

1 EINLEITUNG

Das Ökosystem Flußlandschaft wird geprägt durch die Einheit vom Fluß mit seiner Aue. Als Auen werden die aus holozänen, fluviatilen Sedimenten aufgebauten Talsohlen von Flüssen und Bächen verstanden, soweit sie (ohne Berücksichtigung von Deichen) von Hochwässern überschwemmt werden können. Dieser Definition folgend sind ca. 6,8 % der Fläche Deutschlands Auen [MIEHLICH 2000].

Im Verlauf seiner Entwicklungsgeschichte bildet ein Fluß durch Verlagerung seines Bettes und damit einhergehend dem Wechselspiel von Sedimentation und Erosion ein kleinräumig stark variierendes Mosaik unterschiedlicher Substrate aus. In Abhängigkeit von den jahreszeitlich häufig mehrere Meter betragenden Wasserstandsänderungen entstehen sowohl räumlich getrennt als auch zeitlich folgend eine Vielzahl von Kombinationen unterschiedlicher Standorteigenschaften. In besonders aktiven Zonen (z.B. Uferwälle) findet sogar innerhalb eines Jahres mehrfach eine Umgestaltung statt. Als Resultat gibt es in einer intakten Aue (oftmals eng benachbart) Böden sehr unterschiedlichen Alters und Ausprägung. Aufgrund dieser besonderen abiotischen Verhältnisse beherbergen naturnahe Auen eine große Anzahl zum Teil seltener, für das jeweilige Einzugsgebiet charakteristischer Tier- und Pflanzengemeinschaften. Eine Beschreibung der Flußauen als Ökosystem gibt GERKEN [1988]. Speziell mit den Auen des Rheins befassen sich DIESTER [1980], GALLUSSER & SCHENKER [1992] und die STIFTUNG HESSISCHER NATURSCHUTZ [1997]. Neben den Rheinauen sind es vor allem die Donauauen [WENDELBERGER 1998] und die Elbauen [NEUSCHULZ et al. 1994], die aufgrund ihres für Mitteleuropa sehr vielfältigen Arteninventars besonderen Schutzes bedürfen.

Die meist hohe natürliche Fruchtbarkeit der Auenböden in Verbindung mit der Überflutungsgefahr bewirkte, daß der bevorzugt in Flußnähe siedelnde Mensch sich und seinen Besitz vor dem Hochwasser zu schützen versuchte. Handelte es sich mit Beginn des 12. Jahrhunderts zunächst nur um einzelne, in sich geschlossene Ringdeiche, begann die systematische, stromparallele Eindeichung an den großen Flüssen Deutschlands im 16. Jahrhundert [DVWK 1992]. Um den stetig wachsenden Ansprüchen der Schifffahrt an die Gestaltung des Stromes (Breite, Tiefe, Krümmung) gerecht zu werden, setzte an der Elbe in der Mitte des 19. Jahrhunderts verstärkt der zielgerichtete Gewässerausbau (Flußbegradigung, Hauptstromausbildung, Fahrrinnenausbaggerung, Buhnenbau, Uferbefestigung) ein [ROHDE 1971]. Heutzutage sind an nahezu allen Strömen Mitteleuropas nur noch verhältnismäßig kleine Außendeichsareale, d.h. Flächen, die zwischen den Hochwasserschutzdeichen liegen und dem direkten Flußgeschehen zugeordnet werden können, vorhanden. Selbst an der vergleichsweise naturnahen Elbe handelt es sich lediglich um 13,6 % der ursprünglichen Fläche [SIMON 1994].

Als eine Folge der Eindeichung bildeten sich im Laufe der Zeit zwei unterschiedliche Bereiche

in der Aue aus: Zum einen ist es die in den Außendeichsarealen befindliche ‚*rezente Aue*‘ und zum anderen die nach Entfernung der Deiche überflutbare ‚*reliktische Aue*‘. In ihr ist das Wirken des Menschen (Entwässerung, landwirtschaftliche Nutzung, Besiedelung) zumeist massiver, der Grad der Natürlichkeit der Böden deshalb geringer.

Mit der Verengung des zur Verfügung stehenden Überflutungsraumes steigen im Hochwasserfall die Scheitelhöhen an, weshalb im Verlauf der Jahrhunderte die Deiche in ihrer Höhe und Breite mehrmals ertüchtigt werden mußten. Je größer aber das Potentialgefälle zwischen beiden Deichseiten ist, desto höher ist auch die Wahrscheinlichkeit eines Deichbruches mit seinen zumeist schwerwiegenden Folgen.

