



Sommerhäuser • Schuhmacher

# Handbuch der Fließgewässer Norddeutschlands

Typologie • Bewertung • Management  
Atlas für die limnologische Praxis



WILEY-  
VCH

WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA

Aus technischen Gründen bleibt diese Seite leer



 In diesem Buch erfasstes Gebiet

0 50 100 km



Sommerhäuser  
Schuhmacher

Handbuch der Fließgewässer  
Norddeutschlands

Aus technischen Gründen bleibt diese Seite leer

Sommerhäuser • Schuhmacher

# Handbuch der Fließgewässer Norddeutschlands

Typologie • Bewertung • Management  
Atlas für die limnologische Praxis



WILEY-  
VCH

WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA

Alle Bücher von Wiley-VCH werden sorgfältig erarbeitet. Dennoch übernehmen Autoren, Herausgeber und Verlag in keinem Fall, einschließlich des vorliegenden Werkes, für die Richtigkeit von Angaben, Hinweisen und Ratschlägen sowie für eventuelle Druckfehler irgendeine Haftung.

Verfasser: Dr. Mario Sommerhäuser, Prof. Dr. Helmut Schuhmacher

Titelbild: Steinbach, Nordrhein-Westfalen (Sommerhäuser),  
Larve der Köcherfliege *Oligostomis reticulata* L. (Laukötter & Sommerhäuser)

Gefördert durch: Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie  
(Förderkennzeichen 0339563)

Die Verfasser weisen darauf hin, dass die vorliegende Schrift den Raum des Norddeutschen Tieflandes im Sinne der üblichen naturräumlichen Gliederung (Norddeutsche Tiefebene) abdeckt und nicht die unter dem Begriff Norddeutschland bisweilen vorgenommene Abgrenzung entlang der Mainlinie verwendet.

#### **Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek**

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

© 2003 WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim

Alle Rechte, insbesondere die der Übersetzung in andere Sprachen, vorbehalten. Kein Teil dieses Buches darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages in irgendeiner Form – durch Photokopie, Mikroverfilmung oder irgendein anderes Verfahren – reproduziert oder in eine von Maschinen, insbesondere von Datenverarbeitungsmaschinen, verwendbare Sprache übertragen oder übersetzt werden. Die Wiedergabe von Warenbezeichnungen, Handelsnamen oder sonstigen Kennzeichen in diesem Buch berechtigt nicht zu der Annahme, dass diese von jedermann frei benutzt werden dürfen. Vielmehr kann es sich auch dann um eingetragene Warenzeichen oder sonstige gesetzlich geschützte Kennzeichen handeln, wenn sie nicht eigens als solche markiert sind.

**ISBN** 978-3-527-32178-0

Gewidmet Herrn Privatdozenten Dr. rer. nat. Tobias Timm (1956-1996), der mit Mut zu neuen Konzepten die wissenschaftliche Erforschung der Fließgewässer des Tieflandes wesentlich angeregt hat und Wegbereiter des dieser Schrift zugrunde liegenden Forschungsprojektes war.

## Geleitwort

Unser allgemeines Bild vom Fließgewässer ist geprägt vom großen Fluss, der im Gebirge entspringt und nach Durchfließen mehrerer biozönotischer Zonen von der Salmonidenregion über die Barben- und Brachsenregion schließlich mit dem Brackwasserbereich und der Kaulbarsch-Flunderregion das marine System erreicht. Damit war zugleich der Bergbach als der Bach schlechthin definiert. Es gibt jedoch eine Vielzahl von Fließgewässern im Tiefland, die in dieser Region entspringen und deshalb auch eigene Charakteristika besitzen. Der „Forellenbach des Tieflandes“ beispielsweise blieb lange Zeit kaum beachtet. Dazu kommt, dass die Erforschung der Stoffkreisläufe im Vordergrund der Fließgewässerforschung stand. Die zu Beginn der limnologischen Forschung anfangs des 20. Jahrhunderts hoch im Kurs stehende regionale Limnologie blieb dahinter weit zurück. Durch die Entwicklung der Wasserwirtschaft zum Gewässerschutz mit ökosystemarem Ansatz erwuchs die Notwendigkeit, die Fließgewässer zu typisieren, ohne ihre individuellen Eigenheiten zu ignorieren.

Ausgehend von ökologischen Studien an Kriebelmücken (Simuliidae) kam der leider sehr früh verstorbene TOBIAS TIMM zu einer Typologie von Niederrungsbächen im norddeutschen Tiefland. Inzwischen kann die Erarbeitung von Typologien aufbauen auf eine Fülle neuer Erkenntnisse aus der Grundlagenforschung an Fließgewässern.

Angesichts der Erfordernisse des praktischen Gewässerschutzes hat das für die Forschung zuständige Bundesministerium für Bildung, Forschung und Technologie ein umfassendes Forschungsprojekt aufgelegt, das im Verbund von zwei regional weit voneinander entfernten Arbeitsgruppen durchgeführt wurde. Die altglazialen Landschaften in Nordrhein-Westfalen sowie die jungglazialen Landschaften in Mecklenburg-Vorpommern wurden intensiv typologisch unter biozönotischen und hydrologischen Aspekten bearbeitet; Studien in Schleswig-Holstein, das von beiden Eiszeiten geprägt wurde, kamen hinzu.

Das Ergebnis der Arbeiten liegt mit diesem Buch vor. Es ist die erste, den gesamten norddeutschen Raum umfassende Typologie der Bäche und kleinen Flüsse. Es ist allen Beteiligten zu danken, dass es trotz der großen räumlichen Entfernung der Untersucher und ihrer Untersuchungsgebiete gelungen ist, das Ergebnis in einem Guss zu präsentieren.

Die Arbeit kommt zu einer Zeit heraus, in der die Typologie der Binnengewässer gleichwertig ein Beitrag zur Grundlagenforschung ist als auch eine wichtige Grundlage für die praktische Umsetzung der Ende des Jahres 2000 erlassenen Europäischen Richtlinie zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik, der sogenannten Wasser-Rahmenrichtlinie (WRRL). Diese Richtlinie stellt die typspezifischen Biozönos in den Mittelpunkt der Bewertung und fordert Maßnahmen zur Verbesserung der Gewässerqualität, wenn die Organismengemeinschaften erhebliche Defizite gegenüber dem natürlichen Zustand aufweisen. Dem Bundesforschungsministerium ist besonders zu danken, dass es die Untersuchungen bereits zu einer Zeit gefördert hat, als noch nicht abzusehen war, dass die Aufstellung von Gewässertypen zu einer elementaren Aufgabe des Gewässerschutzes werden würde. Ungeachtet dieser praktischen Anwendbarkeit sind die Ergebnisse der hier vorliegenden Arbeiten von allgemeiner Bedeutung für die Fließgewässerforschung, denn trotz der unbestreitbaren Individualität der einzelnen Flüsse und Bäche ist das Erfassen von Gemeinsamem und Trennendem in der Vielfalt ein Wert an sich und gibt weitere Anstöße für die Forschung.

Ich freue mich, dass dieses grundlegende und zukunftsweisende Werk in so schöner Ausstattung erscheint und wünsche ihm weite Verbreitung und freundliche Aufnahme bei allen, denen die Fließgewässer des Tieflandes am Herzen liegen.

Günther Friedrich



Aus technischen Gründen bleibt diese Seite leer

# Inhaltsverzeichnis

<b>Geleitwort</b> .....	V	3.1.2	Direkte Veränderungen der Abflussverhältnisse .....	44
<b>Inhaltsverzeichnis</b> .....	VII	3.1.3	Veränderungen der Auen .....	46
<b>1 Einführung</b> .....	1	3.1.4	Gewässerbauliche Veränderungen ...	51
1.1 Die Vielfalt eines verkannten Lebensraumes .....	1	3.1.5	Unterhaltung .....	55
1.2 Die Typisierung der Fließgewässer ...	3	3.2	Der Biber als Wasserbauer .....	57
1.3 Zielsetzung .....	4	3.2.1	Ehemalige und heutige Verbreitung des Bibers .....	57
<b>2 Die Landschafts- und Flussgeschichte des Norddeutschen Tieflandes</b> .....	9	3.2.2	Die Bautätigkeit des Bibers .....	58
2.1 Die Entstehung des Norddeutschen Tieflandes – Ein landschaftsgenetischer Rückblick .....	9	3.2.3	Auswirkungen der Aktivitäten des Bibers auf Prozesse, Morphologie und Besiedlung von Tieflandbächen .....	58
2.1.1 Das Norddeutsche Tiefland vor den Eiszeiten (präquartäre Geschichte) ..	9	3.2.4	Können Biberbauten Teil der Leitbildvorstellungen für die Fließgewässer Norddeutschlands sein? .....	60
2.1.2 Die Eiszeiten formen das Land .....	12	3.3	Totholz in Tieflandbächen .....	62
2.2 Ursachen und Prozesse .....	18	3.3.1	Ökologische Funktionen von Totholz .....	62
2.3 Regionale Landschaftsgeschichte im Alt- und Jungglazial unter besonderer Berücksichtigung von Nordrhein-Westfalen, Mecklenburg-Vorpommern und Schleswig-Holstein .....	25	3.3.2	Totholz in Bächen des Norddeutschen Tieflandes .....	63
2.3.1 Nordrhein-Westfalen .....	26	3.3.3	Nutzung von Totholz durch Makroinvertebraten .....	65
2.3.2 Mecklenburg-Vorpommern .....	31	3.3.4	Fallstudie: Besiedelung von Totholz in einem sommertrockenen Bach .....	66
2.3.3 Schleswig-Holstein .....	32	3.3.5	Totholz und Leitbildvorstellungen für Tieflandbäche .....	69
2.4 Holozän-Entwicklung .....	36			
2.5 Der Verlust der Moore in Norddeutschland .....	39			
<b>3 Fließgewässer im Tiefland früher und heute – Ausgewählte Aspekte der Flussgeschichte unter dem Einfluss des Menschen</b> .....	43			
3.1 Anthropogene Veränderung von Fließgewässern und -auen .....	43			
3.1.1 Veränderungen in den Einzugsgebieten .....	43			
			<b>Farbtafel I: Zu den Kapiteln 1 bis 3</b> .....	71
		<b>4</b>	<b>Gewässertypologie – Geschichte, Begriffsbestimmung und Methodik</b> .....	77
		4.1	Gewässertypologie – eine limnologische Disziplin zwischen Grundlagenforschung und Anwendungsbezug ...	77
		4.2	Geschichte der Gewässertypologie ...	78
		4.2.1	Längszonale Gewässertypologien ...	78
		4.2.2	Regionale Gewässertypologien .....	80
		4.3	Methodische Grundlagen einer modernen regionalen Gewässertypologie ...	87
		4.3.1	Einführung .....	87

