

6 KLASSEFIKATION UND SYSTEMATIK DER BÖDEN IN DER AUE

6.1 Geschichte

Seitdem es schriftliche Zeugnisse unserer Kultur gibt, wird der Boden mit seinen Eigenschaften beschrieben. Die Motivation hierfür lag zumeist in der Verbesserung der landwirtschaftlichen Nutzbarkeit. Einen ausführlichen Abriß dieser frühen Zeit aus bodenkundlicher Sicht gibt HARTGE [1999]. Um einen Vergleich der Erkenntnisse zwischen den teilweise sehr unterschiedlichen Böden zu ermöglichen, bedarf es zumindest einer einheitlichen Terminologie. Der Beginn des theoretischen Durchdringens und Systematisierens des bodenkundlichen Wissens liegt am Anfang des 19. Jahrhunderts. Das Wort ‚*Bodenkunde*‘ taucht erstmalig 1813 in der Literatur auf [HARTGE 1999]. Erste Ansätze zur Klassifikation der Böden folgen wenig später von THAER [1831]. Dieser unterscheidet insgesamt 20 Böden aufgrund ihrer Körnung, dem Kalk- und Humusgehalt sowie ihrer Nutzungsmöglichkeit. Als Resümee aller Eigenschaften setzt er ein Wertverhältnis an, das von 2 für einen kalkfreien Sandboden mit 2 % Ton, 97,5 % Sand, 0,5 % Humus, bis zu einem Wertverhältnis von 100 für einen humosen Tonboden (74 % Ton, 10 % Sand, 4,5 % Kalk, 11,5 % Humus) reicht. Neben dem Wertverhältnis gibt THAER [1831] aber noch die ‚*gewöhnliche Bonitierungs-Benennung*‘ (starker Weizenboden bis 9-jähriger Roggenboden) an. Dabei weist er unter den 20 Böden auch einen ‚*Wiesen- oder Auenboden*‘ aus. Während für die Bonitierungs-Benennung aller übrigen 19 Böden rein landwirtschaftliche Unterscheidungskriterien herangezogen werden, taucht beim ‚*Wiesen- oder Auenboden*‘ als zusätzliches Merkmal der räumliche Bezug auf.

Die preußische Grundsteuereinschätzung von 1861 - 1864 ist der nächste Meilenstein in der Klassifikation der Böden im deutschsprachigen Raum. Neben den Angaben zur Körnung werden zusätzlich Besonderheiten wie Nässe, Trockenheit, Undurchlässigkeit, Farbenwechsel oder das Vorhandensein von Eisenoxiden aufgenommen. Großes Gewicht wird auf die Mächtigkeit der Krume gelegt. Außerdem wird die Lage im Gelände (Exposition und Inklination) festgehalten. Angaben zum Klima, der geologischen Formation sowie charakteristischer Unkräuter fehlen ebensowenig. STREMMER [1936] ist der Meinung, daß wenn MEITZEN [1868] die Fülle der Daten nicht nur statistisch, sondern auch bodenkundlich ausgewertet hätte, dieser der Begründer der modernen Bodenkunde geworden wäre.

Rund ein halbes Jahrhundert nach der preußischen Grundsteuereinschätzung ist es die geologisch-agronomische Kartierung von ORTH [1909], die, basierend auf den Erkenntnissen von THAER [1831] und der Bonitierung von 1861 - 1864, als wesentliche Neuerung den Ansatz der rein naturwissenschaftlichen Erforschung des Bodens in den Mittelpunkt des Interesses stellt. Begriffe wie Weizen-, Gerste-, Hafer- und Roggenboden ‚*bei welchen Ausdrücken so vieles konventionell aufgefaßt werden muß*‘ lehnt ORTH [1909] als unwissenschaftlich ab. Als die

wichtigsten Faktoren für die landwirtschaftliche Produktion bezeichnet er, abgesehen von den klimatischen Rahmenbedingungen, die materielle Beschaffenheit und Mächtigkeit des Bodens und seiner Grundlage, seine Lage im Gelände, sowie sein Verhalten zum Wasser. Die aufgenommenen Profile wurden getrennt für die Ackerkrume und den Untergrund auf die Parameter Körnung, Glühverlust, hygroskopische Feuchtigkeit, kohlen-sauren Kalk, Humusgehalt, Stickstoffgehalt und Gehalt an salzsäurelöslichen Nährstoffen (P_2O_5 , K_2O , CaO) untersucht. Sehr bald zeigte sich aber, daß der Wunsch, allein aufgrund der Analysenergebnisse zu einer stimmigen Bonitierung des Gesamtbodens zu kommen, nicht erreicht werden konnte. Auch das strikte geologische Einteilungsprinzip der Böden brachte nicht den erhofften Fortschritt in der Bodenklassifikation.

Diesen vermochte erst STREMMER [1936] zu erzielen. Er definierte als erster den Begriff des Bodentyps, welcher durch charakteristische Horizonte gekennzeichnet ist. Diese sind unter dem Einfluß der Hauptfaktoren der Bodenbildung entstanden. STREMMER [1936] unterscheidet dabei zwischen den sichtbaren und unmittelbar wirkenden Faktoren (Wasser, Gestein, Geländeneigung, menschliche Arbeit, Vegetation) und den unsichtbar und mittelbar wirkenden (Klima, Zeit). Getrennt vom Bodentyp wird zusätzlich die Bodenart aufgenommen. Diese ist gekennzeichnet durch die Korngrößenmischung und den Mineralbestand. Voneinander abgegrenzt werden folgende Bodentypen: Vegetations-, Gesteins-, Hang-, künstliche und nasse Bodentypen. Letztere untergliedern sich weiter in die mineralischen Naßböden, meist nicht gebleicht (dazu zählen die Marsch-, Auenwald- und Bruchwaldböden), die mineralischen Naßböden, meist schwach bis mäßig gebleicht, die organischen Naßböden (das sind anmoorige Böden, Flachmoorböden, Hochmoorböden) und die unter starkem Wassereinfluß befindlichen Vegetationsbodentypen (wie beispielsweise nasse Waldböden). STREMMER [1936] differenziert bei den meist nicht gebleichten mineralischen Naßböden des Binnenlandes zwischen den entwässerten Auwaldböden, die er nochmals unterteilt in verkleite braune, verkleite schwarze und braune steppenartige Auwaldböden, und entwässerte Bruchwaldböden, deren einzige Untergruppe der graue, nicht gebleichte Bruchwaldboden ist.

KUBIENA [1953] ist derjenige, der erstmalig zwischen Klassifikation und Systematik der Böden unterscheidet. Er bezeichnet diejenigen Ordnungssysteme als Klassifikationen, bei denen das jeweilige Ordnungsprinzip (Bodenart, Ausgangsgestein, landwirtschaftliche Nutzbarkeit) zwar differenzierend wirkt, andere wichtige Merkmale oder Eigenschaften des Bodens aber unberücksichtigt bleiben. Von einer Bodensystematik dagegen verlangt er, daß alle für die Ausprägung des Bodenprofils entscheidenden Informationen bei der Einordnung in das Ordnungssystem Berücksichtigung finden. Schließt man sich diesem Prinzip an, ist im weiteren deshalb von der Entwicklung der Bodensystematik und nicht mehr der der Bodenklassifikation zu sprechen. KUBIENA [1953] weist insgesamt sieben hierarchisch aufgebaute bodensystematische Einheiten aus, deren Struktur bis heute im wesentlichen Bestand hat. Auf der

obersten Unterscheidungsebene stehen die drei Abteilungen der subhydrischen Unterwasserböden, der semiterrestrischen Überflutungs- und Grundwasserböden sowie der terrestrischen Landböden. Diesen drei Abteilungen sind jeweils die entsprechenden Bodenklassen, Unterklassen, Typen, Subtypen, Varietäten und Subvarietäten unterstellt.

Bis zur Mitte des vergangenen Jahrhunderts gab es für die Namensgebung der Böden keine allgemeingültigen Vereinbarungen. Als Folge gab es eine Vielzahl von Namen und Begriffen für ein und denselben Boden bzw. Prozeß. KUBIENA [1953] erkannte die Gefahr, daß dies zu einem unentwirrbaren Durcheinander führen müsse, bei dem der Erkenntnisfortschritt aufgrund von Mißverständnissen als Ergebnis der individuell gehandhabten Begriffsdefinitionen nur sehr langsam vonstatten gehen würde. Er war sich aber auch bewußt, daß durch die Schaffung eines neuen, nach einem einheitlichen Prinzip aufgebauten Nomenklatursystems unter Bruch mit allem Vergangenen, nichts anderes dabei heraus kommen konnte, als daß den zahlreichen in den vorherigen Jahrzehnten gemachten und gescheiterten Versuchen ein weiterer hinzu gefügt werden würde. Auf der anderen Seite stand der Wunsch, daß die Nomenklatur der Bodensystematik einmal jenen Stand des Geordnetseins, der Einheitlichkeit und Übersichtlichkeit erlangen sollte wie jene LINNÉS. Unter Berücksichtigung aller dieser Überlegungen entwickelte KUBIENA [1953] eine allgemeine Nomenklaturregel für den Bereich der Bodensystematik. Für den Bodentyp legte er zum Beispiel fest, daß dieser durch ein Substantiv ausgedrückt werden soll. Er kann aus jeder Sprache stammen und auch Beliebiger bedeuten. Er hat keine andere Aufgabe als ein Name zu sein. In andere Sprachen soll er nicht übersetzt, sondern ganz wie ein Eigennamen behandelt werden. Unvoreilhaft sind mehr als dreisilbige, stark beschreibende Namen. Alleinstehende Substantive, die für sich noch keinen individuellen Namen abgeben, da sie keinen besonderen Inhalt haben sondern zu ihrer Erfüllung erst eines Adjektives bedürfen, sind als unnötig füllend zu vermeiden. Also nicht: anmooriger Waldboden, sondern: Anmoor. Schließlich sollten Namen, die in irgendeiner anderen Bedeutung bereits einmal gebraucht wurden, unter einer anderen nicht wiederverwendet werden.

Der große Anteil der von KUBIENA [1953] eingeführten Begrifflichkeiten und Strukturen, die bis in die heutige Zeit in der Bodensystematik Bestand haben, zeigt die Qualität seiner Arbeit. Auenböden finden sich in diesem System in der Klasse der semiterrestrischen Rohböden mit dem Bodentyp der Rambla (Rohauenboden), sowie, wesentlich zahlreicher, in der Klasse der unvergleyten Schwemmböden mit Landhumusbildungen. Dazu zählt KUBIENA [1953] die Bodentypen der Paternia (grauer Auboden), Borowina (rendsina-ähnlicher Auboden), Smonitza (schwarzerde-ähnlicher Auboden) und der Vega. Letztere wird noch weiter aufgeteilt in die Subtypen: braune Vega mit den Varietäten autochthone braune Vega und allochthone braune Vega, der Braunlehm-Vega (Braunlehm Auboden) und der Roten Vega (roter Auboden) mit den Varietäten Rotlehm Vega (Rotlehm Auboden) sowie der Roterde Vega.