Bis in die Mitte des vergangenen Jahrhunderts dominierte der Ausbau der Ströme zu leistungsstarken Wasserstraßen über den ökologischen Belangen. Infolge mannigfaltiger Eingriffe in das natürliche Abflußgeschehen ist das Gleichgewicht zwischen Fluß und Aue heutzutage größtenteils gestört. Zukünftig sollte deshalb angestrebt werden, in den Auen die ökologische Funktion im Landschaftshaushalt wieder stärker zu betonen und durch Renaturierung und Rückdeichung naturnahe Auen zurückzugewinnen. Ansatzpunkte hierfür liefert das BUNDESAMT FÜR NATURSCHUTZ [2000]. Entlang der Elbe sind derzeit über 50 mögliche Deichrückverlegungen in der Diskussion. Würde man alle Vorhaben realisieren, ließen sich rund 23.250 ha Retentionsflächen reaktivieren. Dies entspräche einem Zuwachs der rezenten Auenfläche von fast 30 % [NEUSCHULZ & PURPS 2000].

Zur Sicherung bzw. Verbesserung der ökologischen Funktionsfähigkeit einer Flußlandschaft ist es notwendig, umfassende Kenntnisse über die vielfältigen Wechselbeziehungen zwischen dem Strom, seinen Auen sowie den übrigen Flächen im Einzugsgebiet zu erhalten. Das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) fördert zu diesem Zweck auf der Basis der Forschungskonzeption ‚*Ökologische Forschung in der Stromlandschaft Elbe (Elbe-Ökologie)*‘ seit 1996 zahlreiche Forschungsaktivitäten, mit denen zur ökologisch begründeten und wirtschaftlich akzeptablen Entwicklung der Elbelandschaft beigetragen werden soll [GRUBER 1999]. Unter dem Themenbereich ‚*Ökologie der Auen*‘ beschäftigt sich die Landesanstalt für Großschutzgebiete des Landes Brandenburg (LAGS) mit den ‚*Möglichkeiten und Grenzen der Auenregeneration und Auenwaldentwicklung*‘ [NEUSCHULZ et al. 1997]. Im Bereich der unteren Mittelelbe nahe der Ortschaft Lenzen (Strom-km 472 - 485) ist es im Zuge einer notwendigen Deichertüchtigung geplant, den Hochwasserschutzdeich zurückzuverlegen, um so zusätzlichen Überflutungsraum für die Elbe zu gewinnen. Im Vorfeld der Umsetzung befassen sich insgesamt sieben wissenschaftliche Disziplinen (Hydrogeologie, Bodenkunde, Botanik, Forstwirtschaft, Zoologie, Landwirtschaft und Sozioökonomie) mit der Aufnahme des Ausgangszustandes, um die möglichen ökologischen, aber auch ökonomischen Auswirkungen der Maßnahme abschätzen zu können. Zusätzlich zu diesen Untersuchungen fanden in den Jahren 1994 - 1998, finanziert

aus Mitteln der Europäischen Union (EU-Life-Vorhaben), im potentiellen Rückdeichungsareal auf über 50 ha initiale Auwaldneubegründungen statt.

Als Bestandteil des Ökosystems Flußlandschaft stehen die Böden in der Aue im Zentrum der Wechselwirkungen von Bio-, Atmo-, Hydro- und Lithosphäre. Über die Stoffeinträge (Nähr- und Schadstoffe) ist im Überflutungsfall eine nachhaltige Beeinflussung der außendeichs gelegenen Flächen durch den Fluß gegeben. Der dominierende Standortfaktor in der Aue ist jedoch der vorwiegend von der Wasserstandsdynamik des Flusses abhängige Wasserhaushalt der Böden. Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, den derzeitigen Zustand der Böden im Untersuchungsgebiet zu dokumentieren, den Einfluß der Eindeichung auf die physikalischen, chemischen und hydrologischen Bodenkennwerte aufzuzeigen und eine Prognose über deren Veränderungen nach erfolgter Rückdeichung zu erstellen.

Um die dargestellten Ergebnisse nachvollziehen zu können, ist die Kenntnis über das Untersuchungsgebiet von entscheidender Bedeutung. Aus diesem Grund wird im Anschluß an einen kurzen Überblick über die Entwicklung der bodenkundlichen Forschung in Auen (Kap. 2) im Kapitel 3 zunächst die Elbe und ihre Geomorphologie beschrieben. Das vierte Kapitel geht neben einer allgemeinen Gebietsbeschreibung (incl. der Nutzungsgeschichte und der aktuellen Vegetation) ausführlich auf den Aufbau und die Beschaffenheit des Untersuchungsgebietes (Geologie, Morphologie, Topographie) ein. Außerdem werden die ebenfalls maßgeblichen Faktoren Klima und Witterung behandelt. Mit dem Wissen über die ausgewerteten hydrologischen Kennwerte der Elbe (monatliche Hauptwerte, Gefälle, Schlüsselkurve) lassen sich in Verbindung mit den Geländebeziehungen für jeden Standort entlang des Flusses Überflutungswahrscheinlichkeiten berechnen. Darüber hinaus eröffnet sich die Möglichkeit, den einzelnen Standorten eine relative Höhe zuzuordnen, so daß ein direkter Vergleich der Meßergebnisse stattfinden kann. Beides ist in dieser Arbeit erfolgt.