4.3.2	Grundlagen und Definitionen: Untersuchungsgegenstände und -parameter einer ganzheitlichen Gewässertypologie . . . . .	87	6.2.3	Kiesgeprägte, gefällearme Fließgewässer der Moränen, Verwitterungsgebiete und Flussterrassen . . . . .	122
4.3.3	Arbeitsschritte und Maßstabsebenen . . . . .	89	6.2.4	Kreidegeprägte, gefällereiche Fließgewässer . . . . .	123
4.3.3.1	Transdisziplinarität . . . . .	89	6.2.5	Stein- und lehmgeprägte Fließgewässerabschnitte der Durchbruchstäler . . . . .	123
4.3.3.2	Anforderungen an Referenzbedingungen und Arbeitsschritte zur Erstellung regionaler Typologien . . . . .	90	6.2.6	Sandgeprägte Fließgewässer der Sander und sandigen Aufschüttungen . . . . .	125
4.3.3.3	Kartografische Darstellungen . . . . .	96	6.2.7	Teilmineralisch geprägte Fließgewässer der Sander und sandigen Aufschüttungen . . . . .	125
4.4	Gewässertypologie und Leitbilder in der EU-Wasser-Rahmenrichtlinie . . . . .	98	6.2.8	Organisch geprägte Fließgewässer der Sander und sandigen Aufschüttungen . . . . .	126
<b>5</b>	<b>Das Konzept einer räumlichen und prozessualen Fließgewässertypologie . . . . .</b>	<b>101</b>	6.2.9	Teilmineralisch geprägte Fließgewässer der Flussniederungen und Mooregebiete . . . . .	127
5.1	Gliederung nach geologisch-pedologischen Kriterien („Räumliche Fließgewässertypen“) und hydrologischen Kriterien („Prozessuale Fließgewässertypen“/Typusvarianten) . . . . .	101	6.2.10	Löss-lehmgeprägte Fließgewässer der Bördenlandschaft . . . . .	128
5.2	Das regionale Typensystem . . . . .	109	6.2.11	Schlickgeprägte Fließgewässer der Küstenmarschen . . . . .	129
<b>6</b>	<b>Eine regionale Fließgewässertypologie für das Norddeutsche Tiefland . . . . .</b>	<b>111</b>	6.2.12	Sand- und schlickgeprägte Fließgewässer der Flachküsten . . . . .	129
6.1	Die Fließgewässerlandschaften . . . . .	111	6.3	Übersicht der Fließgewässer-Prozess-typen Norddeutschlands . . . . .	130
6.1.1	Moränen des Altglazials . . . . .	112	6.3.1	Permanente Fließgewässer . . . . .	131
6.1.2	Moränen des Jungglazials . . . . .	113	6.3.1.1	Oberflächenwassergeprägte Fließgewässer . . . . .	131
6.1.3	Kreidegebiete . . . . .	114	6.3.1.2	Grundwassergeprägte Fließgewässer . . . . .	132
6.1.4	Sander und sandige Aufschüttungen . . . . .	115	6.3.2	Temporäre Fließgewässer . . . . .	133
6.1.5	Lössgebiete (Börden) . . . . .	115	6.3.2.1	Periodische Fließgewässer . . . . .	134
6.1.6	Flussterrassen (ältere Terrassen) . . . . .	116	6.3.2.2	Karstgewässer . . . . .	138
6.1.7	Flussniederungen und Mooregebiete . . . . .	117	6.3.3	Seeausfluss-beeinflusste Fließgewässer . . . . .	140
6.1.8	Marschen . . . . .	117	6.3.4	Fließgewässer der Küsten und Übergangszonen . . . . .	140
6.1.9	Steil- und Flachküsten des Ostseeküstensaumes . . . . .	118	6.3.4.1	Rückstau-beeinflusste Fließgewässer . . . . .	140
6.2	Übersicht der räumlichen Fließgewässertypen Norddeutschlands . . . . .	118	6.3.4.2	Tide-beeinflusste Fließgewässer . . . . .	141
6.2.1	Kiesgeprägte, gefällereiche Fließgewässer der Steilküsten und Hangkanten . . . . .	121	6.4	Eine Typologie des Gewässerumfeldes für die räumlichen Gewässertypen Norddeutschlands . . . . .	141
6.2.2	Kiesgeprägte, gefällereiche Fließgewässer der Moränen und Verwitterungsgebiete . . . . .	121			
			<b>Farbtafel II: Zu den Kapiteln 5 und 6 . . . . .</b>		<b>143</b>

<b>7</b>	<b>Atlas der Räumlichen Fließgewässertypen Norddeutschlands</b> . . . . .	151	GUT 6	Basenreiche Laub-Mischwälder der Kerb-, Mulden- und Sohlintäler der Endmoränendurchbrüche . . . . .	204
FG-Typ 1	Kiesgeprägte, gefällereiche Fließgewässer der Steilküsten und Hangkanten . . . . .	152	GUT 7	Bachbegleitende Bruchwälder der Flachmuldentäler, Sohlintäler und Niederungen . . . . .	206
FG-Typ 2	Kiesgeprägte, gefällereiche Fließgewässer der Moränen und Verwitterungsgebiete . . . . .	156	GUT 8	Röhrichte, Großseggenriede und Bruchwälder der Niederungen . . . . .	208
FG-Typ 3	Kiesgeprägte, gefällearme Fließgewässer der Moränen, Verwitterungsgebiete und Flussterrassen . . . . .	160	GUT 9	Röhrichte und Kiefernwälder der Flach-Muldentäler der küstennahen Aufschüttungen . . . . .	210
FG-Typ 4	Kreidegeprägte, gefällereiche Fließgewässer . . . . .	164	GUT 10	Röhrichte und Bruchwälder der Nordseemarschen . . . . .	212
FG-Typ 5	Stein- und lehmgeprägte Fließgewässerabschnitte der Durchbruchstäler . . . . .	168	<b>9</b>	<b>Zur Fischfauna der Fließgewässer Norddeutschlands</b> . . . . .	215
FG-Typ 6	Sandgeprägte Fließgewässer der Sander und sandigen Aufschüttungen . . . . .	172	9.1	Historische Bestandsaufnahme . . . . .	215
FG-Typ 7	Teilmineralisch geprägte Fließgewässer der Sander und sandigen Aufschüttungen . . . . .	176	9.2	Anforderungen an Bäche und kleine Flüsse des Tieflandes als Fischlebensräume . . . . .	216
FG-Typ 8	Organisch geprägte Fließgewässer der Sander und sandigen Aufschüttungen . . . . .	180	9.3	Längszonale Muster im Auftreten der Fischarten – Fischregionen im Tiefland . . . . .	218
FG-Typ 9	Teilmineralisch geprägte Fließgewässer der Flussniederungen und Moorgebiete . . . . .	184	9.4	Beschaffenheit der Auen . . . . .	219
FG-Typ 10	Löss-lehmgeprägte Fließgewässer der Bördenlandschaft . . . . .	188	9.5	Annäherung an die natürliche Fischfauna im Tiefland . . . . .	220
			9.5.1	Bäche und kleine Flüsse . . . . .	220
			9.5.2	Unterläufe und Ästuarie . . . . .	221
<b>8</b>	<b>Atlas der Gewässerumfeld-Typen Norddeutschlands</b> . . . . .	193	<b>Farbtafel III: Zu den Kapiteln 9 und 10</b> . . . . .	223	
GUT 1	Bach-Auenwälder der Kerb- und Muldentäler . . . . .	194	<b>10</b>	<b>Gefährdung und Schutz von Tieflandbächen</b> . . . . .	229
GUT 2	Basenarme Laubwälder der Muldentäler . . . . .	196	10.1	Degenerationsursachen der Gewässertypen Norddeutschlands . . . . .	229
GUT 3	Basenreiche Laubwälder der Muldentäler . . . . .	198	10.2	Heutiger Zustand der Fließgewässertypen Norddeutschlands . . . . .	233
GUT 4	Basenreiche Laub-Mischwälder der Kerb- und Muldentäler der Steilküsten der Ostsee . . . . .	200	10.3	Schutz und Wiederherstellung . . . . .	237
GUT 5	Basenreiche Laub-Mischwälder der Kerb- und Muldentäler der Kreidegebiete . . . . .	202	10.3.1	Gesetzliche und allgemeine Grundlagen . . . . .	238
			10.3.2	Fallbeispiele zur ökologischen Verbesserung von Fließgewässern im Rahmen von Ausbau und Unterhaltung . . . . .	241

<b>11</b>	<b>Ökologische Bewertung von Tieflandgewässern</b> . . . . .	247	11.4	Bewertung der ökologischen Integrität . . . . .	256
11.1	Degradation von Tieflandbächen und ihre Bewertung . . . . .	247	11.4.1	Die EU Wasser-Rahmenrichtlinie . . .	256
11.2	Beispiele Tieflandbach – spezifischer Ansätze . . . . .	248	11.4.2	Möglichkeiten zur Bewertung der ökologischen Integrität . . . . .	256
11.3	Biozönotische Indikation von Gewässerbelastungen: Das Saprobien-system . . . . .	251	<b>12</b>	<b>Quellen- und Literaturverzeichnis</b> . . . . .	261
11.3.1	Das Saprobien-system nach DIN 38410 Teil 2 (1991) . . . . .	251	<b>13</b>	<b>Stichwortverzeichnis</b> . . . . .	274
11.3.2	Die Revision des Saprobien-systems und ihre Auswirkung auf die Bewertung von Tieflandbächen . . . . .	254			

# 1 Einführung

*Aquae sunt talis qualis terrae per quam fluunt*<sup>1)</sup>  
(Plinius der Ältere, *Naturalis historia*, Buch 31, § 52, Z. 5)

## 1.1 Die Vielfalt eines verkannten Lebensraumes

Welche Vorstellungen verbinden sich mit einem „Fließgewässer des Tieflandes“? Im günstigsten Fall ist dieses ein klassisch mäandrierender Sandbach – zumeist wird die Vorstellung jedoch von einem verkrauteten Wiesengraben bestimmt, vollständig überformt zur Entwässerung unmittelbar angrenzender landwirtschaftlicher Nutzflächen, ein eingeschränkter Lebens- wie Erlebnisraum. Für den deutschen Theoretiker fließwasserökologischer Klassifizierungssysteme, Joachim ILLIES, war der Tieflandbach ein „Sonderfall“ limnischer Lebensräume (ILLIES 1961), der nicht in das idealtypische Konzept der längzonalen Gliederung eines Fließgewässers auf seinem Weg vom Gebirge in das Meer passen wollte: Im Tiefland entspringend, wurde ihm ein echter Quell- und Bachcharakter abgesprochen, fehlten ihm doch scheinbar die obligatorischen Attribute wie eine grobschottrige Sohle, geringe Temperaturamplitude und starke Strömung. Hier wird deutlich, dass auch die limnologische Vorstellung eines Baches bislang von einem einzelnen regionalen Gewässertyp – „dem“ Mittelgebirgsbach – diktiert wurde.

Die natürliche Vielfalt gerade der Fließgewässer des Tieflandes ist jedoch groß: Mehrere Eiszeiten haben in den letzten 400.000 Jahren Oberflächenformen, Böden und Entwässerungsnetz Norddeutschlands auf tiefgreifende Weise gestaltet, zwei Meere weite Teile der flacheren Zonen zusätzlich geprägt. Entstanden ist eine abwechslungsreiche Landschaft aus kleineren und großen Hügeln, flachwelligen Lössanwehungen, ausgedehnten Sanderebenen und vermoorten Niederungen. Der marine Einfluss der Nordsee hat die flacheren Teile der Tiefebene bis an die Hügelgruppen der Geest mit Meeressedimenten bedeckt, entstanden sind die Marschen als Bindeglied zwischen Land- und Meeresbereich.

Nur in den Sanderflächen, der Marsch und sehr ebenen Bereichen der Grundmoränen ist der Begriff „Flachland“ berechtigt; im Bereich des jungglazialen Hügellandes wie der altglazialen Geestinseln, der Verwitterungsgebiete des Kernmünsterlandes, aber auch der Flussterrassen des Rheins können Reliefenergie und Talbodengefälle an Mittelgebirgsniveau heranreichen, so dass angesichts der 200 Meter über dem Meeresspiegel nicht überschreitenden Höhenlage der gesamten Norddeutschen Tiefebene der Begriff „Tiefland“ für den Raum und „Tieflandbach oder –fluss“ für die hier befindlichen Fließgewässer angemessener ist.

