

Kanusport und Naturschutz - Forschungsbericht über die Auswirkungen des Kanusports an Fließgewässern in NRW



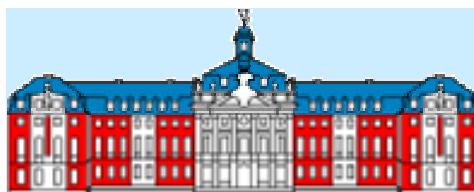
von

H. Mattes¹ & E. I. Meyer²

Mitarbeiter:

C. Artmeyer¹, C. Göcking¹, M. Krismann² & O. Niepagenkemper²

Münster, März 2001



¹Institut für Landschaftsökologie der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster

²Institut für Spezielle Zoologie, Abt. f. Limnologie der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster

Forschungsprojekt „ Kanusport und Naturschutz“ im Auftrag

- € des Ministeriums für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft des Landes NRW
- € des Ministeriums für Arbeit, Soziales und Stadtentwicklung, Kultur und Sport des Landes NRW
- € der Landesanstalt für Ökologie, Bodenordnung und Forsten / Landesamt für Agrarordnung
- € des Deutschen Kanu-Verbandes e.V.
- € des Kanu-Verbandes NRW e.V.

Titelfoto: Kleine Wese unterhalb der Havichhorster Mühle (Münster) mit Eisvogel-Brutplatz

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	1
2 Einführung in die Störungsökologie	2
3 Untersuchungsgewässer	5
3.1 Auswahl der Untersuchungsgewässer	5
3.2 Lage der Untersuchungsgewässer	5
3.3 Allgemeine Charakteristik der Untersuchungsgewässer	5
3.3.1 Limnologische Untersuchungsabschnitte	7
3.3.2 Fischereibiologische Untersuchungsabschnitte	10
3.3.2.1 Eltingmühlenbach	10
3.3.2.2 Ems	11
3.3.2.3 Lippe	12
3.3.2.4 Werse	12
3.3.3 Ornithologische Untersuchungsabschnitte	13
4 Methoden	15
4.1 Befahrensintensität	15
4.2 Erfassung der Gewässerstrukturen	15
4.2.1 Gewässerstrukturkartierung an den limnologischen Probestellen	15
4.2.2 Gewässerstrukturkartierung an den ornithologischen Untersuchungsabschnitten	16
4.3 Limnologische Untersuchungen	16
4.3.1 Chemisch- physikalische Messungen	16
4.3.2 Allgemeine Zusammensetzung der Benthosfauna	16
4.3.3 Die Benthosfauna an Ein- und Aussatzstellen für Kanuten	17
4.3.4 Driftmessungen an Ein- und Aussatzstellen für Kanuten	18
4.3.5 Abfiltrierbare Stoffe und Abdampfrückstand (Schwebstoffe)	20
4.3.6 Auswertung der limnologischen Untersuchungen	21
4.3.7 Fischereibiologische Untersuchungen	23
4.4 Ornithologische Untersuchungen	24
4.4.1 Brutvogeluntersuchung	24
4.4.1.1 Auswahl der Arten und der Untersuchungsgewässer	24
4.4.1.2 Erfassung der Brutpaare und Kontrolle des Bruterfolges	24
4.4.1.3 Verhaltensbeobachtungen/Experimentelle Kanufahrten	26
4.4.1.4 Erfassung der Fütterungsfrequenzen	28
4.4.2 Wintervogelbeobachtungen	30
4.4.2.1 Quantitative Erfassung der Wasservögel	30
4.4.2.2 Verhaltensbeobachtungen/Experimentelle Kanufahrten	31
4.4.3 Auswertungsmethoden	31
5 Ergebnisse	34
5.1 Befahrensintensität und -regelungen	34
5.2 Erfassung der Gewässerstrukturen	38
5.2.1 Gewässerstrukturkartierung an den limnologischen Probestellen	38

5.2.2 Gewässerstrukturkartierung an den ornithologischen Untersuchungsabschnitten	39
5.3 Limnologische Untersuchungen	46
5.3.1 Physikalische Messungen	46
5.3.2 Allgemeine Zusammensetzung der Benthosfauna	47
5.3.3 Benthosfauna an Ein- und Aussatzstellen für Kanuten	66
5.3.4 Driftmessungen an Ein- und Aussatzstellen für Kanuten	71
5.3.5 Abfiltrierbare Stoffe und Abdampfrückstand (Schwebstoffe)	102
5.3.6 Vergleich der fünf Untersuchungsgewässer	110
5.3.7 Fischereibiologische Untersuchungen	113
5.3.7.1 Eltingmühlenbach	113
5.3.7.2 Ems	114
5.3.7.3 Lippe	115
5.3.7.4 Werse	116
5.3.8 Ökoethologische Typisierung der Fischarten hinsichtlich der Laichhabitat- und Strömungspräferenz	118
5.3.9 Der Versuch der Dokumentation des Einfluss von Kanusport auf Laichgründe am Beispiel der Äsche	121
5.4 Ornithologische Untersuchungen	123
5.4.1 Brutvogeluntersuchung	123
5.4.1.1 Eltingmühlenbach	123
5.4.1.2 Ems/Rheine	124
5.4.1.3 Ems/Münster	133
5.4.1.4 Werse/Münster	145
5.4.1.5 Lippe/Benninghausen	156
5.4.1.6 Lippe/Werne	167
5.4.1.7 Lippe/Haltern	176
5.4.1.8 Ruhr/Arnsberg	182
5.4.1.9 Wenne	183
5.4.2 Wintervogeluntersuchung	185
5.4.2.1 Lippe/Haltern	185
5.4.2.2 Lippe/Benninghausen	189
5.4.2.3 Ruhr/Echthausen	190
6 Diskussion	193
6.1 Limnologische Untersuchungen	193
6.1.1 Die bodengebundene Wirbellosenfauna	193
6.1.1.1 Der Eltingmühlenbach	193
6.1.1.2 Die Ems	193
6.1.1.3 Die Werse	194
6.1.1.4 Die Lippe	194
6.1.1.5 Die Ruhr	195
6.1.1.6 Kanusportbezogener Vergleich der fünf Untersuchungsgewässer	195
6.1.1.7 Zusammenfassende Bewertung	195
6.1.2 Fischereibiologische Untersuchungen	196
6.1.2.1 Eltingmühlenbach	196

6.1.2.2 Ems	197
6.1.2.3 Lippe	198
6.1.2.4 Werse	199
6.1.2.5 Mögliche Einflüsse des Kanusportes auf die Laichgründe der Äsche	199
6.2 Ornithologische Untersuchungen	201
6.2.1 Brutvogeluntersuchungen	201
6.2.1.1 Artenspektrum	201
6.2.1.2 Haubentaucher	201
6.2.1.3 Stockente	203
6.2.1.4 Reiherente	204
6.2.1.5 Bläßhuhn	205
6.2.1.6 Teichhuhn	207
6.2.1.7 Flußregenpfeifer	208
6.2.1.8 Eisvogel	208
6.2.1.9 Uferschwalbe	212
6.2.1.10 Gebirgsstelze	213
6.2.1.11 Wasserramsel	214
6.2.1.12 Sonstige Arten	217
6.2.2 Wintervogeluntersuchungen	218
6.2.3 Zur Frage der Gewöhnung	220
6.3 Bemerkungen zur undisziplinierten Ausübung des Kanusportes	221
7 Bewertungen	223
7.1 Limnologische Untersuchungen	223
7.1.1 Die bodengebundene Wirbellosenfauna	223
7.1.2 Die Fischfauna	228
7.2 Ornithologische Untersuchungen	229
8 Empfehlungen für Maßnahmen	237
9 Zusammenfassung	245
10 Literatur	249

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Beziehungsschema zwischen anthropogenen und natürlichen Reizen und deren Auswirkungen auf verschiedenen Ebenen	3
Abb. 2: Lage aller Probestellen und Untersuchungsabschnitte	6
Abb. 3: Autökologische Einordnungen an Eb1 (Eltingmühlenbach)	49
Abb. 4 : Autökologische Einordnungen an Eb2 (Eltingmühlenbach)	50
Abb. 5 und Abb. 6: Vergleich der Probestellen Eb1 mit Eb2 (Eltingmühlenbach) bezüglich der Gesamtindividuen- und Gesamtartenzahlen	52
Abb. 7: Autökologische Einordnungen an der Sohlrampe an E1	55
Abb. 8: Autökologische Einordnungen an der Sohlrampe an E2	55
Abb. 9: Autökologische Einordnungen an der Probestelle E3	56
Abb. 10: Autökologische Einordnungen an der Probestelle W1	59
Abb. 11: Autökologische Einordnungen an der Probestelle W2	59
Abb. 12: Autökologische Einordnungen an der Probestelle W3	60
Abb. 13: Autökologische Einordnungen an der Probestelle L1	62
Abb. 14: Autökologische Einordnungen an der Probestelle R2 (Ruhr)	64
Abb. 15: Autökologische Einordnungen an der Probestelle R1 (Ruhr)	65
Abb. 16 u. 17: Vergleich der Probestellen E/A mit E/A-V (Eltingmühlenbach) bezüglich der Gesamtindividuen- und Gesamtartenzahlen am 25.6.98	67
Abb. 18 u. 19: Vergleich der Probestellen E/A mit E/A-V (Werse) bezüglich der Gesamtindividuen- und Gesamtartenzahlen am 28.9.98	69
Abb. 20 u. 21: Vergleich der Probestellen E/A mit E/A-V (Lippe) bezüglich der Gesamtindividuen- und Gesamtartenzahlen am 1.9.98	71
Abb. 22: Standort Ems (E3), 26.7.98: Driftdichten bei unterschiedlich intensiven Befahrensintensitäten an einer Ein- und Aussatzstelle für Kanuten	73
Abb. 23: Standort Ems (E3), 30.7.98: Driftdichten bei unterschiedlich intensiven Befahrensintensitäten an einer Ein- und Aussatzstelle für Kanuten	73
Abb. 24: Standort Ems (E3), 25.5.99: Driftdichten bei unterschiedlich intensiven Befahrensintensitäten an einer Ein- und Aussatzstelle für Kanuten	74
Abb. 25: Standort Ems (E3), 19.6.99: Driftdichten bei unterschiedlich intensiven Befahrensintensitäten an einer Ein- und Aussatzstelle für Kanuten	74
Abb. 26: Standort Ems (E3), 16.7.99: Driftdichten bei unterschiedlich intensiven Befahrensintensitäten an einer Ein- und Aussatzstelle für Kanuten	75
Abb. 27: Standort Lippe (L1), 25.7.99: Driftdichten bei unterschiedlich intensiven Befahrensintensitäten an einer Ein- und Aussatzstelle für Kanuten	76
Abb. 28 bis 30: Standort Ems (E3), 6.7.99: Driftdichten bei unterschiedlich intensiven, experimentell vorgegebenen Befahrensintensitäten sowie unterschiedlichen Fahrverhalten an einer Ein- und Aussatzstelle für Kanuten	78
Abb. 31: Standort Ems (E3), 6.7.99: Lineare Korrelation zwischen der Anzahl an Bootsbewegungen und den am Netz 2 registrierten Driftdichten während	

des bewusst undisziplinierten Aus- und Einsetzens einer Kanugruppe	79
Abb. 32 bis 34: Standort Werse (W3), 1.7.99: Driftdichten bei unterschiedlich intensiven, experimentell vorgegebenen Befahrensintensitäten sowie unterschiedlichen Fahrverhalten an einer Ein- und Aussatzstelle für Kanuten	81
Abb. 35: Standort Werse (W3), 1.7.99: Lineare Korrelation zwischen der Anzahl an Bootsbewegungen und den Netz 1 gemessenen Driftdichten während des bewusst undisziplinierten Aus- und Einsetzung einer Kanugruppe	82
Abb. 36: Standort Lippe (L1), 4.9.98: Driftdichten bei unterschiedlich intensiven, experimentell vorgegebenen Befahrensintensitäten an einer Ein- und Aussatzstelle für Kanuten	83
Abb. 37: Standort Lippe (L1), 4.9.98: Lineare Korrelation zwischen der Anzahl an Bootsbewegungen und den am Netz gemessenen Driftdichten während des mehrfachen Aus- und Einsetzens eines Kajaks	84
Abb. 38 bis 39: Standort Lippe (L1), 9.10.99: Driftdichten bei unterschiedlich intensiven, experimentell vorgegebenen Befahrensintensitäten sowie unterschiedlichen Fahrverhalten an einer Ein- und Aussatzstelle für Kanuten	86
Abb. 40: Standort Lippe (L1), 9.10.99: Lineare Korrelation zwischen der Anzahl an Bootsbewegungen und den am Netz 1 registrierten Driftdichten während des bewusst undisziplinierten Aus- und Einsetzens einer Kanugruppe	87
Abb. 41 und 42: Standort Ruhr (R1), 3.8.99: Driftdichten bei unterschiedlich intensiven, experimentell vorgegebenen Befahrensintensitäten einer Wildwasseranlage	88
Abb. 43: Standort Ruhr (R1), 3.8.99: Lineare Korrelation zwischen der Anzahl an Bootsbewegungen und den am Netz 1 registrierten Driftdichten während des experimentellen Befahrens einer Wildwasseranlage	89
Abb. 44: Spätabendliche Driftmessungen an der Ems (E3) – Darstellung der Driftdichten entlang einer Zeitskala	90
Abb. 45: Spätabendliche Driftmessungen an der Ems (E3) – Darstellung der volumenkorrigierten Driftdichten entlang einer Zeitskala	90
Abb. 46: Spätabendliche Driftmessungen an der Werse (W3) – Darstellung der Driftraten entlang einer Zeitskala unter gleichzeitiger Angabe der Wasserstandsentwicklung	91
Abb. 47: Bestimmung der mittleren Driftweite benthischer Invertebraten an der Ems (E3) am 15.7.99: Driftraten in Abhängigkeit von der Störweite	92
Abb. 48: Bestimmung der mittleren Driftweite der Chironomini (Diptera) an der Werse (W3) am 12.7.99: Lineare Regression zwischen der logarithmierter Organismenanzahl und den Störweiten	93
Abb. 49: Bestimmung der mittleren Driftweite von Leuctra fusca an der Ruhr (R1) am 3.8.99: Lineare Regression zwischen der logarithmierter Organismenanzahl und den Störweiten	94
Abb. 50: Standort (E3), 19.6.99: POM-Konzentrationen bei unterschiedlich intensiven Befahrungintensitäten an einer Ein- und Ausstiegsstelle für Kanuten	95
Abb. 51 bis 53: Standort Ems (E3), 6.7.99: POM-Konzentrationen bei unterschiedlich intensiven Befahrensintensitäten an einer Ein- und Aussatzstelle für Kanuten	96
Abb. 54: Standort Ems (E3), 16.7.99: POM-Konzentrationen bei unterschiedlich intensiven Befahrensintensitäten an einer Ein- und Aussatzstelle für Kanuten.	97

Abb. 55 bis 57: Standort Werse (W3), 1.7.99: POM-Konzentrationen bei unterschiedlich intensiven Befahrensintensitäten bzw. Fahrverhalten an einer Ein- und Aussatzstelle für Kanuten	98
Abb. 58: Standort Lippe (L1), 25.7.99: POM-Konzentrationen bei unterschiedlich intensiven Befahrensintensitäten an einer Ein- und Aussatzstelle für Kanuten.	99
Abb. 59 u. 60: Standort Lippe (L1), 9.10.99: POM-Konzentrationen bei unterschiedlich intensiven Befahrensintensitäten bzw. Fahrverhalten an einer Ein- und Aussatzstelle für Kanuten	100
Abb. 61 u. 62: Standort Ruhr (R1), 3.8.99: POM-Konzentrationen bei unterschiedlich intensiven Befahrensintensitäten bzw. Fahrverhalten an einer Ein- und Aussatzstelle für Kanuten	101
Abb. 63: Ems (E3), 25.5.99: Konzentrationen der Menge abfiltrierbarer Stoffe aus ca. 5-8 m unterhalb der Ein- und Aussatzstelle entnommenen Schöpfproben	103
Abb. 64 und 65: Ems (E3), 6.7.99: Konzentrationen der Menge abfiltrierbarer Stoffe aus ca. 5-8 m unterhalb der Ein- und Aussatzstelle entnommenen Schöpfproben	103
Abb. 66: Ems (E3), 16.7.99: Konzentrationen der Menge abfiltrierbarer Stoffe aus ca. 5-8 m unterhalb der Ein- und Aussatzstelle entnommenen Schöpfproben	104
Abb. 67 und 68: Werse (W3), 1.7.99: Konzentrationen der Menge abfiltrierbarer Stoffe aus ca. 5 m unterhalb der Ein- und Aussatzstelle entnommenen Schöpfproben	105
Abb. 69: Werse (W3), 1.7.99: Konzentrationen der Menge abfiltrierbarer Stoffe aus nach der Vorbeifahrt von Kanus entnommenen Schöpfproben	106
Abb. 70: Lippe (L1), 4.9.98: Konzentrationen der Menge abfiltrierbarer Stoffe aus ca. 5 m unterhalb eines aussetzenden Kajaks entnommenen Schöpfproben	107
Abb. 71: Lippe (L1), 25.7.99: Konzentrationen der Menge abfiltrierbarer Stoffe aus ca. 5 m unterhalb einer Ein- und Aussatzstelle entnommenen Schöpfproben	107
Abb. 72 und 73: Lippe (L1), 9.10.99: Konzentrationen der Menge abfiltrierbarer Stoffe aus ca. 5 m unterhalb einer Ein- und Aussatzstelle entnommenen Schöpfproben	108
Abb. 74: Ruhr (R1), 3.8.99: Konzentrationen der Menge abfiltrierbarer Stoffe aus ca. 5 m unterhalb einer von fünf Kanuten befahrenen Wildwasseranlage entnommenen Schöpfproben.	109
Abb. 75: Besiedlungsdichten des Makrozoobenthos an allen Probestellen der Ems, Werse, Lippe, Ruhr und dem Eltingmühlenbach.	110
Abb. 76: Taxazahlen des Makrozoobenthos pro Parallele an allen Probestellen an der Ems, Werse, Lippe, Ruhr und dem Eltingmühlenbach.	111
Abb. 77: Driftdichten des Makrozoobenthos pro Parallele an allen Probestellen an der Ems, Werse, Lippe, Ruhr und dem Eltingmühlenbach.	112
Abb. 78 und Abb. 79: Strömungs-Präferenzen und Laichsubstrat-Präferenzen der Fische im Eltingmühlenbach.	119
Abb. 80 und 81: Strömungs-Präferenzen und Laichhabitat-Präferenzen der Fische in der Ems.	119
Abb. 82 u. 83: Strömungs-Präferenzen und Laichhabitat-Präferenzen der Fische in der Lippe	120
Abb. 84 u. 85: Strömungs-Präferenzen und Laichsubstrat-Präferenzen der Fische in der Werse	121
Abb. 86: Reaktionsdistanzen brütender Haubentaucher gegenüber Kanus auf der Ems/Rheine	125
Abb. 87: Reaktion und Reaktionsdistanzen von Haubentaucher-Familien gegenüber einem Einer-Kajak auf der Ems/Rheine	126
Abb. 88: Reaktion und Reaktionsdistanzen von Haubentaucher-Einzeltieren gegenüber	