Für das Verständnis der Spurenmetallverteilung in den aufgenommenen Bodenprofilen und um eine Prognose über zukünftige Einträge tätigen zu können, ist die Kenntnis über die Entwicklung der Qualität von Elbwasser und frischen schwebstoffbürtigen Sedimenten unentbehrlich. Aus diesem Grund werden die relevanten Daten der nahe gelegenen Meßstation Schnackenburg der ARGE ELBE der vergangenen 15 Jahre ausgewertet.

Bei den angewandten Untersuchungsmethoden (Kap. 5) ist zwischen den standardisierten Analyseverfahren und der z.T. eigens für diese Arbeit entwickelten Feldmeßtechnik zu unterscheiden. Bei letzterer werden zusätzlich zu den eigentlichen Methodenbeschreibungen noch Ergebnisse zu rein methodisch orientierten Untersuchungen präsentiert. Bei der Bestimmung der Feld-pF-Kurve, der Ermittlung der Evapotranspiration und der Typisierung des Bodenwasserhaushalts handelt es sich um notwendige Weiterentwicklungen bestehender

Methoden. Des weiteren finden sich in diesem Kapitel Angaben zum Aufbau der Teststandorte, der Meßstrategie und dem erhobenen Datenumfang.

Bereits im Vorfeld zu den Arbeiten innerhalb des Untersuchungsgebietes haben Kartierungen in stromauf gelegenen Abschnitten der Mittelelbe gezeigt, daß die aktuelle bodenkundliche Kartieranleitung in einzelnen Bereichen Unzulänglichkeiten aufweist. Es treten im Gelände Merkmalskombinationen auf, die bisher nicht vollständig anzusprechen sind. Basierend auf diesen Erfahrungen wird im sechsten Kapitel nach der Aufbereitung der historischen Entwicklung der Klassifikation von Auenböden zunächst auf die derzeitigen Probleme eingegangen, um in einem zweiten Schritt Verbesserungsvorschläge zu machen. Berücksichtigung finden die Änderungen bei der Ansprache der Böden des Untersuchungsgebietes (Kap. 7). Neben den eigenen Untersuchungen eröffnen die ausgewerteten historischen Quellen eine flächenhafte Betrachtung.

Im Zentrum des achten Kapitels steht die Beschreibung der ausgewählten Testflächen bzw. -standorte. Hierbei handelt es sich um für das Untersuchungsgebiet charakteristische oder die Fragestellung relevante Bereiche, an denen sechs bodenkundliche Meßstationen eingerichtet und über einen Zeitraum von 29 Monaten (01.07.1997 - 30.11.1999) betrieben wurden.

In Verbindung mit den aufgenommenen Profilmerkmalen lassen sich Aussagen zum Wasser- und Stoffhaushalt der Böden tätigen, die den eigentlichen Schwerpunkt der Arbeit darstellen (Kap. 9). Ziel ist es, den Ist-Zustand möglichst exakt zu dokumentieren. Dafür wird insbesondere auf die zeitlich veränderlichen Parameter (Grundwasserstand, Wassergehalt / -spannung, Redoxspannung, Bodentemperatur, Zusammensetzung der Bodenlösung) an den Teststandorten eingegangen. Den Auswirkungen von Überflutungsereignissen gilt dabei das Hauptaugenmerk. Die Ergebnisse zum Stoffhaushalt beziehen sich im Gegensatz zu denen des Wasserhaushalts nicht nur auf die Teststandorte, sondern auf das gesamte Untersuchungsgebiet. Der Vergleich der Gegebenheiten im jetzigen Außendeichsareal mit dem seit mehreren Jahrhunderten eingedeichten Bereich eröffnet die Möglichkeit einer Vorhersage der Veränderungen nach erfolgter Rückdeichung. Die Ergebnisse dieser abschließenden, auf Basis aller vorher getätigten Auswertungen vorgenommenen Bewertungen finden sich im Kapitel 10. Darin wird zunächst eine Prognose der Änderungen der Elb- und Grundwasserstände sowie des sich einstellenden Bodenwasserhaushalts getätigt. Anschließend wird die vermutete Entwicklung des Stoffhaushalts (Nährstoffe und Spurenmetalle) präsentiert und bewertet. Im Kapitel 11 werden aus den gewonnenen Erkenntnissen Empfehlungen für die Rückdeichung aus bodenkundlicher Sicht abgeleitet.

