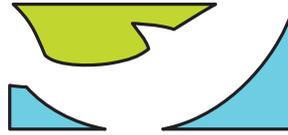


L. Brackwehr, M. Bunzel-Drüke, U. Detering,
G. Jacobs, M. Kühlmann, S. Kuss, K. P. Lampert,
M. Möhlenkamp, B. Peinert, A. Petruck,
M. Scharf, V. Schulz, T. Seume, O. Zimball

**Die Quappe (*Lota lota*) im Einzugsgebiet
der Lippe: Ökologie, Schutzmaßnahmen,
Zucht und Wiederansiedlung**



Landes
Fischereiverband
Westfalen und Lippe e.V.



L. BRACKWEHR, M. BUNZEL-DRÜKE, U. DETERING, G. JACOBS,
M. KÜHLMANN, S. KUSS, K. P. LAMPERT, M. MÖHLENKAMP, B. PEINERT,
A. PETRUCK, M. SCHARF, V. SCHULZ, T. SEUME, O. ZIMBALL

**Die Quappe (*Lota lota*) im Einzugsgebiet der Lippe:
Ökologie, Schutzmaßnahmen, Zucht und Wiederansiedlung**

Band 8

Herausgeber: Landesfischereiverband Westfalen und Lippe e.V.
Sprakeler Str. 409
48159 Münster

Bearbeitung: Michael Möhlenkamp
Landesfischereiverband Westfalen und Lippe e.V., Sprakeler Str. 409,
48159 Münster

Abbildungen: Bezirksregierung Arnsberg, Blossy, H., Bunzel-Drüke, M., Drüke, J.,
Lippeverband/Jacobs, G., Lippeverband/Petruck, A. Haufe, U., Hauswirth, L.,
Jones, T., Kühlmann, M., Lampert, K. et al., Landesfischereiverband Westfalen
und Lippe e.V., Mantel, K., NZO-GmbH, Schackers, B., Spilok, G., Stemmer, B.,
Stüeken, M., Zimball, O.

Layout & Satz: Hubertus Wittmers, Münster

Druck: Bitter & Loose GmbH, Greven

Vertrieb: Landesfischereiverband Westfalen und Lippe e.V.
Sprakeler Str. 409
48159 Münster
E-Mail: info@lfv-westfalen.de
Homepage: www.lfv-westfalen.de

© 2016 Landesfischereiverband Westfalen und Lippe e.V.

ISBN 978-3-9809545-7-0

Alle Rechte vorbehalten.
Nachdruck nur mit Genehmigung des
Landesfischereiverbandes Westfalen und Lippe e.V.

Printed in Germany

Die vorliegende Arbeit wurde aus Mitteln der Fischereiabgabe gefördert.

Inhalt

Vorwort	5
1 Biologie der Quappe (MARGRET BUNZEL-DRÜKE, MATTHIAS SCHARF & OLAF ZIMBALL)	7
1.1 Verbreitung, Taxonomie und Beschreibung	7
1.2 Habitat, Nahrung und Temperaturpräferenzen	8
1.3 Lebensstrategie und Laichwanderungen	9
1.4 Laichzeit und Laichplatz	10
1.5 Laichsubstrat und Laichvorgang	11
1.6 Eier	11
1.7 Larven	12
1.8 Jungfische	14
1.9 Wachstum und Geschlechtsreife	15
1.10 Krankheiten, Parasiten und Fressfeinde	17
1.11 Zusammenfassung der Quappenbiologie	18
1.12 Offene Fragen	19
2 Verbreitung und Bestandssituation der Quappe in Nordrhein-Westfalen (MICHAEL MÖHLENKAMP)	21
2.1 Historische Verbreitung	21
2.2 Aktuelle Situation	22
3 Untersuchungen zur genotypischen Variabilität der Quappe (<i>Lota lota</i>) im Rahmen der Wiederansiedlungsmaßnahmen in Nordrhein-Westfalen (KATHRIN P. LAMPERT, BIANCA PEINERT, VANESSA SCHULZ & TILL SEUME)	27
3.1 Genetische Variabilität	27
3.2 Fragestellungen	28
3.3 Methoden	28
3.3.1 Probennahme	28
3.3.2 Molekulare Analysen	29
3.3.3 Statistische Auswertung	30
3.3.4 Genetische Variabilität der Populationen	30
3.3.5 Populationsdifferenzierung	30
3.4 Ergebnisse	31
3.4.1 Genotypische Variabilität innerhalb der Populationen	31
3.4.2 Populationsdifferenzierung	32
3.5 Diskussion und Empfehlung	35

4	Gefährdungsursachen (MARGRET BUNZEL-DRÜKE, MATTHIAS SCHARF & OLAF ZIMBALL)	37
4.1	Klimawandel	38
4.2	Beutegreifer und Fischerei	38
4.3	Wasserverschmutzung und Abwärmelastung	39
4.4	Wasserbau	40
4.5	Fazit zu den Rückgangsursachen in Nordrhein-Westfalen	42
5	Die Lippe und ihr Einzugsgebiet	43
5.1	Überblick (GUNNAR JACOBS)	43
5.2	Die Lippe zwischen Paderborn und Lippborg (Unterhaltungsbereich der Bezirksregierung Arnsberg) (ULRICH DETERING)	45
5.2.1	Ausgangszustand, Leitbild und Planung	45
5.2.2	Maßnahmen	46
5.2.3	Erfolgskontrolle	51
5.2.4	Fazit	52
5.3	Die Lippe zwischen Lippborg und Wesel (Unterhaltungsbereich des Lippeverbands) (GUNNAR JACOBS)	53
5.4	Temperaturhaushalt der Lippe im Hinblick auf die Entwicklung einer gewässertypspezifischen Fischfauna (ANDREAS PETRUCK)	54
6	Künstliche Vermehrung der Quappe (LARS BRACKWEHR & MARKUS KÜHLMANN)	57
6.1	Laichfischfang und -haltung	59
6.2	Eigewinnung und Erbrütung	61
6.3	Anfütterung und Aufzucht der Jungfische	66
7	Hilfsmaßnahmen	69
7.1	Revitalisierung von Lebensräumen (MARGRET BUNZEL-DRÜKE, MATTHIAS SCHARF & OLAF ZIMBALL)	69
7.1.1	Verbesserung der Wasserqualität	69
7.1.2	Wiederherstellung der longitudinalen Durchgängigkeit	69
7.1.3	Auenrenaturierung und Wiederherstellung der lateralen Durchgängigkeit	69
7.1.4	Reaktion der Quappen auf die Renaturierung von Auenabschnitten der Lippe zwischen Lippstadt und Hangfort	72
7.2	Wiederansiedlung und Monitoring (SIEGFRIED KUSS & MICHAEL MÖHLENKAMP)	78
7.2.1	Besatz	78
7.2.2	Monitoring	81
7.2.3	Fazit	87
8	Öffentlichkeitsarbeit (MICHAEL MÖHLENKAMP)	88
9	Literatur	93
10	Abbildungsnachweis	103
11	Anschriften der Verfasser	104

Vorwort

Fische werden in der Nomenklatur der Wasserrahmenrichtlinie als Leitarten oder Begleitarten bezeichnet. Die Quappe konnte jedoch weder in die eine noch in die andere Gruppe einsortiert werden, obwohl sie in den Fischgewässertypen der Forellenregion (im Tiefland) bis zur Brassenregion vorkommt. Ihr aktuell geringer Verbreitungsgrad in Nordrhein-Westfalen verhindert dieses. Nennen wir sie also eine Charakterfischart. Ihr Bartfaden macht sie im Süßwasser unverwechselbar und kennzeichnet sie als Vertreter der Dorschartigen, die uns als wichtige Angel- und Speisefische aus den Meeren bekannt sind. Die braun-schwarze Marmorierung ihres Körpers ist markant, der Umgebung, in der sie lebt, hervorragend angepasst und individuell unterschiedlich.