Die Rohauenböden charakterisiert KUBIENA [1953] als junge, wenig verwitterte oder umgewandelte, doch bereits von höheren Pflanzen besiedelte Flußsedimente, die noch keine Ausbildung eines Humushorizontes oder anderer Bodenhorizonte erkennen lassen. Zu den unvergleyten Schwemmböden mit Landhumusbildungen schreibt er folgendes: *Im Auegebiet von Flüssen vorkommende, aus deren Sedimenten entstandene Böden, die keine Auswirkung von Staunässe und Grundwasser im Profil zeigen, doch zumeist grundfrisch sind und in ihrem Wasserhaushalt, ihrer Vegetation und Biologie stark von der Nähe und den Wasserständen des Flusses beeinflußt werden. Die meisten von ihnen werden zeitweise von Hochwasser bedeckt. Den Hochwässern bereits entrückte Formen haben weitestgehend Charakter von Landböden, unterscheiden sich aber von diesen durch ihre andere Entstehung, die auch in ihrer Biologie sowie auch in ihren Wasserverhältnissen zum Ausdruck kommt.*

Auf der Tagung der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft 1952 in Bad Kreuznach wurde der Arbeitskreis Bodensystematik gegründet. Zehn Jahre später erschien das Buch *Entstehung, Eigenschaften und Systematik der Böden der Bundesrepublik Deutschland* von MÜCKENHAUSEN [1962]. Da es sich dabei aber, zumindest was den Teil der Bodensystematik angeht, um das Ergebnis des gesamten Arbeitskreises Bodensystematik handelt, wird im weiteren von SYST 1 (Bodensystematik, erste Auflage) gesprochen. Bei der Neubearbeitung der Systematik wurde in großen Zügen das pedogenetisch ausgerichtete Konzept von KUBIENA [1953] hinsichtlich der bodensystematischen Kategorien und deren Kriterien sowie die Namensgebung übernommen und in Teilbereichen weiterentwickelt. Die von KUBIENA [1953] als Bodentypen vorgestellten Umwandlungsformen der Lithosphäre stehen ab jetzt im Mittelpunkt der Systematik. Sie stellen bestimmte Böden mit einer typischen Horizontabfolge und spezifischen Eigenschaften der einzelnen Horizonte dar. Geprägt werden sie durch Bodenbildungsprozesse und die Eigenart des Ausgangsgesteins. Oberhalb des Bodentyps genügen nunmehr zwei zusammenfassende Ebenen, die der Klassen und die der Abteilungen. Unterteilt werden die Bodentypen aber weiterhin in dreifacher Weise (Subtyp, Varietät, Subvarietät), so daß sich eine sechsstufige Hierarchie ausbildet. Um dem Ausgangsgestein und der Bodengenese Rechnung zu tragen, wird der Begriff der Bodenform neu etabliert. In der Bodenform können die lithogen bedingten Merkmale den sechs pedogenen Kategorien nachgestellt werden. Als maßgebende Kriterien für die systematische Einordnung gelten: Einerseits die Richtung und das Ausmaß der Perkolation, andererseits der pedogenetisch bedingte Profilaufbau einschließlich der Humusdecke, nicht aber die geologisch bedingte Schichtung, außerdem das durch das Ausgangsmaterial bedingte Filtergerüst, d.h. das Textur- und Gefügesystem und die Bodendynamik und schließlich die jeweiligen bodenbildenden Prozesse, welche in Abhängigkeit von Perkolation, Filtergerüst und Profilaufbau stehen.

Die von KUBIENA [1953] vorgenommene Aufteilung der verschiedenen Bodenklassen in die einzelnen Abteilungen wird insofern abgeändert, als daß aus den Abteilungen der subhydrischen

und der semiterrestrischen Böden die Moore herausgelöst werden und eine eigene Abteilung bilden. Aus den verbleibenden semiterrestrischen Böden wird die neue Abteilung der hydromorphen Böden geschaffen. Die Abteilung der subhydrischen Böden behält ebenso ihren Namen wie die der terrestrischen Böden. Die Auenböden, die bei KUBIENA [1953] noch auf zwei Klassen aufgeteilt waren, werden nun zu einer Klasse, der der Auenböden zusammengefaßt und gemeinsam mit den Klassen der Stauwasserböden, der Gleye, der Böden der Quellwasserbereiche, der Marschen und der hydromorphen anthropogenen Böden in die Abteilung der hydromorphen Böden eingruppiert. Als charakteristisches Merkmal der Auenböden sieht MÜCKENHAUSEN [1962] den stark schwankenden, im Sommer zumeist tiefstehenden, mit dem Flußwasserstand in Kontakt befindlichen Grundwasserspiegel. Typisch für die nicht eingedeichten Auenböden ist die Überflutung und Auflandung von Sediment bei Hochwasser. Für eingedeichte Auenbereiche wird das Druck- (oder Qualm-) wasser als Überstauungsmöglichkeit genannt. Insgesamt gibt es in der SYST 1 sechs verschiedene Auen-Bodentypen (Rambla, Paternia, Borowina, Tschernitza, autochthoner brauner Auenboden (Vega), allochthoner Auenboden) mit zusammen 14 Subtypen. Mit der Differenzierung zwischen dem autochthonen braunen Auenboden (Vega) und dem allochthonen Auenboden soll der Tatsache Rechnung getragen werden, daß Hochgebirgsflüsse fast ausschließlich frisches Gesteinszerreibsel mit sich führen, eine Verbraunung und Verlehmung damit einen Prozeß in situ darstellt, während die Flüsse aus dem Hügelland zumeist bereits verwittertes Bodenmaterial (Solum) transportieren.

Drei Jahre nach dem Erscheinen der SYST 1 gibt die Arbeitsgemeinschaft Bodenkunde der geologischen Landesämter in Zusammenarbeit mit der Bundesanstalt für Bodenforschung Richtlinien zur Herstellung der Bodenkarte 1 : 25.000 heraus [AG BODENKUNDE 1965]. Diese erste bodenkundliche Kartieranleitung (KA 1) basiert in ihrer bodensystematischen Grundgliederung auf der SYST 1. Bei ihrer Erstellung findet die Erkenntnis Berücksichtigung, daß die Merkmale des Bodens (Bodenart, Farbe, Gefüge, Flecken, Konkretionen usw.) das Ergebnis von chemischen, physikalischen und biologischen Prozessen (Verbraunung, Durchschlammung, Podsolierung, Vergleyung u.a.) sind und daß diese zu einer charakteristischen Umwandlungsform der Lithosphäre, dem Bodentyp führen. Diese ‚*Grundgestalten der Bodenbildung*‘ sind durch eine typische Horizontabfolge generell festgelegt. Erstmals werden auch Angaben zur Quantität eines Bodenmerkmals gemacht. Aussagen beispielsweise zur Entwicklungstiefe, dem Bleichungsgrad, der Mächtigkeit des Ah-Horizontes sowie der organischen Auflage erleichtern (objektiveren) die Untergliederung der Bodentypen in die Subtypen. Drei grundsätzliche Formen werden dabei unterschieden: der Normaltyp, das ist der Boden, der eine typische Horizontabfolge besitzt, der Abweichtyp, welcher bei gleichbleibender Horizontabfolge besondere Merkmale besitzt und der Übertyp, der durch das Hinzutreten von Merkmalen anderer Bodentypen zu denen des Normaltyps entsteht. Die Bearbeitung der Auenböden war zum Zeitpunkt der Drucklegung der KA 1 noch nicht abgeschlossen, so daß keine Angaben zu deren Untergliederung in dieser Phase gemacht werden

kann. Diese erfolgte erst sechs Jahre später in der KA 2 [AG BODENKUNDE 1971].

Weiterhin die SYST 1 als Grundlage für die systematische Gliederung der Böden heranziehend, werden die Auenböden im Gegensatz zu den meisten übrigen Bodenklassen, die ausschließlich nach einheitlichen pedogenetischen Merkmalen (charakteristischen Horizontabfolgen) geordnet sind, aufgrund übergeordneter Kriterien (geologische Entstehung, morphologische Situation, besondere Wasserverhältnisse) in der KA 2 zu einer Klasse zusammengefaßt. Zu unterscheiden sind die Auenböden im engeren Sinne, das sind durch junge Anschwemmungen entstandene Böden, in denen pedogenetische Horizontdifferenzierungen bis auf einen initialen Oberboden bzw. beginnende Vergleyungsmerkmale nicht erkennbar sind, von den Böden in Talauen, die eine deutliche pedogenetisch bedingte Horizontierung aufweisen. Letztere gehören bodensystematisch zu den ihrer Horizontabfolge entsprechenden Bodentypen. Aufgrund ihrer Entstehungsart, der Zugehörigkeit zum Landschaftsraum Aue sowie ihren bodendynamischen Besonderheiten (periodische Überflutungen, stark schwankendes Grundwasser) werden sie neben den entsprechenden Bodentypenbezeichnungen ergänzend noch mit dem vorangestellten Zusatz ‚Auen‘ versehen (z.B. Auengley) und der Klasse der Auenböden zusortiert. Auenböden im engeren Sinne, das sind die sechs Subtypen des braunen Auenbodens (allochthone braune Vega), weisen allesamt ein A-M-G-Profil auf, wobei der M-Horizont genetisch definiert wird. Es handelt sich in diesem Zusammenhang um in Tälern sedimentiertes Material erodierter Böden.

Zu der Gruppe der Böden in Auen, die eine deutliche pedogenetisch bedingte Horizontdifferenzierung zeigen, gehören z.B. die Böden der Täler des Hochgebirges und seines Vorlandes, da bei diesen bei Überflutungen nichtvorverwittertes Material (Gesteinszerreißel) zur Ablagerung gekommen ist bzw. kommt. Diese Schichten erhalten daher ebenfalls das Symbol C anstelle von M, auch wenn es sich um umgelagertes Material handelt. Solange die gemeinsamen übergeordneten Kriterien (morphologische Situation, besondere Wasserverhältnisse) zutreffend sind, werden die in den breiten Tälern des Flachlandes vorkommenden Böden (bei denen beispielsweise die Horizontabfolgen der Gleye vorherrschen) ebenfalls noch dieser Gruppe zugeordnet. Insgesamt gibt es in dieser heterogenen Gruppe 11 Bodentypen, wovon zwei Rohböden darstellen (Auensilikatrohboden (Rambla), Auencarbonatrohboden (Kalkrambla)). Die Differenzierung nach kalkhaltigem und kalkfreiem Ausgangsgestein bleibt auch bei den den Rohböden zeitlich gesehen häufig nachfolgenden oder räumlich betrachtet zumeist nächstliegenden Bodentypen erhalten (Auenranker (Paternia), Auenrendzina (Kalkpaternia)). Darüber hinaus sind es die Bodentypen Borowina, Auenschwarzerde, Auenbraunerde (Autochthone Vega), Auenparabraunerde, Auenpseudogley, Auenpelosol und Auengley, die mit ihren Subtypen noch zu der Klasse der Auenböden gerechnet werden.

Bereits ein Jahr vor Erscheinen der KA 2 veröffentlicht MÜCKENHAUSEN [1970] die Fortschritte,

die der Arbeitskreis Bodensystematik der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft im Hinblick auf die Systematik der Böden erzielt hat. Diese Neuerungen fließen im wesentlichen in die zweite Auflage seines Buches ‚*Entstehung, Eigenschaften und Systematik der Bundesrepublik Deutschland*‘ [MÜCKENHAUSEN 1977] ein. Da es sich, wie bereits bei der ersten Auflage, um das offizielle Ergebnis des gesamten Arbeitskreises handelt, ist mit Recht von der zweiten bodenkundlichen Systematik (SYST 2) zu sprechen. An den Grundsätzen (sechsstufige Hierarchie ergänzt durch die Formen) ändert sich nichts, wohl aber an deren Inhalten. Insbesondere die Abteilungen werden überarbeitet. Während die Abteilungen der Moore und der terrestrischen Böden nahezu unverändert bleiben, wird die Abteilung der anthropogenen Böden gänzlich neu eingeführt. Die Abteilung der subhydrischen Böden wird um die semisubhydrischen, das sind die Watten, erweitert. Aus den hydromorphen Böden werden wieder, wie bereits von KUBIENA [1953] dargestellt, die semiterrestrischen Böden. Zu ihnen gehören neben den Marschen und den Gleyen auch die Auenböden. Zur Gliederung der Auenböden hatte WICHTMANN [1966] vorgeschlagen, das mit dem Fluß aus dem Hochgebirge herantransportierte Gesteinsmaterial dem sedimentierten umgelagerten Bodenmaterial der Tieflandflüsse als Ausgangssubstrat für die nach der Sedimentation einsetzende Bodenbildung gleichzustellen und in beiden Fällen das Horizontsymbol M zu vergeben. Diesem Ansinnen wurde aber seitens des Arbeitskreises Bodensystematik nicht entsprochen.

Als Ziel sieht der Arbeitskreis den Ausbau der Systematik bis auf die Ebene des Subtyps, um so möglichst alle Böden des Landes bezüglich ihrer Genese und ihres Aufbaus hinreichend genau beschreiben zu können. Aus diesem Grund enthält die SYST 2 auch zahlreiche neue Bodentypen oder zumindest neue Bezeichnungen. Beispielsweise wird im Bereich der Auenböden die Tschernitza anstelle der schwarzerdeartigen Auenböden vorgeschlagen.