einem Einer-Kajak auf der Ems/Rheine	126
Abb. 89: Reaktion und Reaktionsdistanzen von Stockenten-Familien gegenüber einem Einer-Kajak auf der Ems/Rheine	127
Abb. 90: Reaktion und Reaktionsdistanzen von Reiherenten-Familien gegenüber einem Einer-Kajak auf der Ems/Rheine	128
Abb. 91: Reaktion und Reaktionsdistanzen von Reiherenten-Einzeltieren gegenüber einem Einer-Kajak auf der Ems/Rheine	128
Abb. 92: Reaktionsdistanzen brütender bzw. hudernder Bläbühner gegenüber Kanus auf der Ems/Rheine	130
Abb. 93: Reaktion und Reaktionsdistanzen von Bläbhuhn-Familien gegenüber einem Einer-Kajak auf der Ems/Rheine	130
Abb. 94: Reaktion und Reaktionsdistanzen von Bläbhuhn-Einzeltieren gegenüber einem Einer-Kajak auf der Ems/Rheine	131
Abb. 95: Fluchtdistanzen und Fluchtstrecken von Flußuferläufern gegenüber einem Einer-Kajak an der Ems/Münster 1999.	132
Abb. 96: Einflughäufigkeit eines Eisvogel-Brutpaares pro Tag sowie Anzahl der täglichen Kanuereignisse im Verlauf der Erstbrut an der Ems/Münster 1999	135
Abb. 97: Einflughäufigkeit eines Eisvogel-Brutpaares pro Tag sowie Anzahl der täglichen Kanuereignisse im Verlauf der Zweitbrut an der Ems/Münster 1999	135
Abb. 98: Tageszeitliche Verteilung der mittleren Einflüge pro Stundenklasse während der Erstbrut eines Eisvogelpaares an der Ems/Münster 1999	136
Abb. 99: Tageszeitliche Verteilung der mittleren Einflüge pro Stundenklasse während der Zweitbrut eines Eisvogelpaares an der Ems/Münster 1999	136
Abb. 100: Tageszeitliche Verteilung der Einflughäufigkeiten pro Stundenklasse sowie der Anzahl der Kanuereignisse an ausgewählten Tagen einer Eisvogel-Erstbrut an der Ems/Münster 1999	136
Abb. 101: Tageszeitliche Verteilung der Einflughäufigkeiten pro Stundenklasse sowie der Anzahl der Kanuereignisse an ausgewählten Tagen einer Eisvogel-Zweitbrut an der Ems/Münster	137
Abb. 102: Zeitlicher Ablauf der Eisvogeleinflüge und der Kanuvorbeifahrten an ausgewählten Tagen der Erstbrut an der Ems/Münster (1999)	138
Abb. 103: Zeitlicher Ablauf der Eisvogeleinflüge und der Kanuvorbeifahrten an ausgewählten Tagen der Zweitbrut an der Ems/Münster (1999)	139
Abb. 104: Tageszeitliche Verteilung der Kanuereignisse am Brutplatz des Eisvogel-BP an der Ems/Münster 1999	140
Abb. 105: Einflugfrequenzen von vier Uferschwalben-BP ohne Störung sowie unter ständigem Aufenthalt eines Einer-Kajaks (Ems/Münster, 5.8.98)	143
Abb. 106: Einflugfrequenzen von zwei Uferschwalben-BP ohne Störung sowie unter ständigem Aufenthalt eines Einer-Kajaks (Ems/Münster, 11.8.98)	144
Abb. 107: Reaktionsdistanzen brütender bzw. hudernder Bläbühner gegenüber einem Einer-Kajak auf der Werse/Münster	147
Abb. 108: Reaktion und Reaktionsdistanzen von Bläbhuhn-Familien gegenüber einem Einer-Kajak auf der Werse/Münster	147
Abb. 109: Reaktion und Reaktionsdistanzen von Bläbhuhn-Familien gegenüber	

Kanus auf der Werse/Münster	148
Abb. 110: Reaktion und Reaktionsdistanzen von Bläßhuhn-Einzeltieren gegenüber einem Einer-Kajak auf der Werse/Münster	148
Abb. 111: Einflughäufigkeit eines Eisvogel-BP pro Tag und Anzahl der täglichen Kanuereignisse im Verlauf der Fütterungsperiode an der Werse/Münster 1999	151
Abb. 112: Tageszeitliche Verteilung der mittleren Einflüge pro Stundenklasse eines Eisvogelpaares an der Werse/Münster (Handorf) 1999	151
Abb. 113: Tageszeitliche Verteilung der Einflughäufigkeiten pro Stundenklasse sowie der Anzahl der Kanuereignisse an ausgewählten Tagen einer Eisvogel-Drittbrut an der Werse/Münster (Handorf) 1999	152
Abb. 114: Zeitlicher Ablauf der Eisvogeleinflüge und der Kanuvorbeifahrten an ausgewählten Tagen der Erstbrut an der Werse/Münster (Handorf, 1999)	153
Abb. 115: Einflughäufigkeit eines Eisvogel-Brutpaares pro Tag und Anzahl der täglichen Kanuereignisse im Verlauf der Fütterungsperiode an der Werse/Münster (Havichhorster Mühle) 1999	154
Abb. 116: Tageszeitliche Verteilung der mittleren Einflüge pro Stundenklasse eines Eisvogelpaares an der Werse/Münster (Havichhorster Mühle) 1999	154
Abb. 117: Reaktionsdistanzen von Eisvögeln gegenüber einem Einer-Kajak an der Werse/Münster 1999	155
Abb. 118: Reaktionsdistanzen von Flußuferläufern gegenüber einem Einer-Kajak an der Werse/Münster 1998	155
Abb. 119: Reaktionsdistanzen von Graureihern gegenüber einem Einer-Kajak an der Werse/Münster 1998	156
Abb. 120: Reaktionsdistanzen von Kormoranen gegenüber einem Einer-Kajak auf der Lippe/Benninghausen	157
Abb. 121: Reaktionsdistanzen von Graureihern gegenüber einem Einer-Kajak auf der Lippe/Benninghausen	157
Abb. 122: Reaktion und Reaktionsdistanzen von Reiherenten-Einzeltieren gegenüber einem Einer-Kajak auf der Lippe/Benninghausen	158
Abb. 123: Reaktionsdistanzen von brütenden Teichhühnern gegenüber einem Einer-Kajak auf der Lippe/Benninghausen	160
Abb. 124: Zeitraum bis zur erneuten Rückkehr brütender Teichhühner nach einem Störereignis auf der Lippe/Benninghausen	160
Abb. 125: Reaktion und Reaktionsdistanzen von Teichhuhn-Familien gegenüber einem Einer-Kajak auf der Lippe/Benninghausen	161
Abb. 126: Reaktion und Reaktionsdistanzen von Teichhuhn-Einzeltieren gegenüber einem Einer-Kajak auf der Lippe/Benninghausen	161
Abb. 127: Reaktionsdistanzen von brütenden bzw. hudernden Bläßhühnern gegenüber einem Einer-Kajak auf der Lippe/Benninghausen	162
Abb. 128: Reaktion und Reaktionsdistanzen von Bläßhuhn-Familien gegenüber einem Einer-Kajak auf der Lippe/Benninghausen	162
Abb. 129: Reaktion und Reaktionsdistanzen von Bläßhuhn-Einzeltieren gegenüber einem Einer-Kajak auf der Lippe/Benninghausen	163
Abb. 130: Reaktionsdistanzen von Flußuferläufern gegenüber einem	

Einer-Kajak auf der Lippe/Benninghausen	164
Abb. 131: Reaktionsdistanzen von Waldwasserläufern gegenüber einem Einer-Kajak auf der Lippe/Benninghausen	156
Abb. 132: Reaktionsdistanzen von Eisvögeln gegenüber einem Einer-Kajak auf der Lippe/Benninghausen	165
Abb. 135: Reaktionsdistanzen brütender Haubentaucher gegenüber einem Einer-Kajak auf der Lippe/Werne	168
Abb. 136: Reaktion und Reaktionsdistanzen von Haubentaucher-Familien gegenüber einem Einer-Kajak auf der Lippe/Werne	169
Abb. 137: Reaktion und Reaktionsdistanzen von Haubentaucher-Einzeltieren gegenüber einem Einer-Kajak auf der Lippe/Werne	170
Abb. 137a: Reaktionsdistanzen von Kormoranen gegenüber einem Einer-Kajak auf der Lippe/Werne	170
Abb. 138: Reaktionsdistanzen von Graureihern gegenüber einem Einer-Kajak auf der Lippe/Werne	171
Abb. 139: Reaktion und Reaktionsdistanzen von Reiherenten gegenüber einem Einer-Kajak auf der Lippe/Werne	172
Abb. 140: Reaktionsdistanzen von brütenden bzw. hudernden Bläßhühnern gegenüber einem Einer-Kajak auf der Lippe/Werne	173
Abb. 141: Reaktion und Reaktionsdistanzen von Bläßhuhn-Familien gegenüber einem Einer-Kajak auf der Lippe/Werne	173
Abb. 142: Reaktion und Reaktionsdistanzen von Bläßhuhn-Einzeltieren gegenüber einem Einer-Kajak auf der Lippe/Werne	174
Abb. 143: Reaktionsdistanzen von Flußuferläufern gegenüber einem Einer-Kajak auf der Lippe/Werne	174
Abb. 144: Reaktionsdistanzen von Eisvögeln gegenüber einem Einer-Kajak auf der Lippe/Werne	175
Abb. 145: Reaktionsdistanzen brütender Haubentaucher gegenüber einem Einer-Kajak auf der Lippe/Haltern	177
Abb. 146: Reaktion von Haubentaucher-Familien gegenüber einem Einer-Kajak auf der Lippe/Haltern	177
Abb. 147: Reaktion von Höckerschwan-Familien gegenüber einem Einer-Kajak auf der Lippe/Haltern	178
Abb. 148: Reaktion von Höckerschwan-Einzeltieren gegenüber einem Einer-Kajak auf der Lippe/Haltern	178
Abb. 149: Reaktion von Stockenten-Familien gegenüber einem Einer-Kajak auf der Lippe/Haltern	178
Abb. 150: Reaktion von Reiherenten-Familien gegenüber einem Einer-Kajak auf der Lippe/Haltern	179
Abb. 151: Reaktion von Reiherenten-Einzeltieren gegenüber einem Einer-Kajak auf der Lippe/Haltern	179
Abb. 152: Reaktionsdistanzen von brütenden bzw. hudernden Bläßhühnern gegenüber einem Einer-Kajak auf der Lippe/Haltern	180
Abb. 153: Reaktion und Reaktionsdistanzen von Bläßhuhn-Familien	

gegenüber einem Einer-Kajak auf der Lippe/Haltern	180
Abb. 154: Reaktion und Reaktionsdistanzen von Bläßhuhn-Einzeltieren gegenüber einem Einer-Kajak auf der Lippe/Haltern	181
Abb. 155: Fluchtdistanzen und Fluchtstrecken von Wasseramseln gegenüber Kanus auf der Wenne (1999)	184
Abb. 156: Reaktion der häufigsten Rastvogelarten gegenüber einem Einer-Kajak auf der Lippe/Haltern im Winter 1998/1999 sowie 1999/2000	186
Abb. 157: Fluchtdistanzen beim Auffliegen einiger überwinternder Wasservogelarten gegenüber einem Einer-Kajak auf der Lippe/Haltern (Winter 1999/2000)	187
Abb. 158: Fluchtzeiten- und Fluchtstrecken einiger überwinternder Wasservogelarten gegenüber einem Einer-Kajak auf der Lippe/Haltern (Winter 1999/2000)	188
Abb. 159: Gesamtzahl an Enten auf der Lippe/Haltern vor und während der Kanubefahrung (Winter 1999/2000)	189
Abb. 160: Verhaltensweisen einiger überwinternder Wasservogelarten gegenüber einem Einer-Kajak auf der Lippe/Benninghausen im Winter 1998/1999	180
Abb. 161: Reaktionsdistanzen einiger überwinternder Wasservogelarten gegenüber einem Einer-Kajak auf der Lippe-Benninghausen im Winter 1998/99	190
Abb. 162: Verhaltensweisen einiger überwinternder Wasservogelarten gegenüber einem Einer-Kajak auf der Ruhr-Echthausen im Winter 1998/1999	191
Abb. 163: Reaktionsdistanzen einiger überwinternder Wasservogelarten gegenüber einem Einer-Kajak auf der Ruhr-Echthausen im Winter 1998/1999 und 1999/2000.	192
Abb. 164: Fluchtstrecken von Schellente und Wasseramsel gegenüber einem Einer-Kajak auf der Ruhr-Echthausen im Winter 1998/1999 und 1999/2000.	192
Abb. 165: Vergleich des Bruterfolges von Bläßhühnern an verschiedenen Untersuchungsgewässern 1999	206
Abb. 166: Die von KAISER (1988) für eine Brut ermittelten Einflugwerte einzelner Stundenklassen	210
Abb. 167: Fütterungsfrequenzen von Wasseramsel-BP an der Rur (Eifel) unter Anwesenheit einer Person in unterschiedlicher Distanzen zum Nest	216
Abb. 168: Anzahl der abgebrochenen Nestanflüge von Wasseramseln an der Rur (Eifel) unter Anwesenheit einer Person in unterschiedlicher Distanzen zum Nest	216

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Charakterisierung der Untersuchungsabschnitte	5
Tab. 2: Limnologische Untersuchungsabschnitte	7
Tab. 3: Abgrenzung und Länge der ornithologischen Probestrecken	13
Tab. 4: Zuordnung der ornithologischen Untersuchungsabschnitte zu Gewässertypen	14
Tab. 5: Gewässerstrukturgüteklassen nach LUA NRW (1998)	15
Tab. 6: Anzahl der Boote bei den gleichzeitig durchgeführten Kanuzählungen 1998 und 1999.	34
Tab. 7: Ergebnisse der Gewässerstrukturgütekartierungen an den limnologischen Untersuchungsstellen	38
Tab. 8: Strukturparameter der untersuchten Ein- und Aussatzstellen (E/A) für Kanuten	39
Tab. 9: Physikalische Messwerte der Ems	46
Tab. 10: Physikalische Messwerte der Werse	46
Tab. 11: Physikalische Messwerte der Lippe	47
Tab. 12: Physikalische Messwerte der Ruhr	47
Tab. 13: Gesamttaxaliste der Probestellen Eb1 und Eb2 des Eltingmühlenbaches vom 29.6.98	48
Tab. 14: Vergleich der Zusammensetzung des Benthos an Eb1 und Eb2 (Eltingmühlenbach) am 29.6.98	51
Tab. 15: Gesamttaxaliste der Probestellen E1 und E2 der Ems vom 20.7.98	53
Tab. 16: Gesamttaxaliste der Probestelle E3 der Ems vom 25.8.98 und 25.6.99	54
Tab. 17: Gesamttaxaliste der Probestelle W1 der Werse vom 28.9.98	57
Tab. 18: Gesamttaxaliste der Probestelle W2 der Werse vom 28.9.98	57
Tab. 19: Gesamttaxaliste der Probestelle W3 der Werse vom 12.7.99	58
Tab. 20: Gesamttaxaliste der Probestelle L1 der Lippe vom 1.9.98	61
Tab. 21: Gesamttaxaliste der Probestelle R2 der Ruhr vom 8.7.98	63
Tab. 22: Gesamttaxaliste der Probestelle R1 der Ruhr vom 3.8.99	64
Tab. 23: Vergleich der Zusammensetzung des Benthos an einer Ein- und Aussatzstelle (E/A) mit einer ähnlich strukturierten Vergleichsstelle (E/A-V) an Eb3 (Eltingmühlenbach) am 25.6.99	67
Tab. 24: Vergleich der Zusammensetzung des Benthos an einer Ein- und Aussatzstelle (E/A) mit einer ähnlich strukturierten Vergleichsstelle (E/A-V) an W3 (Werse) am 28.9.98	69
Tab. 25: Vergleich der Zusammensetzung des Benthos an einer Ein- und Aussatzstelle (E/A) mit einer ähnlich strukturierten Vergleichsstelle (E/A-V) an L1 (Lippe) am 1.9.99	70
Tab. 26: Ergebnisse linearer Regressionsanalysen zwischen der Anzahl an Bootsbewegungen und den Driftdichten im Rahmen des am 6.7.99 durchgeführten Feldexperimentes an der Ems (E3).	79
Tab. 27: Ergebnisse linearer Regressionsanalysen zwischen der Anzahl an Bootsbewegungen und den Driftdichten im Rahmen des am 1.7.99 durchgeführten Feldexperimentes an der Werse (W3).	82
Tab. 28: Ergebnisse linearer Regressionsanalysen zwischen der Anzahl an Bootsbewegungen und den Driftdichten im Rahmen des am 4.9.98 durchgeführten Feldexperimentes an der Lippe (L1).	84
Tab. 29: Ergebnisse linearer Regressionsanalysen zwischen der Anzahl an Bootsbewegungen und den Driftdichten im Rahmen des am 9.10.99 durchgeführten Feldexperimentes an der Lippe (L1).	87
Tab. 30: Ergebnisse linearer Regressionsanalysen zwischen der Anzahl an Bootsbewegungen und den Driftdichten im Rahmen des am 3.8.99 durchgeführten Feldexperimentes	

an der Ruhr (R1).	89
Tab. 31: Werse (W3): Rückkehraten (R), mittlere Driftweiten () und Bestimmtheitsmaß (R ²) ausgewählter Taxa.	93
Tab. 32: Ruhr (R1): Rückkehraten (R), mittlere Driftweiten () und Bestimmtheitsmaß (R ²) ausgewählter Taxa.	95
Tab. 33: Konzentrationen der Menge abfiltrierbarer Stoffe aus Wasserproben vom 26.7.98, 30.7.98, 25.5.99, 6.7.99 und 16.7.99 an E3 (Ems), Angaben in [mg/l]	102
Tab. 34: Gesamtfang im Eltingmühlenbach	113
Tab. 35: Jungfischvorkommen im Eltingmühlenbach	113
Tab. 37: Gesamtfang in der Ems	114
Tab. 38: Jungfischvorkommen in der Ems	114
Tab. 39: Gesamtfang in der Lippe	115
Tab. 40: Jungfischvorkommen in der Lippe	116
Tab. 41: Gesamtfang in der Werse.	116
Tab. 42: Jungfischvorkommen in der Werse.	117
Tab. 43: Ökoethologische Typisierung der Fischarten	118
Tab. 44: Gelegegröße und Nestlingszahlen der vier Eisvogelbrutpaare 1999 am Eltingmühlenbach.	124
Tab. 45: Gelegegröße und Nestlingszahlen der vier Eisvogelbrutpaare 1999 an der Ems/Münster.	134
Tab. 46: Vergleich von Einflugfrequenzen von vier Uferschwalbenpaaren unter je zweistündigen ungestörten und gestörten Bedingungen am 05.08.1998 (Ems/Münster)	142
Tab. 47: Vergleich von Einflugfrequenzen von zwei Uferschwalbenpaaren unter je einstündigen ungestörten und gestörten Bedingungen am 11.08.1998 (Ems/Münster)	142
Tab. 48: Gelegegröße und Nestlingszahlen der vier Eisvogelbrutpaare 1999 an der Werse/Münster.	150
Tab. 49: Anzahl der Einflugereignisse von sechs Uferschwalben Brutpaaren unter ungestörten Bedingungen und unter ständigem Aufenthalt eines Einer-Kajaks am Mo., 26.07.99 an der Lippe/Benninghausen	166
Tab. 50: Anzahl der Einflugereignisse von sechs Uferschwalben Brutpaaren unter ungestörten Bedingungen und unter ständigem Aufenthalt eines Einer-Kajaks am Mo., 02.08.99 an der Lippe/Benninghausen	167
Tab. 51: Anzahl der registrierten Jungvögel der Wasseramsel-Brutpaare an der Wenne 1999	184
Tab. 52: Beurteilungsskala zur Auswirkung des Kanusports auf bodengebundene Wirbellose in Fließgewässern	224
Tab. 53: Limnologische Typisierung der untersuchten Kanuwandergewässer	225
Tab. 54: Beurteilungsskala zur Auswirkung des Kanufahrens auf wassergebundene Vögel	230