2 BODENKUNDLICHE FORSCHUNG IN AUEN

Die nachfolgende Literaturstudie soll einen Überblick über die Entwicklung der bodenkundlichen Forschung in den Auen Deutschlands geben. Die Fülle der Forschungsbeiträge zu sehr unterschiedlichen Fragestellungen an diversen Flüssen und Strömen bedingen eine Gruppierung in fünf Großbereiche: Als erstes sind die Arbeiten zum Aufbau der Böden, ihrer Genese (insbesondere die der einzelnen Substrate), der Verbreitung bzw. Vergesellschaftung sowie den Standorteigenschaften zu nennen. Der zweite Komplex, der die Klassifikation und Systematik umfaßt, wird ausführlich im Kapitel 6 behandelt. Beim dritten Schwerpunkt steht der Nutzungsaspekt der Auenböden im Vordergrund. Die Ermittlung des Nährstoff- und Wasserhaushaltes zum Zwecke des Eingriffes (Düngung, Entwässerung) in Richtung höherer landwirtschaftlicher Erträge bilden das Generalthema dieser Arbeiten. Da mit den Überschwemmungen aber nicht nur Nähr- sondern, je nach Einzugsgebiet in unterschiedlichem Ausmaß auch Schadstoffe auf die Außendeichsareale gelangen, befassen sich zahlreiche Forscher mit dem vierten Bereich, dem des Schadstoffpotentials der Auen. In diesen Arbeiten zeigt sich, daß vor allem die Elbauen nicht nur ein ökologisches Kleinod darstellen, sondern gleichzeitig auch ein gefährliches Risikopotential beherbergen. In dem fünften großen Themenkomplex werden die Auenböden unter ökologischen Aspekten (Prozeßstudien) betrachtet. Es erfolgt eine Bewertung hinsichtlich ihrer Funktionstüchtigkeit (Lebensgrundlage für Mensch, Tier und Pflanze; Bestandteil des Wasser- und Nährstoffkreislaufes; Ausgleichs- bzw. Abbaumedium für stoffliche Einwirkungen; Standort für landwirtschaftliche und forstliche Nutzung; Archiv der Natur- und Kulturgeschichte).

Die bodenkundliche Forschung in Flußniederungsgebieten ist so alt wie die Bodenkunde selber. Erste Aufzeichnungen gibt es bereits von KNOP [1874], der Angaben zum Nährstoffgehalt des Nilabsatzes in Ägypten macht. Ebenfalls mit der Zusammensetzung der Nildeltaböden befaßt sich KOENIG [1929]. Er stellt dabei bereits Unterschiede in den Elementkonzentrationen frischer Schlammproben fest, je nachdem, ob sie von Hochwasser- oder Niedrigwasserphasen stammen. Mit seinen Untersuchungen zum physikalischen und chemischen Aufbau der Böden in der Luppe-Aue bei Leipzig begründet HÖFT [1889] die bodenkundlich orientierten Forschungen in den Auen Deutschlands. Die Inauguraldissertation zur Soziologie und Ökologie des mitteldeutschen Auenwaldes von KOßWIG [1937] bildet die Grundlage der ökologisch orientierten Auenforschung in den Elbauen. Er berücksichtigt bei seinen Untersuchungen die Erkenntnisse von MENKE & WIEMANN [1932], daß *es wohl klar ist, daß das gemeinsame Vorkommen von Pflanzenarten, oft sogar in einem konstanten Zahlenverhältnis von den Einflüssen des Standortes wie Bodenbeschaffenheit und Klima abhängig ist*. KOßWIG führt nicht nur eine physikalische und chemische Bodenanalyse des Ober- und Unterbodens durch, um Zusammenhänge aufzuzeigen, analysiert er auch das Grundwasser auf dieselben chemischen Parameter. Darüber hinaus zeichnet er über den Zeitraum einer Vegetationsperiode an drei

verschiedenen Stellen in der Aue kontinuierlich Tagesgänge der Luft- und Bodentemperatur sowie -feuchtigkeit auf und ist so eindrucksvoll in der Lage, die Wechselwirkung von Boden und Pflanze darzustellen. Bei der Klassifikation der Böden richtet er sich nach dem System von ALBRECHT THAER, welches Sand-, Lehm-, Ton-, Humus- und Kalkböden in Kombination mit der jeweiligen Vegetation unterscheidet.