Jede Quappe ist damit einzigartig, obwohl die Weibchen Millionen von Eiern ablaichen. Der Quappe haftet etwas Geheimnisvolles an, aufgrund ihrer versteckten Lebensweise und in manchen Regionen inzwischen auch aufgrund ihrer Seltenheit. In meiner Anglerkarriere habe ich noch nicht ein einziges Mal diesen Fisch fangen können. Möglicherweise liegt das aber auch daran, dass Quappen vornehmlich im Winter zu fangen sind, wenn Schnee und Eis mit dem warmen Ofen konkurrieren.

Es sind nicht nur die oben genannten Gründe, aus denen der Landesfischereiverband Westfalen und Lippe e.V. die Quappe zu seinem Wappenfisch erkoren hat, sondern auch die hohen Ansprüche, die dieser Fisch an seinen Lebensraum stellt. Kaum eine andere Art ist wie die Quappe auf die Wechselwirkung zwischen Fließgewässer und Aue angewiesen. In der Abfolge seiner Entwicklungsstadien sucht dieser Fisch unterschiedliche Gewässerbereiche auf und führt dabei auch Wanderungen durch. Er benötigt niedrige Wassertemperaturen, um in Laichstimmung zu kommen und kann deshalb als einer der Verlierer der Klimaerwärmung gelten. Nicht zuletzt kommt der Lippe, dem Hausgewässer des Landesfischereiverbandes Westfalen und Lippe, beim Schutz der Quappen eine besondere Bedeutung zu, weil dort die letzte vitale Population in Nordrhein-Westfalen zu finden ist.

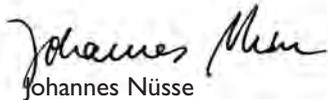
Seit Mitte der 1990er Jahre wurden an der Lippe zahlreiche Renaturierungen, Entfesselungen und Maßnahmen zur Wiederherstellung der Durchgängigkeit umgesetzt. Bezirksregierung Arnsberg, Lippeverband, Stadt Hamm und Wasserverband Obere Lippe haben mit ihrem Einsatz ein herausragendes Beispiel geschaffen für die Verwandlung eines ausgebauten Gewässers in eine Flusslandschaft, in der auch die Quappe wieder geeignete Habitate findet.

Die Bemühungen um die Förderung dieser in Nordrhein-Westfalen ganzjährig geschützten Fischart wurden maßgeblich auch von Anglern und Angelvereinen an der Lippe vorangetrieben, die bei Kontrollbefischungen mit dem Elektrofischereigerät in einem eng begrenzten Gebiet immer wieder vereinzelt Quappen nachweisen konnten. Um den Fortpflanzungserfolg zu steigern und die Ausbreitung dieses Bestandes zu unterstützen, wurden Maßnahmen ergriffen, die heute, einige Jahre später, als Erfolg bewertet werden können. Es handelt sich bei diesem Artenschutzprojekt nicht um eine wissenschaftliche Studie mit einer formulierten Hypothese, sondern um den Versuch, aus den bei Anglern und anderen Experten bekannten Fakten zur Ökologie der Quappe in der

Lippe die richtigen Maßnahmen abzuleiten und in die Tat umzusetzen. Begünstigt durch das hohe Reproduktionspotential der Quappe konnte bei Zucht und Besatz ausreichend experimentiert werden, um erfolgversprechende Verfahren zu entwickeln.

Inzwischen hat sich die künstliche Nachzucht etabliert und die Elternpopulation stabilisiert. Die Ausgangslage stellt sich nun so positiv dar, dass der Besatz auf weitere Gewässer und Gewässersysteme ausgedehnt werden kann. Wie immer bei empirischen Studien stellen sich dabei neue Fragen, die mit Fachleuten zu diskutieren und ggf. zu untersuchen sind. Parallel dazu sollte jedoch die pragmatische Herangehensweise der Angler fortgeführt werden, um weitere Gewässer für eine faszinierende Fischart zu erschließen.

Neben den Verantwortlichen in Behörden, Institutionen und Verbänden, die das Wiederansiedlungsprogramm Quappe begleitet haben und z. T. auch als Autoren der vorliegenden Schrift in Erscheinung treten, gilt mein Dank den Anglern und Angelvereinen an der mittleren Lippe. Sie haben mit ihrem ehrenamtlichen Einsatz eine Fischart gerettet, die in Nordrhein-Westfalen vor kurzem noch am Rand des Aussterbens stand. Dass dieser Fisch zzt. nicht gefangen werden darf, ist dabei nie ein Thema gewesen, genauso wenig wie die angebliche Eigenschaft der Quappe als Laichräuber. Es galt nur, die Quappe als Bestandteil der ursprünglichen Fischfauna in der Lippe zu erhalten. Sollte die Quappe langfristig aus der Liste ganzjährig geschützter Arten gestrichen und befischt werden können, wäre dieses Ergebnis nicht das Ziel oder die Motivation der Angler, sondern der sichtbare Erfolg der Schutzbemühungen von Anglern unter hohem Einsatz ihrer finanziellen Mittel und ihrer Freizeit.



Johannes Nüsse

Präsident Fischereiverband Nordrhein-Westfalen e.V.



Abb. 1: Vorjährige (2+) Quappe aus der Lippe

I Biologie der Quappe

(MARGRET BUNZEL-DRÜKE, MATTHIAS SCHARF & OLAF ZIMBALL)¹

I.1 Verbreitung, Taxonomie und Beschreibung

Quappen sind im Süßwasser lebende Dorsche mit einer zirkumpolaren Verbreitung. Während man zunächst von nur einer Art ausging, die Europa, das nördliche Asien und Nordamerika bewohnt, machen neuere Studien die Existenz von mindestens zwei Arten wahrscheinlich: *Lota lota* vom Loire-Einzugsgebiet in Frankreich bis zum Lena-Einzugsgebiet in Russland und *Lota maculosa* in Ostsibirien und Nordamerika (KOTTELAT & FREYHOF 2007). Für die folgende Darstellung der Quappen-Biologie liegt der Schwerpunkt auf Studien aus dem Verbreitungsgebiet von *Lota lota*, aber auch einige Untersuchungen aus Nordamerika finden Berücksichtigung, da die Biologie der beiden Quappenarten sehr ähnlich zu sein scheint.

In Deutschland kommen Quappen in den Einzugsgebieten aller größeren Flüsse vor, also Donau, Rhein, Ems, Weser, Elbe und Oder,



Abb. 2: Ältere Quappen entwickeln auf Körper und Flossen tiefschwarze Punkte oder Flecken, die manchmal durch eine helle Umrandung noch auffälliger werden.

¹ Dieses Kapitel ist eine erweiterte und aktualisierte Fassung des Artikels von BUNZEL-DRÜKE et al. 2004b, der wiederum auf einer vom Land Nordrhein-Westfalen in Auftrag gegebenen Studie (BUNZEL-DRÜKE et al. 2003) beruht.

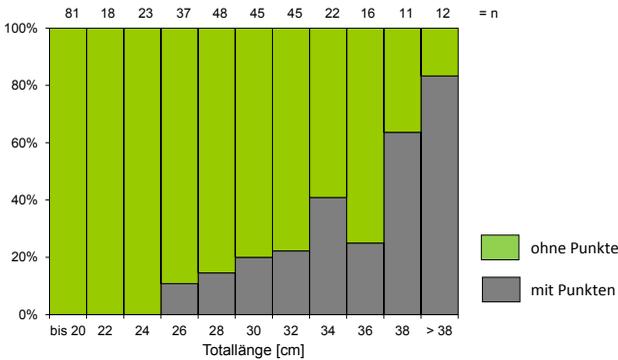


Abb. 3: Vorkommen schwarzer Punkte oder Flecken bei 358 Quappen aus der Lippe im Kreis Soest

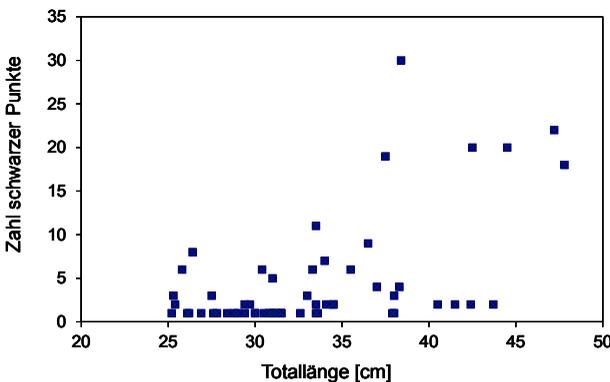


Abb. 4: Beziehung zwischen der Totallänge einer Quappe und der Zahl schwarzer Punkte oder Flecken bei 57 Individuen aus dem Kreis Soest

außerdem in verschiedenen Seen. Deutschland befindet sich am Westrand der Verbreitung, das mit dem Loire-Einzugsgebiet in Frankreich endet. Ehemalige Vorkommen in England sind erloschen (WORTHINGTON et al. 2011).