Fotoverzeichnis

Foto 1: Ems an der Probestelle E3	8
Foto 2: Werse an der Probestelle W1	9
Foto 3: Ruhr an der Probestelle R2	10
Foto 4: Der Eltingmühlenbach	11
Foto 5: Die begradigte Ems.	11
Foto 6: Kanuschleuse an der Lippe in der Klostermersch.	12
Foto 7: Teichrosenfeld in der Werse	12
Foto 8: Lichtschanke	30
Foto 9: Bewegungsmelder	30
Foto 10: Aussteigende Kanuten an einer Sandbank im Dorbaum-Bereich der Ems/Münster	36
Foto 11: Kanuten auf der Werse bei Münster	37
Foto 12: Die Ems bei Rheine	40
Foto 13: Die Ems im Bereich des Truppenübungsplatzes Dorbaum bei Münster	41
Foto 14: Die renaturierte Lippe im Bereich Klostermersch	43
Foto 15: Eingedeichte Lippe bei Haltern	44
Foto 16: Die Wenne	45
Foto 17: Eltingmühlenbach an Eb2	49
Foto 18: Eltingmühlenbach an Eb1	49
Foto 19: Ems an der Probestelle E1	52
Foto 20: Ems an der Probestelle E2	52
Foto 21: Ein- und Aussatzstelle am Eltingmühlenbach an Eb3	66
Foto 22: Ein- und Aussatzstelle an der Werse an W2	68
Foto 23: Ein- und Aussatzstelle an der Lippe an L1	70
Foto 24: Das Ein- und Aussetzen von Kanus an E3 (Ems) verursacht Sedimentaufwirbelungen und Wassertrübungen.	104
Foto 25: Blähhuhn-Altvogel mit Küken	146
Foto 26: Flußregenpfeifer-Gelege in der Klostermersch (Lippe/Benninghausen)	163
Foto 27: Adulter Flußregenpfeifer im Bereich der Klostermersch (Lippe/Benninghausen)	164
Foto 28: Nichtzugedecktes Gelege aufgrund einer Kanuvorbeifahrt	169

1 Einleitung

Zunehmender Freizeitdruck auf die Fließgewässer in NRW führte in den letzten Jahren zu einem steigenden Konfliktpotential zwischen Kanusport auf der einen und dem Schutz der Lebensgemeinschaften an den Flüssen und Bächen auf der anderen Seite. Interdisziplinäre Forschungen über mögliche Auswirkungen des Kanufahrens fehlen jedoch weitestgehend. Ornithologische Studien erfolgten bundesweit vor allem in Rahmen von Gutachten, die sich auf einzelne Flussabschnitte bzw. Vogelarten konzentrierten (z.B. DORKA 1982, 1985, SCHMIDT 1997, 1998, REICHHOLF 1999, WESTERMANN 2000). Über die Auswirkungen des Kanusports auf die Wirbellosenfauna von Fließgewässern existieren keine empirischen limnologischen Untersuchungen.

Die Institute für Zoologie und für Landschaftsökologie der Westfälischen Wilhelms-Universität wurde beauftragt, im Rahmen eines zweijährigen interdisziplinären Forschungsprojektes zu untersuchen, ob und inwieweit Beeinträchtigungen durch den Kanusport auf die wassergebundene Fauna entstehen. Hierzu wurden limnologische und ornithologische Studien an unterschiedlichen Fließgewässertypen durchgeführt.

Die limnologischen Untersuchungen zur Auswirkungen des Kanusports dienen insbesondere der Beantwortung folgender Arbeitshypothesen.

- € Die natürliche Driftrhythmik des Makrozoobenthos wird gestört.
- € Die Wasserbeschaffenheit (Sedimentaufwirbelung, Trübung) verändert sich.
- € Die Zusammensetzung der benthischen Fließgewässerbiozönose ist nachhaltig verändert.
- € In Abhängigkeit von der Befahrensintensität sind Auswirkungen auf die benthische Fließgewässerbiozönose verschieden stark.
- € Die Fischfauna sowie die Laichstätten von Kieslaichern (z.B. Äschen) werden beeinträchtigt.
- € Durch Bodenkontakt der Boote oder der Paddel wird das Makrozoobenthos direkt morphologisch geschädigt.
- € Die Beeinträchtigungsintensitäten sind an verschiedenen Gewässerstrukturen unterschiedlich stark.

Im ersten Untersuchungsjahr wurden neben Untersuchungen, welche unmittelbar der Beantwortung der Arbeitshypothesen dienen, zunächst allgemeine qualitative Benthosaufsammlungen vorgenommen. Diese sollten einen Einblick in die faunistische Zusammensetzung der Benthosfauna gewähren, eine biozönotische Fließgewässerzonierung ermöglichen sowie einen Vergleich verschieden stark durch den Kanusport frequentierter Gewässerabschnitte ermöglichen. Unabhängig von den speziellen Fragestellungen liefern diese Daten wertvolle Hintergrundinformationen zu den experimentellen Driftuntersuchungen.

Im Rahmen der ornithologischen Untersuchungen waren folgende Fragestellungen von Interesse:

- € Zeigen Wasservögel in Abhängigkeit von der Befahrensintensität unterschiedliches Verhalten gegenüber Bootsfahrten?
- € Beeinflusst das Kanufahren den Bruterfolg von wassergebundenen Vogelarten?. Unterscheidet sich der Erfolg an den unterschiedlich frequentierten Gewässern?
- € Inwieweit beeinträchtigt der Bootsverkehr die Fütterungsintensität von Eisvögeln und Uferschwalben?
- € Wie reagieren Rast- und Wintervögel auf Kanufahren?

Aus den Ergebnissen des Forschungsprojektes werden geeignete Maßnahmen abgeleitet.

2 Einführung in die Störungsökologie

Zum Begriff der Störung aus limnologischer Sicht

Seit den 70er Jahren wurden von verschiedenen Autoren theoretische Konzepte der Fließgewässerlimnologie erarbeitet, die sich mit dem Begriff der „disturbance“ auch in Hinblick auf limnische Biozönosen auseinandersetzen:

„Resource Overlap and Disturbance“ von MAY & MACARTHUR (1972):

Die Autoren stellen die These auf, dass häufig und unvorhersehbar gestörte Systeme Biozönosen mit relativ geringer Nischenseparation aufweisen. Die geringe Vorhersagbarkeit der Ressourcenverfügbarkeit verhindere Spezialisierungen. Da das System durch die Störungen unter seiner „carrying capacity“ liege, könnten die Organismen ohne Konkurrenz um Ressourcen nebeneinander existieren.

„Dynamic Equilibrium Model“ von HUSTON (1979):

Nach Huston ist die Artenzusammensetzung v.a. eine Folge des Zusammenspiels von Wachstumsrate, Konkurrenz und der Häufigkeit der Störungen, die die Populationen dezimieren. Für eine maximale Diversität müsse das Intervall zwischen Störungen einerseits kürzer sein als die Zeit, die notwendig ist, bis biologische Konkurrenz zur Elimination von Arten führt, andererseits jedoch lang genug, damit verschiedene Arten einwandern und stabile Populationen aufbauen könnten.

„Intermediate Disturbance Hypothesis“ von WARD & STANFORD (1983):

Die Autoren postulieren, dass eine maximale Artendiversität bei mittleren Störungen zu erwarten ist, da in entsprechenden Ökosystemen verschiedene Anpassungsstrategien (r-, K-, a- Strategie) zugleich erfolgreich sind. Die Hypothese beruht auf der Annahme, dass das Artenvorkommen vor allem durch biotische Konkurrenz geprägt wird

Im Zusammenhang mit dem Kanusport auf Fließgewässern ist aus Sicht der Störungsökologie zu beachten, dass die durch Kanubefahrungen verursachten Effekte auf Strukturen und/oder Prozesse im Gewässer eindeutig von dem natürlichen Störungsregime abgegrenzt werden (vgl. JAX 1999) müssen. Es soll an dieser Stelle darauf hingewiesen werden, dass die hier skizzierten Aspekte der Störungsökologie aus limnologischer Sicht abweichen von dem Begriff der Störung, wie er im Bundesnaturschutzgesetz gebraucht wird!

Zum Begriff der Störung aus ornithologischer Sicht

Sowohl in naturschutzfachlichen Diskussionen als auch in der Literatur wird häufig der Begriff der „Störökologie“ verwendet. Dabei ist jedoch seine Bedeutung nicht klar. Handelt es sich bei „Störungen“ immer um anthropogene Eingriffe oder können sie auch ohne menschliches Zutun in der Natur vorkommen? Was ist daran ökologisch? Impliziert eine Störung gleich eine Wertung und wie wird diese gewichtet, oder ist sie an sich wertneutral?

Zur Klärung dieses Begriffes haben sich bereits einige Leute Gedanken gemacht, u.a. in einer Arbeitsgruppe der D-OG, deren Ergebnisse von STOCK et al. (1994) publiziert wurden. Da einige Aspekte für die ornithologische Seite des Vorhabens von Bedeutung sind, sollen sie kurz vorgestellt werden. Besondere Beachtung findet in diesem Zusammenhang ein von den Autoren kurz genannter Aspekt, nämlich der einer Wertung. Eine Bewertung von (Stör-) Ereignissen ist für die innerhalb des Forschungsprojektes „Kanusport und Naturschutz“ formulierten Fragestellung von besonderem Interesse, da auf der einen Seite untersucht wird, welchen Einfluss Kanufahren auf die verschiedenen Vogelarten hat, auf der anderen Seite hierzu eine Bewertung der einzelnen Parameter notwendig ist.

Betrachtet man das von STOCK et al. (1994) entworfene Diagramm (Abb. 1), so sind verschiedene Aspekte zu berücksichtigen. Primär ist eine Trennung zwischen Reiz und darauffolgender Reaktion von Bedeutung. Ein

Reiz kann anthropogener und natürlicher Art sein.¹ Als natürliche Reize sind beispielsweise Feuer, Konkurrenten oder Prädatoren (z.B. Greifvögel) zu nennen, wohingegen als anthropogene Reize Kanus, respektive Kajaks und Kanadier in Frage kommen. Die Reaktion auf solch einen Reiz kann naturgemäß unterschiedlich ausfallen. Ein Vogel kann mit Erregung reagieren (Erhöhung der Herzschlagrate), ohne dass dies von außen erkennbar ist, oder sein Verhalten ändern, indem er die Gefiederpflege unterbricht oder die Nahrungssuche einstellt und seine Umgebung beobachtet und „sichert“. Erlebt er ein sich näherndes Kanu als Bedrohung, so entzieht er sich ihm durch eine Ausweichbewegung oder durch Flucht. Geschieht dies regelmäßig oder gar häufig, sind Auswirkungen auf seine Kondition und vielleicht auch auf seine Fitness, sprich seinen Reproduktionserfolg möglich. Betrifft dieses nicht nur ein Individuum, sondern viele, so hat dieses Einfluss auf die Population und letztendlich auch auf die Biozönose, im schlimmsten Fall gar auf das gesamte Ökosystem. Die sich auf diesen unterschiedlichen Ebenen auswirkenden Reize lassen sich jedoch unter Umständen kompensieren. Distanzbedürfnisse lassen sich durch eine Flucht kompensieren, der erhöhte Energieaufwand möglicherweise durch eine verstärkte Nahrungsaufnahme, Störungen am Tage durch eine Nahrungsaufnahme in der Nacht, der Verlust eines Geleges durch ein Ersatzgelege.

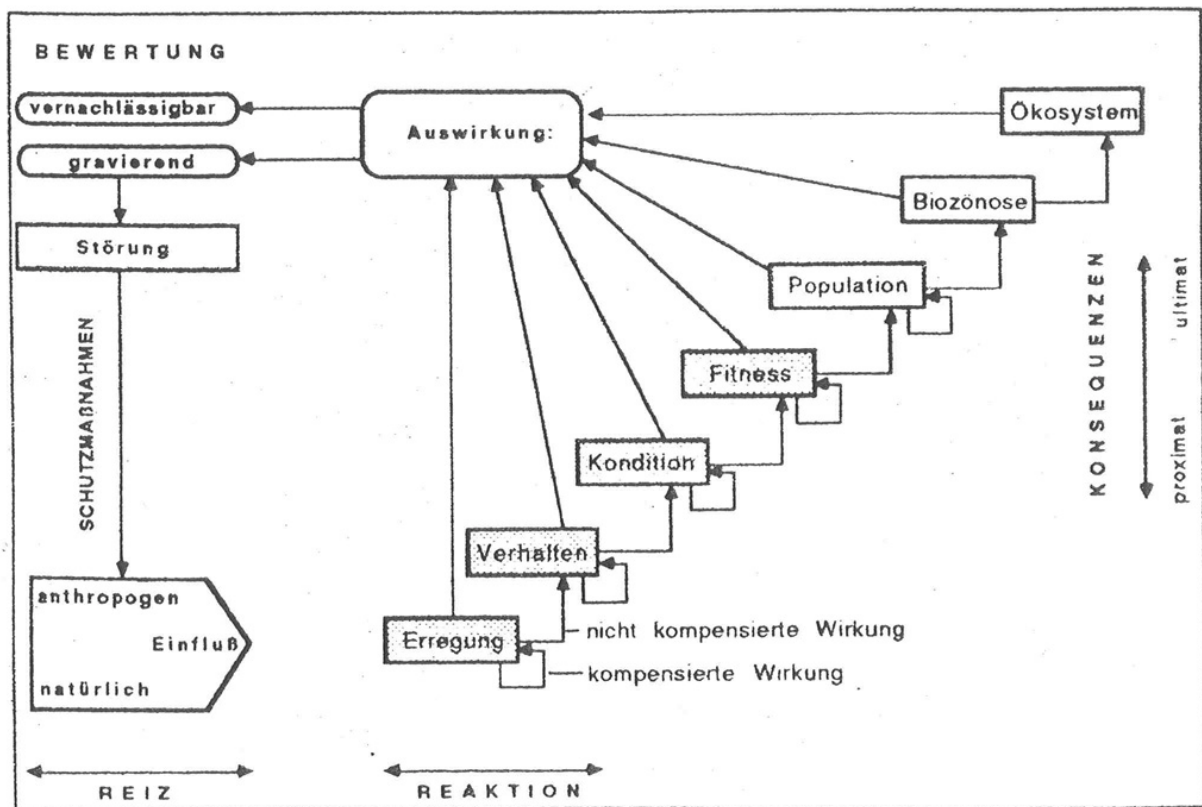


Abb. 1: Beziehungsschema zwischen anthropogenen und natürlichen Reizen und deren Auswirkungen auf verschiedenen Ebenen (aus: STOCK et al. 1994)

¹ Nach SCHAEFER (1992) ist eine „Störung“ „ein nicht zur normalen Umwelt von Organismen ... gehörender Faktor, der reversibel oder irreversibel Veränderungen ... bewirkt.“ Dann stellt sich die Frage, was „normal“ ist. Ein Prädatoren ist es ganz sicher, Feuer in vielen Fällen ebenso wie Windbruch oder Hochwässer/Überschwemmungen. Ersetzt man jedoch den Begriff „normal“ durch „tagtäglich“, so wird die Definition vielleicht klarer und die gerade genannten Einwirkungen sind eben nicht tagtäglich, sondern lassen sich als „Reize“ verstehen.

Die Beobachtung solcher Reaktionen auf vorhergehende Reize ist der Inhalt der vorliegenden Studie: Haben die gezeigten Reaktionen Auswirkungen und wenn ja, sind sie vernachlässigbar oder sind sie gravierend? Wo liegt hier die Grenze? Es kommt also die wertende Dimension hinzu. Bei gravierenden Auswirkungen muss dann von einer Störung gesprochen werden. Die erforderliche Konsequenzen sind Maßnahmen zum Schutz der Avizönose. Wie diese aussehen, z.B. in Form von Kontingentierungen, ist dann zu entscheiden.

3 Untersuchungsgewässer

3.1 Auswahl der Untersuchungsgewässer

Die Untersuchungen wurden an verschiedenen Abschnitten des Eltingmühlenbaches, der Ems, der Werse, der Lippe und der Ruhr durchgeführt. Hierzu wurden für die limnologischen Untersuchungen zwölf Probestellen und für die ornithologischen Untersuchungen neun Fließgewässerabschnitte ausgewählt. Fischereibiologische Untersuchungen wurden an der Werse, der Lippe, der Ruhr, der Diemel und der Alme durchgeführt.

Die Auswahl der limnologischen Untersuchungsgewässer berücksichtigte insbesondere Unterschiede derjenigen Strukturparameter, welche sowohl für den Kanusport als auch für die bodengebundene Wirbellosenfauna der Fließgewässer von besonderer Bedeutung sind. Daher richtete sich im einzelnen die getroffene Auswahl nach folgenden Kriterien: (Ufernahe) Gewässertiefe, Gewässerbreite, dominierendes Sohlensubstrat und Befahrensintensität.

3.2 Lage der Untersuchungsgewässer

Die Lage der limnologischen, fischereibiologischen und ornithologischen Probestellen bzw. Untersuchungsabschnitte an der Ems, dem Eltingmühlenbach, der Werse, der Lippe und der Ruhr sind in der einer Übersichtskarte (Abb. 2) dargestellt.

3.3 Allgemeine Charakteristik der Untersuchungsgewässer

Eine allgemeinen Überblick über die grundlegenden Eigenschaften der Untersuchungsgewässer gibt Tab. 1.