Die Norddeutsche Tiefebene bietet natürlicherweise die Kulisse für eine Reihe von Gewässertypen, die in ihren morphologischen Strukturen – also schon augenfällig – sehr unterschiedlich sind und eine vielfältige Tier- und Pflanzenwelt beherbergen können: An Mittelgebirgsgewässer erinnernde, schnellfließende Kiesbäche in kleinen Kerbtälern, weit mäandrierende Sandbäche, anmoorige Niederungsbäche, vom Tideeinfluss geprägte, verschlickte Marschflüsse sowie die Seeausflüsse und Durchbruchstäler des noch nicht ausgereiften Gewässernetzes der Jungmoränengebiete stehen exemplarisch für den ursprünglichen Typen- und Formenschatz der Fließgewässer Norddeutschlands; dieser hat allerdings eine weitgehende Überformung durch den Menschen erfahren. August THIENEMANN merkte bereits vor einem halben Jahrhundert an, in Schleswig-Holstein lediglich „ein einziges Flösschen“ zu kennen, das „wenigstens noch in seinem Mittellauf natürliche Verhältnisse zeigt“ (THIENEMANN 1954, 104).

Das skizzierte vielfältige Erscheinungsbild „des“ Fließgewässers im Tiefland wird in seinem gesamten Verlauf zusätzlich vom kleinräumigen Wechsel der Landschaftsformen, vor allem in Bezug auf Relief und Böden, geprägt: Die Schrift der Eiszeiten hat ein geomorphologisches Fleckenmuster in der Landschaft hinterlassen, das den Fließgewässern in ihrem

<sup>1)</sup> Frei übersetzt: „Die Gewässer sind so beschaffen, wie das Land, durch das sie fließen.“

Verlauf „von der Quelle bis zur Mündung“ eine mehrfach wechselnde Physiographie verleiht, die der Lehrbuchvorstellung zur „Längszonierung von Fließgewässern“ häufig zuwiderläuft und die Anwendung bestehender Ökosystemtheorien auf Tieflandbäche und -flüsse erschwert. Anders als im Mittelgebirge lassen sich im Tiefland die wesentlichen System-Eigenschaften eines idealtypischen Fließgewässers in der Regel nicht aus dem Gefälle ableiten: Tieflandfließgewässern fehlt die in Lehrbüchern beschriebene Längszonierung mit einem ausgeprägten Gradienten von großem Gefälle, starker Strömung, groben Substraten und kühlem Wasser im Oberlauf bis zu geringem Gefälle, schwacher Strömung, Feinsubstraten und hohen Temperaturmaxima und -amplituden im Unterlauf. So können Fließgewässer in Tieflandgebieten beispielsweise als kleiner Sandbach beginnen, in einem breiten Sohllental träge ein Niedermoor durchfließen und – nach dynamischer Passage eines Durchbruchstals – sich zu einem von der Ostsee zurückgestauten, Röhricht-bestandenen Küstengewässer wandeln.

Mehr noch als für montane Gebiete gilt daher für das Tiefland, dass Fließgewässer aufgrund des Verhältnisses von ausgedehnter Uferlinie zu geringer Wasserfläche in der umgebenden Landschaft „verankert“, von dieser „abhängig“ sind – der Fluss ist „Glied der Landschaft“ (THIENEMANN 1954, 23) und wird von ihr bestimmt: „the valley rules the stream“ (HYNES 1974 – siehe auch Zitat von Plinius dem Älteren in der Kapitelüberschrift).

Aufgrund der traditionellen Mittelgebirgsprägung der wissenschaftlichen Theoriebildung zu Fließgewässern und des Verkennens (aber auch der heutigen Überformung) der natürlichen Vielfalt von Tieflandbächen und -flüssen fehlen sowohl Erklärungsmuster ihrer von einem idealtypischen Fließgewässer in vielen Punkten abweichenden Prozessabläufe und Eigenheiten als auch wissenschaftlich begründete Ordnungs-, Bewertungs- und Naturschutzkonzepte, wie sie von der aktuellen nationalen und europäischen Gewässer- und Umweltpolitik gefordert werden.

Die limnologische Forschung hat ausgewählte Fließgewässer des Tieflandes zwar schon früh in einzelnen Monographien bearbeitet, es handelte sich jedoch zumeist um mittelgebirgsähnliche Standorte bzw. Wasserläufe, wie die Rügener Kreidebäche, die Baumbergebäche des Kernmünsterlandes oder die

Bäche des Flämings (z. B. THIENEMANN 1906, BEYER 1932, ALBRECHT 1952). In diesen Arbeiten nahm die Detektion von Ähnlichkeiten zwischen Tiefland- und Mittelgebirgsbächen und damit die Übertragbarkeit von an Mittelgebirgsbächen gewonnenen Erkenntnissen auf Tieflandbäche bezeichnenderweise großen Raum ein. Ältere Arbeiten zu Tieflandbächen mit weniger montanem Erscheinungsbild wie zum Sandfluss Ems (VONNEGUT 1937) oder den Sandbächen der Lüneburger Heide (WELLMANN 1938, STEUSLOFF 1937) sind selten. Wie bereits gesagt, galten nach den Theorien zur „allgemeinen biozönotischen Gliederung der Fließgewässer“ (z. B. ILLIES 1961) Tieflandfließgewässer der gemäßigten Breiten bis in die Gegenwart als „Ausnahmen“, schien hier doch bereits der Bachoberlauf (Rhithral) aufgrund von geringem Gefälle, höheren Temperaturen und feineren Sedimenten als Potamal ausgebildet zu sein.

Die Eigenständigkeit des Tieflandfließgewässers wurde entscheidend erst mit den Arbeiten von STATZNER (1979, 1981), BÖTTGER (1985, 1986), PÖPPERL (1991), BÖTTGER & PÖPPERL (1992) erkannt, die besonders den Seeausflüssen und ihren Lebensgemeinschaften gewidmet waren, aber in der Einbeziehung der Ufergehölfunktion bereits Gewässer-Umland-Beziehungen mit betrachteten. Für den niederländischen Raum sind hier TOLKAMP (1980), für den dänischen THORUP (1966) und MOTH-IVERSEN et al. (1978) zu nennen, die u. a. Substrat-Organismen-Beziehungen behandelten. OTTO & BRAUKMANN (1983) stellten den „Flachlandbach“ als eigenen orographischen Gewässertyp gleichrangig neben die montanen und alpinen Fließgewässer, biozönotisch wurde dies von BRAUKMANN (1987) untersetzt. Eine weitere Ordnung erfolgte allerdings nur in der geochemisch begründeten Unterscheidung von Silikat- und Karbonatbächen. In Hinblick auf ihre unterschiedliche Physiographie wurden die Bäche nicht weiter unterschieden; bestimmte, im Tiefland nicht seltene Erscheinungen wie Niedermoorbäche sowie hydrologische Varianten wie eine temporäre Wasserführung wurden als „Sonderfälle“ zurückgestellt. Die erstmalige Gesamtschau der Bachtypen Deutschlands und die Gleichstellung des Tieflandbaches neben die Berg- und Gebirgsbäche stellten jedoch einen gewässertypologischen Meilenstein dar.

## 1.2 Die Typisierung der Fließgewässer

Die Gewässertypologie (oder „regionale Limnologie“, NAUMANN 1932) ist Teilbereich der Limnologie und stellt, wie Einar NAUMANN (1932, 1) formuliert, „die Stufe der höchsten limnologischen Synthese [dar], die die Verbreitung der Gewässertypen behandelt.“ Die Entstehung der regionalen Limnologie wurzelt in den produktionsbiologischen Arbeiten der 20er Jahre des vergangenen Jahrhunderts und hier in der Fischereibiologie, besaß also von Anbeginn an einen anwendungsorientierten Charakter. Arbeitsfeld der Gewässertypologie als Element limnologischer Grundlagenforschung ist die naturwissenschaftlich gesicherte Klassifizierung der Vielfalt der Gewässer, Aufgabe des angewandten Limnologen ist ihre anwendungsorientierte Beschreibung, wie sie in diesem Werk neben anderem für die Fließgewässer des Norddeutschen Tieflandes vorgelegt wird. Die Gewässertypisierung ist dabei – wie kaum eine andere limnologische Fachrichtung – eine Querschnittsaufgabe, zu der neben dem zoologisch oder botanisch orientierten aquatischen Ökologen auch der Geomorphologe, der Geograph, der Hydrochemiker und der Hydrologe seinen Beitrag liefert.

Regionalisierte Fließgewässertypologien im eigentlichen Sinn wurden erst mit den Arbeiten der FORSCHUNGSGRUPPE FLIESSGEWÄSSER (1993) für einen Teil der Mittelgebirgsregion Baden-Württembergs und von TIMM für die Tieflandregion Nordrhein-Westfalens vorgelegt (z. B. TIMM et al. 1991, TIMM 1993, 1995, TIMM & OHLENFORST 1994, TIMM & SOMMERHÄUSER 1993, 1994). In diesen Arbeiten wurden erstmals flächendeckende Darstellungen der Fließgewässerlandschaften (limnogeographisch einheitlicher „Verbreitungsräume“ von definierten Fließgewässertypen) sowie ganzheitliche Leitbildbeschreibungen, die Gewässermorphologie und -hydrologie, Wasserbeschaffenheit und Biozöosen umfassen, inter- oder besser transdisziplinär entwickelt. Für verschiedene Fragestellungen der Wasserwirtschaft wurden auf Grundlage dieser Forschungsarbeiten anwendungsorientierte Gesamtdarstellungen publiziert, die auch Hinweise zu leitbildgemäßen Verfahren von Gewässerunterhaltung und -ausbau umfassen (MURL NW 1995, LUA NW 1999a, b, 2001a, b).

Wissenschaftlich war damit in mehrfacher Hinsicht ein „neuer Ansatz zu einer Typisierung der Fließgewässer des Norddeutschen Tieflandes“ (TIMM 1994) geschaffen: Die in Nordrhein-Westfalen gewonnenen Erkenntnisse konnten prinzipiell auf vergleichbare, altglazial<sup>1)</sup> geprägte Gebiete Norddeutschlands übertragen werden, was sich in einer Ausweisung ähnlicher oder vergleichbarer regionaler Bachtypen für das Altglazial Niedersachsens, Brandenburgs und Schleswig-Holsteins niederschlug (RASPER 2001, MUTZ et al. 2001, SOMMERHÄUSER et al. 2000).

Als besonders bedeutsam für die Biozöosenstruktur von Tieflandfließgewässern stellte sich neben den Substratbedingungen an der Gewässersohle, die als „geologisch-pedologische Ebene“ der Typologie bezeichnet wurden, die Hydrologie der Gewässer heraus, die als weiteres Gliederungsprinzip („hydrologische Ebene“) eingeführt wurde (TIMM et al. 1995): Ein vorwiegend oberflächenwassergeprägtes („grundwasserarmes“) Abflussregime bedingt andere Lebensgemeinschaften als ein durch Tiefengrundwasser beeinflusstes („grundwassergeprägtes“), wie es für die „Forellenbäche des Tieflandes“ (SCHIEMENZ 1935, 1941) kennzeichnend ist; ganz eigenständige Lebensräume sind temporäre, in der Regel sommertrockene Gewässer (z. B. FOLTYN et al. 1996, SOMMERHÄUSER et al. 1997, SOMMERHÄUSER 1998, 2000).