Mit Erscheinen der dritten, verbesserten und erweiterten Auflage der bodenkundlichen Kartieranleitung KA 3 [AG BODENKUNDE 1982] werden die zahlreichen Ergänzungen und Neuerungen, die das Erscheinen der SYST 2 mit sich brachte, auf der Ebene der geologischen Landesämter und der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe für die im Gelände tätigen Kartierer umgesetzt. Insbesondere die geforderten Horizontmächtigkeiten der einzelnen Typen und Subtypen werden präzisiert. Die Definition des M-Horizontes wird um ein Humuskriterium erweitert. Die G-Horizonte werden stärker differenziert, Übergänge zwischen Go und Gr zugelassen, und diesen bestimmte Eigenschaften (Rostfleckung, Farbe) zugesprochen. Die Klasse der Auenböden bleibt in der KA 3 wie schon in der KA 2 landschaftlich definiert. Demzufolge gibt es auch wieder zwei Gruppen von Auenböden (Auenböden im engeren Sinne und Böden ohne M-Horizont in Talauen). Die Möglichkeit, Übergangsformen zu bilden, wird, wie es zuvor auch BENZLER [1981] vorgeschlagen hatte, wesentlich erweitert. Als sonstige Änderungen sind aufzuführen, daß die Braunlehm- bzw. Rotlehm-Vega gestrichen, die Paternia jetzt Auenregosol genannt und die Auenpararendzina neu eingeführt wird. Diese umfaßt speziell

für die Alpenflüsse auch die Auenrendzina (Kalkpaternia) und die humusreiche Auenrendzina (Borowina). Außerdem ist der Auenpodsol neu aufgenommen. Aus der Auenschwarzerde wird, wie von der SYST 2 vorgeschlagen, die Tschernitza.

Auf der Wissenschaftsebene folgt drei Jahre nach Erscheinen der KA 3 die dritte Auflage der bodenkundlichen Systematik [AK BODENSYSTEMATIK 1985], deren Kurzfassung anlässlich der Tagung der Internationalen Bodenkundlichen Gesellschaft in Hamburg in den Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft abgedruckt wurde. Nachdem in den beiden ersten Auflagen das Schwergewicht mehr im Bereich der qualitativen pedogenetisch-systematischen Arbeit lag, schließt sich in der SYST 3 die quantitative Unterbauung an. Aus diesem Grund wird dem eigentlichen Hauptteil des Buches der Systematik der Böden eine differenzierte Horizontsystematik vorangestellt. Sie ermöglicht eine präzise Charakterisierung eines Bodenprofils. In diesem Zusammenhang werden auch die Definitionen des M- und des G-Horizontes überarbeitet. Die Anzahl der Abteilungen (fünf) bleibt zwar gleich, trotzdem gibt es auch hier einige Veränderungen. Die Abteilung der anthropogenen Böden (Kultsole) wird aufgelöst und als Bodenklasse den terrestrischen Böden zugeordnet. Als neue Abteilung treten die Böden des Periglazials hervor. Die semiterrestrischen Böden werden als bodentypologische Abteilung neben die terrestrischen gestellt, um damit den starken Einfluß des Grundwassers auf die Entstehung, den Aufbau und die Dynamik der Böden herauszustellen. Im Hinblick auf den Bodenbildungsfaktor Wasser nehmen sie eine Mittelstellung zwischen den terrestrischen einerseits und den semisubhydrischen und subhydrischen Böden andererseits ein. Die Entstehung der semiterrestrischen Böden wird durch hohes Grundwasser (höher als etwa 1,3 m unter Flur), mehr oder weniger schwankenden Grundwasserstand und teils durch Überflutung oder Überstauung bedingt. Die Bildungsmöglichkeiten sind außerordentlich variabel und verursachen eine große Mannigfaltigkeit von bodentypologischen Einheiten, welche aufgrund ihrer Entstehung, ihres Aufbaus und ihrer Dynamik wie bereits zuvor in die drei Bodenklassen Auenböden, Gleye und Marschen aufgeteilt werden. Die Moore bilden wegen ihrer genetischen Sonderstellung weiterhin eine eigene Abteilung.

Auenböden sind laut SYST 3 die Böden der Flußniederungen, sofern sie sich außerhalb des Gezeiteneinflusses befinden und keine dominanten Merkmale von Gleyen oder Mooren aufweisen. Sie werden geprägt durch den mit dem Flußwasserspiegel konform gehenden, in der Regel stark schwankenden Grundwasserstand (1,5 m bis > 4,0 m) und der periodischen Überflutung bzw. Überstauung. Liefert das Einzugsgebiet der Flüsse überwiegend Material erodierter Böden, so entstehen allochthone Auenböden, bringen sie aber vorwiegend unverwittertes, zerkleinertes Gesteinsmaterial, so bilden sich daraus autochthone Auenböden. In beiden Fällen ist der Transportweg aber wesentlich länger als beim Kolluvium. Bei im Jahresverlauf lang anhaltenden sehr niedrigen Grundwasserständen können unabhängig vom Material terrestrische Bodenbildungsprozesse ablaufen. Zu den autochthonen Auenböden zählt

die SYST 3 aber auch die pedogenetisch stark veränderten allochthonen Bildungen. Im einzelnen sind dies die Bodentypen: Rambla, Paternia (Auenregosol), Kalkpaternia (Auenpararendzina), Borowina (Auenrendzina), Tschernitza (Tschernosemähnlicher Boden in Auenlage), Auenbraunerde (autochthone Vega), Auenparabraunerde, Auenpseudogley, Auenpelosol und Auengley. Einziger Vertreter der Gruppe der allochthonen Bildungen ist der Braunaueboden (allochthone Vega). Bei ihm muß der Ah + aM > 80 cm mächtig sein und sich aus verlagertem, mehr oder weniger humosem Solummaterial gebildet haben. Er darf keine pedogenetischen Veränderungen aufweisen.

Mit der vierten und zur Zeit noch gültigen Auflage der bodenkundlichen Kartieranleitung KA 4 [AG BODEN 1994] werden erstmals wesentliche Punkte der zu diesem Zeitpunkt gültigen Bodensystematik nicht mehr übernommen. Beispielsweise wird die Abteilung der Böden des Periglazials nicht aufgeführt. Aber auch innerhalb der einzelnen Abteilungen gibt es Abweichungen. Am deutlichsten fallen diese für die Abteilung der semiterrestrischen Böden bei den Auenböden aus, worauf MILBERT [1995] hinweist. Die bis dato ausschließlich für sie geltende Landschaftsdefinition als Klassenmerkmal wird aufgegeben. Dadurch reduziert sich die Anzahl der Bodentypen innerhalb dieser Klasse erheblich. Außerdem werden einzelne Bodentypen zusammengefaßt (Rambla und Kalkrambla, Auenrendzina und Auenpararendzina), oder in ihren Definitionen geändert (Reduzierung der Mindestmächtigkeit für den Ah + aM der Vega von > 80 cm auf > 40 cm). Übrig bleiben allein die wenig grundwasserbeeinflussten, d.h. relativ hochliegenden Böden in Auenlage, wenn sie darüber hinaus keine dominante Pedogenese eines terrestrischen Bodentyps aufweisen. Dies sind die Rambla (Auenlockersyrosem), Paternia (Auenregosol), Kalkpaternia (Auenpararendzina), Tschernitza (Tschernosemähnlicher Auenboden) und die Vega (Braunaueboden). Die anderen Böden werden entsprechend ihrer Genese in die einzelnen Klassen verteilt. Auf der Ebene der Subtypen werden mit ihnen Abweichungs- oder Übergangstypen gebildet, als Varietät erhalten sie die Vorsilbe ‚Auen-‘.

Allgemein werden darüber hinaus in der KA 4 verstärkt Zusatzsymbole für geogene und anthropogene Merkmale etabliert. Das dem Hauptsymbol vorangestellte ‚a‘ besagt z.B., daß der Horizont unter Auendynamik steht. Dieser Zusatz kann kombiniert werden mit A-, C-, G- und M-Horizonten. Neben den Erweiterungen an sich werden auch Angaben zu den zulässigen Kombinationsmöglichkeiten der Haupt- und Zusatzsymbole gemacht. Eine freie Kombinierbarkeit ist nun nicht mehr vorgesehen. Grundsätzliche Änderungen betreffen u.a. die Bodenarteneinteilung und die Substratgliederung. Letztere wurde maßgeblich beeinflusst durch die Einbeziehung der Fachkenntnisse aus der DDR. Hier sind es vor allem die Mitteilungen von ABDELKADER [1969a, b] zu den Auensubstraten, Bodentypen und Bodenformen, die für die Kenntnis und Systematik speziell der Auenböden von Bedeutung sind.

Die SYST 4 [AK BODENSYSTEMATIK 1998] umfaßt nicht nur den neuesten und damit derzeit

auch verbindlichen Stand der Systematik der Böden, sondern auch den der Systematik der bodenbildenden Substrate sowie der Gliederung der periglaziären Lagen. Nach der Wiedervereinigung der beiden deutschen Staaten war es notwendig, eine einheitliche Bodentypen- und Substratsystematik zu erarbeiten, da sich in der DDR seit den 60er Jahren ein eigenes Gliederungssystem herausgebildet hatte. Bei diesem war der Substratkomponente eine wesentliche Rolle zuerkannt worden. Die beiden unterschiedlichen Systeme galt es zu einem sinnvollen Ganzen zu vereinen, wobei die neu geschaffene Substratsystematik in Kombination mit der Bodentypensystematik die Grundlage für die Bildung der Bodenform als zentrale Einheit zur umfassenden Charakterisierung von Böden und deren Eigenschaften herangezogen werden sollte. An dem prinzipiellen Charakter des morphogenetischen Systems wurde nichts geändert. Weiterhin galt die Maxime, daß die Bestimmung und Einordnung einer Bodeneinheit allein mit Hilfe von Geländemerkmalen möglich sein muß. Bei der Einordnung der Bodentypen übernimmt die SYST 4 komplett die Gliederung der KA 4, weitet aber die Nennung von Subtypen aus und listet zusätzlich tabellarisch die Varietäten eines jeden Subtyps auf.

Die Definition für die Abteilung der semiterrestrischen Böden wird dahingehend erweitert, daß der geschlossene Kapillarraum (im nicht entwässerten Zustand) wenigstens zeitweise bis mindestens 4 dm unter GOF reichen muß. Ob die dadurch entstehenden charakteristischen Horizontmerkmale allerdings redoximorpher oder reduktomorpher Art sind oder gänzlich fehlen, hängt im wesentlichen von der Amplitude und vom zeitlichen Verlauf der Grundwasserschwankungen, der chemischen Beschaffenheit des Wasserkörpers und dem Substrat ab. Nach SYST 4 werden in der Klasse der Auenböden Böden aus holozänen fluviatilen Sedimenten in Tälern von Flüssen und Bächen zusammengefaßt. Die Talsedimente bestehen entweder aus verlagertem, mehr oder weniger humosem Solummaterial, meist Mischungen aus Material verschiedener Horizonte erodierter Böden, oder aus wenig oder nicht verwitterten Lockergesteinen. Typisch für die Auenböden ist, daß sie periodisch überflutet werden bzw. wurden und in der Regel ein stark schwankendes Grundwasser besitzen, das im allgemeinen mit dem Flußwasserspiegel in Verbindung steht. Die Obergrenze des aG-Horizontes liegt, abgesehen von den Übergängen zum Gley, unterhalb von 8 dm unter GOF. Auenböden, deren Profil durch gleytypische Grundwasserschwankungen überprägt wurde (Hydromorphiemerkmale oberhalb 8 dm unter GOF), sind als Abweichungs- bzw. Übergangssubtypen des Gleys einzustufen.