Die Quappe ist unverwechselbar durch ihre lange, fast aalartige Gestalt, die noch vor den Brustflossen entspringenden Bauchflossen und die einzelne Kinnbartel. Körper und Flossen sind dunkelbraun und olivgrün marmoriert. Jungfische sind ähnlich gezeichnet, wirken aber bei flüchtiger Betrachtung oft einheitlich dunkel. Ältere Tiere bekommen tintenschwarze, scharf abgegrenzte Punkte auf Körper und Flossen. An der Lippe treten solche Punkte bei Quappen ab einer Totallänge von 25 cm auf; ihre Zahl wird mit zunehmendem Alter größer. Die Punktmuster können wie ein Fingerabdruck zum Erkennen von Individuen dienen (eigene Beobachtungen); möglicherweise stehen die Punkte im Zusammenhang mit der Reproduktionszeit.

1.2 Habitat, Nahrung und Temperaturpräferenzen

Die Lebensräume der Quappen sind sehr unterschiedlich: Die Fische besiedeln sowohl Flüsse und Bäche als auch Seen sowie Brackwasserbereiche der Ostsee. Quappen sind nacht- und winteraktiv und ernähren sich von wirbellosen Tieren der Gewässersohle und von Fischen (MÜLLER 1960, HOLCIK & NAGY 1987, FARKAS 1993). Geschmacksknospen am zweiten Flossenstrahl der Bauchflossen verbessern das Erkennen von Beute (HINKENS & CHOCHRAN 1988).

Als Tagesverstecke nutzen Quappen unterspülte Ufer, Baumwurzeln, große Steine – gern auch angeströmte Steinschüttungen ausgebauter Gewässer; Unterstände liegen oft im tiefen Wasser (z.B. FLADUNG et al. 2003, EROS et al. 2008 und eigene Beobachtungen).

Quappen haben einen recht hohen Sauerstoffbedarf (KIECKHÄFER 1972) und sind kaltstenotherm, also auf niedrige Wassertemperaturen angewiesen. Letzteres gilt aber nur für erwachsene Fische; sie bevorzugen Temperaturen unter 12 °C, diesjährige dagegen (in Laborversuchen) 21 °C

(LEHTONEN 1998). Die überwiegende Winteraktivität der Quappe ist eine Strategie zur Feind- und Konkurrenzvermeidung, da die meisten anderen Fischarten dann ruhen (HARDEWIG et al. 2004).

Hohe Wassertemperaturen stellen für die Quappe ein Problem dar. Etwa bei 25 °C beginnt für adulte Fische der unmittelbar tödliche Bereich (s. Zusammenstellung in WOLTER et al. 2009), aber auch nicht direkt letale Temperaturen können nur eine begrenzte Zeit lang ertragen werden. Im Sommer zeigen adulte Quappen geringere Aktivität als im Winter (FERGUSON 1958, LEHTONEN 1998); bei Temperaturen über 18 – 20 °C fressen sie kaum noch (PÄÄKKÖNEN & MARJOMÄKI 1997, HARDEWIG et al. 2004, KÜHLMANN 2016, Kap. 6), weil die Nahrungsaufnahme energetisch nicht mehr effizient ist (DILLEN et al. 2005 in BEELEN 2009). Die Fische halten sich dann meist in tieferem Wasser auf (CARL 1995). In dieser Zeit zehren sie von Glykogen und Fett, das sie im Herbst und Frühjahr in ihrer Leber speichern (KOTTELAT & FREYHOF 2007, WOLTER et al. 2009). Auch in der Laichzeit im Winter fressen geschlechtsreife Quappen nicht (CAHN 1936, FARKAS 1993). Die maximale Nahrungsaufnahme von adulten Lippe-Quappen in der Zuchtanlage am Möhnesee findet bei Wassertemperaturen zwischen 8 und 12 °C statt, über 18 °C fressen sie nicht (KÜHLMANN 2016, Kap. 6).

Zu lange Warmwasserperioden im Sommer können zu viel gespeicherte Energie verbrauchen; für amerikanische Quappen könnten 30 – 40 Tage mit Wassertemperaturen über 21 °C die Schwelle darstellen, bei deren Überschreitung ein Bestandsrückgang einsetzt (JACKSON et al. 2008).

1.3 Lebensstrategie und Laichwanderungen

Verschiedene Quappenpopulationen haben unterschiedliche Lebensstrategien. HOLZER et al. (2011) unterscheiden Seepopulationen, die im Stillgewässer ablaichen und Seepopulationen, die zur Eiablage in Zuflüsse ziehen, außerdem Flusspopulationen, die sich im Fließgewässer fortpflanzen und in Meeresnähe lebende Populationen, die den Sommer im Brackwasser verbringen und im Herbst ins Süßwasser zurückkehren.

Nordrhein-Westfalen hat bis auf Eifelmaare, Erdfälle und Altwasser keine natürlichen Seen; in der Literatur des 19. Jahrhunderts werden Quappenvorkommen nur aus Flüssen und größeren Bächen gemeldet (BUNZEL-DRÜKE et al. 2004a).

Quappen laichen im Winter. LANDOIS et al. (1892) schreiben für Westfalen: „Als Laichzeit der Quappe geben unsere Gewährleute meist Dezember und Januar an ... Alsdann begiebt sie sich auf die Wanderung stromaufwärts, und das Weibchen legt an Steinen und Wassergewächsen eine große Zahl – wohl viele Hunderttausende – ihrer kleinen weißen Eier ab.“ Bei Anglern und Naturkundlern an der mittleren Lippe ist bekannt, dass adulte Tiere um die Jahreswende in kleine Zuflüsse aufsteigen, wo sie offenbar laichen. So berichtet H. KRISCH (2002 mdl.) von einem der Lippe zufließenden Entwässerungsgraben bei Schloss Oberwerries (Hamm), wo im Januar/Februar 1962 oder 1963 eine große Reuse innerhalb von ein bis zwei Tagen voller aufsteigender Quappen war.

Laichwanderungen können wenige Kilometer, aber auch mehrere Hundert Kilometer lang sein (KOOBS 1959, SOROKIN 1971, FRIEDRICH & ARZBACH 2002). SOROKIN (1971) hält die Laichwanderungen der Quappe aus dem Baikalsee flussaufwärts für erforderlich, um die Eier während ihrer langen Entwicklungszeit vor Beutegreifern im See zu schützen.

1.4 Laichzeit und Laichplatz

Zwischen Elbe und Oder liegt der Höhepunkt des Abblaus um die Jahreswende (MÜLLER 1960). Im Einzugsgebiet der Lippe konnte im Winter 2001/02 nachgewiesen werden, dass eine Quappe in dem kleinen Bach „Goselake“ bei Lippstadt zwischen dem 7. und dem 15. Januar abblautete. Am 07.01.02 wog ein 33,5 cm langer, „fetter“ Fisch 400 g. Dasselbe, an seinen schwarzen Flecken individuell erkennbare Tier wurde am 15.01.02 an derselben Stelle wiedergefangen und wog – nun schlank – nur noch 301 g (BUNZEL-DRÜKE et al. 2004b). Die zur Zwischenvermehrung gehaltenen Lippe-Quappen am Möhnesee laichen überwiegend zwischen Mitte Januar und Mitte Februar (KÜHLMANN 2016, Kap. 6).