Nur teilweise übertragbar sind die für den altglazial<sup>1)</sup> geprägten Raum der nordwestlichen Bundesländer erarbeiteten Fließgewässertypologien auf die jungglazialen Gebiete der nordöstlichen Bundesländer. Für die Fließgewässertypen der Naturräume Mecklenburg-Vorpommerns legte MEHL (1998) eine landschafts- und gewässerökologische Studie vor, in der die Biotik allerdings nur cursorisch berücksichtigt wird. Ein wesentlicher Unterschied des Jungmoränengebietes zu den älteren Bildungen des Altmoränenlandes besteht im lebhafteren Landschaftsrelief, das eine weitaus geringere Abtragung erfahren hat, wobei, wie GARNIEL (1997) ausführt, die „Ausreifung“ des Gewässernetzes in der Jungmoränenland-

<sup>1)</sup> Bei der Unterscheidung quartärer Landschaftsformen hat sich das Begriffspaar Alt- und Jungglazial eingebürgert. Bei genauer Beachtung der chronostratigraphischen Abfolge Alt-, Mittel- und Jungpleistozän ist allerdings festzustellen, dass die sogenannte altglaziale Landschaftsgestaltung hauptsächlich im Mittelpleistozän (Elster-, Saaleiszeit) erfolgte. Die in der aktuellen geographischen Literatur inzwischen konsequenterweise eingeführte Differenzierung in Alt- und Jungmoränenland hat sich noch nicht in anderen Disziplinen durchgesetzt, so dass hier beide Sprachregelungen zur Verwendung kommen.



schaft durch die anthropogene Festlegung der Gewässerläufe gestoppt wurde.

In Bezug auf die Festsetzung von Leit- und Charakterarten für die Gewässertypen Norddeutschlands sind zoogeographische Unterschiede zwischen den mehr atlantisch beeinflussten Fließgewässern der Altmoränengebiete und den kontinental geprägten der Jungmoränenlandschaften zu berücksichtigen; aber auch mit zunehmendem Breitengrad kommt es zum Ausfall von Arten und dem Auftreten anderer, so dass z. B. auch innerhalb des altglazialen Raumes Unterschiede in den Bachzönosen auftreten.

### 1.3 Zielsetzung

Mit diesem Handbuch wird nunmehr eine flächendeckende Fließgewässertypologie für das Norddeutsche Tiefland vorgelegt, die die Typologien der Bundesländer mit Flächenanteilen an der Norddeutschen Tiefebene – soweit diese bereits vorliegen – auf der Maßstabebene der Bundesrepublik Deutschland integriert, die wesentlichen Leitbilder der Fließgewässer Norddeutschlands anwendungsorientiert darstellt und Hinweise zu einer typusspezifischen Bewertung und Gestaltung gibt. Diese „Weiterentwicklung der Fließgewässerbewertung auf der Grundlage regionalspezifischer Leitbilder für die glazialen und postglazialen Landschaften der Norddeutschen Tiefebene“ war Gegenstand eines mehrjährigen Forschungsprojektes (1996-1999) im Auftrag des Bundesministeriums für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie (Förderkennzeichen 0339563), dessen Abschlussbericht mit dieser Schrift zugleich vorgelegt wird.

Hintergrund dieses Projektes war zum einen das allgemeine Wissensdefizit zum „Ökosystem“ Tieflandfließgewässer, zum anderen die dringende Anforderung, angesichts der Innovationen in der europäischen Gewässerschutzpolitik, wie sie sich in der sogenannten „EU-Wasser-Rahmenrichtlinie“ manifestiert (im folgenden EU-WRRL; in Deutschland gesetzliche Vorgabe seit dem 22.12.2000), die erforderlichen fachlichen Grundlagen bereit zu stellen. Grundprinzipien dieser zukünftig den Rahmen für das deutsche Wasserrecht bestimmenden Direktive sind eine sich an regionalen Leitbildern orientierende, integrierte biozönotische Bewertung und Gewässerbewirtschaftung.

Aber auch bestehende nationale Bewertungsverfahren wie das eine fast hundertjährige Tradition aufweisende, bewährte Saprobien-System, das nicht nur in Deutschland (DIN 38 410), sondern in erweiterter Form nach SLÁDECEK (1973) auch in vielen osteuropäischen Ländern zur amtlichen Gewässergüteüberwachung angewandt wird, erfahren gegenwärtig eine grundlegende Revision. Ziele der Revision der DIN 38 410 sind eine erhebliche Erweiterung des Katalogs der Saprobier unter stärkerer Berücksichtigung von Tieflandarten sowie eine Neueinstufung der Taxa, besonders in Hinblick auf eine adäquate Bewertung der Fließgewässer des Tieflandes. Hintergrund ist das auch in anderen Bewertungsverfahren als Messlatte „unausgesprochen“ hinterlegte Leitbild des unbelasteten Mittelgebirgsbaches, an dem die Wertstufen ausgerichtet sind. Für die saprobielle Bewertung führt dieser Umstand zu einer systemimmanenten Herabstufung allosaprobiell unbelasteter Tieflandfließgewässer aufgrund ihrer höheren natürlichen Autosaprobie und der „mittelgebirgslastigen“ Liste der Saprobier, in der typische Tieflandtiere (bei einer Skala der Saprobiewerte von 1,0 bis 4,0) kaum eine bessere Einstufung als 2,0 erreichen. Auch bei einer Revision im Sinne einer Aufnahme vieler Tieflandarten und einer Neueinstufung vorhandener Tiere kann eine korrektere Einstufung der Tieflandfließgewässer wohl nur durch die Einführung „saprobieller Leitbilder“ für die verschiedenen Gewässertypen Deutschlands erzielt werden, bei der die Eigenheiten der Fließgewässer der Norddeutschen Tiefebene entsprechend berücksichtigt werden. Diese befinden sich unter Mitarbeit der Verfasser ebenfalls in Vorbereitung (vgl. Kap. 12).

Die Erkenntnisse einer modernen, an naturraumtypischen Leitbildern und der umgebenden Landschaft orientierten Fließgewässerlimnologie finden somit auch in dieser Hinsicht Eingang in die europäische und nationale Gesetzgebung.

Vor diesem Hintergrund stellten Auftraggeber und Auftragnehmer des genannten BMBF-Projektes gemeinsam folgenden Ziel- und Untersuchungskomplex für das Forschungsvorhaben auf:

1. Systematisierung der naturräumlichen Vielfalt der Fließgewässer Norddeutschlands, Erarbeitung regionalspezifischer Leitbilder auf der Maßstabebene der Bundesrepublik Deutschland.
2. Ausweisung von Fließgewässerlandschaften (sensu FORSCHUNGSGRUPPE FLIESSGEWÄSSER 1993, TIMM et al. 1995), die auch in der EU-WRRL als ‚sub-ecoregions‘ eine wichtige Gliederungsebene darstellen, als Bestandteil der Fließgewässertypologie Norddeutschlands.
3. Betrachtung der gesamten Norddeutschen Tiefebene als Untersuchungsraum. Unter Berücksichtigung der unterschiedlichen eiszeitlichen Prägung des Raumes wurden als Untersuchungsschwerpunkte die Bundesländer Nordrhein-Westfalen (altglaziale Prägung) und Mecklenburg-Vorpommern (jungglaziale Prägung) ausgewählt. Untersucht wurden in den Jahren 1996 bis 1998 ca. 40 möglichst gering beeinträchtigte Referenzgewässer; in Hinblick auf die Evaluation und Entwicklung von Bewertungsverfahren wurden zusätzlich unterschiedlich degradierte Gewässerabschnitte in das Untersuchungsprogramm aufgenommen. Die Untersuchungen sollten in beiden Bundesländern zeitlich synchron und methodisch vergleichbar durchgeführt werden, um eine spätere Zusammenführung und gemeinsame Auswertung aller Datensätze zu gewährleisten.
4. Neben den auf das eigentliche Fließgewässer bezogenen Untersuchungsteilen wurde ein Untersuchungsprogramm für das Gewässerumfeld (Aue, Talraum) erstellt, um erstmals in einem gewässertypologischen Forschungsvorhaben der im Tiefland besonders engen Verzahnung von Fließgewässern und terrestrischem Umfeld Rechnung zu tragen.
5. Je nach Fragestellungen wurden kontinuierliche, periodische oder exemplarische Untersuchungen zu folgenden Themenschwerpunkten durchgeführt (vgl. Tab. 1):
  - Bereich Gewässer: Aufnahme von physiographischen (morphologischen) Kenndaten zum Gerinnebett, Wasseranalysen, hydrologische und hydraulische Messungen, quantitative Aufsammlungen zur Indikatorgruppe Makrozoobenthos.
  - Bereich Umfeld: Aufnahme geomorphologischer Kenndaten zum Talraum, Kartierung der Böden, Vegetationsaufnahmen, quantitative Aufnahmen zu den Indikatorgruppen Köcherfliegen (Imagines), Schmetterlinge und Laufkäfer.
6. Bereits vorhandene oder in der Entwicklung befindliche Fließgewässertypologien der nördlichen Bundesländer sollten überprüft und möglichst integriert werden. Ein enger Austausch mit den zuständigen Fachleuten der Länder bestand während der gesamten Projektlaufzeit. Zugleich sollte die Fließgewässertypologie für das Nord-

deutsche Tiefland mit einer Zusammenstellung der „Biozönotisch relevanten Fließgewässertypen Deutschlands“ (SCHMEDTJE et al. 2001), die als Arbeitsgrundlage für die Umsetzung der EU-WRRL dient, abgestimmt werden.

7. Durchgeführt wurde das Projekt in Nordrhein-Westfalen von der Universität Essen, Institut für Ökologie, Abteilung Hydrobiologie, die zugleich Koordinator war, in Mecklenburg-Vorpommern von dem privatwirtschaftlichen Gutachter Fa. biota, Gesellschaft für ökologische Forschung und Beratung, Güstrow. In der Kombination einer staatlichen Forschungseinrichtung und einem privaten Gutachterbüro sollten zugleich der wissenschaftliche wie der anwendungsbezogene Anspruch gewährleistet werden.
8. Wissenschaftliche Mitarbeiter aus den beiden regionalen Projektgruppen wirkten parallel zum Forschungsvorhaben in einschlägigen nationalen Gremien der Normung und der wissenschaftlich-technischen Verbände mit, um einerseits die Erstellung von Richtlinien und Normen direkt mit Erkenntnissen aus dem laufenden Forschungsprojekt fachlich zu unterstützen (z. B. die Revision der DIN 38 410 Saprobienindex), andererseits die Erfahrungen und Vorschläge der in den Ausschüssen vertretenen Anwender bei der Projektdurchführung und -auswertung berücksichtigen zu können.
9. Die Projektbegleitung lag beim Projektträger Biologie, Energie, Umwelt (BEO) des Bundesministeriums für Bildung und Forschung, Berlin.

Auf den Raum der beiden beteiligten Bundesländer beschränkte, fließwassertypologische Ergebnisse wurden entweder bereits vor bzw. unmittelbar nach der Projektzeit publiziert (Nordrhein-Westfalen: MURL 1995, LUA 1999a, b, LUA 2001a, b) oder aber während des noch laufenden Projektes (Mecklenburg-Vorpommern: MEHL & THIELE 1998).

Zugunsten kam dem laufenden Projekt die Anbindung eines weiteren fließwassertypologischen Forschungsauftrages, die Erstellung von Leitbildern für die Fließgewässer Schleswig-Holsteins im Auftrag der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA), administrativ abgewickelt durch die Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e. V. (ATV-DVWK). Diese Studie wurde 1997 bis 1999 durch die Universität Essen in Verbindung mit dem Landesamt für Natur und Umwelt, Kiel, und ortsansässigen Gutachtern durchgeführt und bot die ideale Möglichkeit, die bisher gewonnenen Erkenntnisse an einem Bundesland zu überprüfen, das eine sowohl alt- als auch jungglaziale Prägung aufweist. Auch die Ergebnisse dieser Forschungsarbeit (LANU 2001) fließen in die vorgelegte Schrift ein.