Als sonstige Änderungen zur KA 4 sind zu vermerken, daß in der Horizontierung der Tschernitza ein aM-Horizont auftreten darf und daß bei der Vega die Mindestmächtigkeit für den Ah + aM entfällt, was sich natürlich auch auf die Gley-Vega auswirkt. Für den Vega-Gley wurden dagegen in den Nachrichten der DBG (Heft 19/1) nachträglich Mächtigkeiten für den aM-Horizont festgelegt. Ansonsten bleiben die bereits bei der KA 4 eingeführten Änderungen erhalten.

Die Abbildung 29 gibt zusammenfassend einen Überblick über die zeitliche Entwicklung der bodenkundlichen Systematik in der Bundesrepublik Deutschland sowie der bodenkundlichen Kartieranleitung.

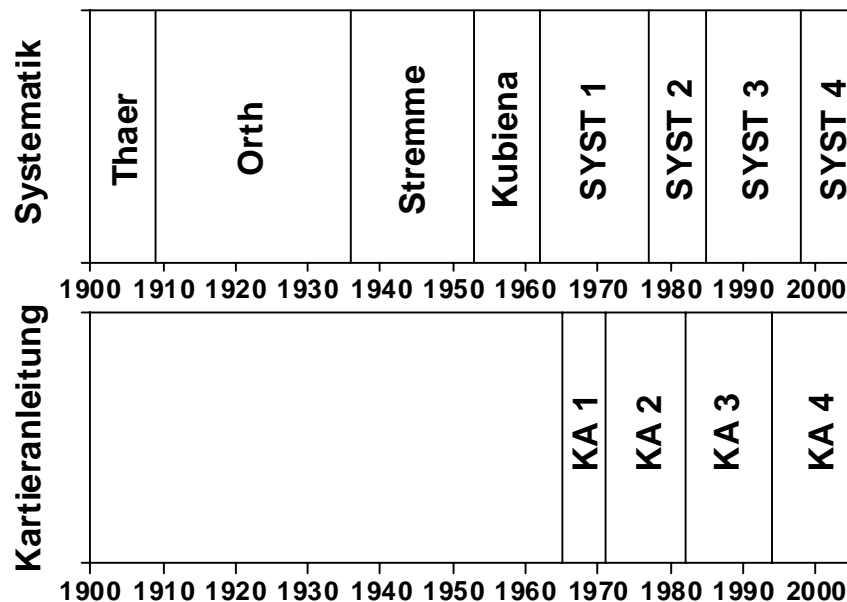


Abb. 29: Übersicht über die zeitliche Entwicklung der bodenkundlichen Systematik und der bodenkundlichen Kartieranleitung

6.2 Probleme und Verbesserungsvorschläge

6.2.1 Zielsetzung und Gültigkeitsbereich

Vor dem Hintergrund des verstärkten Interesses an den ökologischen Auswirkungen der sehr variablen abiotischen Standorteigenschaften in den Auen ist es notwendig, die dort vorkommenden Böden mit ihren oftmals nur graduell differierenden Merkmalsausprägungen möglichst zweifelsfrei klassifizieren zu können. Im Rahmen mehrerer Kartierungen in Auengebieten an der Mittel- und Unterelbe [GRÖNGRÖFT et al. 1997, SCHWARTZ et al. 1997b, 1998] wurde festgestellt, daß die Klassifikationsvorgaben der derzeit gültigen bodenkundlichen Kartieranleitung (KA 4) bzw. der Systematik der Böden Deutschlands (SYST 4) jedoch gerade in diesem Bereich Lücken und Unstimmigkeiten aufweisen. Die Aufgabenstellung lautet daher, auf der Basis der vorliegenden Angaben Empfehlungen für eine Verbesserung der Ansprachekriterien der Böden in Auengebieten zu entwickeln. Dies haben GRÖNGRÖFT & SCHWARTZ [1999a] gemacht und veröffentlicht. Ein Großteil der nachfolgenden Ausführungen basiert auf den dortigen Aussagen.

Als erstes ist der Gültigkeitsbereich der zu schaffenden Klassifikation festzulegen. Dazu muß zunächst der Landschaftsbegriff ‚Aue‘ definiert werden: Als Aue wird der durch höhere Pflanzen bewachsene Bereich eines Flußsystems verstanden, der nahezu flächendeckend aus holozänem Material entstanden ist. Ihre Begrenzung erfährt sie durch den theoretischen Überflutungsbereich (nach Entfernen der Deiche). Das dafür zugrunde liegende Bemessungshochwasser ist der höchste Hochwasserstand der letzten 100 Jahre bzw. seit Beginn der Pegelaufzeichnung. Flächen aus holozänem Material, die nicht mehr vom aktuellen Flußwasserstand erreicht werden, werden nicht zur Aue gezählt. Lediglich Fließgewässer mit einem periodischen Überflutungsgeschehen besitzen eine Aue. Übergänge zu Hang-Kolluvien können (besonders in Nebentälern) nicht immer eindeutig abgegrenzt werden.

In den Anwendungsbereich fallen nach dieser Definition alle vor dem Deich liegenden Böden in der Talung großer Flüsse, soweit sie periodisch überflutet werden. Hinzu kommen noch die hinter dem Deich befindlichen Böden, sofern sie sich aus holozänen Flußsedimenten gebildet haben und - bei hypothetischer Entfernung des Deiches - periodischen Überflutungen ausgesetzt wären. Ebenfalls zugehörig sind die Böden, die sich im (theoretischen) Überflutungsbereich befinden, aber aus anthropogen eingebrachten Substraten bestehen. Ausgeschlossen werden nur solche, bei denen die Auftragshöhe so hoch ist, daß auch bei Höchstwasserständen der Bodenwasserhaushalt nicht maßgeblich verändert wird. Aus demselben Grund werden auch die Böden der hochwasserfreien Terrassen, obwohl sie aus Auenmaterial aufgebaut sind, nicht in die Betrachtung einbezogen. Innerhalb der Aue werden alle Böden als ‚Böden in der Aue‘ bezeichnet, aber nur ein Teil als ‚Auenböden‘ im Sinne der Bodenklassifikation. Bei dieser Definition läßt sich allein auf der Basis von Substratverteilung, Geländehöhe und Überflutungswahrscheinlichkeit die Zuordnung zu den Böden in Auenlage treffen, die Einbeziehung eines Grundwasserschwankungsbereichs entfällt damit.

Die anschließende Ausarbeitung soll vor allem dazu dienen, die bodenkundlichen Anspracheprobleme im Bereich der Mittelelbe zu lösen. Inwieweit die Vorschläge auf andere Auengebiete übertragbar sind, bleibt offen. Auf die Frage nach der generellen Notwendigkeit einer speziell auf Böden in Auenlage ausgerichteten Klassifikation, wie sie WIECHMANN [1999] stellt, ist zu sagen, daß nicht grundlos seit Beginn der systematischen Einteilung der Böden im Jahre 1831 bis zum Erscheinen der KA 4 im Jahre 1994 diejenigen Böden, die sich in einer Auenlage befinden, aufgrund ihrer Zugehörigkeit zu diesem besonderen Landschaftsraum eigenständig behandelt wurden. Neben der hohen Dynamik des Wasser- und Stoffhaushaltes, rechtfertigt ihre Bedeutung als (zumeist) sehr fruchtbarer landwirtschaftlicher Produktionsstandort, die Hochwassergefährdung, ihr (im naturnahen Zustand) hohes ökologisches Potential und die stellenweise extrem hohe Schadstoffbelastung die Sonderstellung. Das Ansinnen, dem landschaftsgeprägten Klassenmerkmal das Gewicht zu entziehen, kann aber entprochen werden, wenn man bedenkt, daß es z.B. analog zu den Auenböden auch eine allein aufgrund ihrer Lage

gebildete Klasse der Gebirgsböden oder der Stadtböden geben müßte. Aus diesem Grund soll auch an den geltenden Grundlagen der Systematik nicht gerüttelt werden. Das Ziel ist vielmehr eine eindeutige Ableitung der Horizontbenennung und Bodenklassifikation auf Basis von Feldmerkmalen unter Weiterentwicklung der Angaben der KA 4. Es handelt sich deshalb um eine zusammenfassende Klassifikation von Böden in der Aue, nicht aber um den Versuch einer neuen Systematik. Demzufolge wird auch keinerlei Anspruch auf Vollständigkeit erhoben.

6.2.2 Substrate der Bodenbildung

In der SYST 4 wird ein eigener Schlüssel zur Substratklassifikation festgelegt, der sich, zumindest was die Elbe betrifft, auf die natürlichen Substrate der Böden in Auenlage größtenteils eindeutig anwenden läßt. Die Tabelle 15 gibt einen Überblick über die Substratartenbenennung für das Niveau der Gruppe und Untergruppe.

Tab. 15: Substratarten für die natürlichen Auenböden der Mittel- und Unterelbe nach SYST 4

	Niveau: Gruppe		Niveau: Untergruppe	
Geogenese	f	fluvilimnogen (,Fluvi....‘)	fo	(‘Auen...‘)
Grobbodenart	entfällt			
Feinbodenart	s	Sand	ss	Reinsand
			ls	Lehmsand
	l	Lehm	us	Schluffsand
			sl	Sandlehm
		ll	Normallehm	
		tl	Tonlehm	
	u	Schluff	su	Sandschluff
			lu	Lehmschluff
			tu	Tonschluff
	t	Ton	ut	Schluffton
			lt	Lehmton
Carbonat- / Kohlegehalt	entfällt			
lithogener Kohlenstoffgehalt	keine Angabe bei < 1 %			
	o	(,Organo...‘) bei > 1 %		
Herkunft	Gesteinsart nach Symbolschlüssel Geologie: Lf (Auenlehm), Sf (Auensand), Tf (Auenablagerung schluffig-tonig), F (Mudde)			

Wie der Tabelle 15 zu entnehmen ist, lassen sich die an der Mittel- und Unterelbe vorkommenden Substrate auf dem Niveau der Gruppe in fluvilimnogene Sande, Lehme, Schluffe und Tone unterteilen. Auf dem Niveau der Untergruppe werden diese je nach Schluff- und Tongehalt weiter differenziert.

Ein erhöhter Gehalt an organischer Substanz (> 1 %) wird durch ein vorangestelltes ‚o‘ (organisch) kenntlich gemacht.

Schwierigkeiten bei der Einordnung in dieses Schema verursachen aufgrund ihrer besonderen Eigenschaften die in weiten Bereichen zumeist oberflächennah vorkommenden feinkörnigen, organogenen und durch teilweise extreme Schadstoffanreicherungen gekennzeichneten rezenten Sedimente. Probleme bereiten nicht nur die hohen Humus- und Wassergehalte, die die Geländeansprache der Bodenart erschweren, sondern in erster Linie die nicht eindeutige Definition, ob diese Ablagerungen bei den natürlichen oder den anthropogenen Substraten einzuordnen sind, da sie zwar durch natürliche Prozesse abgelagert wurden, in ihrer Zusammensetzung jedoch deutliche anthropogene Beimengungen aufweisen [BUCH 1983]. Infolge der besonderen und damit von den anderen Auensubstraten abweichenden ökologischen Funktion dieser Schlämme (z.B. der Wasser- und Nährstoffgehalt sowie als potentielle Schadstoffquelle) wird vorgeschlagen, die in Reinform kartiertechnisch relativ leicht erkennbaren Substrate den Sondersubstraten nach SYST 4 zuzuordnen und wie folgt zuzulassen und zu benennen (Beispiel für die Bodenart Lu):

auf dem Niveau der Gruppe:

of-u (F) Organofluvischluff (‚Auenschlamm‘) - aus Mudde

auf dem Niveau der Untergruppe:

ofo-tu (F) Organischer Auentonschluff - aus Mudde

Unter Einschluß der obigen Ergänzungen für die Auenschlämme lassen sich nun alle in der behandelten Landschaftseinheit auftretenden Substrate der Bodenbildung - auch auf dem Niveau der Untergruppe - anhand der Vorgaben der SYST 4 bereits allein auf der Basis einer Profilbeschreibung zweifelsfrei benennen. Im Hinblick auf eine kartographische Darstellung ist es zweckmäßig, die einzelnen Substrate in drei Übergruppen zusammenzufassen:

- **Auensande** bestehend aus den Substratuntergruppen: Auenschluffsand, Auenlehmsand und Auenreinsand
- **Auenlehme i.w.S.** bestehend aus den Substratuntergruppen: Auenlehmton, Auenschluffton, Auentonschluff, Auenlehmschluff, Auensandschluff, Auentonlehm, Auennormallehm und Auensandlehm
- **Auenschlämme** bestehend aus der Substratgruppe: Organofluvi... (aus Mudde)

Nach Abzug der Auenschlämme können die verbleibenden beiden Übergruppen hinsichtlich ihrer Bodenartenhauptgruppe in sandige und bindige Substrate unterteilt werden.