Einen großen Sprung in Richtung bodentypgerechter Untersuchung der Eigenschaften der Böden in der Aue stellt die Arbeit von ROESCHMANN [1955] über die Grundwasserböden des Emstales und ihre Beziehung zur Geschichte des Flusses dar. ROESCHMANN berücksichtigt dabei die Erkenntnisse von STREMMER [1936, 1949] und vor allem die Arbeit von KUBIENA [1953] über die Systematik der Böden. Neben Aussagen zur Verbreitung und Vergesellschaftung der einzelnen Bodentypen, werden diese hinsichtlich ihres Nährstoffstatus, dem Grundwasserregime und daraus folgend ihrer landwirtschaftlichen Nutzbarkeit charakterisiert. Ausführliche Beschreibungen anderer Niederungsgebiete folgen von OELKERS [1970], der die Böden des Leinetals, deren Eigenschaften, ihre Verbreitung und Entstehung sowie die systematische Gliederung darstellt, von NEUMANN [1976], der die Struktur, Genese und Ökologie hydromorpher Bodengesellschaften West-Berlins untersucht und von SCHRÖDER [1979]. Dieser befaßt sich mit der Bodenentwicklung in spätpleistozänen und holozänen Hochflutlehmen des Niederrheins. Alle drei Arbeiten berücksichtigen den jeweils aktuellen Stand der bodenkundlichen Systematik der Auen (s. Kap. 6.1). Die Bodensequenz der Auenterrassen des Maintals beschreibt SCHIRMER [1991a]. An der Elbe sind es MEYER & MIEHLICH [1983], die sich umfassend mit dem Einfluß periodischer Hochwässer auf Genese, Verbreitung und Standorteigenschaften der Böden in der ‚Pevestorfer Elbaue‘ im Kreis Lüchow-Dannenberg (Niedersachsen) auseinandergesetzt haben, sowie REICHHOFF & REUTER [1985], welche die Böden an der Mittelelbe und der unteren Mulde charakterisieren. Aktuell hat sich BROSE [1998] mit der Genese holozäner Flußauen am Beispiel des unteren Odertals beschäftigt, womit er einen Aspekt seiner Dissertation [BROSE 1989] erneut aufgreift.

Die Erkenntnis von WEBER [1918], daß die in weiten Bereichen der Mittel- und Unterläufe der meisten Flüsse Mitteleuropas oberflächlich anstehende, mehr oder minder bindige Deckschicht nicht aus dem Diluvium (heute: Pleistozän) stammt, sondern dem Alluvium (heute: Holozän) zugehörig ist, stand am Anfang einer ausgedehnten Periode der Auenlehmforschung. Von Beginn bis in die Mitte des 20. Jahrhunderts waren es vor allem die Entstehungsbedingungen, deren Zeitpunkt, sowie die Sedimentationsraten, die dabei Forschungsschwerpunkte bildeten. REICHERT [1953] gibt eine Zusammenfassung über den Stand des Wissens zu diesem Thema in Deutschland zu dieser Zeit. Insbesondere die Untersuchungen von NATERMANN [1941], SCHNEEBERG [1957], LÜTTIG [1960] und STRAUTZ [1962] im Wesereinzugsgebiet waren wegbereitend. Aber auch an anderen Flüssen wurde dieses Thema behandelt [MENSCHING 1957]. Für das Einzugsgebiet der Elbe ist die Arbeit von GRAHMANN [1934] und besonders die von

NEUMEISTER [1964] zu nennen, die sich mit der Entstehung, dem Aufbau und der Zusammensetzung des Auelehms an Pleiße und Elster beschäftigt. JÄGER [1962] untersucht das Alter und die Ursachen der Auelehmlagerung thüringischer Flüsse. Im Einzugsgebiet des Rheines befassen sich STREMMER [1955], KOPP [1964], HANNA [1966] und SCHRÖDER [1979] mit der Genese der Talböden und deren Einteilung. Über Alter und Herkunftsgebiet von Auenlehmen im Leinetal schreibt HEMPEL [1956]. Auf dieser Arbeit aufbauend, beschäftigen sich WILDHAGEN & MEYER [1972a/b] mit der holozänen Bodenentwicklung, der Sedimentbildung sowie der Geomorphogenese im Flußauenbereich des Göttinger Leinetalgrabens. Sie unterteilen die Auenlehmlagerung in zwei Phasen: Zum einen die überwiegend durch klimatische Schwankungen ausgelöst, im Spätglazial einsetzenden und bis in die Eisenzeit reichenden, alt- bis mittelholozänen Erosions- und Akkumulationsphasen und zum anderen die Periode der jungholozänen, anthropogen induzierten Auenlehmbildungen. Mit meist nur geringen lokalen Abweichungen hat diese Aussage für die meisten mitteleuropäischen Flüsse bis heute Bestand. Im nördlichen Oberrheintal ist es WOLLERSEN [1982], der die Boden- und Sedimententwicklung in spätpleistozänen und holozänen Hochflutlehmen von Rhein und Neckar erforscht. Im Einzugsgebiet der Donau untersuchen BUCH [1988] und SCHELLMANN [1990] die spätholozäne und holozäne fluviale Geomorphodynamik. HILLER et al. [1991] vollzieht anhand von ^{14}C -Daten die Entwicklung der jungquartären Tieflandtäler im Saale-Elbe-Raum nach. In den vergangenen sieben Jahren erschienen die Arbeiten von THOMAS [1993] zur holozänen fluvialen Geomorphodynamik an der oberen Oberweser, PRETZSCH [1994] über die spätholozänen und holozänen Ablagerungen als Indikatoren der fluvialen Morphodynamik im Bereich der mittleren Leine, HEUSCH [1997], der die Auenböden im fluvialen Stoffsystem am Beispiel der Siegaue bei Hennef darstellt sowie die von BISCHOFF [1999], welcher die spätglazialen und holozänen Auensedimente des Unstruttals im Bereich des zentralen Thüringer Beckens bearbeitet.