Als Wassertemperatur bei der Eiablage nennen die meisten Autoren 0 bis 4 °C (z. B. MÜLLER 1960, HARSÁNYI & ASCHENBRENNER 1992, FARKAS 1993); J. COECK (in BEELEN 2009) nennt für die Französischen Ardennen allerdings Temperaturen zwischen 5 und 7 °C. Der Januar ist in Nordrhein-Westfalen der kälteste Monat (Deutscher Wetterdienst 1989); in dieser Zeit wurden in den kleinen Lippezufüssen die niedrigsten Wassertemperaturen gemessen. Ein Abblauen der Quappe



Abb. 5: Laichgewässer der Quappe an der Lippe: Goselake bei Lippstadt-Cappel

in der Lippe selbst ist unwahrscheinlich, weil der Fluss überwiegend durch Karstquellen gespeist (BODE 1954) und dadurch nur selten kälter als 6 °C, also im Winter „zu warm“ ist.

In der Goselake und weiteren kleinen Lippe-Zufüssen, in denen aufsteigende Quappen nachgewiesen wurden, leben nur wenige andere Fische. Einige dieser Bäche können im Sommer trocken fallen. Konkurrenz- und Räuberdruck in den potenziellen Laich-Bächen ist also gering (BUNZEL-DRÜKE et al. 2004b).

Verschiedene Quappenbestände nutzen unterschiedliche Laichhabitate; zwar gibt es in der Literatur einige Widersprüche, aber die meisten Autoren betonen geringe Wassertiefen von maximal einem Meter an Laichplätzen sowohl in Fließgewässern als auch in Seen (z. B. MCPHAIL & PARAGAMIAN 2000, HOLZER et al. 2011); genauere Messungen nennen CAHN (1936) (1 bis 3 oder 4 Fuß), SOROKIN (1971) (50 - 80 cm) UND FARKAS (1993) (18 - 20 cm).

Auf Unterwasser-Fotos von laichenden Quappen in einem nicht benannten See in Bayern scheinen die Laichplätze etwa 1 m unter der vereisten Wasseroberfläche zu liegen (SCHERNER 2009).

Für den Bodensee werden allerdings Tiefen von mehr als 45 m genannt (s. Übersicht in

BECKE 2012), was jedoch fraglich erscheint, weil offenbar keine direkten Beobachtungen vorliegen. SCHEFFELT & SCHWEIZER (1926) schrieben über die Trüsche im Bodensee noch: „Ihr Laichgeschäft spielt sich in geringer Wassertiefe ab ...“, während NÜMANN (1939) angibt: „Da man aber im Bodensee von November bis April in 0 bis 30 m Tiefe auch nicht eine Trüsche fängt, ist natürlich ausgeschlossen, daß sie an flachen Stellen laichen“. KIECKHÄFER (1972) folgerte allein aus Fängen mit Kiemennetzen, dass Quappen „überwiegend vor den Flußmündungen der Argen und Schussen Laichgemeinschaften in Tiefen zwischen 30 und 45 m“ bilden. HIRNING et al. (2007) lokalisierten Laichplätze in Tiefen zwischen 54 und 117 m mit Hilfe von Telemetrie- und Befischungsergebnissen, jedoch ebenfalls ohne direkte Beobachtungen.

1.5 Laichsubstrat und Laichvorgang

In der Literatur werden verschiedenste Laichsubstrate angegeben; bei Wahlversuchen im Aquarium laichten Quappen jedoch nur auf Sand, während Kies, verschieden große Steine und pflanzenbewachsener Grund nicht genutzt wurden (FABRICIUS 1954, MÜLLER & ÖSTERDAHL 1970). In Nebenbächen der Drau bestand das Laichsubstrat aus einem Gemisch aus Sanden und Feinkies (FARKAS 1993). Wassertiefen an Laichplätzen in Fließgewässern betragen 20 – 50 cm (SOROKIN 1971, FARKAS 1993). In Seen laichen Quappen meist in Flachwasserbereichen auf Sand oder Kies (CAHN 1936, MCPHAIL & PARAGAMIAN 2000).

Quappen laichen nachts, in Gruppen von bis zu 20 Fischen, die umeinander schwimmen und dadurch einen beweglichen „Ball“ am Gewässerboden bilden (CAHN 1936, KOTTELAT & FREYHOF 2007).

1.6 Eier

Pro Kilogramm Körpergewicht produziert die Quappe 350 000 – 750 000 etwa 1,5 mm große Eier. Dies ist die höchste Eizahl aller einheimischen Süßwasserfische, was auf natürlicherweise hohe Verluste von Eiern und Brut hinweist (HARSÁNYI & ASCHENBRENNER 1992).

Die Eier besitzen, wie bei den im Meer lebenden Dorscharten, jeweils eine große Ölkugel, die ihr spezifisches Gewicht verringert. Bei den Meereseisbaaren treten pelagische Eier auf – die Eier schweben im Freiwasser. Bei der Quappe als einzigem Süßwasserdorsch wurde daher bereits früh vermutet, auch ihre Eier könnten sich im Wasser schwebend entwickeln (WESENBERG-LUND 1909). Diese Vermutung hält sich auch heute noch in der Literatur, auch wenn in der Natur keine



Abb. 6: Quappeneier in einer Mineralwasserflasche

pelagischen Quappeneier zu finden waren, wie bereits WESEBERG-LUND selbst (1909) feststellte. Quappeneier schweben definitiv nicht (KÜHLMANN 2016, Kap. 6).

Nicht vollständig geklärt ist, wo sich die Eier der Quappe während der Entwicklung befinden. Die Angaben reichen vom sofortigen Anhaften an Substrat (MLRELF BW 1989, BayStMELF 2000) bis zum pelagischen Schweben (s. o.) und damit weitem Verdriften im gesamten Gewässer (HARSÁNYI & ASCHENBRENNER 1992). Nach PATZNER & RIEHL (1992) und STÍPEK (1992) sind die Eier klebrig. MÜLLER (1960) und später KIECKHÄFER (1972) beobachteten, dass die Eier anfangs nicht klebten, nach einigen Minuten jedoch aneinander und am Grund anhafteten. KÜHLMANN (2016, Kap. 6) stellte ein minimales Kleben kurz nach der Eiabgabe fest. FARKAS (1993) wies im Flusssystem der Drau (Österreich) die Anlage von bis zu 20 cm tiefen Laichgruben nach, in denen die leicht klebrigen Eier bis 4 cm tief „vergraben“ waren. Die Strömungsgeschwindigkeit beim Abfließen betrug 15 cm/s. In zwei Zuflüssen zum Baikalsee laichten Quappen im Mündungsbereich kleiner, flacher Bäche. Die Eier lagen in hoher Dichte frei auf der Sohle. Eine Strömung von etwa 3 cm/s verhinderte ein Zuschlämmen der nicht angehefteten Eier, spülte sie jedoch nicht fort (SOROKIN 1971).

In der künstlichen Erbrütung vertrugen die Eier in der ersten Woche nur Temperaturen bis 6 °C; ab der dritten Woche bzw. ab 60 Tagesgraden (= mittlere Tagestemperatur des Wassers multipliziert mit der Zahl der Tage) bis 9 °C (KAINZ & GOLLMANN 1996). Die Entwicklung dauert je nach Wassertemperatur 30 – 75 Tage (HOCHLEITHNER 2002) bzw. 120 – 160 (Extremwerte 110 – 178) Tagesgrade (MÜLLER 1960, KAINZ & GOLLMANN 1996, WOCHER 2010, DONNER & ECKMANN 2011); Lippe-Quappen benötigten 120 – 140 Tagesgrade (KÜHLMANN 2016, Kap. 6). An der Elbe schlüpfen die Larven im Aquarium in der ersten Februardekade, im Freiland etwa Mitte März (MÜLLER 1960, 1961). Nach LEHTONEN (1998) ist die Laichzeit der verschiedenen Quappenpopulationen wahrscheinlich jeweils so terminiert, dass die Larven während der Eisschmelze schlüpfen. Eventuell ist hier jedoch nicht das Schmelzen des Eises wesentlich, sondern der meist damit einhergehende höhere Wasserstand.