Tab. 1: Charakterisierung der Untersuchungsabschnitte

	Eltingmühlenbach	Ems	Werse	Lippe	Ruhr	Wenne
Gewässertyp	Sandbach im Tiefland	Niederungsstrom	Niederungsbach	Niederungsfluss	Mittelgebirgsfluss im Sohlental	Mittelgebirgsbach
Gewässerordnung	3. Ordnung	1. Ordnung	2. Ordnung	2.Ordnung	2. Ordnung	3. Ordnung
Gewässergüte (1995)	II	II bis II-III	II bis II-III	II bis II-III	II	II bis II-III
Höhe ü. N.N.	40-46	33-45	44-50	33-73	140-190	232-299
Naturraum	Westfälische Bucht	Westfälische Bucht	Westfälische Bucht	Westfälische Bucht	Süderbergland	Süderberland
Geologie	Holozäne sandig-lehmige, z.T. kiesige Flussablagerungen	Holozäne sandig-lehmige, z.T. kiesige Flussablagerungen begleitet von überwiegend sandigen Inselterrassen	Holozäne sandig-lehmige, z.T. kiesige Flussablagerungen	Holozäne sandig-lehmige Flussablagerungen	Holozäne sandig-lehmige, z.T. kiesige Flussablagerungen	Holozäne lehmig, z.T. kiesige Flussablagerungen
Schutzstatus	LSG	NSG	-	NSG	teilweise NSG	LSG
MTB	3811, 3812, 3911, 3912	3710, 3711, 3912, 4012	3912, 4012	4208, 4311, 4315, 4316	4513	4614, 4615, 4715

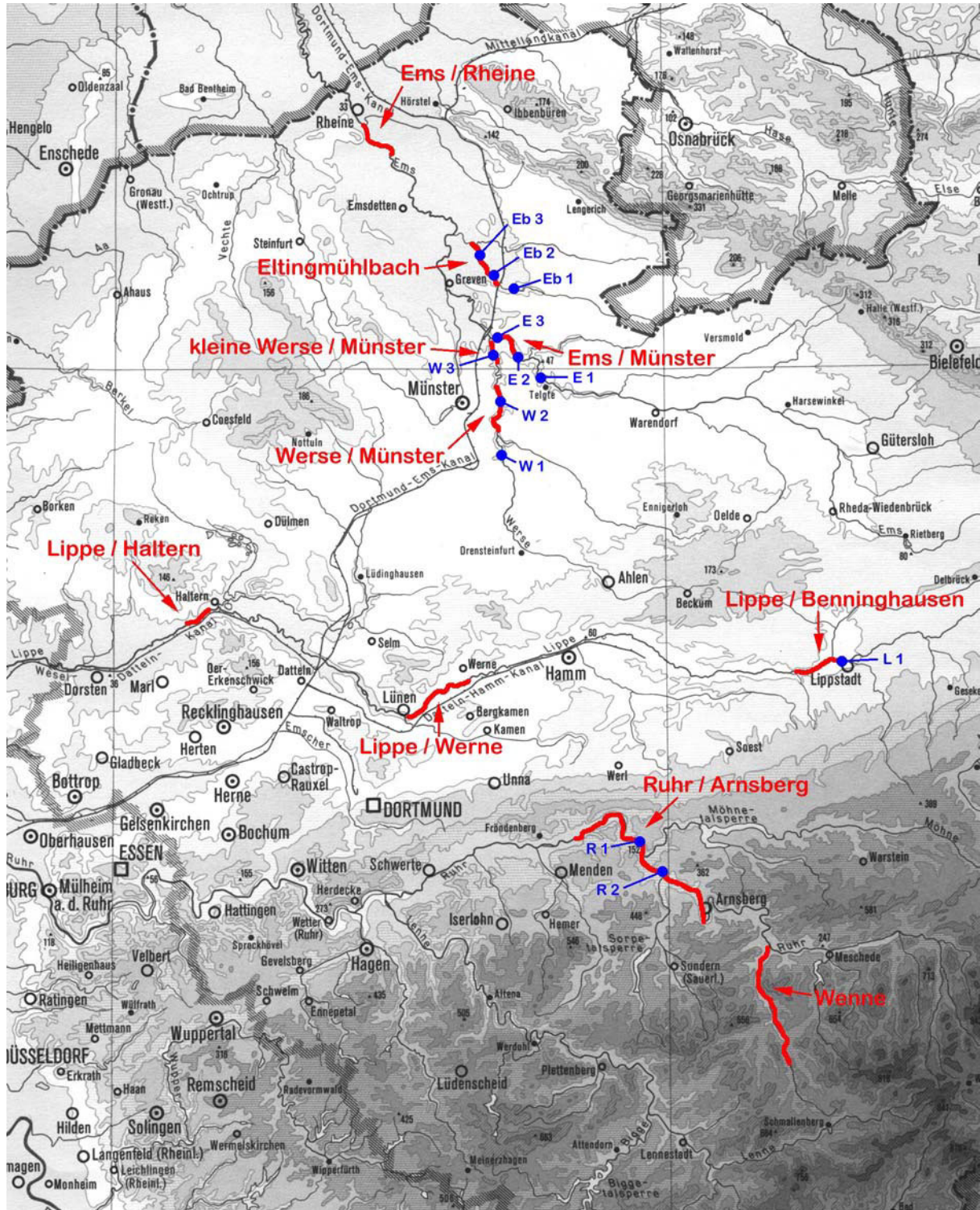


Abb. 2: Lage aller Probestellen und Untersuchungsabschnitte
 Blau: limnologische Probestellen, Rot: ornithologische Untersuchungsabschnitte

3.3.1 Limnologische Untersuchungsabschnitte

In der Tabelle 2 sind alle limnologischen Untersuchungsabschnitte charakterisiert. Für alle Untersuchungsgewässer wurde die Fließgewässerkilometrierung des Gewässerführers für Nordrhein-Westfalen 1998 (KANU-VERBAND NORDRHEIN-WESTFALEN E.V. 1998) übernommen.

Tab. 2: Limnologische Untersuchungsabschnitte

Kürzel der Untersuchungsabschnitte	Kilometrierung nach KV NRW	Kanusport bezogener Gewässertypus
Eltingmühlenbach		
Eb1	14,4 (oberhalb des Dortmund-Ems-Kanals)	
Eb2	8,8 (unterhalb des Dortmund-Ems-Kanals)	„Flaches, schmales Fließgewässer mit sandiger Sohle und häufigem Bodenkontakt bei der Befahrung mit Kanus“
Eb3	0,1 (vor Einmündung in die Glane)	
Ems		
E1	23,7 (unterhalb von Telgte)	
E2	16,1 (bei MS-Handorf)	„Mäßig tiefes Fließgewässer mit sandiger Sohle und i.d.R. ohne Bodenkontakt bei der Befahrung mit Kanus“
E3	10,8 (an der B 481)	
Werse		
W1	20,7 (bei MS-Angelmodde)	„Tiefes, breites Fließgewässer mit sandig/schlammiger Sohle und ohne Bodenkontakt bei der Befahrung mit Kanus (W2) bzw. flaches, schmales Fließgewässer mit überwiegend sandiger Sohle (W3) bzw.,
W2	13,4 (Pleistemühle)	mäßig tiefes,
W3	1,2 (unterhalb Havichhorster Mühle)	breites Fließgewässer mit überwiegend sandiger Sohle (W1)“
Lippe		
L1	176,7 (unterhalb von Lippstadt)	„Ufernah mäßig tiefes Fließgewässer mit sandig/kiesiger Sohle und ohne Bodenkontakt bei der Befahrung mit Kanus“
Ruhr		
R1	141,0 (bei Neheim-Hüsten)	„Mäßig tiefes, breites Fließgewässer mit kiesig/steiniger Sohle und stellenweise mit Bodenkontakt bei der Befahrung mit Kanus (R1) bzw.
R2	136,8 (bei Bachum)	flaches, breites Fließgewässer mit kiesig/steiniger Sohle und häufigen Bodenkontakt bei der Befahrung mit Kanus (R2)“

Der Eltingmühlenbach wird an Eb2 deutlich häufiger von Kanuten befahren als an Eb1. An Eb1 und Eb2 fließt der Bach überwiegend beschattet durch bewaldete Talabschnitte. An beiden Abschnitten verläuft das Fließgewässer stark gewunden und auch das Sohlensubstrat ist ähnlich zusammengesetzt (Sand mit Totholzablagerungen).

An Eb3 befindet sich eine markante und vergleichsweise stark frequentierte Aussatzstelle für Kanuten. Durch das Herausziehen der Boote wurde an dieser Stelle die Uferböschung in Form einer tiefen Rinne stark erodiert. Massive Ausstiegshilfen wurden nicht angebracht.



Foto 1: Ems an der Probestelle E3

An der Ems zwischen Telgte und der Bahnlinie Münster - Osnabrück (E1, E2) wurden zwei besonders flach überströmte Sohlrampen, an denen Kanus Grundberührung erfahren, beprobt. Die kaum beschatteten Rampen bestehen aus groben Steinen und Blockwerk, welches teilweise von Wassermoosen überzogen wird. An E3 befindet sich eine sehr stark frequentierte Ein- und Aussatzstelle für Kanuten. Das angrenzende Gelände wird von der Firma „Rucksack Reisen“ aus Greven für kommerzielle Kanuwanderfahrten genutzt. Durch zwei größere Brücken (B 481 und K 45) wird die Ems hier auch bei sonnigem Wetter stärker beschattet. Die sandige Sohle des Flusses wird nur durch vereinzelte Totholzablagerungen und in v.a. in Ufernähe durch künstlich ausgebrachte Steinblöcke untergegliedert.



Foto 2: Werse an der Probestelle W1

Die Probestelle W 1 befindet sich bereits oberhalb des Scheitelpunktes des Gewässeraufstaus an der Pleistermühle. Dort ist das Fließgewässer bei Mittelwasserführung max. 1 m tief. Die überwiegend sandige Gewässersohle wird durch wenige Totholzablagerungen, künstlich ausgebrachte Steinblöcke sowie in Ufernähe vereinzelt durch Bestände von *Sparganium erectum* (Ästiger Igelkolben) strukturiert.

An W2 (Pleistermühle) ist die Werse aufgestaut. Oberhalb des Wehres beträgt die Wassertiefe etwa 2,80 m. In der Gewässermitte ist die Gewässersohle nahezu vollständig aus Sand zusammengesetzt. Kurz unterhalb des Wehres wurde eine intensiv genutzte Ein- und Aussatzstelle der Fa. „Rucksack Reisen“ beprobt. Hier erfolgt das Ein- und Aussetzen mit Booten von einer niedrigen Ufermauer aus. Das Sohlensubstrat der teichartig aufgeweiteten Werse setzt sich aus einer mächtigen schwarzen Schlammauflage, in der viel Totholz und Falllaub eingelagert ist, zusammen. Nur ganz kleinflächig kommt die ursprünglich sandige Sohle zum Vorschein.

Wenig oberhalb der Einmündung in die Ems wurde die frei fließende Werse an einem sehr flach überströmten Gewässerabschnitt gegenüber der Wallburg Haskenau intensiv untersucht. Neben qualitativen Benthosaufsammlungen erfolgten verschiedene Driftmessungen. Diese Probestelle wurde als Beispiel für ein stärker von Kanuten befahrenes, überwiegend sandiges und flaches Fließgewässer ausgewählt. An dem Untersuchungsabschnitt treten über einer natürlichen Mergelbank vergleichsweise hohe Fließgeschwindigkeiten auf. Auf der überwiegend sandigen Sohle ist etwas Totholz und Grobdetritus abgelagert.

An L1 befindet sich eine stark genutzte offizielle Kanuein- und -aussatzstelle der Stadt Lippstadt. Auf etwa 10 m Breite wurde hier durch eine kurze, unbefestigte Zufahrt die Ufervegetation des sehr flachen Ufers entfernt. Direkt an der Einsatzstelle dominiert sandig-feinkiesiges Sohlsubstrat. Im Sommer entwickeln sich zur Gewässermitte hin größere *Potamogeton*-Bestände. Die Gewässersohle der maximal 2,5 - 3 m tiefen und 16,5 m breiten Lippe ist insgesamt sehr heterogen sowohl aus sandigen als auch aus kiesig-steinigen Körnungen zusammengesetzt. Als Folge der Flussregulierung innerhalb der Lippstädter Innenstadt ist an der Probestelle die Fließgeschwindigkeit des Flusses künstlich erhöht worden.



Foto 3: Ruhr an der Probestelle R2

An R2 teilt sich die Ruhr gegenüber einer großen Uferschwalbenkolonie in zwei, z.T. sehr flache Arme auf. Die geringen Wassertiefen verursachen eine häufige Grundberührung bei der Befahrung mit Kanus. Die Probenahmen wurde an dem bevorzugt befahrenen, flach überströmten Gewässerarm ausgewählt.

Die Probestelle R1 konnte im Herbst 1998 aufgrund ungünstiger hydrologischer Bedingungen (hohe Wasserführung bzw. kräftiges Hochwasser) noch nicht beprobt werden. Daher wurden alle Probenahmen an R1 im August 1999 durchgeführt. Unmittelbar unterhalb eines Sohlabsturzes strömt die Ruhr hier turbulent, so dass von dem SKC Neheim-Hüsten auf etwa 50 m Länge eine vereinseigene Wildwasseranlage für Kanuten errichtet wurde. Auch an R1 ist die Sohle der Ruhr überwiegend steinig-kiesig, außer Wassermoosen wächst nur kleinflächig Unterwasservegetation.

3.3.2 Fischereibiologische Untersuchungsabschnitte

3.3.2.1 Eltingmühlenbach

Im Fall des Eltingmühlenbaches wurde die Befischung im Rahmen dieser Untersuchung trotz vorliegender Genehmigung des Kreises Steinfurt vom Angelverein „ASV Greven 1933 e.V.“ durch Vorstandsbeschluß verwehrt. Das Protokoll einer Probestrecke stammt von einer Untersuchung der Universität Essen durch Herrn Christian Frenz aus dem Jahr 1997. Vier weitere Datensätze aus dem Jahr 1994 wurden aus der Datenbank LAFKAT von den Dezernaten für Fischerei in Albaum zur Verfügung gestellt.

Der Eltingmühlenbach ist im Bereich der Probestrecken überwiegend naturnah. An einigen Strecken ist ein mäßiger Einfluss durch Ausbau zu erkennen. Das Sohlensubstrat besteht überwiegend aus Sand. Steine sind durch verfallene Uferausbauten an einigen Stellen in die Gewässersohle geraten. Im Bereich von Wiederkehren haben sich Schlamm und Fallaub abgelagert. Das Gewässer ist reich an Strukturelementen. Vor allem in den Bereichen der Krümmungen befinden sich tiefe Kolke, zahlreiche Unterstände und Totholz. Schilf und Wasserpflanzen fehlen.

Die durchschnittliche Breite der Probestrecken beträgt zwischen fünf und sechs Meter. Die durchschnittliche Tiefe der Probestrecken variiert zwischen 0,5 und 1,10 Meter. Im Bereich der oberen Probestrecken zeigte sich ein rasch fließendes Strömungsbild, im Bereich der Glanemündung strömte der Eltingmühlenbach langsam. Die Länge der Probestrecken betrug 250 bzw. 300 Meter.



Foto 4: Der Eltingmühlenbach



Foto 5: Die begradigte Ems.

3.3.2.2 Ems

Die Emsbefischung erfolgte zwischen Telgte und der Wersemündung bei Gelmer. Es sind 15 Probestrecken bearbeitet worden. Drei weitere Protokolle stammen aus der LAFKAT-Datenbank der Dezernate für Fischerei in Albaum aus dem Jahr 1991.

Die Ems zeigt in den Bereichen der Probestrecken zwei verschiedene Charakteristika. Über weite Strecken ist sie durch ein Trapezprofil mit beidseitiger Steinschüttung ausgebaut. Einige Sohlgleiten aus Bruchsteinen sorgen vor allem bei flachem Wasserstand für eine Verminderung der Strömungsgeschwindigkeit im Oberwasser. Im Bereich des Truppenübungsplatzes Dorbaum ist die Ems in einem naturnahen Zustand, obwohl sie sich tief in die Landschaft eingegraben hat.

14 der 18 Probestrecken liegen in den begradigten Abschnitten. Die restlichen vier Probestrecken wurden in die naturnahen Bereiche der Ems gelegt, da in naturnahen Abschnitten eines Sand-Tieflandflusses vor allem die tiefen Kolke fischereilich interessant sind. Diese sind mit der Elektro-Methode aber nur sehr bedingt erfassbar. Das Sohlensubstrat in der Ems besteht überwiegend aus Sand. An einigen Stellen sind Steine durch verfallene Uferausbauten in die Gewässersohle geraten. Im Bereich von Wiederkehren hat sich Schlamm und Fallaub abgelagert. Vor allem in den ausgebauten Abschnitten fehlen Strukturelemente. Ausgedehnte Krümmungen mit tiefen Kolken und Unterständen findet man nur im Bereich der naturnahen Gewässerabschnitte. Wasserpflanzen (Laichkräuter) haben sich an einigen ufernahen Abschnitten der begradigten Ems ausgebildet.

Die durchschnittliche Breite der Probestrecken beträgt zwischen fünfzehn und zwanzig Meter. Die durchschnittlichen Tiefe variiert zwischen 0,5 und 2 Meter. Im Bereich der Sohlgleiten zeigt die Ems ein rasch fließendes bis turbulentes Strömungsbild, die übrigen Strecken strömen langsam. Die Länge der Probestrecken betrug zwischen 50 und 300 Meter.

3.3.2.3 Lippe

Die Obere Lippe ist im Bereich des Naturschutzgebietes „Klostermersch“ an drei Probestrecken bearbeitet worden. Der Fluss wurde in diesem Abschnitt im September durch Frau Dr. Margret Bunzel-Drüke von der

Biologischen Station ABU Soest elektrisch abgefischt. Die Jungfischfauna wurde zusätzlich intensiv beprobt. Da die Probestrecken z.T. mit den ausgewählten Befischungstrecken der Kanusportuntersuchung übereinstimmen, konnten die Ergebnisse mit freundlicher Genehmigung des STUA Lippstadt und von Frau Dr. BUNZEL-DRÜKE übernommen werden.

Die drei Probestrecken liegen in einem renaturierten Bereich der Lippe. Das Sohlensubstrat der Lippe besteht überwiegend aus Sand. Im Bereich von Wiederkehren hat sich Schlamm und Fallaub abgelagert. Die durchschnittliche Breite der Probestrecken beträgt zwischen acht und zwanzig Meter. Die durchschnittlichen Tiefe der Probestrecken variiert zwischen 0,5 und 1 Meter. Im Bereich der Probestrecken zeigte die Lippe ein ruhiges Strömungsbild. Bei der Renaturierung wurde ein Stillwasserbereich mit Anschluss an die Lippe angelegt, der ebenfalls beprobt wurde. Die Länge der Probestrecken betrug zwischen 100 und 200 Meter.



Foto 6: Kanuschleuse an der Lippe in der Klostermersch.



Foto 7: Teichrosenfeld in der Werse

3.3.2.4 Werse

Die Werse ist an sieben Probestrecken bearbeitet worden. Der Bereich der Probestrecken liegt zwischen dem Münsterschen Stadtteil Angelmodde und der Pleistermühle in Münster-Mauritz.

Die Werse ist im Bereich der Probestrecken stark ausgebaut und durch hohe Wehre, die nur bei extremen Hochwässern für Fische überwindbar sind, segmentiert. Das Sohlensubstrat in der Werse besteht überwiegend aus Schlamm. Ausgedehnte Krümmungen mit tiefen Kolken und Unterständen findet man nur in wenigen Bereichen. Häufig wachsen in flacheren Abschnitten ausgedehnte Teichrosenfelder (*Nuphar lutea*). Die durchschnittliche Breite der Probestrecken beträgt zwischen 10 und 30 Meter. Die durchschnittliche Tiefe der Probestrecken variiert zwischen 0,5 und 1,5 Meter. Die Werse zeigt ein ruhiges Strömungsbild. Bei flachen Wasserständen ist die Werse im Bereich der Probestrecken ein Stillgewässer. Die Länge der Probestrecken betrug zwischen 80 und 350 Meter.

3.3.3. Ornithologische Untersuchungsabschnitte

Für die ornithologischen Untersuchungen wurden an sechs unterschiedlichen Gewässern insgesamt zehn Untersuchungsabschnitte ausgewählt, deren Bezeichnung und Abgrenzung Tab. 3 zu entnehmen sind. Die Lage der Probestrecken ist in Abb. 2 enthalten. Bei der Auswahl der

Fließgewässerabschnitte wurden unterschiedliche Gewässertypen berücksichtigt, die sich hinsichtlich der Befahrensintensität der Boote sowie der Morphologie (Breite) unterscheiden (vgl. Tab. 4). Genauere Beschreibungen der Befahrensintensität und der Struktur finden sich in den Kap. 5.2.2.