In der hier vorgelegten Monographie zu den Fließgewässern Norddeutschlands bilden die Ergebnisse der genannten und früherer Forschungsprojekte der Autoren das Gerüst der Typologiebildung und Leitbildbeschreibung sowie die Grundlage der Evaluation von Bewertungsverfahren für Tieflandfließgewässer. Nur Teile der umfangreichen, in der fast vierjährigen Untersuchungsphase zusammengetragenen Datensätze (vgl. Tab. 1) können jedoch im Rahmen eines „Handbuches“ zur Darstellung kommen. Weitere bleiben wissenschaftlichen Einzelpublikationen vorbehalten, wie sie zu ausgewählten Themenkomplexen v. a. mit faunistischem Schwerpunkt bereits erschienen sind (z. B. POTTGIESSER et al. 1998a, b, THIELE 2000, THIELE & CÖSTER 1999, SOMMERHÄUSER et al. 1999, HENKEL 2000, POTTGIESSER & SOMMERHÄUSER 2000, SOMMERHÄUSER et al. 2000).

In den folgenden Kapiteln sollen zunächst die fachwissenschaftlichen Grundlagen zur Landschaftsgenese und -struktur Norddeutschlands, immer mit Blick auf die Herausbildung der Fließgewässertypen, vermittelt werden. In ausgewählten Beiträgen werden aktuelle Spezialthemen wie die Einflussnahme des Menschen auf die Gewässersituation, die Rolle des Bibers, die Bedeutung des „Sekundärsubstrates“ Totholz gerade in Tieflandbächen sowie das bisher noch völlig unzulänglich beschriebene Thema der Fischfauna in den Fließgewässertypen des Tieflandes behandelt. Vor diesem Hintergrund wird das Konzept einer mehrdimensionalen, d. h. die Physiographie wie die Prozesse zugrundeliegenden, ganzheitlichen Fließgewässertypologie für die Norddeutsche

Tiefenebene entwickelt. Das aus den abgeschlossenen Untersuchungen abgeleitete System in ihrer Zahl überschaubarer Fließgewässerlandschaften, Fließgewässertypen und Gewässerumfeldtypen wird zunächst im Überblick vorgestellt. Die Leitbildbeschreibungen der Fließgewässer- wie der Umfeldtypen werden dann detailliert in Form mehrseitiger Steckbriefe („Tableaus“) in ihren abiotischen und biotischen Charakteristika präsentiert, wobei aktuelle Anforderungen an die Leitbildelemente wie die Kategorien der EU-Wasser-Rahmenrichtlinie oder die Ausweisung von Leitarten und Begleitern Berücksichtigung finden.

Besondere Bedeutung kommt den Fließgewässer-Prozesstypen zu: Die wesentlichen, in Hinblick auf ihr hydrologisches Regime sowie den marinen Einfluss differenzierbaren Typusausprägungen werden mit Darstellung der zugrundeliegenden Prozesse und deren biozönotischen Effekten unterschieden und ihre Bedeutung für eine ganzheitliche Fließgewässertypologie herausgestellt.

Zur leichteren Identifizierung und Abgrenzung der Typen wird ein Bestimmungsteil für die Fließgewässertypen des Norddeutschen Tieflandes vorgestellt. Aufbauend auf der vorgelegten Typologie werden bestehende Konzepte der Fließgewässerbewertung in ihrer Eignung für das Tiefland geprüft und Ansätze für neue Verfahren entwickelt. Unter Berücksichtigung der spezifischen Charakteristika der einzelnen Typen werden ihre heutige Gefährdungssituation diskutiert und mögliche Maßnahmen zu ihrem Schutz und ihrer Wiederherstellung vorgeschlagen.

Tab. 1.1: Übersicht über die Anzahl der untersuchten Gewässer, Untersuchungsfrequenzen und –methoden in den drei Teil-Untersuchungsräumen Nordrhein-Westfalen, Schleswig-Holstein und Mecklenburg-Vorpommern mit Angaben der ermittelten Arten- und Individuenzahlen der verschiedenen Indikatorgruppen (zu den Untersuchungsmethoden vgl. Ergebniskapitel).

	Nordrhein-Westfalen	Mecklenburg-Vorpommern	Schleswig-Holstein
Untersuchte naturnahe Referenzgewässer [n]	11	17	9
Untersuchte degradierte Gewässer [n]	6	6	3
<b>Untersuchungsprogramm 1996-98</b>			
Gewässermorphologie	Erhebungsbögen in Anlehnung an Strukturgütekartierung		
Gefälle, Talform	Rundum-Laser	-	n. d.
Hydraulik	FST-Hemisphären*	-	FST-Hemisphären*
Wasseranalytik, ca. 16 Parameter	DEV, 8-mal	2-8-mal	DEV, 3-mal jährlich
Makrozoobenthos	Shovelsampler (quantitativ), 8-mal	Handnetz (teils Shovelsampler) (halbquantitativ)	Handnetz (halbquantitativ)**
Vegetation des Umfeldes	Transecte	Transecte	n. d.
Laufkäfer	Barberfallen im Transect und uferparallel	Barberfallen im Transect und uferparallel	n. d.
Schmetterlinge	Lichtfalle (2-mal monatl.), Malaisefalle (monatl., 14-tägige Standzeit) (quantitative Auswertung)	Lichtfalle sporadisch (halbquantitative Auswertung)	n. d.
Köcherfliegen (Imagines)	Licht-, Malaise-falle (quantitativ)	Lichtfalle (qualitativ, halbquantitativ)	n. d.

\* STATZNER & MÜLLER (1989)

\*\* Daten wurden überlassen von LANU SH

n.d. = nicht durchgeführt in diesem Vorhaben

Aus technischen Gründen bleibt diese Seite leer

## 2 Die Landschafts- und Flussgeschichte des Norddeutschen Tieflandes<sup>1)</sup>

### 2.1 Die Entstehung des Norddeutschen Tieflandes – Ein landschafts-genetischer Rückblick

Das Norddeutsche Tiefland ist – zusammen mit der Niederländischen Tiefebene, Dänemark, Südschweden und einem Großteil Polens – Bestandteil des limnogeographischen Großraumes „Zentrales Tiefland“ (ILLIES 1978, EU-WRRL 2000). Dieses wird im Westen vom flandrischen und französischen Flachland und im Osten von der Baltischen Provinz flankiert. Die Küstenlinien der südlichen Nord- und Ostsee und die Staatsgrenzen zu Belgien, den Niederlanden, Dänemark und Polen (wobei sich in den Grenzbereichen der Landschaftscharakter nicht ändert) bilden für das Norddeutsche Tiefland einen klaren Rahmen. Die südliche Abgrenzung ist durch den Fuß der Mittelgebirge definiert, wobei diese Linie aufgrund der weit nach Süden reichenden Niederrheinischen und Kölner Bucht, der Münsterländer (Westfälischen) Bucht und der Leipziger Bucht sehr gewunden ist (s. Abb. auf Vorsatzblatt). Im westlichen Abschnitt ist der jeweilige Gebirgsfuß eindeutig festzulegen, im Osten, etwa bei dem allmählich ansteigenden Erzgebirge, hilft die Vereinbarung, dass das Norddeutsche Tiefland höchstens eine Höhe von 200 m über dem Meer hat (der Fläming mit maximal 201 m ist eine Ausnahmerecheinung).

Das Norddeutsche Tiefland ist keineswegs nur eine ebene Fläche. Die Landschaft ist in Teilbereichen wellig bis hügelig mit kleinräumig auch steilen Hängen. Dennoch ist die Reliefenergie insgesamt deutlich geringer als in Süddeutschland, was für das Fließverhalten der Bäche und Flüsse von Bedeutung ist.

Blickt man auf eine geologische Deutschlandkarte, so hebt sich der nördliche Bereich als recht einheitlich gegenüber den „bunten“ mittleren und südlichen Be-

reichen ab. Das Norddeutsche Tiefland zeigt nur eine Signatur: Quartär. Es wurde also durch die Eiszeiten geprägt; das betrifft nicht nur die Oberflächengestalt, sondern auch das anstehende Material – erdgeschichtlich junge, pleistozäne Ablagerungen, welche die älteren Schichten fast überall mit einer mehr oder weniger mächtigen Decke überlagern. Hingegen ragen in den südlich anschließenden Landschaften Gebirgsrumpfe des Variszikums neben unterschiedlich abgetragenen und tektonisch verstellten Schichtfolgen des Mesozoikums und Känozoikums oft bis an die Oberfläche. Die geomorphologischen Prozesse des Quartärs, die das Erscheinungsbild des Norddeutschen Tieflandes geprägt haben, werden im Folgenden näher besprochen. Zuvor soll hier noch ein kurzer Blick auf die präquartäre Erdgeschichte geworfen werden, da es bei bestimmten Fließgewässertypen nicht ohne Belang ist, welche wasserlöslichen Stoffe aus dem Untergrund – natürlich oder anthropogen bedingt – in die Oberflächengewässer gelangen.

#### 2.1.1 Das Norddeutsche Tiefland vor den Eiszeiten (präquartäre Geschichte)

Unter der quartären Abdeckung lassen sich durch Tiefbohrungen Ablagerungen aus allen Erdzeitaltern nachweisen (Abb. 2.1). Diese Schichten sind unterschiedlich mächtig, was die Wirkungsdauer der zugrundeliegenden Prozesse (z.B. Kalksedimentation in einem marinen Milieu), aber auch teilweise Abtragungen widerspiegelt. Sie können ferner im Verlaufe vieler Jahrmillionen durch tektonische Ereignisse verstellt und abgesunken sein; so streicht das im südlichen Ruhrgebiet anstehende flözführende Oberkarbon bis weit unter die Nordsee, ist dort allerdings erst in 2000 – 3000 Metern Tiefe anzutreffen. Schließlich

<sup>1)</sup> Dieses Kapitel resümiert im wesentlichen aktuelles Lehrbuchwissen, dessen Quellen am Schluss aufgeführt sind. Daher werden nur in begründeten Einzelfällen Literaturzitate im Text genannt.

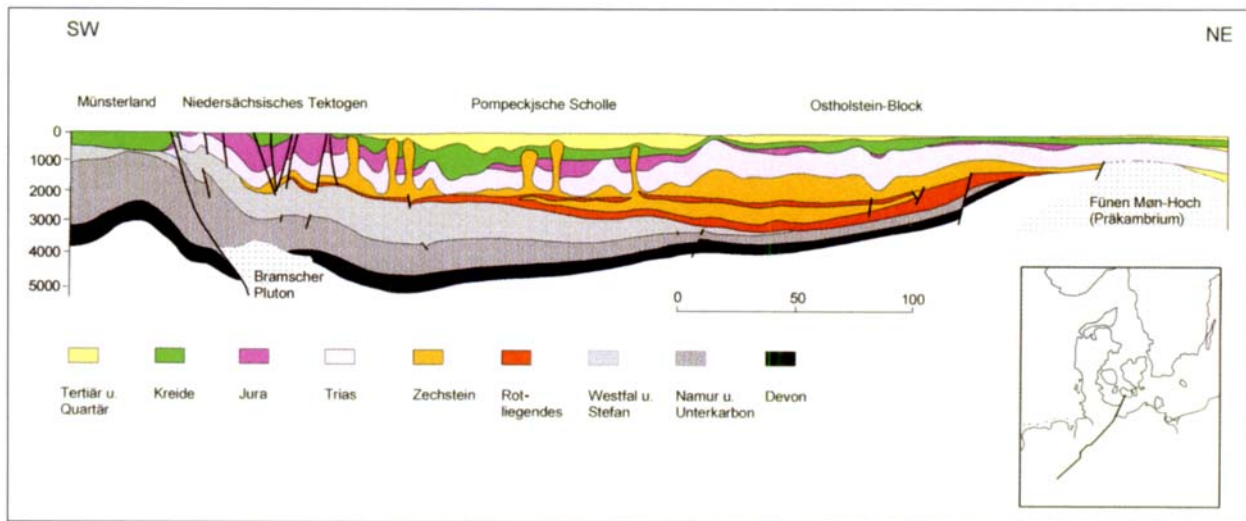


Abb. 2.1: Schematisierter geologischer Schnitt durch die Norddeutsche Senke (nach WALTER 1992), Maßstab in km.

können unterschiedliche Auflasten Salzablagerungen plastisch verformen und diese domartig als Salzstöcke aufquellen lassen. Die im Untergrund der Norddeutschen Senke zahlreich anzutreffenden Salzstöcke und Salzkissen sind Sedimente des jüngeren Zechsteinmeeres (Perm); die strukturbildenden Salzwanderungen erfolgten bereits während der jüngeren Trias- und Jurazeit und hielten bis zum späten Tertiär an (WALTER 1992). Ein prominentes Beispiel einer salzstockbedingten Aufwölbung ist Helgoland; hier wurden besonders im mittleren Tertiär die über dem Zechsteinsalz liegenden mesozoischen Schichten beulenartig angehoben, dann teilweise verwittert, von Gletschern der Elster- und Saaleiszeit (s.u.) überfahren und während des Holozäns vom Meer abradiert.