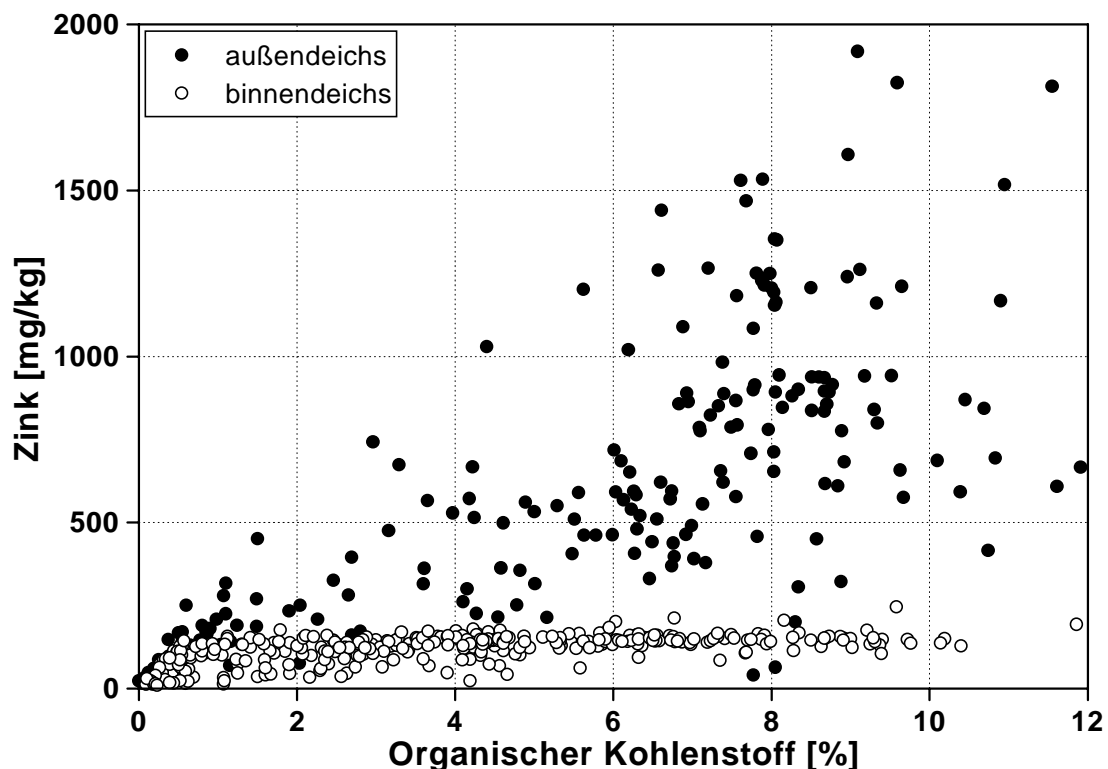


Abb. 30: Zinkgehalte in Abhängigkeit vom organischen Kohlenstoffgehalt in Auenböden der Mittelelbe (Strom-km 438 bis 476); nicht dargestellt: 3 Proben mit Gehalten > 2000 mg Zn/kg

Um die Notwendigkeit der Einführung des Auenschlammes (zumindest für den Bereich anthropogen stark überprägter Flüsse) in die Systematik der bodenbildenden Substrate aufzuzeigen, ist in der Abbildung 30 beispielhaft die mittels RFA-Analyse analysierte Gesamt-Zink-Konzentration zu dem Gehalt an organischem Kohlenstoff aufgetragen. Für den Bereich der Elbe könnten für diese Darstellung stellvertretend auch die Elemente Arsen, Cadmium oder Quecksilber herangezogen werden. Die daraus abzuleitenden Aussagen würden sich lediglich in den elementspezifischen Anreicherungsfaktoren unterscheiden, nicht aber in ihrem Wesen. Das gesamte dargestellte Kollektiv umfaßt 575 Einzelproben. Davon entfallen auf den Außendeichsbereich 229 Proben, wobei es sich um 67 Ober- und 162 Unterbodenproben handelt. Aus dem eingedeichten Areal stammen insgesamt 346 Proben (225 Oberboden- und 121 Unterbodenproben). Es zeigt sich ein gravierender Unterschied in der Zink-Konzentration zwischen den beiden Landschaftseinheiten. Während die Binnendeichsproben den von KRÜGER et al. [1999] angegebenen lokalen geogenen Hintergrundwert für die Mittelelbe von 130 mg/kg (Fraktion < 20 μm) nur geringfügig überschreiten, finden sich bei der Gruppe der Außendeichsproben Werte oberhalb von 250 mg/kg bereits ab einem C_{org} -Gehalt > 1,0 %.

Allerdings finden sich auch noch bei 8 % C_{org} Werte im Bereich des geogenen Hintergrundes. Im Gegensatz zu den Binnendeichsproben, bei denen ein weiterer Anstieg oberhalb von 1,0 % C_{org} nicht zu verzeichnen ist, steigt die Zinkkonzentration bei zahlreichen Außendeichsproben an. Auffällig ist weiterhin, daß die Unterböden aus dem eingedeichten Bereich maximal 4 % C_{org} aufweisen, während es außendeichs bis zu 11 % C_{org} sein können. Handelt es sich im ersten Fall um fossile, präindustrielle Auenlehme, sind die hohen TOC-Gehalte (bis in den anmoorigen Bereich (> 15 % Org. Sub.) mit Mächtigkeiten bis zu 0,5 m) anthropogenen Ursprungs. Höchstbelastete Proben aus dem Untersuchungsgebiet können bis zu 3500 mg/kg Zink enthalten [SCHWARTZ 1999b]. Diese beiden Substrate (Auenlehm / Auenschlamm) gilt es trotz ihrer häufig identischen Textur aufgrund ihres unterschiedlichen Schadstoff- und Humusniveaus zu differenzieren. Insbesondere für die Landwirtschaft ist es von großer Bedeutung, Areale ausgrenzen zu können, in denen mit einer hohen Belastung des Bodens und damit auch der Pflanzen [MIEHLICH 1983] zu rechnen ist, denn dies würde die Gefahr der Aufnahme der Schadstoffe in die Nahrungskette herabsetzen.

Die hohen Gehalte primären (lithogenen) Kohlenstoffs, die sich infolge der bevorzugten Sedimentation in strömungsberuhigten abflußlosen Senken, d.h. an Positionen mit zumeist stark verminderter Mineralisation, auch Jahrzehnte nach ihrer Ablagerung noch erhalten und die deutlich oberhalb des typischen autochthonen Humusniveaus der Ah-Horizonte aus vergleichbaren Substraten liegen, ermöglichen eine relativ sichere Geländeansprache der unvermischten Auenschlämme. Chemisch sind sie in ihrer Reinform zu charakterisieren aufgrund eines C_{org} -Gehalt > 5 % und einer Zink-Konzentration > 500 mg/kg. Als Mischform (zumeist mit Auensand) beträgt der C_{org} -Gehalt > 1,5 % und die Zink-Konzentration zwischen 250 und 500 mg/kg. Reine Sande weisen C_{org} -Werte < 1 % und weniger als 125 mg/kg Zn auf. Bei außendeichs gelegenen Unterbodenproben mit bis zu 8 % C_{org} und Zn-Werten < 250 mg/kg handelt es sich, wie bei den fossilen Oberbodenhorizonten aus dem Binnendeichsareal, um präindustrielle und damit unbelastete Ablagerungen (organogene Mudden).

6.2.3 Horizontdefinitionen

In den Auenböden der Mittelelbe treten mineralische Horizonte mit den Hauptsymbolen ,A', ,B', ,C', ,F', ,G', ,M', ,S' und ,H' auf. Ihre einzelnen Definitionen sind der KA 4 / SYST 4 zu entnehmen. Die vollständigen Horizontbezeichnungen können aus vorangestellten geogenen Zusatzsymbolen, dem Hauptsymbol sowie nachgestellten pedogenen Zusätzen bestehen. Alle Horizonte im Bereich der Auen sind, soweit es sich um die in Kapitel 6.2.2 genannten natürlichen Substrate handelt, unter Auendynamik abgelagert und erhalten damit das in der KA 4 eingeführte vorangestellte Zusatzsymbol ,a'. In Ergänzung zur KA 4 ist dieses aber auch auf diejenigen mit Stauwassereinfluß sowie die noch zu definierenden Rohböden der Aue (s. Kap.

6.2.4) anzuwenden, da für die entsprechenden Horizonte dieselben geogenen Entstehungsbedingungen gelten, wie für die in der KA 4 aufgeführten.

Um bei den Auenschlämmen dem hohen Anteil sedimentär bedingter, primärer organischer Substanz innerhalb des Horizontsymbols Rechnung tragen zu können, wird, analog zum ‚a‘ das vorgestellte Zusatzsymbol ‚o‘ für organisch (sedimentär, lithogen) in Ergänzung zur KA 4 / SYST 4 im folgenden auch im Auenbereich für alle oben aufgeführten Horizonte angewendet. Dieses war bisher auf die Organomarschen begrenzt. Da es sich bei den Auenschlämmen aber um vergleichbare Sedimente handelt wie bei den organogenen Kleischichten der Marschen, erscheint die Erweiterung sinnvoll und plausibel. Zur Abgrenzung von reinen aM-Horizonten gilt für den aoM-Horizont ein Gehalt an sedimentärem (primärem) organischen Kohlenstoff von > 3 %. Die aoAh-Horizonte (d.h. aus Auenschlämmen entstanden), bei denen nur schwer der sedimentär bedingte lithogene Kohlenstoffanteil von dem pedogenen getrennt werden kann, können aber anhand ihrer Spurenmetallgehalte eindeutig von aAh-Horizonten aus Auenlehmern oder Auensanden abgegrenzt werden. Für die übrigen Horizonte (aoC, aoF, aoG und aoS) gelten dieselben Kriterien wie für den aoM.