Tab. 3: Abgrenzung und Länge der ornithologischen Probestrecken (Fließgewässerkilometer nach KANU-VERBAND NRW 1998)

Untersuchungsgewässer	Strecke	Länge [km]
Eltingmühlenbach	Dortmund-Ems-Kanal (km 11,5) bis letzte Brücke vor Glane-Mündung (km 0,1)	11,4
Ems/Rheine	Elter Brücke (km 36, 8) bis zum Hemelter Bach bei Rheine (km 45,3)	8,5
Ems/Münster	Einsatzstelle "Ringemann" (km 17,4) bis K45-Brücke (km 10,8)	6,6
Werse/Münster	1998: Altarm "Wersewinkel oberh. Wolbeckerstr." (km ca. 17,9) bis Pleistermühle (km 13,4) 1999: Altarm "Wersewinkel oberh. Wolbeckerstr." (km ca. 17,9) bis unterhalb von Handorf (ca. km 11,5) und von Havichhorster Mühle (km 4,2) bis Emsmündung (km 0)	4,5 6,4 bzw. 4,2
Lippe/Benninghausen	Lippstadt (km 177) bis Fußgängerbrücke Eickelborn (km 167)	10
Lippe/Werne	Gleitwehr Werne-Rünthe (km 107,5) bis Wehr Lünen-Beckinghausen (km 97)	10,5
Lippe/Haltern	1. große Kurve unterh. Bergbossendorf bis K55-Brücke	ca. 4,5
Ruhr/Arnsberg	Wehr "Arnsberg-Harsewinkel" (km 151,8) bis B64-Brücke bei Wickede (km 125,5)	26,3
Wenne	Bremke (18,5) bis Ruhrmündung (km 0)	18,5

Tab. 4: Zuordnung der ornithologischen Untersuchungsabschnitte zu Gewässertypen

Gewässertyp	Ornithologische Untersuchungsabschnitte
Stark frequentierte, breite Tieflandfließgewässer	Ems/Rheine Ems/Münster Werse/Münster Lippe/Benninhausen
Gering frequentierte, breite Tieflandfließgewässer	Lippe/Werne Lippe/Haltern
Stark frequentierte, schmale Tieflandfließgewässer	Kleine Werse/Münster
Gering frequentierte, schmale Tieflandfließgewässer	Eltingmühlenbach
Stark frequentierte, breite Mittelgebirgsfließgewässer	Ruhr/Arnsberg
Gering frequentierte, schmale Mittelgebirgsfließgewässer	Wenne

4 Methoden

4.1 Befahrensintensität

Ziel dieser an den Untersuchungsabschnitten parallel durchgeführten Aktionen war es, vergleichbare Werte zur Befahrensintensität der einzelnen Gewässer zu erhalten. Hierzu wurden an insgesamt vier Terminen in 1998 und 1999 Kanuzählungen durchgeführt. Dabei wurden in der Zeit von 9:00 bis 18:00 Uhr alle vorbeifahrenden Boote protokolliert. Unterschieden wurde nach Bootsart (Kajak, Canadier, Ruderboot, Schlauchboot), der Anzahl der Personen, deren Verhalten und deren Fahrvermögen (siehe Beispielbogen im Anhang).

4.2 Erfassung der Gewässerstrukturen

Für die limnologischen Probestellen und die ornithologischen Untersuchungsabschnitten kamen unterschiedliche Methoden zur Erfassung der Gewässerstrukturkartierung zur Anwendung.

4.2.1 Gewässerstrukturkartierung an den limnologischen Probestellen

An jeder Probestelle wurden an einem 100 m langen Gewässerabschnitt Strukturen der Fließgewässer im Längs- und Querschnitt, sowie die Uferbeschaffenheit und das Gewässerumfeld beschrieben. Die Aufnahmen werden gemäß der Kartierungsanleitung des Landesumweltamtes Nordrhein-Westfalen (LUA 1998) durchgeführt. Da ein Bewertungsverfahren für größere Fließgewässer (>10 m Breite) zur Zeit noch erarbeitet wird, wurde das oben für kleine und mittelgroße Gewässer entwickelte Verfahren auch auf größere Gewässer wie die Ems, Lippe und Ruhr angewandt. Erleichtert wurde dies dadurch, dass aufgrund der durchgeführten Untersuchungen auch die Gewässertiefen und Sohlenstrukturen dieser Gewässer bekannt sind. Zusätzlich werden Ein- und Aussatzstellen für Kanuten gesondert betrachtet und detailliert beschrieben.

In der Kartiervorschrift des LUA NRW werden sieben Strukturgüteklassen voneinander unterschieden. Diese werden für die drei Bereiche „Sohle“, „Ufer“ und „Land“, denen insgesamt sechs Hauptparameter (vgl. Tabelle 5) zugeordnet werden, berechnet.

Tab. 5: Gewässerstrukturgüteklassen nach LUA NRW (1998)

Strukturgüteklasse	Grad der Beeinträchtigung	Farbige Kartendarstellung
1	Naturnah	Dunkelblau
2	Bedingt naturnah	Hellblau
3	Mäßig naturnah	Grün
4	Deutlich beeinträchtigt	Hellgrün
5	Merklich geschädigt	Gelb
6	Stark geschädigt	Orange
7	Übermäßig geschädigt	rot

4.2.2 Gewässerstrukturkartierung an den ornithologischen Untersuchungsabschnitten

Um die Standortbedingungen an den untersuchten Fließgewässern speziell für die Wasservögel zu dokumentieren, wurden vor allem diejenigen Aspekte bei der Kartierung berücksichtigt, die für die Ansiedlung bzw. den Aufenthalt der Vögel von Bedeutung sind. Aus diesem Grund wurde auf die Gewässerstrukturkartierung nach LUA (1999) verzichtet. Folgende Kriterien werden bei der Erfassung der Gewässerstruktur erhoben:

Ufer- und Wasservegetation:

- € Gehölze
- € Röhricht
- € Hochstauden
- € Schwimmblattgesellschaften
- € Abbruchkanten, Steilwände, Sandbänke:
- € Sandbänke bei Mittelwasserstand

Beeinträchtigungen:

- € Trittschäden, Zerstörung der Wasser- und Ufervegetation, Müll

zusätzliche Erfassung von:

- € Kanuein- und ausstiegsstellen
- € Gebäude

4.3 Limnologische Untersuchungen

4.3.1 Chemisch- physikalische Messungen

Einmalig werden an jeder Probestelle mit Feldgeräten der Firma WTW (Oxi 325-B/Set, 320/Set-1, LF 325-B/Set) die Wassertemperatur, die elektrolytische Leitfähigkeit, der pH-Wert sowie die Sauerstoffkonzentration und Sauerstoffsättigung bestimmt. Diese Daten liefern wichtige Informationen zur allgemeinen limnologisch-ökologischen Charakterisierung der Gewässerabschnitte.

4.3.2 Allgemeine Zusammensetzung der Benthosfauna

Die qualitative Erfassung der taxonomischen Zusammensetzung der Benthosfauna ermöglicht eine grobe limnologisch-ökologische Beschreibung der Probestellen. Hierdurch wird ein umfassenderes Verständnis derjenigen Untersuchungen, welche gezielt den Auswirkungen des Kanusports nachgehen sollen, ermöglicht. Darüber hinaus kann die Bedeutung des Gewässerabschnittes für den Artenschutz dokumentiert werden. Zu diesem Zweck müssen tiefe und flache Fließgewässer mit unterschiedlichen Methoden beprobt werden.

Die Benthosfauna flacher und mäßig tiefer Fließgewässer (max. 1 m Wassertiefe) wurde immer per „Kick-sampling“ erfasst. Diese Methode war am Eltingmühlenbach (an Eb1 und Eb2), an der Ems (an E3), an der Werse (an W1 und W3) sowie an der Ruhr (an R1 und R2) zweckmäßig. In der nachfolgend beschriebenen Durchführung handelt es sich um qualitative Benthosaufsammlungen. Ein an einem Stahlrahmen befestigtes Gaze-Netz (Kick-Netz, Maschenweite ca. 250 µm, Grundfläche 0,22 m²) wird auf die Gewässersohle aufgesetzt, gegen die Strömung gehalten und der Untergrund etwa auf einer Fläche von 0,25 m² mit einem Fuß aufgewirbelt. Die vom Sediment abgelösten Organismen driften durch die Strömung in das Netz. Die Probenahmedauer beträgt in Abhängigkeit von der Besiedlungsdichte 3 bis 15 Sekunden. Hierdurch wird nicht die gesamte Gewässerfauna vom Untergrund abgelöst, sondern nach einer Probenahmedauer von 1 Minute werden etwa 60 % der Tiere in den obersten Zentimetern der Gewässersohle erfasst (STOREY et al. 1991). Damit für statistische Auswertungen eine genügend große Anzahl an Parallelen zur Verfügung steht, wurde diese Vorgehensweise auf Gewässerabschnitten von 10 - 30 m Länge stromaufwärts an 10 zufällig ausgewählten Standorten durchgeführt.

Da die Untersuchungsabschnitte Eb1 und Eb2 am Eltingmühlenbach verschieden stark von Kanuten frequentiert werden, wurden die benthische Besiedlung an den beiden Abschnitten miteinander verglichen (vgl. Kapitel 4.3.6). Da an allen anderen Gewässern keine Gewässerabschnitte existieren, welche sich strukturell ähneln und geographisch nicht zu weit voneinander entfernt liegen, aber verschieden häufig von Kanuten befahren werden, war eine vergleichende Betrachtung wie am Eltingmühlenbach nicht möglich.

Das Makrozoobenthos tieferer Gewässer (Werse an W2 und Lippe an L1) wurde von einem Ruderboot aus beprobt. An der Lippe erfolgte dies unter Zuhilfenahme eines Stabnetzes (Maschenweite 250 µm,

Grundfläche 0,33 m²), welches der Funktion einer Dredge ähnlich, vom Ufer aus gesteuert über die Gewässersohle gezogen wurde. Auf diese Weise konnten Proben aus bis zu 2,80 m Wassertiefe gewonnen werden. Da die Lippe an L1 rasch strömt (bei MW etwa 0,6 m/sec) und aus ökologischen Gründen auf den Einsatz eines motorbetriebenen Bootes verzichtet wurde, war es notwendig, das Boot an beiden Ufern mit Seilen zu sichern. Die starke Strömung machte die Verwendung eines Bodengreifers unmöglich. Dagegen konnte auf der angestauten Werse (an W2) ein Ekmann-Birge-Greifer (Grundfläche 0,15 m²) eingesetzt werden. Für eine ausführliche Beschreibung des Greifers wird auf SCHWOERBEL (1994) und BLOMQUIST (1991) verwiesen. Auch an den tiefen Gewässern wurden jeweils an zufällig stromaufwärts ausgewählten Probestellen 10 Parallelproben gezogen.

Die gesammelten Organismen wurden vor Ort in 1l – PE-Flaschen überführt, lebend ins Labor gebracht, belüftet, ausgelesen und zur späteren Determination in 70%- Ethanol (Wassermilben in Koenike-Lösung: Volumenverhältnis Glycerin : Eisessig : Wasser = 10 : 3 : 6) (GERECKE 1994) fixiert.

4.3.3 Die Benthosfauna an Ein- und Aussatzstellen für Kanuten

An Ein- und Aussatzstellen für Kanuten wird während des Ein- und Aussetzens von Booten die ufernahe Gewässersohle i.d.R. umgeschichtet, Sediment aufgewirbelt und gegebenenfalls vorhandene submerse Vegetation abgelöst. Um mögliche Auswirkungen auf die Zusammensetzung der Benthosfauna nachzuweisen, wurden ufernahe Gewässerbereiche an den Ein- und Aussatzstellen, sogenannten „Vergleichsstellen“, welche sich in unmittelbarer Nähe (max. 50m) befinden, gegenübergestellt. Diese „Vergleichsstellen“ wurden derart ausgewählt, dass diese bezüglich der Zusammensetzung des Sohlensubstrates sowie des Beschattungsgrades den Verhältnissen an den Ein- und Aussatzstellen möglichst stark ähneln. Ziel dieser Untersuchungen ist folglich nicht der triviale Nachweis, dass durch die Beseitigung von Hartsubstraten, submerser Vegetation oder anderer Choriotope der Gewässersohle an den Ein- und Aussatzstellen eine völlig andere Zusammensetzung der benthischen Zönosen resultiert. Vielmehr soll der Fragestellung nachgegangen werden, ob die Zusammensetzung der bodengebundenen Fauna zweier Gewässerabschnitte, welche sich strukturell kaum voneinander unterscheiden, allein durch den Einfluss des Ein- und Aussetzens von Kanus signifikant verschieden ist.

Die Ein- und Aussatzstellen sowie die „Vergleichsstellen“ wurden immer per Kick-sampling beprobt. In Abhängigkeit von der Größe der Ein- und Aussatzstelle wurde mit dem im Kapitel 4.3.2 beschriebenen „Kick-Netz“ oder einem handelsüblichen Haushaltssieb (18 cm Durchmesser, 1 mm Drahtmaschenweite) diese Probenahmetechnik angewandt. Hierdurch sollte verhindert werden, dass durch die Probenahme selber größere Bereiche der Ein- und Aussatzstelle gestört werden. In 1998 wurden am Eltingmühlenbach (an Eb3), an der Ems (an E3), an der Werse (an W3) sowie an der Lippe (an L1) Ein- und Aussatzstellen für Kanuten beprobt.

Sowohl an der Ein- und Aussatzstelle als auch an der „Vergleichsstelle“ erfolgte dieses über ein Kick-sampling in 10 Parallelen. Die Aufarbeitung der Proben entspricht den Ausführungen des vorherigen Kapitels.

4.3.4 Driftmessungen an Ein- und Aussatzstellen für Kanuten

Die Drift von Invertebraten ist ein Phänomen von entscheidender Bedeutung für den Lebenszyklus benthischer Lebensgemeinschaften in Fließgewässern und ist einer der am ausführlichsten untersuchten Aspekte der Fließgewässerökologie (MATTHAEI ET AL. 1998). In der limnologischen Literatur werden verschiedene Kategorien der Drift unterschieden: *Katastrophendrift* infolge einer physikalischen Umwälzung des Sedimentes oder drastischen Verschlechterung der Wasserqualität, *verhaltensgesteuerte* oder *aktive Drift*, z.B. als Folge einer Flucht vor dem Fraßfeind, *Ausbreitungsdrift* insbesondere junger Larvalstadien und *konstante Drift*, welche die auf zufällige Ereignisse zurückzuführende, immer vorhandene „Hintergrunddrift“ bezeichnet (BRITAIN & EIKELAND 1988). Auch die Anwesenheit von drifffangenden Fischen verstärkt die ausgeprägte Tagesperiodik der Drift (BOHLE 1995).

Untersuchungen zur Drift benthischer Invertebraten wurden ausschließlich an Ein- und Ausatzstellen für Kanuten durchgeführt. Falls durch Grundberührung von Kanus, der Paddel oder ein- und aussteigender Kanuten eine Beeinflussung der benthischen Drift ausgeht, handelt es sich nach obiger Terminologie um eine zumindest räumlich beschränkte Katastrophendrift. Zur Ermittlung der organismischen Drift werden Gazeetze (Maschenweite 250 µm) mit einem rechteckigen Rahmen (10 cm Δ 50 cm), der über zwei Stangen in der Strömung exponiert werden kann, verwendet. Am Ende der spitz zulaufenden Netze befindet sich ein abschraubbarer Gazezylinder gleicher Maschenweite, in welchem sich die aufgefangenen Organismen anreichern. Bei allen Driftmessungen wurden die Netze in einem Abstand von ca. 5-10 cm zur Gewässersohle exponiert.

Zur Beantwortung verschiedener Fragestellungen wurden Driftmessungen, mit sowohl longitudinal als auch horizontal angeordneten Netzen, zur Erfassung der benthischen Drift an Ein- und Ausatzstellen, spätabendliche Driftmessungen zur Erfassung der Amplitude der natürlichen diurnalen Driftrhythmik sowie Bestimmungen der mittleren Driftweiten der Invertebraten vorgenommen. Der Einfluss des Aus- und Einsetzens von Kanus wurde zum einen während des an den Gewässern tatsächlich aufkommenden Kanuverkehrs und zum anderen experimentell mit Kanugruppen erfasst. Im folgenden werden diese vier Methoden näher erläutert.

Longitudinal und horizontal angeordnete Driftmessungen an Ein- und Ausatzstellen

Die an den Ein- und Ausatzstellen für Kanuten durchgeführten Driftmessungen sollen eine mögliche Beeinflussung der benthischen Drift durch das Ein- und Aussetzen von Kanus nachweisen. Zu diesem Zweck wurden an der Ems (E3), der Werse (W3) und der Lippe (L1) i.d.R. drei Driftnetze entlang des Ufers der Ein- und Ausatzstelle folgenderweise aufgestellt. Das vorderste Netz wurde i.d.R. stromaufwärts der Ein- und Ausatzstelle, das mittlere Netz möglichst dicht dahinter und das dritte Netz weiter stromabwärts positioniert. Der Abstand zwischen den Driftnetzen betrug je nach Gewässer 15 - 25 m. Nach Überprüfung der örtlichen Strömungsmuster wurden alle Netze in etwa in dem gleichem Abstand vom Ufer entfernt aufgestellt. Die Erfassung der Drift erfolgte an allen Probestellen i.d.R. zwischen 12 Uhr und 17 Uhr. In diesem Zeitraum ist die natürliche Hintergründrift und verhaltensgesteuerte Drift an vielen Fließgewässern minimal und vergleichsweise konstant, da das Tageslicht als direkter Hemmfaktor auf driftbereite Insekten einwirkt. In dem oben angeführten Zeitraum konnten über 7 - 10 Driftintervalle à 15 - 30 min Expositionszeit Driftmessungen durchgeführt werden. Nur unter Hochwasserbedingungen verkürzte sich die Expositionszeit beträchtlich. Das Wechseln der an den Driftnetzen angebrachten Gazezylindern erfolgt beim Abnehmen stromaufwärts und beim Wiederanbringen stromabwärts, damit nicht artifiziell Sediment und Organismen in die Netze gelangen.

An der Ems wurde darüber hinaus einmalig die horizontale Driftentwicklung näher untersucht. Zu diesem Zweck wurden vier Driftnetzen ca. 6 m hinter der Ein- und Ausatzstellen in einem mittleren Abstand von 1,5 m von Ufer aus hin zur Gewässermittle exponiert.

Die Aufarbeitung aller Driftproben entspricht den unter 4.3.2. gemachten Ausführungen. Zusätzlich wurden alle aufgefangenen Invertebraten in fünf Größenklassen eingeteilt:

„1“ = <1 mm, „2“ = 1-2 mm, „3“ = 2-5 mm, „4“ = 5-10 mm, „5“ = > 10 mm.

Driftmessungen während experimentell durchgeführter Kanubefahrungen

Da die Befahrintensität an den untersuchten Gewässern ganz entscheidend von dem Witterungsverlauf abhängt und daher nicht genau vorherbestimmt werden kann, wurden an der Ems (E3), der Werse (W3), der Lippe (L1) und der Ruhr (R1) mit Kanugruppen von fünf bis zehn Booten an den Ein- und Ausatzstellen experimentelle Gewässerbefahrungen durchgeführt. Diese besitzen die Vorteile, dass die Untersuchungen weitestgehend witterungsunabhängig durchgeführt werden können, die Befahrintensitäten vorbestimmt werden können und schließlich auch Einfluss auf das Verhalten der Kanuten genommen werden kann.

Diese Kanuexperimente waren nur möglich durch die tatkräftige Unterstützung von Mitgliedern des Albersloher Kanu-Clubs e.V. (Werse und Ems), des Wasser- u. Wintersportclubs Lippe e.V. (Lippe) sowie des Ski- u. Kanuclubs e.V. Neheim-Hüsten (Ruhr).