1.7 Larven

Wie bei allen Knochenfischarten schlüpfen aus den Eiern keine „fertigen Fische“, die nur kleine Versionen der erwachsenen Tiere sind, sondern Larven, die durchaus anders aussehen und leben als ihre Eltern. Quappenlarven sind direkt nach dem Schlupf mit 3 mm Körperlänge winzig – eine Folge der sehr kleinen Quappeneier.

Noch 1960 schreiben DUNCKER & LADIGES, über die Lebensweise der Larven sei nichts bekannt. MÜLLER (1960) beobachtete Larven im Freiland und im Aquarium und fand heraus, dass die Tiere nach der Füllung der Schwimmblase mit 170 – 190 Tagesgraden pelagisch – also schwebend – in den oberen Wasserschichten leben. Die Schwimmblasenfüllung ist nur im flachen Wasser möglich, da die schwach beweglichen Larven aus tieferen Bereichen die Wasseroberfläche nicht erreichen können (HARSÁNYI & ASCHENBRENNER 1992). In den 7 – 10 Tagen vor der Schwimmblasenfüllung leben die Larven von ihrem Dottersack (FARKAS 1993), etwa ab dem 15. Tag können sie kleine Beute aufnehmen (KÜHLMANN 2016, Kap. 6).

Im Gegensatz zu erwachsenen Quappen bewegen sich Larven in Richtung des Lichts, verstecken sich also tagsüber nicht. Sie ernähren sich von Zooplankton (MÜLLER 1960, HARSÁNYI & ASCHEN-

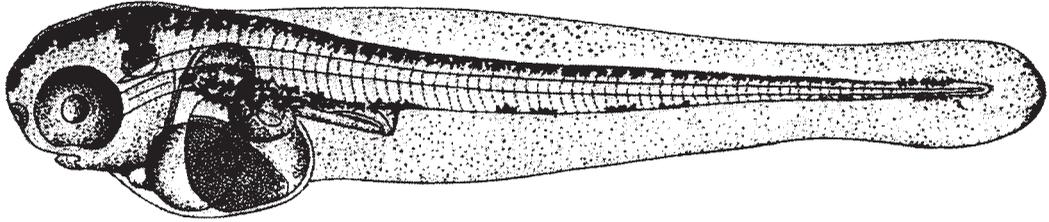


Abb. 7: Quappenlarve (Länge ca. 4 mm) (aus NIKOLSKI 1957). Typische Kennzeichen sind die geringe Größe und der weit vor der Körpermitte endende Darm.

BRENNER 1992). Nach HOCHLEITHNER (2002) ist die in dieser Entwicklungsphase „*hilflos im Wasser schwebende Quappenbrut*“ durch andere Fische stark gefährdet. Erst nach der Umwandlung der Larve zum Jungfisch, der Metamorphose, die bei 30 mm Körperlänge abgeschlossen ist, gehen die nun lichtmeidenden Tiere zum Bodenleben über und verhalten sich damit wie erwachsene Quappen (MÜLLER 1960, HOCHLEITHNER 2002). Der Beginn der Metamorphose lag nach den Aquarien-Beobachtungen von MÜLLER (1960) nach dem 20. März. Im Bodensee dagegen erscheinen Quappenlarven erst Mitte Mai und verschwinden Ende Juli (WANG & APPENZELLER 1998). Insgesamt dauert das Larvendasein rund zwei Monate (KOTTELAT & FREYHOF 2007).

Es ist unwahrscheinlich, dass die pelagischen Larven in der fließenden Welle eines Flusses heranwachsen können. Bei einer moderaten Strömungsgeschwindigkeit von beispielsweise 0,5 m/s und einer Entwicklungszeit von minimal drei Wochen könnten die Larven bis zu 900 km flussabwärts getrieben werden, was auch durch Laichwanderungen der adulten Fische kaum auszugleichen wäre. Larven-Lebensräume müssen also strömungsarm sein.

MÜLLER (1960) fand Quappenlarven an Flüssen zwischen Elbe und Oder Ende März bis Mitte April „*stets am alleräußersten Wassersaum des gewöhnlich im Steigen begriffenen Flusses zwischen überstauter Vegetation. Mit dem steigenden Wasser gelangen die Larven auf die Überschwemmungsflächen, wo ihnen außerordentlich günstige Ernährungsbedingungen geboten werden. In Jahren ohne eigentliche Frühjahrsüberschwemmungen halten sie sich in den ganz flachen Stillwasserbezirken der überstauten Uferländer, die ein den überschwemmten Wiesen ähnliches Biotop bilden*“. MÜLLER registrierte an der Spree Quappenlarven während des Frühjahrshochwassers auf Wiesen, die während der Laichzeit im Dezember/Januar nicht überschwemmt waren. Aus diesen Schilderungen schließt DE NIE (1996), dass Quappenlarven von monatelangen Überschwemmungen abhängig sind.

Das zeigen auch Untersuchungen von KOPORIKOV & BOGDANOV (2011) am Unterlauf des Ob. Vom Laichplatz in Nebengewässern lassen sich die Quappenlarven bis in die überschwemmten Auen des Ob treiben. Bei mittleren und hohen Hochwassern mit hoch überstauten Auen finden die Larven schon nahe der Mündungen der Laichgewässer geeignete Lebensräume, bei geringeren Überflutungen verteilen sie sich weiter abwärts in den Auen. Bevorzugte Habitate sind kaum durchströmte Flachwasserzonen auf überfluteten Wiesen. In dem flachen, sich gut erwärmenden Wasser entwickeln sich Nahrungsorganismen, und die Quappenlarven wachsen schnell. Stehen solche Auenwiesen zu tief unter Wasser, nutzen die Larven auch überflutete Wälder und Gebüsche. Hier verzögert sich allerdings das Wachstum, und die Mortalität steigt.



Abb. 8: Auen, die im Frühjahr lange überschwemmt waren, stellten in Nordrhein-Westfalen ursprünglich wohl die besten Larvenlebensräume der Quappe dar.

Laichgewässer haben. In Jahren mit lang andauernden Frühjahrshochwassern ist der Reproduktionserfolg der Quappen an der Lippe höher als in Jahren mit trockenen Frühjahren.

FISHER (2000) stellte Larven in angeschlossenen Altarmen des Missouri fest. SOROKIN (1971) nennt als Larven-Lebensräume im Einzugsgebiet des Baikalsees Flussdeltas und mit Flüssen verbundene Seen. In Brackwassergebieten der Bottnischen See finden sich Quappenlarven zahlreich in küstennahen Flachwasserzonen. Im kanadischen Shebandowan-See hielten sich Larven oberflächennah in Schwärmen an den Ufern auf (RYDER & PESENDORFER 1992). Im Bodensee wurden Quappenlarven in 5 und 10 m Wassertiefe in größerer Zahl gefangen als an der Oberfläche; dies kann eine Vermeidung von Konkurrenz bzw. Räuberdruck der oberflächennah lebenden Flussbarschlarven (*Perca fluviatilis*) sein (WANG & APPENZELLER 1998).

1.8 Jungfische

In der Ichthyologie werden die Jungfische eines Jahres bis zum 31.12. als „Altersgruppe 0“ oder „0+-Fische“ bezeichnet (z. B. SCHOLTEN 2002), auch als „einsömmrige“ Tiere, im Englischen als „young of the year“, abgekürzt „YOY“; das entspricht u. a. dem in der Ornithologie verwendeten Begriff „diesjährig“.

Nach der Metamorphose halten sich junge Quappen in Mitteleuropa häufig in Flachwasserzonen von Fließgewässern auf, durchaus auch in Steinschüttungen von Uferbefestigungen. S. JÄGER (2003 mdl.) fing im Abgrabungssee „Aue-See“ bei Wesel zahlreiche diesjährige



Abb. 9: Junge Quappen

Fische in Ufernähe, wo sich das Wasser stark erwärmte. Auch im Bodensee nutzen junge Quappen die warmen Uferbereiche (HARTMANN 1977, HOFMANN & FISCHER 2003).