Im Gegensatz zum reichhaltigen Wissenstand über die Auenlehmdecke sind Untersuchungen über die Zusammensetzung und Eigenschaften der holozänen und pleistozänen Sande in den Flußniederungen selten. Lediglich DIENEMANN [1941] bzw. WEIN [1971] befassen sich mit den Auensanden von Weser und Ems und WILKE [1975] mit den Bodenchronosequenzen aus carbonatreichen Lockersedimenten der Lechterrassen.

Während in der ersten Phase der bodenkundlich orientierten Auenforschung am Ende des 19. Jahrhunderts bis in die Mitte des letzten Jahrhunderts noch das Forschungsobjekt ‚Auenboden‘ an sich (Aufbau, physikalische und chemische Zusammensetzung) im Mittelpunkt stand, änderte sich die Interessenlage nachfolgend dahingehend, daß nunmehr die Aue als landwirtschaftlicher Produktionsstandort zunehmend in den Vordergrund rückte. Die Untersuchungen des Nährstoff- und Wasserhaushaltes bzw. der Eingriff in dieselben zum Zwecke der Ertragssteigerung waren zumeist oberstes Ziel der Forschung. PAGEL [1961] beschreibt die Veränderungen des Bodens in der Altmärkischen Wische unter dem Einfluß der Kultur, Melioration und Nutzung, WELTE et al.

[1962] befaßt sich mit der Kaliumdynamik illitreicher Auenlehme bei intensiver Bepflanzung und BAKKER [1965] mit der Tonverlagerung in Flußablagerungen verschiedenen Alters. CRONEWITZ et al. [1974] führt eine standortkundliche Beurteilung der wichtigsten Auenböden der DDR als Grundlage für acker- und pflanzenbauliche sowie meliorative Maßnahmen durch. REICHHOFF [1981] stellt den Wasserhaushalt der Auen der Mittel- und unteren Elbe unter dem Aspekt der landwirtschaftlichen Nutzbarkeit dar. In demselben Jahr veröffentlicht GOTTHARD [1981] seine Dissertationsschrift über den Einfluß der Stickstoffdüngung auf Ertrag, Inhaltsstoffe, Bestandeszusammensetzung und Nährstoffgehalt auf dem Flußauengrasland an der Mittleren Elbe. Mit der Wirkung einer kombinierten Dränung auf einem Auengley in der Weseraue befaßt sich WETJEN [1982]. Die Möglichkeiten der Produktionssteigerung aufgrund von Eingriffen in den Wasserhaushalt bilden einen wesentlichen Forschungsschwerpunkt in dieser Zeit. MÜLLER et al. [1982] gibt bodenphysikalische Kennwerte hydromorpher Auenböden im Oderbruch bzw. der Unstrutaue als Grundlage für eine standortgerechte Melioration heraus. SCHINDLER [1983] führt Untersuchungen zum entwässerbaren Porenvolumen und zur nutzbaren Wasserkapazität grundwasserbeeinflusster Auenböden durch und gibt dabei ebenfalls Hinweise zur Regulierung des Wasserhaushaltes. Weiterhin in diesem Themenbereich angesiedelt folgen die Veröffentlichungen von MÜLLER et al. [1985] zur Infiltrationsrate eines Auenbodens und der daraus ableitbaren Schlußfolgerungen für die Melioration, MÜLLER [1985] über die Wirksamkeit der Unterbodenbearbeitung zum Zwecke der Entwässerung, sowie die von MÜLLER & TILLE [1990] über die Ertragsfähigkeit eines meliorationsbedürftigen Alluvialstandortes in Abhängigkeit von Substrat und Wasserregime. HEIM & MÜLLER [1988, 1990] führen Felduntersuchungen zum Aufbau des Gefüges als Grundlage zur Ermittlung des Entwässerungszustandes alluvialer Tonböden durch und überprüfen die Wirksamkeit von Lockerungsmaßnahmen auf denselben Standorten. Den Einfluß der Stickstoffdüngung und der Beregnung auf den Pflanzenbestand und den Ertrag stellen ADOLF & BISCHOFF [1987, 1990] heraus. In den neunziger Jahren sind es BRAUN [1991], der sich mit den Ursachen und dem Ausmaß der Gefügeverfestigung in Auenböden des Mittelrheins auseinandersetzt und LAASER [1992], die den Gradienten pflanzenverfügbarer Nährstoffkonzentrationen in Abhängigkeit von Überflutung, Düngung und Kleinrelief im Einzugsgebiet der Ems analysiert.