An der Ems, der Werse und der Lippe wurden diese Feldexperimente derart durchgeführt, dass die Kanuten in unterschiedlichen Bootsanzahlen in einem ersten Untersuchungsteil so diszipliniert und einem zweiten Teil so undiszipliniert wie möglich an den Ein- und Aussatzstellen aus- und wieder einsetzten. Unter einem „undisziplinierten Fahrverhalten“ werden in diesem Zusammenhang solche Fahrweisen verstanden, welche starke Wasserturbulenzen verursachen. Undiszipliniert fahrende Kanuten tauchen die Paddel unnötig tief und kräftig ein, halten an Ein- und Aussatzstellen keinen Mindestabstand zwischen den Booten ein, steigen z.T. verfrüht aus und wirbeln hierbei größere Sedimentmengen auf. Demgegenüber fahren disziplinierte Kanuten mit geübten, ruhigen Paddelschlägen, halten beim Aus- und Einstieg einen Mindestabstand zwischen den Booten von ca. 20 m ein und steigen möglichst vorsichtig erst unmittelbar an der Uferlinie aus den Booten. Im Rahmen dieser experimentellen Befahrungen wurden jeweils drei Driftnetze an genau den Standorten aufgestellt, an denen die Driftmessungen während des tatsächlich aufkommenden Kanuverkehrs durchgeführt wurden. Die Expositionsdauer betrug an allen Gewässern immer 15 min. Vor und nach allen Feldexperimenten wurden Nullmessungen durchgeführt. An der Werse schloss sich aufgrund der vorliegenden Gewässermorphologie ein dritter Untersuchungsteil an. Hier konnte vor der Ein- und Aussatzstelle wegen der zu großen Wassertiefe das vordere Driftnetz nicht aufgestellt werden. Daher wurde dies in der Nähe des gegenüberliegenden Ufers positioniert, um hier mögliche Auswirkungen durch die Vorbeifahrt unterschiedlich vieler Boote zu dokumentieren. An der Ruhr wurde das Feldexperiment prinzipiell mit der gleichen Vorgehensweise an einer Wildwasseranlage durchgeführt. Hier befuhren Kanuten des örtlichen Kanuclubs die Wildwasseranlage über einen Zeitraum von 5 min in unterschiedlicher Anzahlen. In einem Abstand von 4,5 m bzw. 19,5 m hinter der letzten Slalomstange wurden zur Erfassung der Driftdichten zwei Driftnetze aufgestellt. Durch hölzerne Gewässerverbauungen im Bereich der Anlage kommt es zu einer Bündelung des Strömungsmusters, so dass von ganz unterschiedlichen Abschnitten der Anlage abgedriftete Organismen durch die im Stromstrich exponierten Netze erfasst werden konnten.

Erfassung der diurnalen Driftrhythmik

An der Ems und der Werse wurde zwischen 17.30 Uhr und 24.00 Uhr mit jeweils einem Driftnetz die tagesperiodische Driftentwicklung der benthischen Wirbellosen erfasst. In diesem Zeitraum herrschte i.d.R. kein Bootsverkehr auf den Gewässern. Die natürliche diurnale Schwankung der Driftdichten ist ein an zahlreichen Fließgewässern beschriebenes Phänomen. Im Verlauf dieser natürlichen Schwankung kommt es insbesondere nach Sonnenuntergang zu einem starken Anstieg der Driftdichten vieler Invertebraten (BRITAIN & EIKELAND 1988, ALLAN 1995, DANIEL 1997, MATTHAEI ET AL. 1998). Als auslösenden Faktoren für diesen Anstieg der Driftdichten werden sowohl abiotische Größen wie die Lichtintensität als auch verhaltensgesteuerte Aktivitätsphasen der Invertebraten im Zusammenhang mit dem einwirkenden Fraßdruck durch Fische angeführt. Für die im Zusammenhang mit dem Kanusport durchgeführten Driftmessungen ist es von Bedeutung, dass die spätabendlichen Driftmessungen ein natürliches Phänomen betrachten, welches auf eine aktive Drift der bodengebundenen Wirbellosen zurückzuführen ist. Ziel ist es in diesem Kontext, das Ausmaß der gewässerspezifischen natürlichen Schwankungsbreite der Drift denjenigen Änderungen der Driftdichten, welche durch den Kanusport verursacht werden, gegenüberzustellen.

Bestimmung der mittleren Driftweiten benthischer Invertebraten

Zur Ermittlung der Driftdistanzen benthischer Wirbellosen wurden die Grundzüge der von MC LAY ET AL. (1970) und LANCASTER ET AL. (1996) beschriebenen Methode angewendet. Untersuchungen hierzu wurden an der Ems (an E3), der Werse (an W3) und der Ruhr (an R1) durchgeführt.

Zu diesem Zweck wird ein Driftnetz in der Gewässermitte aufgestellt und in zunehmender Entfernung (1 m bis 32 m) oberhalb des Netzes ca. 30 cm breite Sedimentstreifen mit den Füßen gründlich aufgewirbelt, die

abgelösten Organismen in dem gewässerabwärts aufgestellten Netz aufgefangen und ausgezählt. Die Breite der aufgewirbelten Transekte betrug an der Ems und Ruhr jeweils ca. 15 m und an der Werse ca. 6 m. Für Entfernungen bis zu 8 m wurde das Netz über 10 min, bei größeren Entfernungen über 20 min exponiert. Vor und nach den Sedimentaufwirbelungen wurden Nullmessungen bei Expositionszeiten von jeweils 15 min durchgeführt.

Voraussetzungen für diese Art der Driftweitenermittlung sind eine relativ breites Gewässer, vergleichsweise konstante Strömungsbedingungen sowie einheitliche Licht- und Substratverhältnisse. Für die Untersuchungsabschnitte an der Ems, der Werse und der Ruhr waren diese Bedingungen erfüllt und wurden an der Ems und Werse zusätzlich durch engmaschige Fließgeschwindigkeitsmessungen über den gesamten Gewässerquerschnitt dokumentiert.

Die Bestimmung der mittleren Driftweite der bodengebundenen Organismen stellt eine wichtige Zusatzinformation zur Beurteilung des räumlichen Ausmaßes möglicher Auswirkungen des Kanusports auf die Drift benthischer Invertebraten dar.

Bestimmung der partikulären organischen Substanz (POM) in der fließenden Welle

Bei allen im zweiten Untersuchungsjahr durchgeführten Driftmessungen wurden nicht nur die im Netz aufgefangenen Tiere, sondern auch das abgedriftete partikuläre organische Material (POM) quantifiziert. Hierbei handelt es sich beispielsweise um abgelöste Pflanzenteile, Totholzstückchen, Fallaub o.ä. Material, welches ebenfalls durch das Ein- und Aussetzen von Booten verstärkt in die fließende Welle gelangen könnte. Zu diesem Zweck wird nach dem Auslesen der Organismen das gesamte Material des Netzfanges zunächst für 24h bei 104°C getrocknet und nach Bestimmung des Trockengewichtes für 4,5 h bei 560°C in einem Muffelofen verglüht. Hierbei entspricht der Glühverlust dem Gewichtsanteil des POM.

4.3.5 Abfiltrierbare Stoffe und Abdampfrückstand (Schwebstoffe)

Durch das Aufwirbeln von Feinsediment, z.B. während des Ein- und Aussetzens von Kanus, kommt es zu einer vorübergehenden Wassertrübung. Das Ausmaß der Trübung ist stark abhängig von der Korngrößenverteilung der Gewässersohle. So setzen sich sandige Sedimentpartikel weitaus schneller wieder ab als tonig-schluffige Körnungen.

Durch die Entnahme von 1 l Schöpfproben aus der fließenden Welle soll das räumliche Ausmaß sowie der zeitliche Verlauf einer Veränderung der Wasserbeschaffenheit an Ein- und Aussatzstellen dokumentiert werden. Um einen Zusammenhang mit den parallel durchgeführten Driftmessungen herzustellen, wurden die Wasserproben unmittelbar vor den Driftnetzen gezogen. Während an dem vordersten und hintersten Netz i.d.R. nur eine Probe genommen wurde, wurden am mittleren Netz, welches kurz unterhalb der Ein- und Aussatzstelle liegt, unmittelbar nach dem Ein- oder Aussetzen von Kanus in kurzen Abständen wiederholt Wasserproben geschöpft. Um Artefakte zu minimieren, wurden die Proben vom Ufer aus mit einem an einer Stange befestigten Schöpfer gewonnen. Im Anschluss an die Feldarbeiten wurde nach Vorfiltrierung die Konzentration an ungelösten Wasserinhaltsstoffen (abfiltrierbare Stoffe) bestimmt. Hierzu wird das Wasservolumen über Unterdruck auf einen Glasfaser Rundfilter (Fa. Schleicher & Schuell, Ø 50 mm, Modell GFVG) filtriert. Anschließend wird der Filtrationsrückstand bei 104°C 24 h getrocknet, gewogen und schließlich für 4,5 h bei 560°C der organische Anteil verbrannt. Der übrigbleibende Abdampfrückstand wird wieder gewogen und gibt den anorganischen Anteil der ungelösten Wasserinhaltsstoffe wieder.

4.3.6 Auswertung der limnologischen Untersuchungen

Autökologische Auswertungen

Die autökologischen Auswertungen wurden mit dem Auswertungsprogramm „Ökologische Typisierung der aquatischen Makrofauna“ des BAYERISCHEN LANDESAMTES FÜR WASSERWIRTSCHAFT (Stand Dez. 1997) automatisiert vorgenommen. Diese Excel-Makros wurden mit Ausnahme der Driftproben auf alle biologischen Proben angewandt (vgl. Kapitel 4.3.2, 4.3.3). Hierzu wurden jeweils alle zehn Parallelproben

zusammengefasst. Das Auswertungsprogramm gibt Auskunft über die biozönotische Region des Gewässerabschnittes, die Strömungs- und Habitatpräferenzen sowie die Zusammensetzung der Ernährungstypen der gesammelten Organismen. Die Auswertungen ermöglichen sowohl eine umfassende limnologische Charakterisierung der Gewässerfauna als auch eine Betrachtung der Ein- und Aussatzstellen für Kanuten und verschieden stark von Kanuten frequentierter Gewässerabschnitte. Zusätzlich werden für jede Probestelle Gesamtartenlisten, in denen auch der Gefährdungsgrad nach aktuellen Roten Listen mitaufgeführt ist, zusammengestellt.

Statistische Testverfahren

Die Grundlagen der statistischen Auswertungen richten sich nach den Ausführungen von ELLIOTT (1977). Die statistischen Tests wurden automatisiert in dem Tabellenkalkulationsprogramm Excel 8.0 und dem Statistikprogramm SPSS for Windows 6.1.3 durchgeführt.

Bevor statistische Testverfahren zur Anwendung kamen, wurde zunächst der den Benthosproben zugrundeliegende Verteilungstyp mit Hilfe des θ^2 -Testes, der das Verhältnis der tatsächlichen Probenvarianz zur theoretischen Varianz wiedergibt, ermittelt (vgl. ELLIOTT 1977) [Gleichung 1]:

$$\theta^2 = \frac{s^2(n-4)}{\bar{x}}, \quad s = \text{Varianz}, \quad n = \text{Anzahl Parallelen}, \quad \bar{x} = \text{arithmetisches Mittel} \quad [1]$$

Die an Ein- und Aussatzstellen gezogenen 10 Parallelproben werden mit den am gleichen Tag gewonnenen 10 Parallelen einer benachbarten Vergleichsstelle über den zweiseitigen Wilcoxon-Vorzeichenrangtest auf Unterschiede in den Testparametern „Gesamtartenzahl“ und „Gesamtindividuenzahl“ auf Unterschiedlichkeit getestet. Die gleiche Prüfstatistik wurde für den Vergleich zweier verschieden stark von Kanuten befahrener Gewässerabschnitte des Eltingmühlenbaches herangezogen. Für eine nähere Beschreibung wird auf SIEGEL (1997) verwiesen. Die Angabe der Streuweite erfolgt basierend auf dem vorliegenden Verteilungsmodell über die Berechnung des Medians und dem 95%-Konfidenzintervall. Falls eine gehäufte Verteilung vorliegt (der Regelfall) wurde die Teststatistik mit logarithmierten Ursprungsdaten durchgeführt und der Median sowie die Grenzen des Konfidenzintervalls als antilog-Werte angegeben. Da die Ein- und Aussatzstellen mit ihren Vergleichsstellen und die verschieden stark von Kanuten befahrenen Abschnitte des Eltingmühlenbaches über Summenparameter (Gesamtindividuenzahl, Gesamtartenzahl) miteinander verglichen werden, wird zusätzlich der Ähnlichkeitsindex nach Guhl (GUHL 1987) berechnet, welcher u.a. auch die taxonomische Struktur der Proben mitberücksichtigt. Der Ähnlichkeitsindex beinhaltet eine gewichtete Kombination verschiedener Ähnlichkeitsparameter sowie den Unterschied im Saprobitätsgrad zweier Proben und wird nach folgender Formel berechnet [Gleichung 2]:

Es bedeuten:

V = Verhältnisse der Artenzahl

SI = Sørensen-Index

J = Ähnlichkeitsindex der Individuenhäufigkeit

ΔS^* = Unterschied im Saprobitätsgrad

$$K = V^{0,1} \text{SI}^{0,2} \text{J}^{0,2} \Delta S^{*0,5} \quad [2]$$

Schließlich werden unter Angabe der minimalen und maximalen Schwankungsbreiten die mittleren Gesamtartenzahlen, Gesamtindividuenzahlen und Driftdichten aller fünf Untersuchungsgewässer graphisch gegenübergestellt. Hierdurch sind die unterschiedlichen Besiedlungsdichten der strukturell stark unterschiedlichen Fließgewässer gut erkennbar.

Lineare Regressionsanalysen

Über lineare Regressionsanalysen werden die im Rahmen der Feldexperimente mit Kanugruppen durchgeführten ermittelten Driftdichten und POM-Konzentrationen (abhängige Variablen) mit der beobachteten Bootsfrequenzen (unabhängige Variable) an den Ein- und Aussatzstellen in Beziehung gesetzt.

Zu beachten gilt, dass als „Störgröße“ die diurnale Rhythmik der Drift miterfasst wird und so theoretisch Pseudo-Korrelationen denkbar sind. Da zum einen die Driftmessungen während der Nachmittagstunden (hoher Sonnenstand!) durchgeführt wurden und zu diesem Zeitpunkt die Hintergrundsdrift minimal und relativ konstant sein sollte und zum anderen auch an Tagen mit nur sehr geringen Kanufrequenzen (bei vergleichbaren Wetterverhältnissen) Messungen vorgenommen wurden, sollte diese „Störgröße“ vernachlässigbar gering und abschätzbar sein. Eine „Nullmessung“, d.h. Driftmessungen an Tagen ohne Kanuverkehr in der gleichen Jahreszeit und unter vergleichbaren Wetterbedingungen ist organisatorisch kaum durchführbar. Auch für die steuerbaren Intensitätsabstufungen der Kanuexperimente gilt, dass es nicht möglich ist, die unabhängige Variable „Bootsanzahl“ bezüglich der Auswirkung auf die Drift in ihrer Intensität exakt zu steuern. Dies bedeutet, dass niemals durch das Ein- und Aussetzen dreier Kanus genau dreimal so viel Organismen vom Untergrund abgelöst werden, als infolge des Ein- und Aussetzens nur eines Bootes. Daher stellt innerhalb der durchgeführten Regressionsanalysen diese Variable nur eine Art Hilfsgröße dar. Aufgrund dieser Zusammenhänge ist es von großer Bedeutung, nicht nur allein auf den rechnerischen Wert des Korrelationskoeffizienten, sondern auch rein qualitativ auf die Intensitätsspanne der Driftdichten nach einer „Störung“ durch ein- und aussetzende Kanus im Vergleich zu den Driftdichten ohne Bootsbewegungen einzugehen. Dies gilt umso mehr für die unter unbeeinflussten Bedingungen durchgeführten Driftmessungen, da hier nur über die Driftprotokolle etwaige Aussagen über die tatsächlichen Störungsintensitäten (Verhalten der Kanuten) gemacht werden können. Aus diesem Grunde werden hierzu im Ergebnisteil keine Regressionsanalysen dargestellt.

Ermittlung der organismischen Driftdichten

Die Ergebnisse aller Driftmessungen werden i.d.R. in Driftdichten, d.h. Organismen / m³ umgerechnet. Dieses erfolgt über folgende Formel [Gleichung 3]:

n = Anzahl gedrifteter Organismen, A = Querschnittsfläche der Netze,

$$D = \frac{n}{A \Delta t \Delta FG} \quad [3]$$

t = Expositionsdauer, FG = Fließgeschwindigkeit

Hierzu ist es notwendig, die Fließgeschwindigkeit zu messen. Die mittlere Fließgeschwindigkeit wurde über die Driftkörpermethode (vgl. SCHWOERBEL 1994) annäherungsweise nach Mittelwertbildung aus drei Messungen und mit Hilfe eines hydrometrischen Meßflügels bestimmt. Um auch die Menge der abgedrifteten Biomasse abschätzen zu können, wurden die Driftdichten in Volumenequivalente umgerechnet. Als vereinfachende Annahmen gingen zu diesem Zweck für jede Größenklasse die mittlere Länge und das Volumen eines Zylinders als Modell für die Gestalt eines benthischen Organismus in die Umrechnung mit ein. Hierdurch ergaben sich für die einzelnen Größenklassen folgende mittlere Volumina [cm³]:

„GK 1“: 0,025; „GK 2“: 0,66; „GK 3“: 8,4; „GK 4“: 83; „GK 5“: 227

Falls, wie an dem frei fließenden Unterlauf der Werse, stärkere Wasserstands- und Fließgeschwindigkeitsschwankungen auftraten, war eine genaue Angabe der Driftdichten nicht möglich. Hier wurden die Ergebnissen als Driftrate, das bedeutet, Organismen pro Zeiteinheit und Querschnittsfläche der Netzöffnung [n/min] angegeben.

Ermittlung der mittleren Driftweiten

Die mathematische Berechnung der mittleren Driftweiten der gesamten Benthosfauna oder einzelner Arten sind in ihren Grundlagen den Arbeiten von ELLIOTT (1971) und KONAR (1990) entnommen. Wie ELLIOTT (1971) in umfangreichen Freilandexperimenten nachwies, steht die Anzahl der im Driftnetz gefangenen Tiere in einer negativ logarithmischen Beziehung zu der gedrifteten Distanz. Dieser Zusammenhang kann durch folgende Gleichung beschrieben werden [Gleichung 4]:

$$Y_x = Y_0 \times e^{-Rx}$$

[4]

Hier bezieht sich Y_x auf die Zahl der Tiere, welche nach x Metern gewässerabwärts noch driften, Y_0 die Zahl der Tiere, welche nach der Störung (Sedimentaufwirbelung) in die Drift eintreten und R ist eine relative konstante Rate, mit der die Tiere wieder aus der Drift austreten (Rückkehrrate).

Die mittlere Driftweite \bar{y} entspricht hierbei dem Kehrwert der Rückkehrrate R [Gleichung 5]:

$$\bar{y} = \int (Y_0 \times e^{-Rx} dx) / Y_0 = 1/R \quad [5]$$

4.3.7 Fischereibiologische Untersuchungen

Die fischereiliche Bestandserfassung erfolgte mit dem Elektrofischgerät einmalig an jeder Probestrecke. Hierbei wurden, je nach Situation, folgende Gerätetypen eingesetzt: Lord 3000, DEKA 5000, DEKA 6000 und DEKA 7000. Da der Wirkungsbereich der Elektrofischgeräte auf wenige Meter begrenzt ist, lassen sich die besten Ergebnisse durch eine Befischung des ufernahen Bereiches erzielen. Sichere Aussagen über die genaue Arten- und Individuenzahl können nur annähernd bestimmt werden. Einige Fischarten, wie Brasse und Karpfen, die eher bodenorientiert leben, sind häufig unterrepräsentiert. Der Aal hingegen, der sich bei Annäherung des Bootes in sein Versteck zwischen Steinen oder Totholz zurückzieht, kann leicht nachgewiesen werden.