Junge Quappen wachsen schnell heran; als 0+-Fische erreichen sie bis ca. 20 cm Totallänge, allerdings gibt es erhebliche Unterschiede zwischen verschiedenen Gewässern. Zur Länge von Quappen (*Lota lota*) am Ende des ersten Kalenderjahrs enthält die Literatur u.a. folgende Angaben:

- unter 10 cm: Fischerbach in Österreich und Bodensee (FARKAS 1993),
- 10 – 15 cm: Donauzufluss Turiec (HOLCÍK & NAGY 1987),
- 15 – 20 cm: Petschora und Kama im europäischen Teil Russlands sowie Gewässer in Rumänien (FARKAS 1993),
- um 20 cm: Lippe in Nordrhein-Westfalen (BUNZEL-DRÜKE et al. 2004b, KUSS & MÖHLENKAMP 2016, Kap. 7.2),
- über 20 cm: Spree und Karpfenteiche in der Lausitz (FARKAS 1993).

1.9 Wachstum und Geschlechtsreife

Der Altersaufbau der Quappen in der Lippe zwischen Lippstadt und Lippborg weist in den meisten Jahren mehrere voneinander abgrenzbare Altersklassen auf. Abbildung 10 stellt oben die Längen-Häufigkeitsverteilung von Fischen dar, die am 19. August 2013 aus einem 1060 m langen zu renaturierenden Flussabschnitt in der Schoneberger Heide (Westermersch) bei Lippstadt-Eickelborn entnommen und ober- und unterhalb der Baustelle wieder freigelassen wurden. Das untere Diagramm zeigt die Verteilung von Quappen, die im Rahmen von Monitoring-Untersuchungen Ende August/Anfang September in der Klostermersch gefangen wurden.

Beide Diagramme in Abbildung 10 weisen ein Maximum bei den diesjährigen Fischen von 8 – 14 cm Länge auf. In der etwa zwei Wochen nach der Schoneberger Heide befischten Klostermersch ist das Maximum leicht nach rechts verschoben, die Fische sind also in der kurzen Zeit schon etwas gewachsen. Der individuenstarke Jahrgang von 2012 bildet die Maxima der vorjährigen (1+) Fische zwischen 18 und 28 cm.

Das Wachstum hängt von der Verfügbarkeit der Nahrung ab. Auch innerhalb eines Gewässersystems können Unterschiede auftreten. So stellte BECKE (2013) fest, dass im Bodensee „Uferquappen“ signifikant kleiner waren als gleich alte Quappen aus tieferen Bereichen.

Quappen werden in Mitteleuropa meist im Alter von zwei bis vier Jahren geschlechtsreif (MÜLLER 1960, FARKAS 1993). Die meisten Männchen laichen erstmals im Alter von zwei Jahren, die meisten Weibchen mit drei (KOTTELAT & FREYHOF 2007). Die Laichreife ist von der Größe der Fische abhängig. Da Quappen im Süden des Verbreitungsgebietes im Allgemeinen schneller wachsen als im Norden, werden Fische im Süden früher geschlechtsreif (LEHTONEN 1998); sie bleiben allerdings kleiner und erreichen nicht so ein hohes Alter (MAGNIN & FRADETTE 1977, BECKE & RÖSCH 2014). Männliche Lippe-Quappen können sich erstmals im zweiten Kalenderjahr (vorjährig, zweisömrig, 1+) mit Körperlängen um 25 cm fortpflanzen, weibliche Tiere im dritten Kalenderjahr (dreisömrig, 2+) mit Körperlängen um 35 cm (KÜHLMANN 2016, Kap. 6). Individuen dieser Population erreichen im Freiland nur sehr selten Totallängen über 50 cm (eigene Beobachtungen), während in Nordamerika Quappen ausnahmsweise über 100 cm lang und bis 15 kg schwer werden können (z. B. FISHER et al. 1996, McPHAIL & PARAGAMIAN 2000); für Sibirien werden sogar Maximalgewichte von 25 bis 30 kg genannt (MUUS & DALSTRÖM 1968).

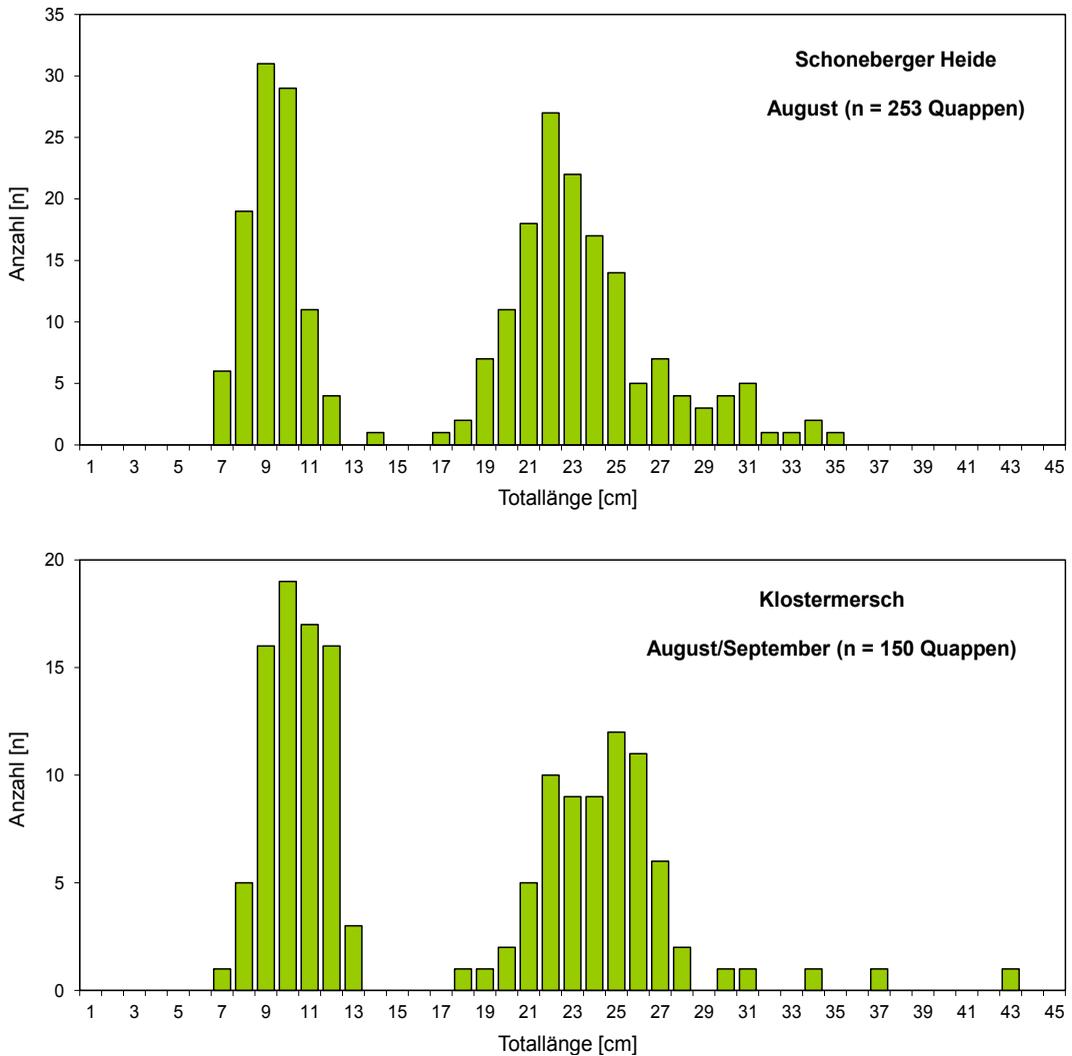


Abb. 10: Längen-Häufigkeitsverteilungen der Quappen aus zwei Abschnitten der Lippe 2013: „Rettungsbefischung“ vor einer Renaturierung in der Schoneberger Heide bei Lippstadt-Eickelborn (oben) und Monitoringbefischung in der Klostermersch bei Lippstadt-Benninghausen (unten).