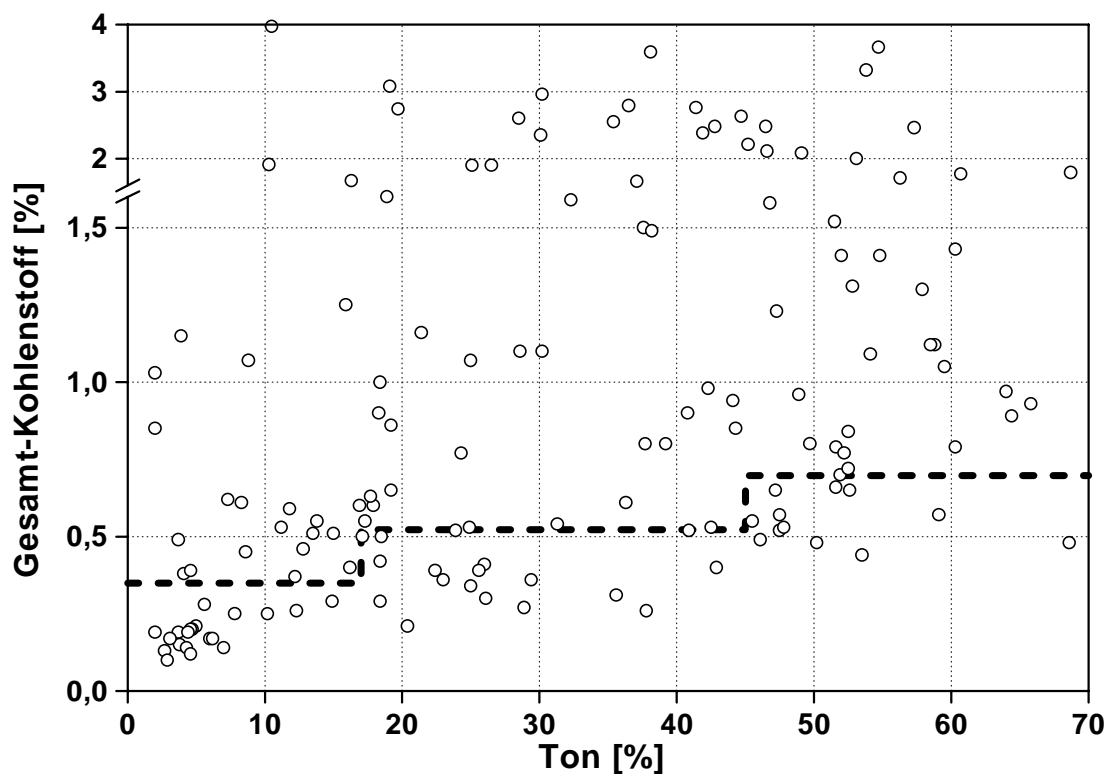


Abb. 31: Beziehung zwischen Gesamtkohlenstoffgehalt und Tongehalt bei Unterbodenhorizonten aus dem Bereich der Mittelelbe

Anspracheschwierigkeiten entstehen bei der Verwendung des M-Horizontes. In der derzeit gültigen Systematik ist das Konzept des aM-Horizonts nicht von dem des M-Horizonts des Kolluvisols verschieden. In beiden Fällen gelten gleiche Ansprachekriterien, die sich aus dem Gehalt an organischer Substanz ableiten. Um die Problemstellung zu verdeutlichen, zeigt Abbildung 31 die Beziehung zwischen dem Tongehalt und dem Anteil an organischer Substanz für 152 Unterbodenproben aus den Auen der Mittelelbe. Die Proben entstammen Profilen sowohl von vor als auch von hinter dem Hochwasserschutzdeich. Zu erkennen ist, daß bei fast einem Drittel (30 %) der geprüften Unterbodenproben der analysierte Humusgehalt unter dem ‚in der Regel‘ geforderten Mindestgehalt lag. Diese müßten - unabhängig von der Bodenart - gemäß KA 4 als aC-Horizonte angesprochen werden.

Abgesehen davon, daß sich der Grad der Mineralisation der organischen Substanz seit der Sedimentation nicht sicher feststellen läßt, ist es auch bei der Feldansprache der Böden nicht möglich, die Substrate anhand des geforderten Gehalts an organischer Substanz (gemäß KA 4 Humusgehaltsklasse h1 bis h2, d.h. sehr schwach bis schwach humos) sicher in aM- oder aC-Horizonte zu unterscheiden. Damit erweist sich die Anwendbarkeit des bisherigen aM-Konzepts als praktisch nicht gegeben. Hinzu kommt, daß es sich innerhalb der Auen generell um bindige Sedimente handelt, wenn von umgelagertem Solummaterial gesprochen wird (Auenlehm), da die durch fluviatile Transport- und Ablagerungsprozesse gut sortierten Auensande die Merkmale der Böden, von denen sie ehemals erodiert wurden, nicht mehr anzeigen. Für das umgelagerte Solummaterial wird mithin eine nicht näher definierte Bindigkeit unterstellt. Es wird daher eine Abgrenzung der aM-Horizonte anhand des Substrates von den aC-Horizonten vorgeschlagen, wobei sich in der Substratansprache, wie in Tabelle 15 dargestellt, die Bodenarten ausdrücken. Mit diesem Vorschlag sollen nicht nur die kartiertechnischen Probleme gelöst werden, es soll auch berücksichtigt werden, daß die Einflüsse der Bodenarten auf den Wasserhaushalt der Auenböden viel gravierender sind als diejenigen des primären Humusanteils. Die vorgeschlagene Abgrenzung fällt mit der obigen Substratdefinition ‚Auenlehm im weiteren Sinn‘ zusammen, d.h. es umfaßt die Substrate mit den Bodenartenhauptgruppen Ton, Schluff und Lehm gemäß SYST 4. Die Grenzziehung anhand der Bodenartenhauptgruppen bedeutet, daß Horizonte mit der Bodenart S13 zu den Auensanden zu stellen sind, mithin keine aM-Horizonte darstellen. Da diese Horizonte jedoch normalerweise aufgrund ihrer Färbung ($\text{chroma} \geq 3$) mit den typischen Auenlehmen vergleichbar und auch hinsichtlich des Wasserhaushalts eher zu den Auenlehmen als zu den Auensanden zu stellen sind, wäre aufgrund dieser Merkmale eine Umstellung der fluvilimnogenen Substrate mit der Bodenart S13 in die Auenlehme i.w.S. aus dieser Sicht sinnvoll und bei der weiteren Entwicklung des Verfahrens zu prüfen.

Im Ergebnis bedeutet dies, daß alle Auenbodenhorizonte, die aus natürlichen Substraten bestehen, das Bodenartenkriterium erfüllen und nicht durch weitere pedogene Merkmale überprägt worden sind, mit dem Hauptsymbol ‚M‘ bezeichnet werden. Als pedogene

Überprägungen treten sowohl Humusanreicherungen (A-Horizonte) als auch Verbraunungen (Bv-Horizonte) und Hydromorphierungen (G- und S-Horizonte) auf. Bei letzteren gilt für die Verwendung des aM-Horizontes im Grundsatz die Anmerkung der KA 4: *'Wird umgelagertes Solummaterial (..) von einer anhydromorphen Bodenbildung überprägt, so wird auf die Bildung einer Horizontkombination mit M (...) verzichtet'*. Diese wird auch auf hydromorphe Überprägungen angewandt, wenn diese eine ausreichende Intensität (s.u.) erreicht haben.

Übergang vom anhydromorphen zum hydromorphen Horizont

Morphologisch sichtbare bodengenetische Prozesse werden durch nachgestellte Zusatzsymbole ausgedrückt. Als vergleichsweise junge Böden sind die Böden in Auenlage nur von relativ wenigen Bodenbildungsprozessen geprägt, unter denen die Redoximorphose eine bedeutsame Stellung einnimmt. Bei den Horizonten der Auenböden sind mehrere logische Reihen zu betrachten, in denen der Gradient eines Faktors (z.B. zunehmender Grundwassereinfluß) sichtbar wird.

Der Übergangsbereich zwischen dem grundwasserunbeeinflußten und dem grundwasserbeeinflußten Bereich eines Profils kann anhand des Flächenanteils der Eisen- und Manganflecken bzw. -konkretionen angesprochen werden (s. Tab. 16). In Anlehnung an die Aussagen der KA 4, wonach bei einer anhydromorphen Überprägung von umgelagertem Solummaterial (M-Horizonte) auf die Bildung eines Übergangshorizonts verzichtet wird, wird dies im folgenden auch auf die hydromorphe Überprägung erweitert, soweit dieses Merkmal ausreichend ausgeprägt ist (> 10 % Flecken). In diesem Fall werden weitere pedogene Horizontmerkmale nicht mehr im Horizontsymbol berücksichtigt.

Bei den Grenzziehungen im Übergangsbereich der anhydromorphen und hydromorphen Horizonte wird für die Interpretation der Geländeaufnahme als Kriterium nicht der prozentuale Fleckenanteil, sondern die Stufe der Flächenanteile der hydromorph entstandenen Fleckungen / Konkretionen gemäß der KA 4 verwendet. Dies ist eine Anpassung an die Kartierpraxis, bei der die Fe- und Mn-Flecken und -Konkretionen jeweils einzeln 6-stufig aufzunehmen sind (**Stufe 0:** keine, **Stufe 1:** sehr gering: 0-1 % Fleckung; **Stufe 2:** gering: 1-2 % Fleckung; **Stufe 3:** mittel: 2-5 % Fleckung; **Stufe 4:** hoch: 5-10 % Fleckung; **Stufe 5:** sehr hoch: 10-30 % Fleckung; **Stufe 6:** äußerst hoch: > 30 % Fleckung).

Zusätzlich treten Gso-, Gkso- und Gmso-Horizonte auf, die gemäß KA 4 als Subhorizonte des Go-Horizontes zu betrachten sind und daher die oben genannten Kriterien des Go-Horizonts erfüllen müssen. Da es bisher noch keine quantitative Abgrenzung hinsichtlich Ausfällungsgrad zwischen Go-Horizonten und Gso-, Gkso- und Gmso-Horizonten gibt, wird als Erweiterung zur KA 4 vorgeschlagen, den Flächenanteil der Fleckung / Konkretionen für die drei letztgenannten

Horizonte von derzeit > 10 % auf > 30 % heraufzusetzen. Dies entspricht der Stufe 6 (bei Fe oder Mn) oder der Stufe 5 (bei Fe und Mn). Die Binnendifferenzierung zwischen den drei Horizonten ergibt sich aus der Form der redoximorphen Merkmale. Sind sie lediglich flächenhaft ohne konkretionäre Strukturen, wird von einem Gso-Horizont gesprochen. Treten zusätzlich noch scharf begrenzte Verhärtungen auf, spricht man von Gkso-Horizonten. Sind diese Eisen- und Mangananreicherungen so massiv, daß sie nicht mehr mit dem Spaten grabbar sind, werden daraus Gmso-Horizonte.

Tab. 16: Kennzeichnung der Horizonte im Übergangsbereich von anhydromorph zu hydromorph

Horizontkennzeichen	Definition	Erläuterung
anhydromorpher Horizont (*)	maximaler Fleckenanteil: (Fe Stufe 2 + Mn Stufe 0) oder (Fe Stufe 0 + Mn Stufe 2) oder (Fe Stufe 1 + Mn Stufe 1) (= Fleckenanteil bis 2 %)	* = Ai, Ah, Aa, Bv, M, C
Go-aM Go-*	Fleckenanteil höher bis maximal (Fe Stufe 3 + Mn Stufe 2) oder (Fe Stufe 2 + Mn Stufe 3) (= Fleckenanteil 2 - 5 %) (Fe Stufe 4 + Mn Stufe 2) oder (Fe Stufe 2 + Mn Stufe 4) oder (Fe Stufe 3 + Mn Stufe 3) (= Fleckenanteil 2 - 10 %)	* = Ai, Ah, Aa, Bv, C
aM-Go und aM-Gro *-Go und *-Gro	Fleckenanteil höher als Go-aM bis maximal (Fe Stufe 4 + Mn Stufe 2) oder (Fe Stufe 2 + Mn Stufe 4) oder (Fe Stufe 3 + Mn Stufe 3) (= Fleckenanteil 5 - 10 %) Fleckenanteil höher Go- (= Fleckenanteil > 10 %)	* = Ai, Ah, Aa, Bv
Go und Gro	Fleckenanteil höher (> 10 %)	

Die Tabelle 16 listet die Kennzeichnung der Horizonte im Übergangsbereich anhydromorpher zu hydromorpher Horizonte auf. Dabei sind alle Prozentangaben als Flächenprozent, hier als Anschnitte des Profils bzw. der Aggregate zu verstehen. Anteile auf Aggregatoberflächen können deutlich höher sein. Das Zeichen ‘*’ wird im folgenden für ein variables Horizontkürzel verwendet.

Die Angaben der KA 4 wurden demnach in folgenden Details ergänzt: Für die anhydromorphen Horizonte wurde das Höchstmaß an Fleckung, bis zu dem eine Berücksichtigung des Grundwassereinflusses bei der Horizontbezeichnung nicht notwendig ist, auf < 2 % begrenzt. Im häufig vorkommenden Übergangsbereich von aM- und Go-Horizonten erfolgte die Ausweisung verschiedener Intensitätsklassen. Da das Hauptsymbol ‚M‘ bei deutlicher Überprägung (> 10 % Fleckung) nicht mehr zu berücksichtigen ist, ergibt sich eine etwas andere Abstufung als bei den übrigen anhydromorphen Horizonten (z.B. bei Ah-Horizonten). Im Falle oberbodennaher sandiger Materialien mit einer schwachen Fleckung (2 - 10 %) wurde der Go-C-Horizont als Übergangshorizont zwischen dem unveränderten Ausgangsmaterial Auensand und dem hydromorphen Unterboden zugelassen.