Kalkhaltige Ablagerungen entstehen während mariner Bedingungen. Der norddeutsche Raum war wiederholt und anhaltend von Meeren bedeckt, während die südlich anschließende Mittelgebirgsregion seit der variskischen Auffaltung im Devon regional als mehr oder weniger großer Festlandsockel herausragte. Seither dauern hier Abtragungsprozesse an und liefern Material in die nördlich vorgelagerte Senke. Eine besonders lange und ergiebige Sedimentationsphase stellt mit ca. 65 Mio. Jahren die Kreidezeit dar. Dieses Zeitalter ist durch einen Meereshöchststand gekennzeichnet. Zwischen den skandinavisch-baltischen Landmassen im Norden und den variskischen, inselartig aufragenden Massiven im Süden erstreckte sich das Kreidemeer, gegliedert in viele Buch-

ten, Flachmeerbereiche und auch brackig bis fluviatil geprägte Küstenzonen. So stellt das Elbsandsteingebirge die bis zu 400 m mächtigen Ablagerungen in einem Meeresarm dar. Die besonders homogenen Kalkschlämme (Schreibkreide) der späten Kreidezeit kennzeichnen die maximal ausgedehnten Flachmeerbuchten des Meereshöchststandes. Trotz der relativ leichten Erodierbarkeit der Kreideablagerungen stehen diese mancherorts unmittelbar an (z.B. Beckumer Berge im Kernmünsterland, Jasmund auf Rügen); dieser Umstand bezeugt sowohl die außerordentliche Mächtigkeit der Schichten als auch spätere tektonische Hebung.

Während des Tertiärs wurde die Norddeutsche Senke wiederholt vom Meer überdeckt. Die Auffaltung der Alpen ist gemeinhin das dramatischste erdgeschichtliche Ereignis des Tertiärs (hauptsächlich der Perioden Eozän und Oligozän) in Mitteleuropa. Zu seinen tektonischen Auswirkungen gehören aber auch Grabenbrüche, wie z.B. die Einsenkung des Oberrheingrabens (z.B. WALTER 1992, GRABERT 1998). Der norddeutsche Raum wurde allerdings nur durch tektonische Randeffekte betroffen. Bedeutender war hier die Einsenkung des Nordseebeckens (im Zusammenhang mit der endgültigen Öffnung des Nordatlantiks zwischen Grönland und Norwegen). Der zu Ende der Kreidezeit trockengefallene Raum wurde im Paläozän wieder von einem Flachmeer überdeckt, welches sich über das heutige Nordrhein-Westfalen erstreckte. Seine tonigen Ablagerungen stehen heute lokal in den Bachbetten an. Die weiter

östlich gelegene Region blieb hingegen ein flachwelliges Festland. Eine erneute Absenkung im Oligozän, die auch den Einbruch der Niederrheinischen Bucht mit sich brachte, erlaubte weitgreifende Meeresvorstöße – jetzt auch von Süden (Tethys) über den Oberrheingraben (GRABERT 1998). Die flachen Küstenbereiche dieses Meeres wanderten auch im folgenden Miozän vor und zurück. In den Lagunen und küstennahen Seen entwickelten sich üppige Sumpfwälder und Moore. Die hier akkumulierten Biomassen wurden unter Luftabschluß konserviert und von marinen wie auch fluviatilen Sedimenten überdeckt. Heute werden sie als Braunkohle in der Niederrheinischen Bucht ebenso wie im Leipziger und Lausitzer Becken abgebaut. Wasser, welches aus diesen Tagebauen abgepumpt wird, sowie Abflüsse von dem aufgeschichteten Haldenmaterial sind durch eine außerordentlich hohe Leitfähigkeit, beträchtlichen Salzgehalt und niedrigen pH-Wert gekennzeichnet. Der Salzanteil stammt aus den marinen Überdeckungen; der Schwefelsäuregehalt beruht auf dem einst von den Organismen festgelegten Schwefel, der als Pyrit überliefert und jetzt unter Lufteinfluß zu Sulfat oxidiert ist. Prinzipiell gleiche Eigenschaften haben auch die „Sümpfungswässer“ aus den Steinkohlebergwerken und deren Haldenabflüsse.

Während der Endphase des Tertiärs, des Pliozäns, wurde der Norddeutsche Raum nicht mehr vom Meer bedeckt – von einem marinen Vorstoß abgesehen, der ungefähr bis in das Gebiet der unteren Ems bzw. Hamburg reichte. Die in diesem Zeitraum abgelagerten Sedimente sind durchwegs fluviatil und ha-

ben lange Transportstrecken hinter sich. Das Relief dieser Landschaft war weitgehend ausgeglichen mit weitflächigen Rumpfebenen und flachmuldigen Tälern. Das in den vorangegangenen Perioden ausgeprägt tropische Klima hatte für eine tiefreichende chemische Verwitterung der tertiären Sedimente gesorgt. Die nur gering eingetieften Flußsysteme hatten ihren Ursprung in den Grundgebirgen zwischen Mittelschweden und der baltischen Region. Dieser „baltische Hauptstrom“ war nach Südwesten gerichtet, er verlief – wie anhand von schwedischen Flußgeröllen zu rekonstruieren ist – südöstlich der Insel Rügen entlang des heutigen Elbetales weiter nach Westen bis in die Niederlande (BRAMER 1991). Die Ostsee als nacheiszeitliche Bildung existierte damals noch nicht. Auch die aus dem zentralen mitteleuropäischen Raum kommenden Flüsse, die Ur-Oder, Ur-Elbe und Ur-Weser, haben ihre Abflußbasis in diesem Hauptstrom gefunden.

Rhein und Maas hatten bereits ungefähr das gleiche Mündungsgebiet wie heute (Abb. 2.2). Der Rhein entwässerte allerdings bis ins jüngere Pliozän nur die Bereiche des heutigen Mittel- und Niederrheins; erst im jüngsten Pliozän konnte die Aare (zuvor ein Zufluß der Rhône) nach Hebungen des Untergrundes die Wasserscheide am Kaiserstuhl (südlicher Oberrheingraben) überwinden und Anschluß an das nördliche Rheinsystem finden. Die Vergrößerung des Einzugsgebietes um die wasserreichen Alpen verdoppelte nahezu die jährliche Abflussmenge des Rheins und erhöhte den Geschiebetrieb beträchtlich.



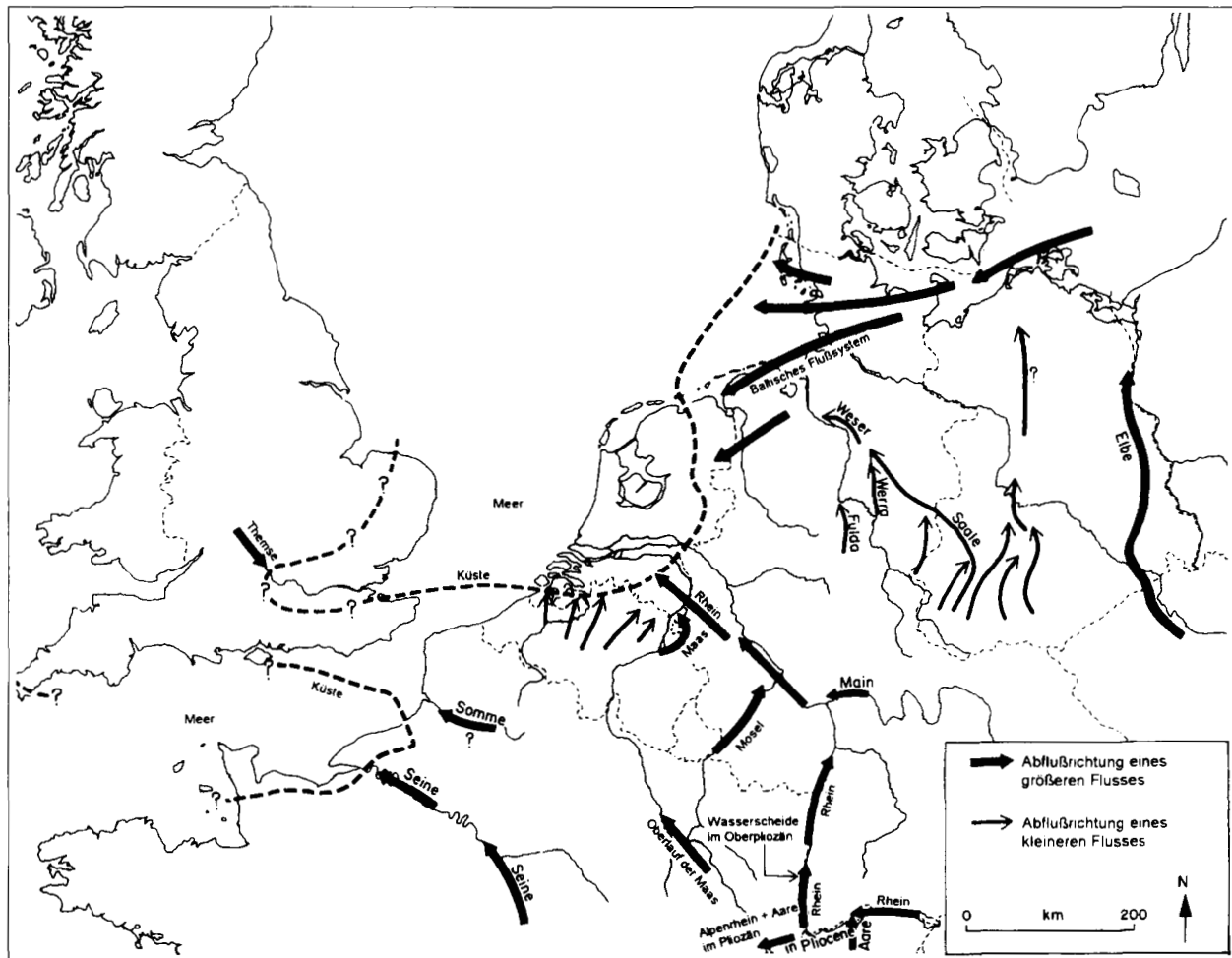


Abb. 2.2: Abflusssysteme im Nordwestdeutschen Raum während der Wende Pliozän-Pleistozän. Die Ostsee existiert noch nicht. Weser und Elbe sind Nebenflüsse des baltischen Flusssystem. Vermutete Nordseeküste gestrichelt (aus EHLERS 1994).