Abbildung 11 zeigt die Längen-Gewichts-Beziehung von Lippe-Quappen. Die Daten von „Wildfischen“ und wiedergefangenen Besatzfischen (s. KUSS & MÖHLENKAMP 2016, Kap. 7.2) liegen nahezu deckungsgleich – mit ganz leichter Tendenz geringerer Gewichte der mittelgroßen aus Besatz stammenden Individuen.

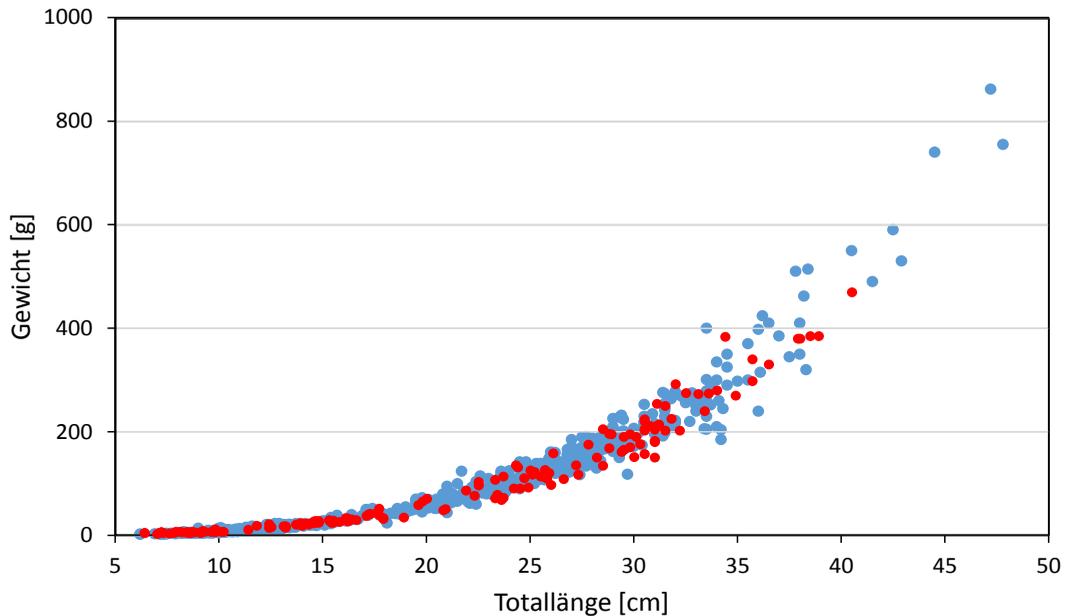


Abb. 11: Längen-Gewichts-Relation von Lippe-Quappen. Blau: „Wildfische“ zwischen Lippstadt und Lippborg (= Ursprungsgebiet der Population) 2001 – 2016 (n = 849 Messungen). Rot: im Freiland wiedergefangene Besatzfische außerhalb des Ursprungsgebiets der Population 2002 – 2012 (n = 159 Messungen).

1.10 Krankheiten, Parasiten und Fressfeinde

Eingehende Studien zum Auftreten verschiedener Krankheiten bei Quappen fehlen; die Anfälligkeit der Art für ausgewählte Fischpathogene scheint weder besonders hoch noch besonders niedrig zu sein (POLINSKI et al. 2010). Verschiedene Parasiten wurden nachgewiesen. Der Fischbandwurm *Diphyllbothrium spec.* kommt regelmäßig vor; 1931 war rund 1/3 der menschlichen Bevölkerung am Kurischen Haff infiziert, weil Quappenleber häufig roh gegessen wurde (SCHÄPERCLAUS et al. 1992).

Die Fressfeinde der Quappe sind zahlreich. Larven und Jungfische sind selbst durch Wasserinsekten und Kleinfische gefährdet, wie die Besatzmaßnahmen in Gewässern mit hoher Abundanz des Dreistachligen Stichlings (*Gasterosteus gymnurus*) zeigten (s. KUSS & MÖHLENKAMP 2016, Kap. 7.2). Ältere Quappen



Abb. 12: Ein seltenes Bilddokument: Dieser Kormoran hat am 3. Januar 2016 in der Lippeaue eine Quappe erbeutet – in einem mit dem Fluss verbundenen flachen Gewässer, in das ein kleiner Bach mündet. Trotz heftiger Gegenwehr der Quappe konnte der Kormoran den Fisch nach fünf bis acht Minuten intensiver Bearbeitung schlucken.

können von größeren Fischen erbeutet werden, außerdem von fischfressenden Vögeln und Säugetieren wie Kormoran (*Phalacrocorax carbo*) (z. B. KELLER 1995, COWX 2003) und Otter (*Lutra lutra*) (z. B. STUBBE 1989, BRZEZINSKI et al. 2006).

1.11 Zusammenfassung der Quappenbiologie

Erwachsene Quappen mit ihrer bodennahen Lebensweise sind erfolgreich in unterschiedlichsten sommerkühlen, sauerstoffreichen Habitaten von der unteren Forellenregion der Fließgewässer über klare Seen bis zu Brackwasserbereichen der Ostsee. Die Wassertemperatur darf 18 - 20 °C (Lippe-Quappen 18 °C) nicht für längere Zeiträume – wohl maximal einen bis zwei Monate – überschreiten, weil die Quappen bei diesen Temperaturen die Nahrungsaufnahme einstellen und in zu langen Wärmeperioden verhungern.

Der Laich wird im Winter bei Wassertemperaturen unter 4 °C in flachen, sauerstoffreichen, aber nicht zu stark durchströmten Habitaten und bevorzugt auf Sand oder Feinkies abgelegt. Eine wichtige Eigenschaft von Laichplätzen ist ein geringer Räuberdruck. Wahrscheinlich bleiben die Eier während der gesamten oder zumindest der überwiegenden Entwicklungszeit am Ort. Die schlüpfenden Larven müssen zur Füllung der Schwimmblase die Wasseroberfläche erreichen, weshalb das Wasser an den Laichplätzen – oder an den Stellen, an die die Eier eventuell verdriftet werden – nur wenige Dezimeter tief sein darf.

Der Flaschenhals im Lebenszyklus der meisten Quappenbestände scheint unter heutigen Bedingungen das Larvenstadium zu sein. Die pelagischen Larven brauchen Gewässer, die im Frühjahr (im nördlichen Mitteleuropa etwa Mitte Februar bis Ende April) für die Larven erreichbar sind und folgende Eigenschaften aufweisen:

- keine (starke) Strömung, die die „hilflosen“ Larven fortschwemmt,
- Wassertemperaturen unter 6 (später 9) °C,
- Flachwasserzonen,
- Reichtum an Zooplankton,
- geringer Räuberdruck und wenig Konkurrenz.

Die genannten Kriterien erfüllen an Flüssen im Frühjahr lang anhaltend überschwemmte Auen bzw. nur im Winterhalbjahr gefüllte Stillgewässer in den Auen wie Blänken, Tümpel, Flutrinnensysteme oder Randsümpfe. In Bächen mit schmalen Auen kommen in der Naturlandschaft auch Biberseen als Larvenhabitate in Frage. In Nordrhein-Westfalen ist die Quappe für ihre Fortpflanzung auf Auen angewiesen.

Laichwanderungen und Laichzeiten verschiedener Quappenbestände sind wahrscheinlich davon abhängig, wann und wo geeignete Orte für die Ei- und vor allem die Larvalentwicklung verfügbar sind.

Diesjährige Quappen bevorzugen nach ihrer Metamorphose – der Umwandlung von der Larve zum Fisch – wärmere Habitate als erwachsene Tiere und halten sich im Sommer häufig im Flachwasser auf.