Um einen aktuellen Überblick über die Fischfauna zu erhalten, wurden fischereiliche Daten über den Eltingmühlenbach, die Ems, und die Werse durch eigene E-Befischungen erhoben oder durch bereits existierende Datensätze zusammengetragen. Zusätzlich wurden Jungfische mit in die Beobachtungen aufgenommen. Die Anzahl wurde durch Schätzung anhand von Sichtbeobachtungen ermittelt. Zur Bestimmung der Art wurden einige Exemplare aus dem Schwarm mit dem Kescher oder dem Wurfnetz gefangen.

Der Nachweis einer unmittelbaren Beeinträchtigung der Fischfauna durch den Kanusport dürfte schwer fallen, besonders bei breiteren Gewässern mit Tiefen von über zwei Metern.

Eine Möglichkeit dennoch Aussagen im Rahmen dieser Untersuchung zu erhalten, ist die Erhebung der Fischarten und deren ökoethologische Typisierung hinsichtlich der Präferenzen an das Laichsubstrat und die Strömung. Fische bevorzugen bestimmte Laichsubstrate und Strömungsgeschwindigkeiten. In dem Konzept von BALON (1975) werden Arten mit gleichen Präferenzen zu Gilden zusammengefasst, die ein bestimmtes Laichsubstrat benötigen bzw. bevorzugen. Hinsichtlich der Strömungspräferenzen bestimmter Fischarten entwickelten SCHIEMER & WAID-BACHER (1992) eine Einteilung, bei der Fische, die bestimmte Strömungsverhältnisse bevorzugen, ebenfalls zu Gilden zusammengefasst werden.

Wenn der Anteil der Fische bekannt ist, der bestimmte Laichsubstrate (Pflanzen, Kies, Sand) bevorzugt, kann man diese Strukturen, z.B. durch Befahrensregeln, gesondert schützen. Daher wurde bei den Befischungen darauf geachtet, fischökologisch besonders interessante Strukturen, wie Teichrosenfelder, Totholz, Sandbänke und Sohlschwellen zu beproben. Derartige Strukturen stellen wichtige Lebens- und Reproduktionshabitate für in Nordrhein-Westfalen gefährdete Fischarten dar (z.B. Steinbeißer, Barbe).

4.4 Ornithologische Untersuchungen

Im Rahmen der Untersuchungen zur Auswirkungen des Kanusports auf die Vögel kamen Methoden zur Anwendung, die auf verschiedenen Ebenen (vgl. Kap. 2) ansetzen und auf folgende Fragestellungen ausgerichtet sind:

- € Beobachtungen einzelner Individuen, Gruppen oder Familien auf Verhaltensebene. Wie verhalten sich die Tiere gegenüber einem sich nähernden Kanu?
- € Kontrolle und Beobachtung des Brutverlaufes und letztlich des Bruterfolges der wassergebundenen Vogelarten am jeweiligen Untersuchungsgewässer.
- € Wirken sich Kanufahrten auf das Fütterungsverhalten und die Fütterungsintensität einzelner Arten aus? Zeigen diese eine zeitliche Verschiebung bei der Jungenfütterung oder fällt diese für eine gewisse Zeit ganz aus?
- € Wie reagieren die Zugvögel und Wintergäste auf Kanubefahrungen?

4.4.1 Brutvogeluntersuchung

4.4.1.1 Auswahl der Arten und der Untersuchungsgewässer

Untersucht wurden im allgemeinen die Vogelarten, die auf bzw. an Fließgewässern brüten. Dieses umfasste sämtliche Arten der Gruppe der Wasservögel (Taucher, Schwäne, Gänse, Enten, Säger) einschließlich der Limikolen (z.B. Flußregenpfeifer). Darüber hinaus wurden folgende Vogelarten miteinbezogen, die ebenfalls an Strukturen von Fließgewässern (z.B. Steilwände) gebunden sind: Eisvogel, Wasseramsel, Uferschwalbe und Gebirgsstelze.

Bei der Auswahl der Untersuchungsgewässer (Ug) wurden Gewässertypen berücksichtigt, die sich hinsichtlich der Befahrensintensität, des Profils und der Uferstruktur unterscheiden (vgl. Kap. 3). Für die ornithologische Untersuchung stand zwar keine Nullstrecke bezüglich der Befahrensintensität zu Verfügung, der Abschnitt "Lippe/Werne" ist aber als Gewässer mit einer sehr geringen Frequentierung einzustufen.

4.4.1.2 Erfassung der Brutpaare und Kontrolle des Bruterfolges

Erfassung der Brutpaare

Generelles Ziel war es, sämtliche Brutpaare der oben aufgeführten Vogelarten auf den Untersuchungsgewässern zu erfassen. Es wurden diejenigen Altvögel als Brutpaar definiert, die brütend oder mit Jungvögeln angetroffen wurden (vgl. DO-G 1995). Eine detaillierte Bestandserhebung der brütenden Wasservögel erfolgte im Rahmen von regelmäßigen Kanufahrten (s.u.), die auf der Ems/Rheine, Werse/Münster, Lippe/Benninghausen, Lippe/Werne und Lippe/Haltern (nur 1999) durchgeführt wurden. Hierbei wurden vor allem die exponiert brütenden Arten (Haubentaucher, Bläßhuhn und z.T. Teichhuhn) erfasst. Eine Kartierung der in den Uferböschungen verborgenen Nester der Stockente und der Reiherente wurde aufgrund der möglichen negativen Auswirkungen sowie des hohen Aufwandes nicht durchgeführt. Die Angaben zur Anzahl der Enten-Brutpaare beruhen auf den bei den Befahrungen angetroffenen jungführenden Weibchen, deren Standorte in Tageskarten eingetragen wurden. Durch den Vergleich der Karten können die Familien unterschieden werden. Die Kartierung jungführender Weibchen bietet zwar einige Anhaltspunkte, es besteht aber die Möglichkeit, dass diejenigen Tiere, die einen nichtbeobachteten und nicht erfolgreichen Versuch durchführten, nicht erfasst wurden. Eine genaue Erfassung der Enten- und auch Teichhuhnfamilien im Rahmen von Kanubefahrungen erweist sich darüber hinaus als schwierig, da einige in der Ufervegetation verborgen blieben. Ortsnahe Abschnitte einiger Untersuchungsgewässer (Ems/Rheine, Werse/Münster, Lippe/Benninghausen) wiesen Vorkommen einiger domestizierter Stockenten (Hausenten)

auf, die bei der Erfassung der Brutpaare und des Bruterfolges sowie bei den Verhaltensbeobachtungen nicht berücksichtigt wurden.

Bei der Erfassung der Eisvogelbestände wurden die Abbruchkanten und Steilwände am jeweiligen Fließgewässer regelmäßig nach Brutröhren abgesucht. Eine Suche nach den evtl. in der Aue befindlichen Nestern erfolgte mit wenigen Ausnahmen nicht. Die Erhebung der Wasseramselbestände an der Ruhr/Arnsberg und an der Wenne wurde nur 1999 durchgeführt. Hierbei wurden im zeitigen Frühjahr potentielle Brutplätze (Brücken, Wehre, Abbruchkanten) aufgesucht und hinsichtlich nestbauender bzw. fütternder Wasseramseln beobachtet. Um die Uferschwalben-Brutplätze auffindig zu machen, erfolgte ein Begehung sämtlicher Steilwände am jeweiligen Ug. Hierbei wurden sämtliche tiefe Röhren gezählt und abgeleuchtet. Eine genauere Kartierung der Gebirgsstelzen erfolgte lediglich 1998 am Eltingmühlenbach und an der Ems/Münster. Die Angaben für die anderen Fließgewässer beruhen auf Zufallsbeobachtungen.

Kontrolle des Bruterfolgs

Bei exponiert brütenden Haubentauchern, Bläbhühnern und Teichhühnern wurde der Brutverlauf durch Zählung der Gelege bzw. der Jungvögel im Rahmen der regelmäßigen Kanubefahrungen verfolgt. Bei den Entenarten fehlen Angaben zu den Eizahlen, da eine Nestersuche nicht erfolgte. Die Entwicklung der Jungvögel wurde durch Erfassung der Familien dokumentiert, wobei die Zuordnung der jeweiligen Familien durch den Vergleich der Tageskarten erfolgte (s.o.). Bei den Eisvögeln erfolgte die Kontrolle des Bruterfolges durch das Ableuchten der Brutröhren z.T. unter Verwendung eines an einem Stab befestigten Spiegels. Die Eizahlen der jeweiligen Uferschwalben-Brutpaare wurden nicht dokumentiert, da dieses mit der bei den Eisvögeln angewandte Methode nicht exakt möglich ist. Außerdem war der Störungseinfluss aufgrund der langen Aufenthaltszeit an der Brutkolonie hierbei nicht abschätzbar. Bei den Wasseramseln konnte mit nur wenigen Ausnahmen die Eizahl bzw. die Nachkommenzahl gar nicht oder nur unzureichend erfasst werden, da sich die Nester zum größten Teil entweder an hohen Brücken oder an Wehren befanden und somit nicht zugänglich waren. Auch bei den häufig an Brücken brütenden Gebirgsstelzen konzentrierte sich die Erfassung des Bruterfolges auf die Beobachtung von umherfliegenden Jungvögeln.

Die Verfolgung der Brutentwicklung und die daraus resultierenden Angaben zum Bruterfolg stellte sich aus einer Reihe von Gründen als schwierig dar. Zum einen konnten bei einigen Arten keine Gelegekontrollen (Höckerschwan, Stockente, Reiherente, Uferschwalbe, Gebirgsstelze) durchgeführt werden. Zum anderen war die Erfassung der Eizahlen auch bei den exponiert brütenden Wasservögeln eingeschränkt, da die brütenden Altvögel auf dem Nest sitzen blieben oder das Gelege zugedeckt wurde (Haubentaucher). Auch die nachfolgende Brutkontrolle bei den jeweiligen Paaren (vom Küken bis zum flüggen Jungvogel) erwies sich als problematisch, da sich die Familienmitglieder vor dem Boot in die Ufervegetation versteckten und somit entweder überhaupt nicht oder nicht vollständig erfasst wurden. Außerdem gestaltete sich eine Zuordnung einer im Gelände angetroffenen Familie als problematisch, insbesondere bei denjenigen Paaren, die nebeneinander brüteten und später die Jungvögel flussauf- oder abwärts führten. Bei den Eisvögeln wurden zwar genaue Eizahlen ermittelt, die Anzahl größerer Jungvögel konnten dagegen nicht exakt erfasst werden, da diese trotz Ausleuchten nicht vollständig zu sehen waren. Die Brutentwicklung der Wasseramselbrutpaare konnte aus den bereits oben erwähnten Gründen gar nicht oder nur unzureichend verfolgt werden.

4.4.1.3 Verhaltensbeobachtungen/Experimentelle Kanufahrten

Im Rahmen der Kanubefahrungen erfolgte die Erfassung der Reaktion brütender Wasservögel sowie der Verhaltensweisen von Familien bzw. aller anderen angetroffenen Wasservögel. Um eine hohe Stichprobenzahl der beobachtbaren Ereignisse zu erlangen, sowie eine gute Beobachtbarkeit des Fluchtverhaltens zu ermöglichen, erfolgten experimentelle Kanubefahrungen mit einem oder zwei Einer-Kajak(s). Regelmäßige Befahrungen zur Brutzeit wurden auf denjenigen Fließgewässerabschnitten durchgeführt, an denen eine für NRW typische Wasservogelfauna siedelte. Das sind: Ems/Rheine, Werse/Münster, Lippe/Benninghausen, Lippe/Werne und Lippe/Haltern (nur 1999) befahren. Für die

experimentellen Kanufahrten standen die Einer-Kajaks erst ab Mitte Juli 1998 zur Verfügung (für die Ems/Rheine bereits ab April 1998), so dass für das erste Jahr nur geringe Stichproben ermittelt wurden. Die einzelnen Untersuchungsgewässer wurden regelmäßig befahren. Um zu überprüfen, ob die Vögel bei einer höheren Anzahl von Booten andere Reaktionen zeigen, erfolgten an ausgewählten Fließgewässerabschnitten einige wenige Befahrungen mit zwei Einer-Kajaks. Die durchgeführten Befahrungen entsprachen insgesamt einer disziplinierten Fahrweise, entsprechend den Kanuregeln. Allerdings wurden die Fließgewässer oftmals in Ufernähe befahren und die Nester in teilweise sehr geringen Distanzen passiert.

Reaktion brütender Wasservögel

Bei den Wasservögeln wie Haubentaucher, Blässhuhn und Teichhuhn, deren exponierte Nester vom Boot aus relativ gut sichtbar sind, wurde im Rahmen der Befahrungen das Verhalten brütender Tiere auf die Annäherung bzw. einmalige Vorbeifahrt des Bootes unter Angabe der Entfernung festgehalten. Hudernde Altvögel wurden bei diesen Beobachtungen ebenfalls miteinbezogen. Folgende Reaktionsarten wurden unterschieden und erfasst:

Verhaltensweisen brütender Wasservögel:

- € verlassen das Nest nicht: Altvögel merken auf, bleiben aber auf dem Nest sitzen
- € verlassen das Nest: Altvögel steigen vom Nest
- € decken das Gelege zu (Haubentaucher): Altvögel decken vor dem Verlassen des Nestes das Gelege mit Nestmaterial zu

Im Falle des Verlassen des Nestes wurde nach Möglichkeit außerdem die Zeitdauer bis zum Wiederbeginn des Brütens gemessen.

Reaktion von Familien und/oder Einzeltieren

Um einen möglichen Einfluss des Kanufahrens auf den Bruterfolg zu ermitteln, wurde bei den experimentellen Kanufahrten auch die Reaktion von Familien erfasst. Hierbei wurde das Verhalten der Familienmitglieder bei der Annäherung bzw. Vorbeifahrt des Bootes beobachtet und entsprechend auf einem Diktiergerät festgehalten. Zeigten die einzelnen Familienmitglieder unterschiedliche Reaktionen, wurden diese als unterschiedliche Ereignisse aufgefasst und den einzelnen Kategorien zugeordnet. Wurden hingegen bei Familienmitgliedern - oder auch allgemein bei Gruppen von Wasservögeln - gleiche Verhaltensweisen beobachtet, wurden diese als ein Ereignis zusammengefasst. Neben den Familien wurde in gleicher Weise auch das Verhalten der angetroffenen Einzeltiere dokumentiert.

Generell wurden folgende Verhaltensweisen in folgenden Kategorien unterschieden:

Verhaltensweisen von Familien und Einzeltieren

- € ohne Standortwechsel: Tiere zeigen keine ausgeprägte Verhaltensänderung: Komfortverhalten (Putzen, Nahrungssuche, Jungenfütterung) wird nur kurz oder gar nicht unterbrochen, Tiere weichen dem Boot nicht oder nur geringfügig aus
- € ins Wasser gehen: Tiere gehen vom Ufer ins Wasser
- € vor dem Boot herschwimmen: Tiere schwimmen in Fahrtrichtung vor dem Boot her, oft in Richtung Ufergehölz

€ lassen Boot schwimmend passieren: und	Tiere schwimmen auf der Stelle oder in Fahrtrichtung das Boot passiert
€ entgegen Fahrtrichtung schwimmen: es	Tiere schwimmen dem Boot entgegen und passieren auf diese Weise
€ Rückzug zur Ufervegetation:	Tiere schwimmen z.B. von der anderen Uferseite zur schützenden Ufervegetation (Weiden)
€ an Land gehen: (v.a.	Tiere schwimmen zum Ufer, gehen an Land und verstecken sich z.T. schnell laufend in der Vegetation (Teichhuhn)
€ aus Ufervegetation schwimmen: Ufervegetation	Tiere schwimmen vor dem Boot aus der entweder, um nachfolgend zu flüchten, oder um die Situation besser einschätzen zu können
€ Abtauchen: aufgrund	Tiere (v.a. Haubentaucher, Zwergtaucher, Reiherente) tauchen ab. Oftmals ist unklar, ob dieses Verhalten des Bootes geschieht.
€ Fluglauf: vor	Tiere (Bläßhuhn, Teichhuhn) flüchten mit Fluglauf dem Boot, oft in Richtung Ufergehölz
€ Auffliegen: Bootes	Tiere fliegen auf und verlassen die Umgebung des
€ Verleiten der Altvögel und	Altvögel schwimmen flügelschlagend (lahmstellend) rufend vor dem Boot her, Jungvögel verteilen sich schnell schwimmend und tauchend in alle Richtungen und werden vom Weibchen getrennt.
€ Drohen der Altvögel: breiten	Altvögel schwimmen warnend auf das Boot zu, Flügel aus und springen es evtl. an

Nach Möglichkeit erfolgten zu jeder registrierten Reaktion Angaben zur Boots Entfernung (Reaktionsdistanz), zur Entfernung bei Sichtkontakt sowie zur Fluchtdistanz, Fluchtstrecke und Fluchtzeit. Die Fluchtdistanz bezeichnet die Entfernung des Vogels zur Störquelle (hier Boot) beim Einsetzen der Fluchtreaktion (Abtauchen, Fluglauf, Auffliegen). Als Fluchtstrecke wird diejenige Distanz definiert, die ein Vogel beim Auffliegen, Fluglauf oder Abtauchen zurücklegt. Unter der Fluchtzeit versteht man die Zeit, die auffliegende Vögel in der Luft verbringen.

Die Distanzen wurden in Meter geschätzt. Dies wurde besonders zu Anfang, aber auch im weiteren Verlauf der Untersuchung immer wieder geübt. Hierzu wurde ein fester Punkt in der näheren oder weiteren Umgebung ausgewählt, die Distanz zum Beobachter geschätzt und anschließend per Metermaß oder Abschreiten kontrolliert. So konnte das Verfahren immer weiter optimiert und die eigene Fehlerquelle verringert werden.

Anmerkungen zu den Methoden

Hinsichtlich der Verhaltensbeobachtungen vom Kanu aus ist anzumerken, dass nicht die Reaktionen sämtlicher auf dem Fließgewässer befindlichen Vögel erfasst werden können, da sich diese entweder verborgen in der Ufervegetation (Weiden) aufhalten oder der Beobachter durch die Konzentration auf andere Individuen abgelenkt ist. Darüber hinaus ist es aufgrund der großen Entfernung in den meisten Fällen nicht möglich, alle Verhaltensweisen, die ein Individuum gegenüber dem Boot zeigt, zu erfassen und zu dokumentieren.

Bei den erfassten Reaktionsdistanzen handelt es sich lediglich um Schätzwerte. Gerade bei den experimentellen Kanufahrten fließen Faktoren ein, die eine genau Meterangabe erschweren: Anders als bei

einem Fußgänger oder von einem festen Beobachtungspunkt aus ändert sich die eigene Position ständig. Das Boot befindet sich auf der fließenden Welle und wird fortgetrieben, oft dreht es sich zusätzlich durch die Fließgeschwindigkeit, und der Fahrer/Beobachter muss mit dem Paddel Kurs halten. Der zu beobachtende Vogel befindet sich ebenfalls auf einem Fließgewässer und driftet - neben der eigenen Fortbewegung - möglicherweise ebenfalls.

So erscheint eine Fehlerquote von 10-25 % als realistisch. Bei Distanzen, die innerhalb einer bestimmten Streuung lagen, wurden immer die untersten Werte angegeben. Damit handelt es sich bei den Meterangaben um Mindestwerte. Zusätzlich ist ein Boot während der Fahrt exponiert und keinesfalls versteckt. Das führt dazu, dass die Vögel in aller Regel sehr viel früher das Kanu und den Beobachter wahrnehmen können als umgekehrt. Somit bleiben mit dieser Methode - zumindest in einigen Fällen - dem Beobachter die dann direkt einsetzenden Verhaltensänderungen verborgen. Unter Umständen und besonders in kurvenreichen Abschnitten der Gewässer können die Tiere aber auch von den Booten überrascht werden. Ein erster Sichtkontakt erfolgt dann weit unterhalb normalerweise tolerierter Fluchtdistanzen. Die darauffolgende Reaktion kann sehr heftig sein. Es erfolgt in der Regel ein direktes Auffliegen (Abtauchen bei den Tauchern) oft auch aus den dichten Ufergehölzen heraus.