Berücksichtigung der unterschiedlichen Zeichneigenschaften (Gw - Go)

Tab. 17: Kennzeichnung der hydromorphen Horizonte bei unterschiedlicher Intensität der Fleckung in der oxidativen Bodenzone (alle %-Angaben in Flächen-Prozent)

Horizontkennzeichen	Definition	Erläuterung
Gw	maximaler Fleckenanteil: (Fe Stufe 2 + Mn Stufe 0) oder (Fe Stufe 0 + Mn Stufe 2) oder (Fe Stufe 1 + Mn Stufe 1) (= Fleckenanteil < 2 %) und im Profil unter einem Horizont mit > 10 % Rostflecken	ansonsten C-Horizont
Gow	Fleckenanteil höher bis maximal (Fe Stufe 3 + Mn Stufe 2) oder (Fe Stufe 2 + Mn Stufe 3) (= Fleckenanteil bis 5 %) und im Profil unter einem Horizont mit > 10 % Rostflecken	ansonsten Go-C-Horizont
Gwo	Fleckenanteil höher bis maximal (Fe Stufe 4 + Mn Stufe 2) oder (Fe Stufe 2 + Mn Stufe 4) oder (Fe Stufe 3 + Mn Stufe 3) (= Fleckenanteil bis 10 %) und im Profil unter einem Horizont mit > 10 % Rostflecken	ansonsten Go-C-Horizont
Go	Fleckenanteil höher (> 10 %)	

Um der Tatsache gerecht zu werden, daß der Grundwassereinfluß in den Auenböden aufgrund der starken Grundwasserspiegelschwankungen, der vertikalen Körnungsdifferenzierung, des sauerstoffhaltigen Überflutungswassers sowie der insgesamt jungen Bodenbildung in einzelnen

Horizonten sehr schwach ausgeprägt sein kann, wurde für den grundwassergeprägten Tiefenbereich eine Reihe zunehmender Intensität der Fleckung gebildet (s. Tab. 17).

Im Vergleich zu den Angaben der KA 4 erfolgte die Einbindung des Gw-Horizontes in die Horizontierung. Für den reinen Gw-Horizont wurde festgesetzt, daß er wegen fehlender Zeichneigenschaften nur maximal < 2 % Rostflecken aufweist. Die Kombination mit den übrigen G-Horizonten erfolgt analog durch zwei nachgestellte Zusatzsymbole, wobei die Fleckung eindeutig definiert wurde (in den Abstufungen wie im Übergang zum aM-Horizont). Entscheidendes Zusatzkriterium ist, daß oberhalb des Gw-Horizonts bereits ein Horizont mit über 10 % Rostfleckung (d.h. ein Go-, bzw. *-Go-Horizont) aufgetreten sein muß. Falls dies bei einem fraglichen Horizont nicht der Fall ist, handelt es sich um einen anhydromorphen Horizont, unter Umständen im Übergang zum Go-Horizont, wie in der Tabelle 16 ausgewiesen. In der Konsequenz bedeutet dies, daß C-Horizonte nur bis in den Tiefenbereich des Profils ausgewiesen werden können, in dem noch kein G-Horizont festgestellt wurde.

Hydromorphe Reihe (Go, Gro, Gor, Gr)

Die differenzierenden Eigenschaften zwischen dem oxidativen und dem reduktiven G-Horizont werden im Grundsatz gemäß den Angaben der KA 4 verwendet. Neu ist aber die Unterscheidung anhand des Anteiles an Reduktionsmerkmalen im Horizont. Oxidationsmerkmale werden dagegen zur Entscheidungsfindung nur im Bedarfsfall mit heran gezogen, was im Ansatz den entsprechenden Vorgaben der Soil Taxonomy [USDA 1998] entspricht.

Ein dominant reduktiv geprägter Grundwasserhorizont (Gor) weist demnach eine graue Grundfarbe (Munsell-Farbe von N1 (schwarz) bis N8 (weiß) oder von 5Y (grau) bis 5G (graugrün) bzw. 5B (blaugrau) bei einem Chroma < 1,5 (bei 5G < 2,5) oder andere Farbtöne mit einem Chroma < 2) in mehr als 50 Flächen-% des Horizontanschnittes auf. Der reine Gr-Horizont ist bei gleicher Grundfarbe unterhalb des Wurzelraums fleckenfrei und reagiert zusätzlich auf den von CHILDS [1981] entwickelten α - α -Dipyridyl-Test positiv, d.h. mit einer deutlichen Rotfärbung. Dies unterscheidet ihn neben der einheitlichen Reduktionsfarbe über den gesamten Horizontanschnitt von dem Gor-Horizont. Für die Trennung von Gor- zu Gro-Horizonten wird als diagnostisches Merkmal die anhand der Grundfarbe des Bodens erkennbare Intensität der Reduktion verwendet (mehr als 50 Flächen-%). Beim Gro-Horizont sind die Reduktionsfarben im Horizontanschnitt zwar vorhanden, sie überwiegen aber nicht (10 - 50 Flächen-%), weshalb der Horizont eine braune bzw. bräunliche Färbung aufweist. Die Abgrenzung zwischen ‚Gro‘ und ‚Go‘ vollzieht sich ebenfalls aufgrund der Reduktionsanteile im Horizont. Diese fehlen beim ‚Go‘ oder sind nur schwach vertreten (weniger als 10 Flächen-%). Der Anteil der Fleckung (gemäß KA 4 zwischen 5 und 10 % für den Gro-Horizont bzw. < 5 % für den Gor-Horizont und < 5 % für den Gr-Horizont, wobei diese im Gegensatz zum Gor-

Horizont jedoch an Wurzelbahnen gebunden sind) wird dagegen nur als untergeordnetes Zusatzkriterium betrachtet, dessen Nichteinhaltung keine abweichende Horizontbenennung bewirkt.

In den Auenböden kommen in schlecht belüfteten Auenlehmen bereits dominant reduktiv geprägte Horizonte weit oberhalb des reinen Gr-Horizonts vor. Diese Horizonte können, insbesondere wenn ein Schichtwechsel vorliegt, in der Tiefe von oxidativ geprägten Horizonten unterlagert sein. In diesem Fall wird die Abgrenzung von Gor-, aM-Gor- und Gor-aM-Horizonten anhand der Fleckungsintensität vorgenommen, wobei die gleiche Abstufung gilt, wie für die Go- / Gro-Horizonte (s. Tab. 16). Entscheidendes Kriterium zur Abgrenzung gegen die anhydromorphen Gro-Übergangshorizonte bleibt weiterhin die Grundfarbe. Da mit zunehmender Profiltiefe bei Annäherung an den Gr-Horizont die Intensität der Fleckung im allgemeinen aber auch abnimmt, ist es in den entsprechenden Fällen für diesem Tiefenbereich deshalb nicht möglich, Übergänge zu anhydromorphen Horizonten anhand der Fleckungsintensität zu definieren.

6.2.4 Klassifikation der Böden in der Aue

Bei der Anwendung der KA 4 zur Klassifizierung der Auenböden auf dem Subtypniveau treten folgende Probleme auf:

- Die Horizontabfolge der Paternia sieht keinen aM-Horizont vor, während für die Vega eine Mindestmächtigkeit von 4 dm gefordert wird. Ein Zwischenbereich ist nicht definiert. Die SYST 4 hat zwar dieses Problem durch den Wegfall der Mindestanforderungen an die Vega gelöst, damit aber die Unterscheidung beider Typen deutlich erschwert.
- Der Auengley wird als Subtyp des Gleys genannt, wobei gleiche Anforderungen an die Höhenlage der redoximorphen Horizonte wie für den Norm-Gley gestellt werden. Es treten in Auenlage aber auch Gleye mit abweichender Obergrenze von Go- und Gr-Horizont auf, die in der KA 4 zur Zeit noch nicht vorgesehen sind.
- Stauwassermerkmale (S-Horizonte), die besonders in mehrlagigen Profilen häufiger anzutreffen sind, können zur Zeit nicht berücksichtigt werden.
- Böden mit initialer Bodenbildung - eigentlich ein Spezifikum intakter Auengebiete - sind nur in Form der Rambla vorgesehen. Die unter stärkerem Wassereinfluß stehenden Flußuferbereiche sind bisher nicht benennbar.

Tab. 18: Bestimmung der Böden mit deutlicher Bodenbildung (Auswahl)

Um vor dem Hintergrund dieser Probleme zu einer zweifelsfreien Benennung der Böden auf dem systematischen Niveau des Subtyps zu kommen, wurden für die an der Mittellelbe erfaßten Auenböden zwei Bestimmungstabellen (s. Tab. 18 und 19) aufgestellt. Unterschieden werden die Böden ohne oder höchstens mit initialer Bodenbildung (Ai-Horizont) von den Böden mit deutlicher Bodenbildung (Ah-Horizont). Böden mit eindeutig erkennbaren Bv-Horizonten traten ausschließlich auf sehr hochgelegenen, sandigen Uferwällen auf. Diese werden gemäß KA 4 als Subtyp der Braunerde mit Auenbraunerde (Vega) bezeichnet. Da bei ihnen keine Übergänge zu hydromorphen Formen auftraten, werden sie nicht weiter tabellarisch aufgeführt.

In die Bestimmungstabellen fließen folgende Bodenmerkmale ein:

- Die Mächtigkeit der anhydromorphen Horizonte: Hierbei handelt es sich um alle reinen in Auenlage vorkommenden Horizonte unter Ausschluß der F-, H-, S- und G-Horizonte sowie die anhydromorphen Übergangshorizonte (S-*- und G-*-Übergangshorizonte). Die Mächtigkeit dieser Horizonte wird, beginnend von der Geländeoberfläche über das gesamte Profil aufaddiert. Zwischenschichten < 15 cm bleiben dabei unberücksichtigt.
- Die Gesamtmächtigkeit (s.o.) anhydromorpher und hydromorpher Übergangshorizonte aus Auenlehm i.w.S.: Dies sind alle A-Horizonte aus dem Substrat ‚*Auenlehm i.w.S.*‘ sowie die aM-, G-aM- und aM-G-Horizonte.
- Die Oberkante der Reduktionshorizonte: Als Reduktionshorizonte gelten alle Gr-, Gor-, *-Gr- und *-Gor-Horizonte.
- Das Vorhandensein von F-Horizonten: Sie grenzen zwischen den semiterrestrischen und den semisubhydrischen Böden ab.
- Die Bezeichnung des obersten Bodenhorizontes: Unterschieden werden aAi, aAh-, aAa-, aFi und nH-Horizonte.

Folgende Angaben sind als Erweiterung der KA 4 zu verstehen:

- Böden mit geringmächtigen Auenlehmdecken (1 - 4 dm) werden als **Halbvega** bezeichnet, womit die Lücke zwischen Paternia und Vega geschlossen wird. Auch für die Halbvega wird ein Übergangssubtyp zum Auengley, die **Gley-Halbvega** geschaffen.
- Für die Rambla wird analog zur Paternia ein Übergangssubtypen zum Auengley neu definiert, die **Gley-Rambla**.
- Innerhalb des Bodentyps Gley wird der **Auen-Wechselgley** als weiterer Subtyp ausgewiesen.

- Die Bodentypen Naßgley, Anmoorgley und Moorgley erhalten jeweils einen ‚**Auen**‘-**subtyp**.
- Wie von RINKLEBE et al. [2000] vorgeschlagen, erhält die Tschernitza einen weiteren Subtyp. Die **Gley-Tschernitza** (Beginn der dominant hydromorphen Horizonte oberhalb von 8 dm) wird neu berücksichtigt.
- Um den vorgefundenen Stauwassermerkmalen (S-Horizonte) Rechnung zu tragen wird der Subtyp des **Auen-Amphigleys** (Auen-Pseudogley-Gley) eingeführt. Auf Varietätsniveau läßt sich dieser differenzieren in den mit typischer (4 - 8 dm) und tieferer (> 8 dm) Lage des Gr-Horizontes.
- Für semisubhydrische Standorte mit initialer Bodenbildung, d.h. insbesondere für die Böden der Buhnenbereiche, werden die **Rohgleye** als den Rohböden zugehörig (wieder) eingeführt (siehe KUBIENA [1953], dort auch als Syrogley bezeichnet).