### 2.1.2 Die Eiszeiten formen das Land

Das Quartär ist das einzige Erdzeitalter, welches klimatisch begründet wird. Anders als bei anderen Epochen, die durch klare Schichtgrenzen gekennzeichnet sind, verlief die Faunen- und Florenabfolge während des Überganges vom Tertiär (Pliozän) zum Quartär fließend. Daher wurden erdmagnetische Daten herangezogen, um den Beginn des Quartärs festzulegen: 2,4 Mio Jahre vor heute. Mit dem Quartär begann ein kühler Klimaabschnitt der Erdgeschichte, ein Eiszeitalter (icehouse-climate), wie es solche schon früher (z.B. Ordovizium, Oberkarbon/Perm) gegeben hat – ebenso wie Warmzeitalter (greenhouse-climate), zuletzt im Eozän oder zuvor während der Kreidezeit.

Das gegenwärtige Eiszeitalter gliedert sich in das Pleistozän und das Holozän; letzteres umfaßt die letzten zehntausend Jahre. Bezüglich Zeitdimension und Temperaturverlauf entspricht das Holozän vergangenen Warmphasen des Pleistozäns, die als Zwischeneiszeiten (Interglaziale) von wenig mehr als zehntausend Jahren Dauer Kaltzeiten (Glaziale) von jeweils ein- bis mehreren hunderttausend Jahren unterbrochen haben.

Perioden weiträumiger Vergletscherungen in Europa, die von Skandinavien im Norden und den Alpen im Süden ihren Ausgang genommen hatten, sind seit ca. hundert Jahren als Elster-, Saale- und Weichseleiszeit bekannt; die üblichen Entsprechungen im Alpenraum sind Mindel-, Riss- und Würmeiszeit (außerdem zeitlich davor: Günzeiszeit). Die Holstein-

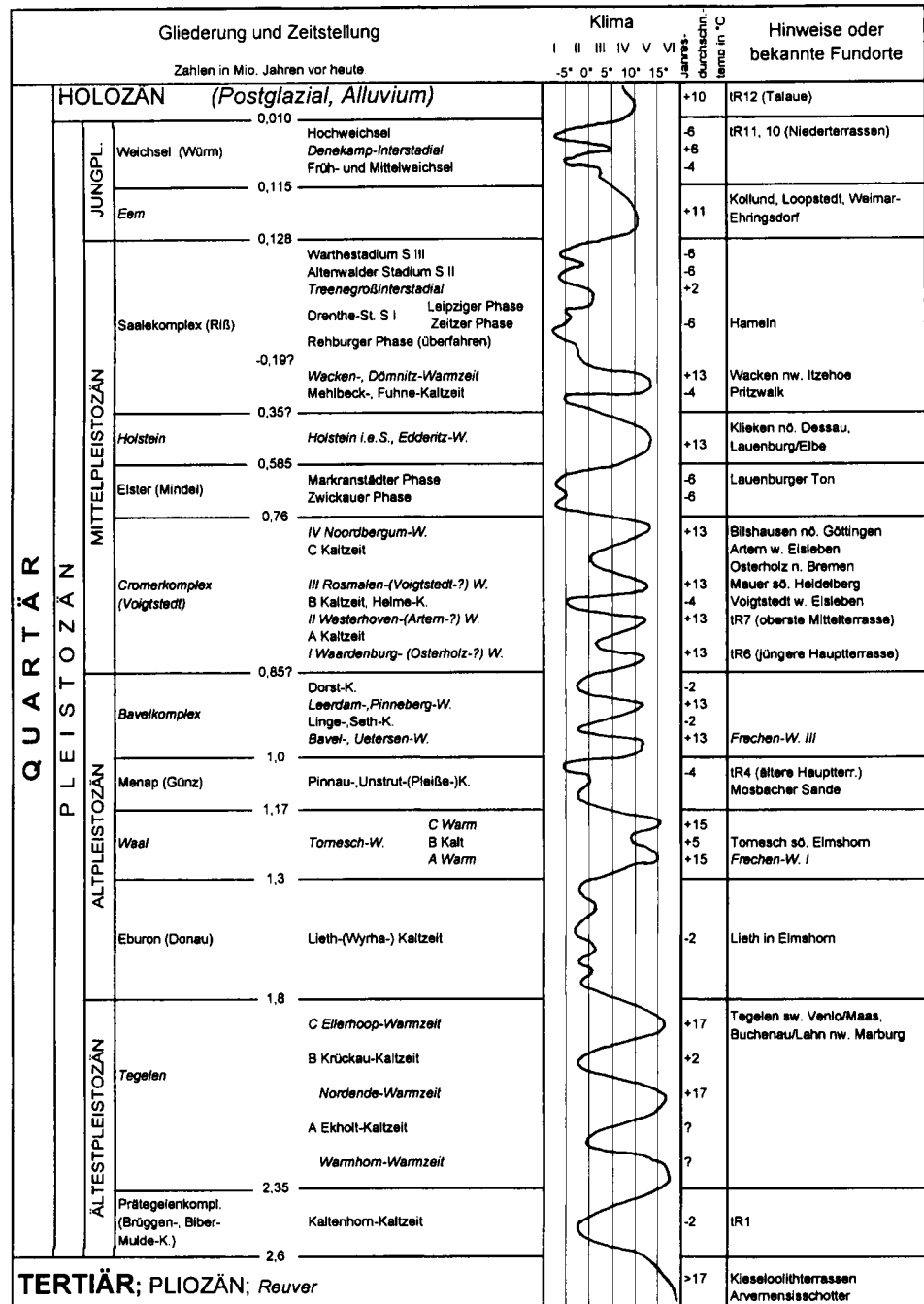


Abb. 2.3: Gliederung des Quartärs (verändert nach LIEDTKE & MARCINEK 1995). Bezeichnungen von Zwischeneiszeiten und Interstadialen sind kursiv gedruckt. Die Klimakurve zeigt die Jahresmitteltemperaturen. Die römischen Ziffern bedeuten: I. Frostschutttundra, II. Strauchtundra, III. Birken-Kiefernwald, IV. kühl-gemäßigte Waldvegetation, V. warm-gemäßigte Waldvegetation, VI. mediterrane Vegetation. Die Abkürzungen tR1 ff. bedeuten: pleistozäne Terrasse des Rheins, erste Terrasse von oben unterhalb der des Pliozän. Die Datierungen dieser Tabelle weichen z.T. von den Angaben im Text ab, was u.a. Unsicherheiten bei den Datierungsmethoden und stratigraphischen Verknüpfungen sowie auch unterschiedliche Interpretationen von Autoren widerspiegelt. Die Gliederung des Holozäns findet sich in Abb. 2.6.

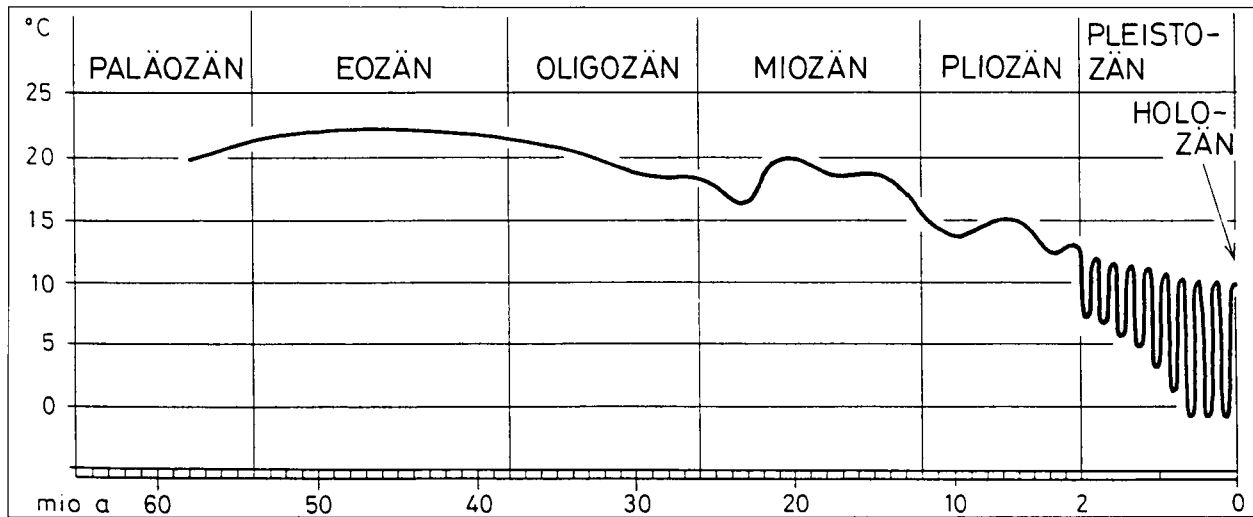


Abb. 2.4: Klimaschwankungen im Tertiär und Quartär. Generalisierte Kurve der Jahresmitteltemperaturen für West- und Mitteleuropa. Beachte die Dehnung des Zeitmaßstabes ab Miozän (nach LANG, 1994).

und Eem-Zwischeneiszeit sowie das gegenwärtige Holozän kennzeichnen die jeweils warmen Klimaanschläge nach den oben genannten Kaltzeiten. Diese weitverbreitete Vorstellung ist allerdings stark vereinfacht und wird dem tatsächlichen dynamischen Geschehen nicht gerecht. Im Altpleistozän gab es schon ein Folge von Glazialen und Interglazialen; ihre Spuren sind allerdings nicht so eindeutig zu differenzieren wie die der jüngeren Kaltzeiten. Außerdem „klappte“ die Temperaturkurve nicht einfach von der warmen zur kalten Seite und zurück, sondern sie oszillierte vielmehr während der Kaltzeiten in relativ engen Zeitspannen: so umfasst ein Glazial mehrere kalte Phasen (Stadiale) und weniger kalte Interstadiale (Abb. 2.3). Das bedeutete nicht nur eine stetige Veränderung der Eismassen und ihrer Randlagen, sondern auch entsprechend dynamische Geschehen bei Schmelzwasserabflüssen, Sediment- und Geröllverlagerungen sowie Vegetationsveränderungen.

Eine globale schleichende Veränderung des Klimas erfolgte seit dem jüngeren Tertiär im Zusammenhang mit der immensen Akkumulation des Antarktischen Inlandeises und der Abkühlung der Weltmeere (Abb. 2.4). Im frühen Pleistozän hatten sich zwar schon dicke Eiskappen in Skandinavien aufgebaut, aber es kam noch nicht zu einer Vergletscherung des norddeutschen Raumes. Hier lassen nur entsprechende Vegetationsspuren auf – relativ „milde“ – Kälteperioden (sechs bis neun an der Zahl) schließen, die durch Warmzeiten unterbrochen waren. Letztere sind – mit

abnehmender Tendenz – durch tertiäre Florenrelikte charakterisiert.