Aufgrund eines geänderten Umweltbewußtseins aber auch der wesentlich verbesserten Analysetechnik waren in den beiden vergangenen Jahrzehnten Untersuchungen über die Schadstoffanreicherung in rezenten Auenböden vorherrschend. Es stellten sich die Fragen zum Ausmaß der Belastung, deren vertikale Differenzierung und die flächenhafte Verteilung. Erstmalig haben FÖRSTNER & MÜLLER [1974] auf diese Problematik aufmerksam gemacht. Sie stellen die Beziehung der Schwermetalle in Flüssen und Seen zu den industriellen Einleitungen her. Wenige Jahre später weisen BAUMANN et al. [1977] hohe Schwermetallgehalte in Hochflutsedimenten der Oker (Niedersachsen) nach. Anschließend veröffentlicht MÜLLER [1979] Daten zu den Schwermetallgehalten in den Sedimenten des Rheins und deren zeitliche

Entwicklung. Im selben Einzugsgebiet folgen die Arbeiten von GRUPE [1987], die die Verteilung, Bindung und Pflanzenverfügbarkeit umweltrelevanter Spurenelemente in jungen Auenböden von Sieg und Rhein untersucht, SCHÖNFISCH [1990], der sich mit den Schwermetallgehalten in Flußsedimenten des Mains und des Oberrheins befaßt, HELLMANN [1993], der die Hochflutablagerungen des Neckars auf das Ausmaß der Schwermetallbelastung prüft und DEHNER [1994], welcher das Verteilungsmuster von Schwermetallen in der holozänen Rheinaue des Hessischen Rieds aufzeigt.

Die Arbeiten von LICHTFUß & BRÜMMER [1981] über die natürlichen Gehalte bzw. anthropogenen Anreicherungen von Schwermetallen in den Sedimenten von Elbe, Eider, Trave und Schwentine und die von MIEHLICH [1983] zu den Schwermetallanreicherungen in Böden und Pflanzen der Pevestorfer Elbaue (Kreis Lüchow-Dannenberg) begründen eine große Anzahl von Untersuchungen zur anorganischen und organischen Stoffbelastung in den Auen der Elbe und ihrer Nebenflüsse. Insbesondere nach der Grenzöffnung und der Wiedervereinigung haben sich zahlreiche Autoren diesem Thema zugewendet: MEISSNER et al. [1994] berichtet über die Schwermetallbelastung von Böden und Elbesedimenten in ausgewählten Gebieten Ostdeutschlands, MIEHLICH [1994] über die Korrelation des Belastungsgrades zum Bodentyp und KRÜGER et al. [1995] über die Akkumulation und den Transport von Schwermetallen in Böden der Muldeaue. In demselben Jahr weist WITTER [1995] auf die Verteilungsmuster organischer Schadstoffe, speziell den chlorierten Kohlenwasserstoffverbindungen, in Auen der mittleren und unteren Elbe hin. NEUMEISTER et al. [1997] beschäftigt sich mit den Problemen der Überflutung der Böden in zwei der am stärksten belasteten Nebenflüssen der Elbe, der Weißen Elster und der Mulde. Auf die anorganische Schadstoffbelastung der Böden im Überflutungsbereich des Oberen Elbtales gehen MÜLLER & RAUER [1997] ein. An der unteren Mittel-Elbe sind es die Arbeiten von KRÜGER et al. [1997, 1999, 2000] zur Lokalisation der Schwermetallbelastung durch Simulation des Überflutungsregimes, der geochemischen Charakterisierung von bodenbildenden Substraten und den Schadstoffpufferkapazitäten der Vorlandböden, die ein umfassendes Bild der derzeitigen Situation geben. PRANGE et al. [1997] erfaßt und beurteilt die Belastung der Böden der Elbe mit Schwermetallen und stellt den Einfluß des Riesengebirges, des Moldaueinzugsgebietes und des Erzgebirges heraus. Er ermittelt für jedes Teileinzugsgebiet geogene Hintergrundwerte und zeigt die zeitliche Belastungsentwicklung auf. Die natürlich bedingten Elementkonzentrationen für den Bereich der Mittel-Elbe und deren Anwendung in der Beurteilung von Unterwassersedimenten veröffentlichten KRÜGER & PRANGE [1999]. Mit den Ursachen und dem Ausmaß der Schwermetallbelastung von Böden und Sedimenten an einem der größten Nebenflüsse der Elbe, der Saale, befassen sich FRÜHAUF & WINDE [1998]. Letzterer ist es auch, der den hochwassergebundenen Schwermetalltransport als Ursache der Bodenkontamination in der Saaleaue bei Halle herausstellt [WINDE 2000]. Angaben zu den geogenen Standard-Elementgehalten in Auensedimenten der Saale und ihre Anwendung zur Bewertung rezenter Sedimentbelastungen macht MÜLLER et al. [2000]. In den Auen der Oder sind es ANDERS &