Gerade bei den kleineren Vögeln wie Eisvogel und Wasserramsel besteht außerdem die Möglichkeit, dass das Abfliegen bei höheren Distanzen nicht registriert und dokumentiert wurde und daher nur Ereignisse mit geringeren Fluchtdistanzen vorliegen. Auch die langen Fluchtstrecken bzw. Fluchtzeiten konnten vor allem bei den Winterbeobachtungen nur unzureichend erfasst werden, wenn beispielsweise der abfliegende Vogel hinter der nächsten Flussbiegung verschwand.

4.4.1.4 Erfassung der Fütterungsfrequenzen

Die Auswirkungen von Kanubefahrungen auf die Fütterungsfrequenzen wurden bei den in Steilwänden brütenden Eisvogel und Uferschwalbe untersucht. Bei den beiden Vogelarten kamen unterschiedliche Untersuchungsmethoden zur Anwendung.

Eisvogel

Direktbeobachtung

Die Beobachtung der Fütterungsfrequenz erfolgte hinter einem Tarnnetz von der gegenüberliegenden Uferseite aus. Notiert wurden die Ein- bzw. Ausflüge der Tiere in die Brutröhre sowie alle anderen Verhaltensweisen der Eisvögel unter Angabe der Uhrzeit. Gleichzeitig erfolgte die zeitliche Dokumentation von vorbeifahrenden Kanuten, Spaziergängern oder anderen Störquellen. Darüber hinaus sollten die Sichtbeobachtungen dazu dienen, das Fütterungsverhalten kennen zu lernen.

Lichtschrankenmessungen

Im zweiten Jahr wurde mittels einer Lichtschranke die Einflugfrequenz der Eisvögel und gleichzeitig die Kanudurchfahrten mit einem Bewegungsmelder ermittelt. Vorteil der elektronischen Erfassung ist es, dass die Fütterungsfrequenzen im gesamten Tagesverlauf sowie während nahezu der gesamten Fütterungszeit mit dem Kanuverkehr gemessen werden kann. Bei den verwendeten Lichtschranken handelte es sich um Infrarot-Lichtschranken (Honeywell CP 18). Sender und Empfänger wurden direkt neben der Niströhre an der Steilwand angebracht (vgl. Foto **8**). Die Lichtschranke war mit einer batteriebetriebenen Messstation verbunden, mit der mittels eines Datenloggers (Motorolla Microcontroller 68 HC 11) der Monatstag und die Tageszeit (Stunden, Minuten, Sekunden) des Ein- und Ausflugs gespeichert wurde. Um Mehrfachauslösungen während eines einzelnen Einfluges bzw. -ausfluges zu vermeiden, wurde der Datenlogger so programmiert, dass alle 3 Sekunden ein neues Ereignis gemessen werden konnte. Zur zeitlichen Erfassung von Kanuvorbeifahrten erfolgte die Installation eines Infrarot-Bewegungsmelders (Weitwinkel-PIR-Melder) im Bereich des Brutplatzes (vgl. Foto 9). Dieser war ebenfalls mit der Messstation

verbunden. Da Mehrfachzählungen einzelner Boote möglichst verhindert werden sollten, wurde der oben erwähnte Datenspeicher so eingestellt, dass alle 5 Sekunden eine Kanudurchfahrt unter Angabe der Uhrzeit registriert werden konnte (Ausnahme: Brutpaar "Werse/Handorf" mit 0 Sekunden). Beim Aufbau des Bewegungsmelders wurde die Funktionsfähigkeit mittels Testfahrten überprüft. Hervorzuheben ist, dass mit einem Bewegungsmelder nicht die reelle Anzahl vorbeifahrender Boote ermittelt wurde, sondern nur Kanuereignisse, bei denen es sich entweder um ein einzelnes oder um mehrere, nebeneinander fahrende Boote handeln kann. Um die Funktionsfähigkeit der Lichtschanke und des Bewegungsmelders zu überprüfen und die Messergebnisse einordnen zu können, fanden einige parallele Kontrollbeobachtungen hinter einem Tarnnetz statt. (Auswertung der Daten: vgl. Kap. 4.4.3).

Da insgesamt nur zwei Messstationen zur Verfügung standen, wurde auf eine vergleichende Untersuchung an wenig frequentierten Fließgewässern verzichtet. Die Untersuchungen konzentrierten sich auf die Fütterungsintensität von Eisvögeln an stark befahrenen Gewässern. Folgende Fragestellungen sollten dadurch beantwortet werden:

- ≠ Verringert sich die tägliche Fütterungshäufigkeit aufgrund starker Bootsbekehrungen?
- ≠ Verlagert sich die tageszeitliche Verteilung der Fütterungen in Bezug auf dem Kanuverkehr oder erfolgen während der Bootspausen noch Einflüge?

Als Untersuchungsgebiete dienten die Werse/Münster und die Ems/Münster. Die eigentlichen Standorte der Anlage wurden so ausgewählt, dass ein Einfluss anderer Störquellen (Spaziergänger, Fahrradfahrer) nahezu ausgeschlossen war. Insgesamt kam die Messapparatur bei zwei Brutpaaren (je eine Brut) an der Werse/Münster und bei einem Brutpaar (zwei Bruten) an der Ems/Münster zum Einsatz.

Die Zeit beim Aufbau der Anlage wurde möglichst kurz gehalten. Eine Störung der fütternden bzw. hudernden Eisvögel konnte dabei allerdings nicht vermieden werden. Die Messdaten ergaben jedoch, dass die Altvögel kurz nach der Beendigung der Installation wieder einflogen und somit die Veränderung an der Brutröhre schnell akzeptiert hatten. Das Ablesen der eingegangenen Daten mittels Laptop bzw. ein Batteriewechsel war nur bis max. jeden 8. Tag nötig. Eine naturschutzrechtliche Genehmigung des Amtes für Grünflächen und Naturschutz der Stadt Münster lag vor.



Foto 8: Lichtschranke

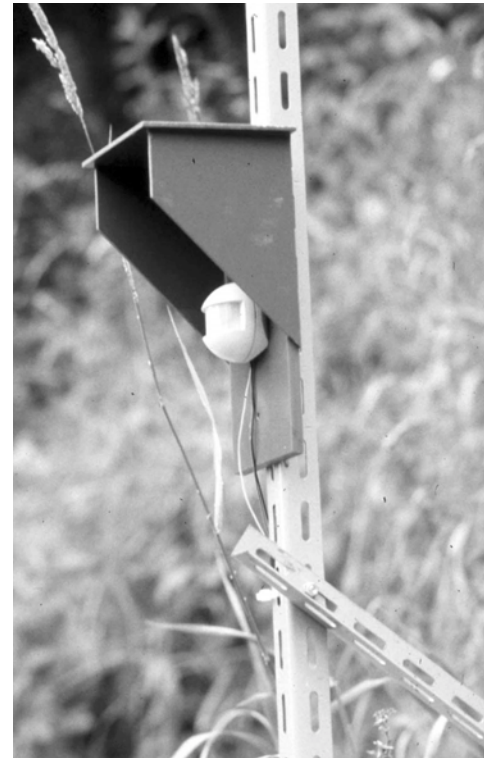


Foto 9: Bewegungsmelder

Uferschwalbe

Um zu ermitteln, ob und inwieweit die Vorbeifahrt von Kanus die Fütterungsfrequenz der Uferschwalben beeinflusst, wurden experimentelle Untersuchungen durchgeführt. Im Rahmen dieser Experimente erfolgte eine Dokumentation der Einflugfrequenz bei ausgewählten Brutröhren unter ungestörten Bedingungen. Hierbei wurde von einem getarnten Standort alle Einflüge mit Zeitangaben für einen Zeitraum von einer bzw. zwei Stunden notiert. Danach erfolgte die Zählung unter ständigem Aufenthalt eines Einer-Kajaks vor der Steilwand (Ems/Münster: ca. 10-20 m, Lippe/Benninghausen: 2-4 m) für die gleiche Zeitspanne.

4.4.2 Wintervogelbeobachtungen

Die Winter- und Zugbeobachtungen erfolgten an den drei Untersuchungsabschnitten Lippe/Benninghausen, Lippe/Haltern und Ruhr/Arnsberg. Im Rahmen der Untersuchungen stand die quantitative und qualitative Erfassung der Wasservögel und die Reaktion der Vögel gegenüber der Vorbeifahrt eines Einer-Kajak im Vordergrund.

4.4.2.1 Quantitative Erfassung der Wasservögel

Die Zählstrecke an der Lippe/Haltern umfasste den eingedeichten Bereich zwischen der K55-Brücke und der K22-Brücke. Von Oktober bis März wurde hierbei der nördlich gelegene Deich regelmäßig abgegangen und sämtliche angetroffenen Wasservogelarten an der Lippe quantitativ erfasst. Aufgrund der erhöhten Lage des Deiches und des offenen Geländes war es mit wenigen Ausnahmen möglich, sämtliche Bereiche der Lippe einzusehen. Neben diesem Lippe-Abschnitt wurden auch die Auengewässer des Bergsenkungsgebietes oberhalb der K22 und das nördlich am Deich gelegene Gewässer während der Zählung miteinbezogen.

An der Lippe/Benninghausen erfolgte die Wintervogelbeobachtung in der Klostermersch zwischen dem Wehr-Benninghausen und der unterhalb befindlichen Fußgängerbrücke. Die Zählung wurde vornehmlich im Rahmen der Kanubefahrungen durchgeführt. An der Ruhr/Echthausen erfolgte die quantitative Erfassung

der Rastbestände ebenfalls vom Boot aus. Im Winter 99/00 wurden die vor dem Wehr-Echthausen befindlichen Wasservögel zusätzlich vom Ufer aus erfasst. Der Untersuchungsabschnitt an der Ruhr erstreckte sich von der Brücke bei Haus Füchten bis zur B63-Brücke bei Wickede und schloss den Ruhrstausee bei Echthausen mit ein.

Allgemein ist anzumerken, dass die Bestände im Rahmen der Zählungen nicht exakt erfasst werden konnten. Zum einen hielten sich Individuen einiger Arten (z.B. Stockente, Krickente, Teichuhn) bevorzugt in der Ufervegetation auf und wurden möglicherweise übersehen, zum anderen reagierten die meisten Vögel auf den Zähler (v.a. bei den Kanuerfassungen), versteckten sich, schwammen weg und durcheinander, wodurch keine genauen Zählungen möglich waren.

4.4.2 Verhaltensbeobachtungen/Experimentelle Kanufahrten

Wie in der Brutzeit wurde auch während der Winterbeobachtungen experimentelle Befahrungen mit einem Einer-Kajak durchgeführt, die Verhaltensweisen und Reaktionsdistanzen der Rastvögel dokumentieren sollten (vgl. Kap. 4.4.1.2). Anzumerken ist jedoch, dass sich bei den Winterbefahrungen im allgemein eine größere Anzahl an Wasservögeln vor dem Boot aufhält und nur ein geringer Anteil bei der Reaktion gegenüber dem Kajak beobachtet werden konnte. Um die Fluchtstrecke und -zeit auffliegender Tiere genauer erfassen zu können, erfolgte zusätzlich an den beiden Lippe-Abschnitten eine Uferbegehung durch einen weiteren Beobachter. Dieser hielt sich bei der Befahrung hinter dem Boot auf, verfolgte den Flug aufgeflogener Wasservögel und notierte deren Fluchtzeit (= Zeit zwischen Aufflug und Landung). Insgesamt stellte sich die Beobachtung flüchtender Tiere jedoch als schwierig dar, da durch Gehölze der Sichtkontakt oftmals abgebrochen wurde. Des weiteren war die Zuordnung der Vögel erschwert, da sich große, in der Luft befindliche Trupps in kleinere aufspalteten. So konnten generell nur die Flucht derjenigen Tiere komplett verfolgt werden, die im Bereich des Sichtfeldes des Beobachters wieder landeten. Über die Fluchtzeit und den Landeort der übrigen Tiere können keine Angabe gemacht werden. Um festzustellen, wieviel Rastvögel den untersuchten Abschnitt aufgrund einer Kanufahrt verließen, erfolgte 1999 an der Lippe/Haltern direkt nach der Befahrung eine nochmalige Zählung der Vögel. Hierbei wurden nur die Enten gezählt, da nahezu alle auffliegenden Bläuhühner, wie vorher beobachtet wurde, hinter dem Boot auf der Lippe landeten.

4.4.3 Auswertungsmethoden

Verhaltensbeobachtungen/Experimentelle Kanufahrten

Bei der Auswertung der experimentellen Kanubefahrungen wurde das dokumentierte Verhalten gegenüber dem Boot (= ein Ereignis) den festgelegten Verhaltenskategorien zugeordnet und diese Ereignisse artspezifisch ausgezählt. Bei der Interpretation der in den Diagrammen dargestellten Ergebnisse ist zu berücksichtigen, dass die Anteile der einzelnen Reaktionsarten beispielsweise von dem methodischen Vorgehen abhängig ist. Darüber hinaus stellt das gezeigte bzw. festgehaltene Verhalten nur eine Reaktionsmöglichkeit von vielen dar und ist abhängig von zahlreichen Faktoren:

a) von der Störquelle (Dauer, Intensität, Häufigkeit):

- € Entfernung der Boote beim Wahrnehmen der möglichen Störquelle (zur Verfügung stehende Reaktionszeit)
- € Fahrtrichtung (mit oder entgegen der Fließrichtung) und Geschwindigkeit der Boote
- € Anzahl und Anordnung der Boote (Nebeneinander, Hintereinander)
- € Lage der Boote und der Vögel zueinander (gleiche Uferseite, gegenüberliegende Uferseite, Flussmitte)
- € Bootsfrequenz
- € Tages- und jahreszeitliche Verteilung

b) vom Vogel selber:

- ≠ Art
- ≠ Alter und Vorerfahrung (Jagd, Angler, Spaziergänger etc.)
- ≠ Anzahl (Familien, Einzeltiere, Paare, mehr oder weniger große Gruppen)
- ≠ Jahreszeit (Brutphase, Mauser, Winter)
- c) von umgebenden Faktoren/Einflüssen:
 - ≠ Witterung: Temperatur, Niederschlag
 - ≠ Sonnenstand
 - ≠ Versteckmöglichkeiten für die Vögel (Gehölze, Röhrichte)
 - ≠ anderen Störquellen (Jagd, Angler, Spaziergänger, etc.)
 - ≠ Gewässergröße, Fließgeschwindigkeit

Hervorzuheben ist auch, dass ein quantitativer Vergleich von Vogelarten hinsichtlich der gezeigten Verhaltensweisen aus den angeführten Gründen ebenfalls nicht ganz unproblematisch ist. Das gleiche gilt auch für Vergleich von unterschiedlichen Fließgewässern.

Die ebenfalls ermittelten Reaktionsdistanzen wurden Distanzklassen zugeordnet, um die bei der Einschätzung der Reaktionsdistanzen auftretenden Fehlerquote zu verkleinern. Danach erfolgte wie bei den Verhaltensweisen eine artspezifische Auszählung der Ereignisse.

Messung der Einflugfrequenzen des Eisvogels

Lichtschrankendaten

Im Rahmen der Erfassung der Einflugfrequenzen mittels Lichtschranke wurden umfangreiche Datenmengen gewonnen, die anschließend hinsichtlich ihrer Aussage interpretiert werden mussten. Die gespeicherten Uhrzeiten geben beispielsweise noch keine Auskunft darüber, ob diese durch einen Ein- oder Ausflug ausgelöst wurde. Bei der Auswertung wurden diejenigen Uhrzeiten, die eng beieinander lagen (< 1 min), als Zweierblock zusammengefasst und als Ein- und Ausflug gedeutet. Schwieriger gestaltete sich die Interpretation von drei eng beieinanderliegenden Zeitangaben. Die Direktbeobachtungen ergaben, dass derartige Dreierblöcke durch gemeinsames Ein- bzw. Ausfliegen der Altvögel während der Huderphase zustande kommen können. Nach den Beobachtungen von KAISER (1988) besteht aber auch die Möglichkeit von kurz hintereinander ausgeführten Mehrfacheinflügen des gleichen Individuums. Der Autor geht davon aus, dass der eingebrachte Fisch nicht beim ersten Mal abgenommen wurde. Zahlreiche eng beieinander liegende Uhrzeiten wurden bei der Auswertung nicht berücksichtigt, da es sich wahrscheinlich um Fehlermeldungen der Lichtschranke handelte. Es ist darüber hinaus nicht auszuschließen, dass einige Kontakte durch andere einfliegende Tiere, vor allem durch andere Vogelarten, ausgelöst wurden. Ein Vergleich mit den Parallelbeobachtungen zeigte, dass es sich bei einigen wenigen Daten um Fehlermeldungen handelte. Traten derartige Einzelmeldungen von Uhrzeit in den Daten auf, wurden diese bei der Auswertung nicht berücksichtigt.

Insgesamt können durch die verschiedenen Interpretationsmöglichkeiten keine exakten Zahlen zur Einflughäufigkeit gegeben werden. Bei der Auswertung wurden daher Minimum- und Maximumwerte der Einflüge ermittelt, um den Schwankungsbereich zu verdeutlichen. In der weiteren Auswertung (Berechnung und Diagrammerstellung) wurden nur die Minimalwerte der täglichen Einflüge verwendet. Generell wichen die Min/Maxwerte nur an wenigen Tagen stark voneinander ab; an zahlreichen Tagen gab es keine Deutungsmöglichkeiten und somit keine Min/Maxwerte. Zu betonen ist an dieser Stelle, dass die gemessenen Einflüge streng genommen nicht mit einer erfolgten Fütterung gleichgesetzt werden können. Aufgrund der Fragestellung ist es jedoch unerheblich, ob es sich bei den Einflügen um Fütterungen, Huderablösungen oder anderen Brutpflegehandlungen gehandelt hat. In der Regel wird aber von den Altvögeln beim Wechsel des Hudergeschäftes ein Fisch zur Fütterung der Nestlinge miteingetragen.

Daten des Bewegungsmelders

Wie bereits erwähnt, handelt es bei den gelieferten Daten des Bewegungsmelders nicht um genaue Anzahlen vorbeifahrender Boote. Es ist auf der einen Seite möglich, dass nebeneinander fahrende Kanus als ein Ereignis registriert wurden und somit weniger Ereignisse als Boote gemessen wurden. Auf der anderen Seite können trotz programmierter Verzögerung einzelne, langsamfahrende Boote mehrfach einen Zählimpuls ausgelöst haben, wodurch die Anzahl der Registrierungen höher ist. Aufgrund dieser zwei Möglichkeiten kann es zu einer Annäherung an den reellen Bootszahlen kommen. Eine Parallelbeobachtung an der Ems/Münster ergab auf diese Weise die gleiche Anzahl von gezählten und vom Bewegungsmelder registrierten Ereignissen. Dagegen wurden an der Werse bei einer Kontrollbeobachtung 15 Kanus gezählt, während lediglich neun Ereignisse elektronisch gemeldet wurden. Allerdings funktionierte dieser Bewegungsmelder nicht einwandfrei und reagierte nicht so empfindlich wie die anderen, zum Beispiel wurde eine Vorbeifahrt nicht registriert. Bei der weiteren Auswertung wurde trotz möglicher Mehrfachzählungen jede vom Bewegungsmelder gemeldete Zeit als ein Kanuereignis gewertet und aufsummiert.