Da es sich bei der Einführung der Rohgleye um eine grundsätzliche Erweiterung des bisherigen Klassifikationssystems handelt, sollen diese Böden im folgenden gesondert betrachtet werden.

Rohböden

An der Mittel- und Unterelbe sind die Sonderstandorte der Rohböden aufgrund der Naturnähe dieses Flußabschnittes noch sehr ausgeprägt. Die betroffenen Bereiche liegen im langjährigen Mittel 50 - 80 % des Jahres unter Wasser und stellen während dieser Zeit subhydrische Formen dar. In den Sommermonaten und bis in den Herbst andauernd fallen sie in der Regel trocken. Dann etabliert sich eine standortstypische Vegetation auf diesen Flächen. Da die Diskussion der Horizontierung und der Typisierung in der Abteilung der semisubhydrischen und subhydrischen Böden in der bodensystematischen Kommission der DBG zur Zeit sehr kontrovers behandelt wird, stellt dies den Versuch einer Präzisierung, zumindest was die Flußrohböden angeht, dar. Inhaltlich decken sich die Aussagen mit denen von NEBELSIEK [2000] zu diesem Thema getätigten.

Die Uferstreifen der mittleren Elbe unterliegen dem stark schwankenden Elbwasserstand. Die Bereiche, die mehr als die Hälfte des Jahres unter Wasser liegen, weisen während der Trockenphasen eine an diese Extremstandorte angepaßte Annuellenflur auf. Da es sich somit um Standorte für höhere Vegetation handelt, die zudem belebt sind und Bodenbildungsprozesse zeigen, ist von ‚*Böden*‘ zu sprechen. Die Besonderheit dieser Böden liegt in dem geringen Entstehungsalter. Zum Teil wurden die Sedimente während des zurückliegenden Hochwassers abgelagert. Im übrigen unterliegen sie ständigen Umlagerungsprozessen. Die Rohböden weisen deutliche Zeichen primärer Bodenbildungsprozesse auf (Entwässerung, Gefügebildung, Oxidation). Klassifikatorisch liegt ein Grenzfall von semiterrestrischen zu subhydrischen Böden vor. Da eine große Ähnlichkeit zu den Standortsbedingungen der Watten vorliegt (periodisches

Überfluten und Trockenfallen), ist es sinnvoll, die Rohböden in die Klasse der semisubhydrischen Böden zu stellen. Um die vorzufindenden Horizonte von denen der semiterrestrischen abgrenzen zu können, finden hier, wie bereits bei den Watten, F-Horizonte Verwendung. F-Horizonte werden nach KA 4 und SYST 4 mit folgenden nachgestellten Symbolen näher beschrieben:

- Fi: ohne sichtbaren Humus, jedoch durch Mikroorganismen besiedelt
- Fw: zeitweilig mit Wasser erfüllt
- Fo: mit Oxidationsmerkmalen am Grunde sauerstoffreicher Gewässer bzw. durch zeitweiliges Trockenfallen; Farbe olivgrün, grau oder graubraun
- Fr: mit meist schwärzlicher bis dunkelgrauer Farbe durch reduzierende Bedingungen am Grunde sauerstoffarmer, eutropher Gewässer, meist mit viel organischer Substanz

Die Definition des Fi-Horizontes wirft Probleme auf, da weder die Besiedlung des Bodens mit Mikroorganismen im Gelände zu erkennen ist noch sichergestellt werden kann, daß andere F-Horizonte nicht durch Mikroorganismen besiedelt sind. Dem Fw-Horizont fehlt eine Abgrenzung gegen den Fo- und Fr-Horizont. Außerdem ist bisher für F-Horizonte ein Gehalt an organischer Substanz von *in der Regel > 1 Masse-%* definiert, der in einem Großteil der sandigen Substrate jedoch nicht erreicht wird. Zudem ist die allgemein gehaltene Definition *Horizont am Gewässergrund* zur Charakterisierung der F-Horizonte im Rahmen dieser Arbeit nicht ausreichend. Zwischen stehenden und fließenden Gewässern wird nicht unterschieden. Auch ist die Kombination mit dem vorangestellten *a* zur Kennzeichnung der Entstehung unter Aueneinfluß bisher nicht vorgesehen. Trotz dieser Unzulänglichkeiten wird die Bezeichnung der *F-Horizonte* für die unter Überflutungsbedingungen abgelagerten und von starken Wasserstandsschwankungen geprägten Rohböden in der Aue jedoch unter Berücksichtigung der nachfolgenden Verbesserungen vorgeschlagen.

Als Horizont-Bezeichnung findet das Hauptsymbol *F* unabhängig vom Mindestgehalt an organischer Substanz Verwendung. Ein erhöhter Gehalt primärer organischer Substanz (> 3 %) wird durch das vorangestellte *o* dargestellt. Außerdem ist es notwendig, zur Kennzeichnung der Auendynamik ein *a* voranzustellen. Als nachgestelltes Symbol sollten zur besseren Differenzierung zusätzlich zu den bestehenden auch Übergangshorizonte (Fro / For) möglich sein. Zur Abgrenzung eignet sich wie bereits bei den G-Horizonten die Grundfarbe des Bodens. Ein Fi-Horizont darf lediglich bei einer sichtbaren Humusanreicherung ausgewiesen werden, um dem Grundsatz der bodenkundlichen Kartieranleitung (KA 4), ausschließlich makroskopisch erkennbare Horizonteigenschaften zu berücksichtigen, gerecht zu werden. Horizonte ohne sichtbare Humusanreicherung, die auch noch keine hydromorphen Merkmale aufweisen, werden als aFw-Horizonte gekennzeichnet.

Demnach ergeben sich folgende Möglichkeiten zur Benennung der vorliegenden Horizonte:

- aF: **semisubhydrischer Horizont am Gewässergrund bzw. im Uferbereich von Flüssen**
- aFi: **mit** sichtbarer Anreicherung von organischer Substanz
- aFw: zeitweilig mit Wasser erfüllt, **jedoch ohne hydromorphe Merkmale**
- a(o)Fo: mit Oxidationsmerkmalen am Grunde sauerstoffreicher Gewässer bzw. durch zeitweiliges Trockenfallen; Grundfarbe **gelb oder braun**
- a(o)Fr: mit meist schwärzlicher bis dunkelgrauer Farbe durch reduzierende Bedingungen am Grunde sauerstoffarmer, eutropher Gewässer, meist mit viel organischer Substanz

Übergangshorizonte: a(o)Fro, Grundfarbe grau-braun / a(o)For, Grundfarbe grau
(Abgrenzung analog zu den G-Horizonten)

Auf dem Bodentypniveau wird die Zuordnung zu den semisubhydrischen Böden vorgeschlagen. Die Abgrenzung zu den semiterrestrischen Böden begründet sich in den differierenden Standortsbedingungen und den daraus folgenden unterschiedlichen Bodenbildungsprozessen. Charakteristisch für die semisubhydrischen Böden ist das junge Sedimentalter, die starken Sedimentumlagerungen und der zeitweise lang anhaltende Wasserüberstau mit der Folge geringer Bodenbildungsprozesse und einer charakteristischen Vegetation. Diese Bedingungen finden sich vergleichbar nur bei den Watten, so daß die Definition wie folgt lauten muß: **Semisubhydrische Böden** = Böden ohne oder mit nur initialer Humusbildung, die von regelmäßigen Überflutungen geprägt sind, d.h. im Gezeiteneinflußbereich des Meeres und des Unterlaufes der Flüsse zwischen MNW und MHW oder im direkten Überflutungsbereich von Gewässern liegen. Sie sind weitestgehend vegetationsfrei oder höchstens durch annuelle Pflanzen bewachsen.

Es ergeben sich zwei mögliche Bodentypen dieser Klasse: Der Typ der Watten aus marinem Gezeitsediment und der neu definierte Typ der **Auen-Rohböden** aus Flußsedimenten, welche einer periodischen Überstauung in Verbindung mit Sedimentation und Erosion unterworfen sind. Letztere zeichnen sich durch ein (aFi/aF(w)(o)/aFr - Profil aus. Da Fw/Fo-Horizonte gerade durch die schlechten Zeichneigenschaften von sandigen Substraten häufig nicht eindeutig abgrenzbar sind, empfiehlt es sich, den Auen-Rohboden anhand der Lage seiner Reduktionshorizonte (For, Fr) unter GOF auf dem Niveau der Subtypen weiter zu differenzieren in: **Auenrohwechselgley** (Beginn aFor/aFr > 8 dm), **Auenrohgley** (Beginn aFor/aFr 4-8 dm) und **Auenrohnassgley** (Beginn aFor/aFr < 4 dm). Damit wird die Bezeichnung der Auenrohgleye für die Klasse der semisubhydrischen Böden verwendet (s. Tab. 19). Dies wird in ähnlicher Form auch bereits in der SYST 4 für den marinen Bereich diskutiert, in der für semisubhydrische Böden, ... *des nassen Strandes um das mittlere Hochwasser (MHW) und des trockenen Strandes über dem mittleren Hochwasser (MHW) aus marin-litoralem bzw. äolischem Sediment ...* die

Bezeichnung des ‚*Strandrohgleys*‘ angedacht wird.

Tab. 19: Klassifizierung der Auenböden mit initialer Bodenbildung

		Mächtigkeit der anhydromorphen Horizonte (incl. der anhydromorphen Übergangshorizonte)				
		> 8 dm	4 - 8 dm	< 4 dm		
				Oberkante der Reduktionshorizonte		
				> 8 dm	4 - 8 dm	< 4 dm
		semiterrestrische Böden		semisubhydrische Böden		
Gesamtmächtigkeit anhydromorpher und hydromorpher Übergangshorizonte aus Auenlehm i.w.S.	< 1 dm	Rambla	Gley - Rambla	Auenrohwechsell-gley	Auenroh-gley	Auenroh-nassgley
	1 - 4 dm	(tritt nicht auf)	(tritt nicht auf)			
	> 4 dm					

Auch wenn die Auen-Böden nur ca. 7 % der Fläche der Bundesrepublik Deutschland ausmachen, ist es aufgrund der charakteristischen hydrologischen Verhältnisse und der daraus resultierenden ökologischen Besonderheiten von großer Bedeutung, diese bodenkundlich eindeutig differenzieren zu können. Unter Anwendung der vorgestellten Substrat- und Horizontmerkmale lassen sich auch für die Extremstandorte die Anspracheprobleme natürlicher Auenböden, zumindest an der Mittelelbe, weitgehend lösen. Sowohl für den Kartierer im Gelände als auch den Sachbearbeiter bei der Erstellung von Bodenkarten bleibt es aber weiterhin unbefriedigend, daß mit Einführung der KA 4 (Aufgabe der landschaftsdefinierten Klassenzugehörigkeit) die einzelnen Bodensubtypen in unterschiedliche Klassen und nur noch zu einem relativ geringen Anteil in die der Auenböden fallen (s. Kap. 7.2). Entscheidend für eine sinnvolle Interpretation der Bodenverbreitung und -vergesellschaftung sind jedoch die jeweiligen Bodeneigenschaften, die sich trotz der dargestellten systematischen Auftrennung der Auenböden häufig nur graduell ändern. Eine Aufgabe dieser Arbeit ist es deshalb unter anderem, die morphologisch erkennbare Differenzierung der Auenböden anhand quantifizierbarer Merkmale des Wasser- und Stoffhaushaltes zu überprüfen.

Keine andere Klasse innerhalb der bodenkundlichen Systematik unterlag und unterliegt noch einem so starken Wandel wie die der Auenböden. Nicht vergessen darf man bei allem Reformwillen aber, daß mit den stetig zunehmenden Angaben zu den Grenzkriterien auf der einen Seite zwar die ‚*Problemfälle*‘ eindeutig zugeordnet werden können, man andererseits sich aber immer weiter vom ursprünglichen Prinzip der zentralen Einheit (Normtyp) entfernt.