Der erste gesicherte Gletschervorstoß aus dem Norden, der weit nach Deutschland hereinreichte, war das Elstereis (die Eiszeiten werden nach Flüssen, die geographische Randlagen kennzeichnen, benannt). Eine absolute Datierung der Elstereiszeit ist recht unsicher und schwankt zwischen 760 000–585 000 (LIEDTKE & MARCINEK 1995) und 400 000–260 000 (WALTER 1992) Jahren vor heute. Die Gletscherrandlagen reichten östlich von Paderborn von allen Eisvorstößen am weitesten nach Süden – während der „Zwickauer Phase“ bis zum Elbsandsteingebirge. Die im Leipziger Raum schon Anfang des zwanzigsten Jahrhunderts eindeutig identifizierten Ablagerungen führten daher auch zu den namensgebenden Bezeichnungen Elster- und Saaleeiszeit. Im westlichen norddeutschen Tiefland verlief die Eisgrenze über Osnabrück nach dem niederländischen Drenthe und reichte demnach nicht so weit wie die der folgenden Saaleeiszeit. Die während der Elstereiszeit gebildeten Geländeformen wurden durch die späteren Eisvorstöße wieder verwischt. Ein bemerkenswertes Relikt sind jedoch die Tiefrinnen – mit Sand und Kies erfüllte langgestreckte Hohlformen, die bis zu 300 Meter unter das heutige Meeresspiegelniveau reichen. Vermutlich waren es Schmelzwasserabflußrinnen unter den Elstergletschern, die noch während der Elsterkaltzeit wieder verfüllt wurden. Heute sind sie wichtige Grundwasserspeicher. Am

Niederrhein erreichte die elsterzeitliche Eintiefung die tiefste Erosionsmarke in der gesamten Geschichte des Rheins, dies gilt auch für die Elbe oberhalb von Dresden (THOME 1998).

Die anschließende Holstein-Warmzeit dauerte wahrscheinlich nicht länger als 15 000 Jahre (STREIF 1999). In dieser Zeit hatte sich das Eis bis nach Mitteleuropa zurückgezogen. Eine deutliche Abkühlung mit Bildung von Permafrost (Fuhnekaltzeit?) wird heute als Endphase der Holsteinzeit angesehen. Der folgende Saale-Komplex von ca. 170 000 Jahren Dauer setzte mit einem kurzen Interglazial (Wackenwarmzeit) ein. Die Saalekaltzeit im engeren Sinne begann in Norddeutschland mit einer längeren eisfreien Periode. Dann kam es aber zu mächtigen Gletschervorstößen nach Süden und zwar in drei Stadien, wobei das ältere Drenthe-Stadium in Nordwestdeutschland die weitest vorgeschobenen Endmoränen ablagerte und das jüngere Warthe-Stadium von ganz Schleswig-Holstein über die Lüneburger Heide (Wilseder Berg = Endmoräne) und den Fläming bis nördlich von Breslau reichte. In Nordrhein-Westfalen überfuhren die Gletscher des Drenthe-Stadiums den Teutoburger Wald und das Münsterland. Sie erreichten vor ca. 200 000 Jahren mit mehreren Loben die niederrheinische Bucht bei Düsseldorf, Xanten und Kleve, wo sie teils mächtige Endmoränen ablagerten, die noch heute markant aus der flachen Niederrhein-Landschaft aufragen. Der Rhein und die anderen nach Norden entwässernden Flüsse wurden nach Westen abgelenkt (Abb. 2.5). Es wird diskutiert, dass Dümmer und Steinhuder Meer die verbliebenen Reste von Gletscherausschürfungen aus jener Zeit seien.

Die Eem-Warmzeit dauerte nach LIEDTKE & MARCINEK (1995) von 128 000 bis 115 000 vor heute (nach Berichtigung von Tiefseesedimentdatierungen kommt THOME (2000) auf ein Alter von nur ca. 80 000 Jahren vor heute); dieses Interglazial war etwas wärmer und niederschlagsreicher als die Jetztzeit. Vor allem mildere Winter sind zu erschließen aus der weit nach Osten reichenden Verbreitung der Stechpalme (*Ilex*), des Buchsbaumes (*Buxus*) und des Königsfarnes (*Osmunda*). Die Ähnlichkeit zum Holozän prädestiniert Eem-Untersuchungen als Modellstudien der künftigen Klimaentwicklung.

Während der Weichselkaltzeit gelangte zum letzten Mal Gletschereis skandinavischer Ursprungs nach Norddeutschland. Infolge von Wärmeschwan-

kungen während der ersten Kaltzeitaltschnitte bildete sich eine geschlossene Eisdecke im norddeutschen Raum erst spät aus, nämlich im Zeitraum 25 000 bis 12 000 vor heute und zwar vom östlichen Schleswig-Holstein über weite Teile Mecklenburgs bis nach Brandenburg. Die Elbe wurde von den mehrfach und in Staffeln vorrückenden Gletschern (nach klassischer Auffassung Brandenburger und Pommersches Stadium – manche Autoren rechnen die Frankfurter Phase als Teil des Brandenburger Stadiums) nicht mehr überquert (Abb. 2.5).

Das anschließende Holozän setzte mit einem raschen Temperaturanstieg ein (Abb. 2.6). Dieser ist am Umschlag der Artenzusammensetzung von planktischen Diatomeen (deren Kieselsäurepanzer jahresschichtweise am Boden von Seen konserviert sind) recht genau zu verfolgen. Für den Hämelsee bei Hannover ist der Wechsel von einem Kaltwasser-Phytoplankton hin zu einer Artengemeinschaft, die für sommerwarme Gewässer typisch ist, auf den Zeitpunkt 11 575 vor heute datiert (MERKT & MÜLLER 1999). Pollenanalytische Methoden geben – naturbedingt – einen solchen Temperaturwechsel zeitlich verzögert und gedehnt wieder, da es Jahrzehnte dauert, bis Birke, Kiefer und andere windblütige Bäume nach ihrer Einwanderung in ein Gebiet dort soviel Pollen produzieren, dass die Menge in Moor- oder Seeablagerungen bemerkbar ist. Auf der Basis pollenanalytischer und weiterer vegetationskundlicher Erhebungen erfolgte der Übergang vom späten Pleistozän zum Holozän zunächst über eine baumlose, schütter mit annuellen Pflanzen sowie Zwergsträuchern bestandene Tundra (älteste Tundrenzeit und Bölling) hin zu einem lockeren, noch kältetoleranten Kiefern- und Birkenwald (Alleröd) mit einem „Tundren-Rückschlag“ in der jüngeren Dryas. Der o.g. Zeitpunkt des Planktonumschlages zu wärmeliebenderen Arten fällt in das frühe Boreal, welches vor allem durch das Hinzutreten der Haselnuss gekennzeichnet ist. Das folgende Atlantikum war wärmer als die heutige Zeit und durch Mischwälder mit hohem Ulmen- und Lindenanteil gekennzeichnet. Seit 5 200 vor heute setzte wieder eine leichte Abkühlung ein und seither dominieren neben Fichte und Tanne Buchen- und Eichenwälder.

Mit dem Rückzug der Gletscher kam es zu einem Meeresspiegelanstieg: im Bereich der Nordsee von einem Niveau von ca. – 110 Meter zunächst langsam, dann relativ rasch zum heutigen Meeresstand, der et-

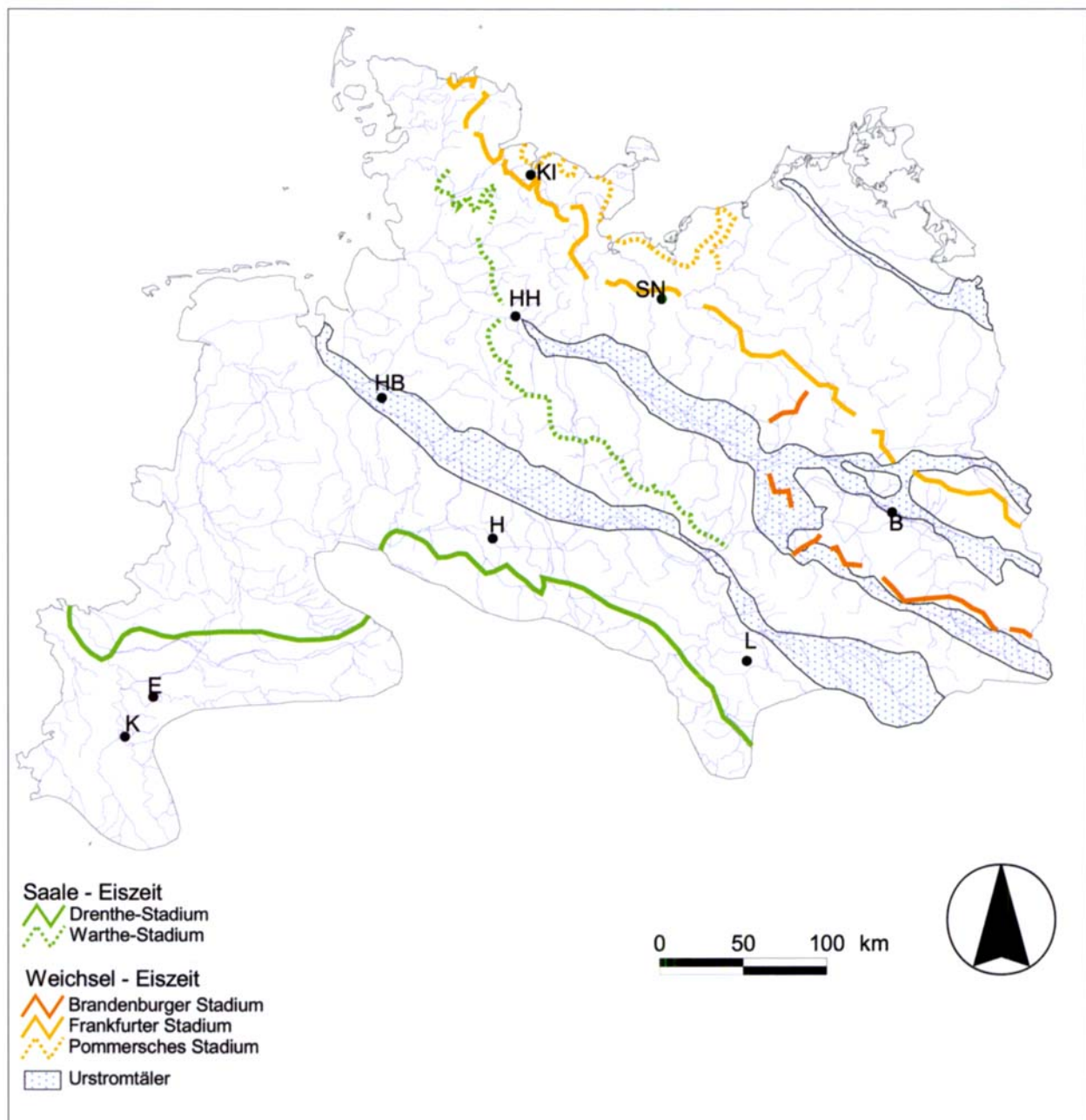


Abb. 2.5: Eisrandlagen der Elster-, Saale- und Weichsel-Eiszeit sowie Lage der Urstromtäler – von Südwest nach Nordost I: Breslau–Bremer Urstromtal, Elbe-Urstromtal mit seinen Aufgliederungen II: Glogau-Baruther Urstromtal, Warschau-Berliner Urstromtal, Thorn-Eberswalder Urstromtal, Pommersches Urstromtal (verändert nach LIEDTKE & MARCINEK 1995).

wa 5 000 Jahre vor heute erreicht wurde. Die heutige Ostsee stellte sich nach dem Abschmelzen der Gletscher zunächst (d. h. vor ca. 10 000 Jahren) als ein großer Schmelzwassersee (baltischer Eissee) dar, der mehrere von den Gletschern ausgeschürfte Becken überflutet hatte. Sein Seespiegel lag über dem Mee-

resniveau; die Darßer Schwelle bildete den Westrand und die Überlaufkante des Eissee. Ein kompliziertes Wechselspiel von eustatischem Meeresspiegelanstieg der Nordsee und isostatischer Landhebung erlaubte und verschloß im Bereich der dänischen Inseln wiederholt die Verbindung mit dem Meer, so dass die Ostsee