehr Mittelsand die Beimengung von frischem Löß an (BLEICH 1966, Abb. 1 auf S. 2). Die „Verbraunungszone“ im Profil Bötzingen (KHODARY EISSA 1968) übertrifft an Mächtigkeit die Bt-Horizonte verschiedener Warmzeiten darunter. Mit über 1% Humus übersteigt sie nicht nur die Humusgehalte der Verbraunungszone von Heitersheim; sie enthält auch ein Mehrfaches der „Humuszone“ über dem mittleren fossilen Boden von Buggingen, die nur 0,2 bis 0,3% Humus aufweist (BRONGER 1969/70, Abb. 11 neben S. 296). Von der Schwarzerde in Steinheim (BLEICH & WÜRSTER 1983: 466) abgesehen, unterscheiden sich die süddeutschen Humus- und Verbraunungszone also nur durch ihre Färbung, die durch Humusabbau und der Mischung entstammende Goethitgehalte bestimmt wird. Der 0,7 m mächtige, marmorierte Bt-Horizont an der Basis des letztkaltzeitlichen Lößes von Echterdingen (ALAILY 1972) ist dem Bv-Horizont von Attenfeld mit 3,7-3,8% Fe₂ und 1,6% Fe₃ ähnlich, auch durch seine Kalkfreiheit; diese könnte eine schwache Verbraunung in situ nach der Ablagerung begünstigt haben. Ob er seine Tonbeläge ebenso wie in Attenfeld aus dem Bt-Horizont der rezenten Parabraunerde im Hangenden bezog, hier wie dort durch mehrere Dezimeter Löß hindurch, ist heute nicht mehr auszumachen.

Das zeigt, daß selbst auf bestimmte Lagen begrenzte Vorgänge sich über einen langen Zeitraum verteilen können und nicht einfach zu datieren sind. Es gilt also nicht nur zwischen klimaabhängigen und -unabhängigen Horizontprägungen zu unterscheiden, sondern auch zwischen zeitgleichen und jüngeren. Letzteres wirkt bei Rückbau oder Umkehr der bestehenden Verhältnisse besonders spektakulär (wobei fortschreitende Abkühlung den ersten Fall und Aufkalkung versauerter Böden den zweiten charakterisiert). Hierzu sollten erst noch mehr Erfahrungen gesammelt werden. Als klimaunabhängig

kann für sich genommen die Prägung durch Stau-, Hang- und Grundwasser gelten, doch deutet ebenso der reliefunabhängige Wechsel mit trockener Bedingung (wie in Attenfeld beobachtet; BLEICH 1996: 8) wie überregionale Gleichzeitigkeit der Erscheinungen (die nicht allein aus deren Existenz hergeleitet werden sollte!) auf eine Klimaveränderung hin. Dagegen ist ein stark grundwasserbeeinflusster Boden ohne beherrschende Frostverformung noch kein „Tundragley“ (Gegenbeispiel bei BLEICH 1983: 80) und kein Beleg für ein „Interstadial“, da er auch unter kaltezeitlichen Bedingungen entstanden sein könnte.

Welche Züge wirklich entwicklungsbedingt sind, ist angesichts zahlreicher Überlappungen von Prozessen, Mischformen von Böden und relikten Merkmalen auch in rezenten Lössböden nicht immer leicht zu beurteilen. Doch setzt sich wohl die Meinung durch, daß z. B. Pseudovergleyung nicht einfach eine Folge der Tonverlagerung sei; sonst dürfte es ja in den Löss/Boden-Abfolgen unter den warmzeitlichen Böden so gut wie keine Parabraunerden mehr geben! Weit aus häufiger sind verdichtete Paläoböden, kühl-feuchteres Klima und Auswirkungen der Relieflage die Ursachen. Daß Züge der späteren warmzeitlichen Bodenentwicklung sich an vorgegebenen Periglazialstrukturen orientieren (z. B. Tonverlagerung an Lamellen im Lösslehm und Taschenböden aus Löss im Terrassensand, Bleichung und Rostsäume an Frostspaltennetzen von Pseudogleyen aus Lösslehm u. a.), ohne deshalb selbst relikte zu sein, sei hier der Vollständigkeit halber wenigstens erwähnt.

6 Schluß

Eine erfolgversprechende Auswertung der Anschnitte im Löss erfordert

- die genaue Kenntnis und Dokumentation der Relieflage, in der das Gesamtprofil sich entwickelt hat und ihrer Veränderungen in der Zeit,
- die strengere Auswahl untersuchungswürdiger Bodenprofile und die Anwendung prozeßspezifischer Analysen,
- den quantitativen Vergleich der untersuchten Paläoböden mit rezenten der gleichen Landschaft (nach ebenso strenger Auswahl),
- die Analyse der Prozeßabfolge im Gesamtprofil und die kritische Zuordnung zu erkennbaren Umweltfaktoren,

- die Synthese aller beobachteten und dokumentierten Vorgänge der Lösssedimentation, Bodenbildung und -umlagerung zu einem komplexen vierdimensionalen „Klimamodell“ der Entwicklung in Raum und Zeit.