DINKELBERG [1998], die die Auswirkungen des Katastrophen-Sommerhochwassers des Jahres 1997 auf die Stoffgehalte überschwemmter Böden aufzeigen. Die geogenen und anthropogenen Gehalte der Schwermetalle in Auenlehmen der Bremer Wesermarsch stellen SAUER & WALTER [1998] vor.

Heutzutage rückt der Naturschutzaspekt von Auen immer weiter in den Vordergrund. Initiiert durch das Förderprogramm ‚*Ökologische Forschung in der Stromlandschaft Elbe (Elbe-Ökologie)*‘ des BMBF werden seit 1995 im Einzugsgebiet der Elbe verstärkt ökologisch orientierte Fragestellungen bearbeitet [BORNHÖFT & GRUBER 1998]. Da sich die weitaus überwiegende Mehrzahl der bisherigen Arbeiten aber nahezu ausschließlich mit der Feststoffphase befaßt und die Untersuchungen zu den dynamischen Parametern wie dem Wasserhaushalt und der Zusammensetzung der Bodenlösung die Ausnahme bilden, herrscht an dieser Stelle ein großes Forschungsdefizit. Beispielhaft in diesem Zusammenhang sind die Arbeiten von FISCHER [1994], ANDRESEN [1996] und DUVE [1999] aufzuführen, die sich im Rahmen des Sonderforschungsbereiches 327 der Universität Hamburg mit dem Wasser- und Stoffhaushalt tidebeeinflusster Vorlandmarschen der Unterelbe intensiv auseinandersetzen. Dabei werden nicht nur die Eigenschaften der Feststoff- und der Lösungsphase der Außendeichsböden bestimmt, sondern auch eine Bilanzierung des Stoffhaushaltes zwischen der Elbe und dem Deichvorland aufgestellt. Mit den Auswirkungen auf die Bodeneigenschaften und den Stoffhaushalt der, im Rahmen einer als Ersatzmaßnahme für den Verlust von Grünland auf ca. 250 ha durchgeführten winterlichen künstlichen Überstauung des Niedervielandes bei Bremen befaßt sich ERBER [1998].

Die seit den späten 70er Jahren des vergangenen Jahrhunderts betriebene Erforschung von Böden als Komponente im Wasser-, Energie- und Stoffhaushalt von Ökosystemen konzentrierte sich zunächst auf Wald-, später auf landwirtschaftlich genutzte Gebiete. Da insbesondere die rezenten Auen flächenmäßig untergeordnet sind und landwirtschaftlich nur geringe Bedeutung haben, standen sie diesbezüglich bisher nur selten im Zentrum des wissenschaftlichen Interesses. Zudem sind kontinuierliche Aufzeichnungen zum Wasser- und Stoffhaushalt von Auenböden, insbesondere während der Überstauungsphasen äußerst zeit- und kostenintensiv. An diesem Punkt setzt die vorliegende Schrift an. Mit ihr schließt sich der Kreis der von KOßWIG [1937] begonnenen, dann aber über lange Zeit vernachlässigten, ökologisch orientierten, bodenkundlichen Forschung in den Auen der Elbe.

Einen umfassenden Überblick über den aktuellen Stand der bodenkundlichen Forschung in Auen, insbesondere der im Einzugsgebiet der Elbe, geben die Sammelbände von FRIESE et al. [1999], GRÖNGRÖFT & SCHWARTZ [1999b], NEUMEISTER & KRÜGER [1999] und FRIESE et al. [2000]. Im englischsprachigen Raum sind es ANDERSON et al. [1996] und WISE et al. [2000], die neueste Erkenntnisse der Auenforschung zusammenfassen.