7 Schriftenverzeichnis

- ALAILY, F. (1972): Entstehung von Decklehmen aus Lias α -Schichtflächen in SW-Deutschland und deren Veränderung durch Bodenbildung. Diss. Hohenheim (Selbstverlag), 1-104, Stuttgart.
- BECEZ-DEÁK, J., R. LANGOHR, E. P. VERRECCHIA (1997): Small scale secondary CaCO₃ accumulations in selected sections of the European loess belt. Morphological forms and potential for paleoenvironmental reconstruction. - *Geoderma* **76**: 212-252, Amsterdam.
- BLEICH, K. E. & E. SCHLICHTING (1979): Gliederung und Gruppierung von Pedochoren, dargestellt für das Albvorland. - *Mitteiln. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch.*, **29**: 783-786, Göttingen.
- BLEICH, K. E. (1983): Geschichte der eiszeitlichen Böden. - In: *Urgeschichte in Baden-Württemberg*, herausg. von H. Müller-Beck, Stuttgart (Theiss), 65-89 und 516-517.
- & WURSTER, R. (1983): Eine Lage von vulkanischen Gläsern im Süddeutschen Jungpleistozän. - *Mitteiln. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch.* **38**: 461-466, Göttingen.
 - (1987): Reliktische Pseudovergleyung in Lössböden NO-Württembergs? - *Mitteiln. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch.*, **55/II**, 709-712, Göttingen.
 - et al. (1987): Exkursionsführer zur Jahrestagung 1987 in Stuttgart-Hohenheim. - *Mitteiln. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch.* **54**: 1-246, Göttingen.
 - & K.-H. PAPPENFUSS (1991): Zur Entstehung der Löss/Boden-Abfolge in Hochflächenlagen auf der südlichen Frankenalb. - *Mitteiln. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch.* **66/II**, 775-778, Göttingen.
 - (1993): Landoberflächen und Böden der Ostalb - ein Beitrag zur Landschaftsgeschichte. - In: *Karst und Höhle 1993, Karstlandschaft Schwäbische Ostalb*, herausg. vom Verband der deutschen Höhlen- und Karstforscher e.V. München, 95-111 und Farbtafeln V-VII.
 - (1996): Der derzeitige Kenntnisstand der boden- und standortkundlichen Entwicklung in den pleistozänen Lössgebieten Süddeutschlands und die Löss/Boden-Abfolge von Attenfeld in der südöstlichen Frankenalb. - In: *Spuren der Jagd - die Jagd nach Spuren: Festschrift für Hansjürgen Müller-Beck*, herausg. von I. Campen, Tübingen (MöVince-Verlag), 1-10.
- BRONGER, A. (1966): Löss, ihre Verbrauungszonen und fossilen Böden - ein Beitrag zur Stratigraphie des oberen Pleistozäns in Südbaden. - *Schriften des Geograph. Inst. der Univ. Kiel XXIV H. 2* (Selbstverlag), 1-113, 3 Profilabb. im Anhang.
- GRAF VON REICHENBACH, H., & SCHROEDER, D. (1966): Über den Tonmineralbestand des Lössprofils von Heitersheim, Südbaden. - *Zeitschr. Pflanzenernährg., Düngung, Bodenkunde* **113**: 193-203, Weinheim/Bergstr.

- (1969/70): Zur Mikromorphogenese und zum Tonmineralbestand quartärer Lößböden in Südbaden. - *Geoderma* **3**: 281-320, Amsterdam.
- E. KALK & D. SCHROEDER (1976): Über Glimmer- und Feldspatverwitterung sowie Entstehung und Umwandlung von Tonmineralen in rezenten und fossilen Lößböden. - *Geoderma* **16**, 21-54, Amsterdam.
- KHODARY EISSA, O. (1968): Feinstratigraphische und pedologische Untersuchungen an Lößaufschlüssen im Kaiserstuhl (Südbaden). - *Freiburger Bodenkundl. Abhandlgn.* **2**, Freiburg (im Selbstverlag des Instituts für Bodenkunde und Waldernährungslehre der Univ.), 1-149 mit Tabellen-Anhang.
- RÖSNER, U. (1990): Die Mainfränkische Lößprovinz. Sedimentologische, pedologische und morphodynamische Prozesse der Lößbildung während des Pleistozäns in Mainfranken. - *Erlanger geograph. Abhandlgn.* **51**, Erlangen (Selbstverlag der Fränkischen Geographischen Gesellschaft), 1-306 mit 26 Beilagen und 24 Farbphotos im Anhang.
- SCHLICHTING, E. (1982): *Pedology Research: Soil Genesis*. - *Transactions of the 12th International Congress on Soil Science in New-Delhi/India* **5**, 269-276.

Manuskript eingegangen am 10. Dezember 1997