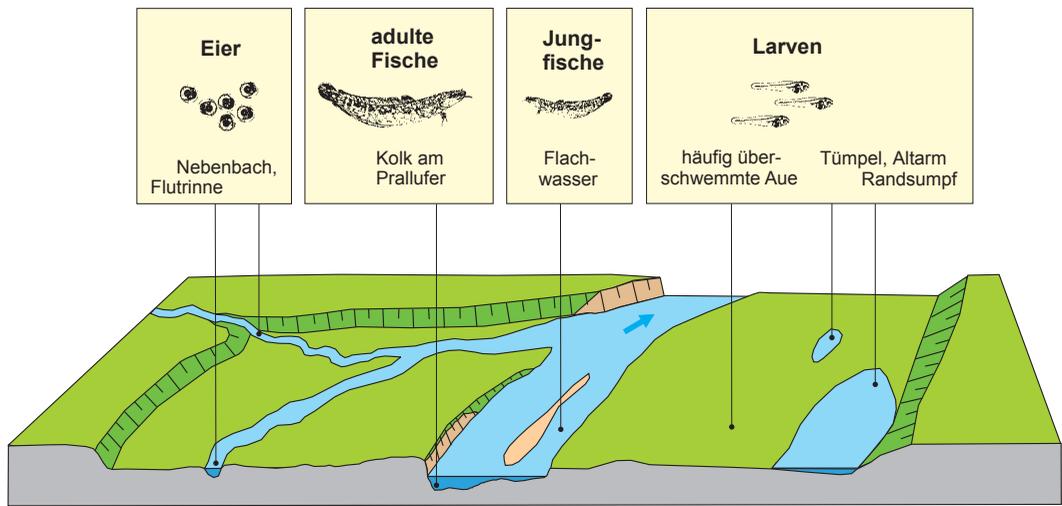


Abb. 13: Habitat-Schema der Entwicklungsstadien der Quappe in der Lippeaue

1.12 Offene Fragen

Viele Fragen zur Biologie der Quappe sind unzureichend geklärt, was die Analyse von Gefährdungsursachen und die Auswahl von Schutzmaßnahmen erschwert. Besondere Wissensdefizite bestehen bei Populationen in Flüssen (WORTHINGTON et al. 2012).

Welche Rolle spielen Tageslänge, Temperatur und Wasserstand für den Beginn der Laichperiode? Welche Eigenschaften charakterisieren Laichplätze? Wie finden Quappen ihre Laichplätze – werden die Tiere in früher Jugend auf einen Ort geprägt, an den sie später zurückkehren oder suchen sie jedes Jahr in ihrem Umfeld nach geeigneten Stellen? Finden sich Partner mehr oder weniger zufällig an potenziellen Laichplätzen oder können sie einander vielleicht durch Geruch lokalisieren? Wie läuft die Ausbreitung der Jungtiere vom Laichplatz bzw. Larvalhabitat aus ab – nur passiv flussabwärts oder aktiv schwimmend und zielgerichtet? Lässt sich ein Laichplatz anhand eines Abundanzgefälles junger Quappen lokalisieren? Kann ein Flussquappenbestand ohne Auenzugang überleben? Wie lange dürfen sommerliche Warmwasserperioden maximal dauern?

Angesichts der genetischen Unterschiede zwischen verschiedenen Quappenbeständen (s. LAMPERT et al. 2016, Kap. 3) ist eine sehr wichtige Frage, welche Verhaltensweisen v. a. der Fortpflanzung genetisch fixiert sind, z. B. Länge und Richtung von Laichzügen, Auswahl von Laichplätzen in Fließ- oder Stillgewässern oder die Wassertiefe der Laichplätze. Könnte sich z. B. eine aus dem Bodensee stammende Quappe in einem reinen Fließgewässer-Lebensraum fortpflanzen? Gibt es Unterschiede in der Larvalbiologie der Populationen? In welchen Wassertiefen laichen Bodenseequappen? Wie können die Larven der Bodenseequappen aus Wassertiefen von mehr als 45 m zur Schwimmblausenfüllung an die Oberfläche steigen, wenn Larven der Lippe-Population nur maximal 40 cm schafften (s. KÜHLMANN 2016, Kap. 6)?

Bei Besatzmaßnahmen sollten verschiedene Populationen unbedingt getrennt gehalten werden, um genetische Vermischungen mit eventuell erheblichen negativen Folgen zu verhindern, wie sie BOSVELD et al. (2014, 2015) befürchten.

Weitere Forschung ist dringend zu empfehlen.



2 Verbreitung und Bestandssituation der Quappe in Nordrhein-Westfalen (MICHAEL MÖHLENKAMP)

2.1 Historische Verbreitung

Die Quappe war im Tiefland Nordrhein-Westfalens einst weit verbreitet. Dies trifft insbesondere auf das Rheineinzugsgebiet zu, wo sie häufig anzutreffen war. Verschiedene Quellen des ausgehenden 19. Jahrhunderts berichten wie HERWIG (1878) von Fundorten aus Lippe und Ruhr, Nebengewässern des Rheins. In HOFFMANN (2010) werden Augenzeugenberichte zitiert, nach denen „im Winter in den Nebenbächen von Lippe und Ahse mit Kartoffelkörben und Reusen große Mengen Quappen gefangen werden konnten“. Die Fangberichte werden durch Schilderungen der damals angewendeten angelfischereilichen Methoden ergänzt. Noch in den 50er Jahren des letzten Jahrhunderts soll man Quappen mit Langleinen und Paternostersystemen erfolgreich nachgestellt haben. Mehrfachfänge an diesen Systemen mit vielen Haken waren demnach keine Seltenheit. Nachdem Ende der 60er Jahre die Fänge deutlich zurückgingen, wurden etwa ab Anfang der 80er Jahre keine Quappen mehr in der Lippe im Raum Hamm gefangen (S. KUSS mdl.).

Aber auch aus den anderen großen Flusssystemen Westfalens wie der Weser und der Ems liegen entsprechende Nachweise vor. VON DEM BORNE (1882) führt die Quappe als bestandsbildend für die Else, einen Zufluss des Werre-Weser-Systems, sowie für die Aue bei Lahde an der Weser auf, von wo aus dem Jahr 1894 massenhafte Vorkommen berichtet worden waren. In dem Weserzufluss Große Aue bei Rahden ist die Quappe noch bis heute vorhanden. Für die Ems bezeugen die Quellen punktuelle Fänge bei Rheda sowie in den Nebengewässern Steinfurter Aa bei Borghorst zwischen 1875 und 1886 und Elter Mühlenbach (Eltingmühlenbach) bis etwa 1960 (RUTEMÖLLER 1974).

Im nordrhein-westfälischen Bergland ist die Quappe wohl nur in geringer Häufigkeit vorgekommen, war aber nach den historischen Quellen, die bei HOFFMANN (2010) zitiert werden, auch dort nicht selten. Er legt historische Nachweise vor, die Agger, Ruhr und Diemel betreffen. Diese Einschätzung wird durch MUNLV (2001) gestützt, wo die historische Verbreitung der Quappe in Nordrhein-Westfalen im 18. und 19. Jahrhundert behandelt wird. Als weitere Fundorte aus historischen Quellen wird dort auf die rheinischen Flüsse Sieg und Wupper verwiesen, die beide dem Rheinsystem zufließen. Aber bereits LANDOIS et al. (1892) beschreiben die Quappe für Gewässer des Sauerlandes und Weserberglandes als fehlend. Man kann also davon ausgehen, dass die Quappe in Nordrhein-Westfalen früher vereinzelt bis in die Äschenregion (Hyporhithral) vorgekommen ist, aber der Bestandsrückgang dort früher einsetzte als im Flachland.

Nach Auswertung der verfügbaren Quellen war die Quappe in früheren Jahrhunderten im Rhein-, Weser- und Emssystem verbreitet mit einem Schwerpunkt auf den Unterläufen der größeren Nebengewässer. Punktuell wurde sie auch in den oberen Fließgewässerregionen des Flach- und Berglands registriert.

Die zitierten historischen Hinweise waren u. a. Grundlage für die Klassifizierung von Fischgewässertypen, die das MUNLV 2007 für die Bewertung nach der Wasserrahmenrichtlinie vornehmen ließ (NZO GmbH & IFÖ 2007). Dazu wurde den Fischarten nach Häufigkeit und Stetigkeit ihres Vorkommens der Status als Leit- oder Begleitart zugesprochen. Aufgrund fehlender Informationen

über ihre natürlichen Dominanzanteile in den Fließgewässern wurde im Falle der Quappe auf eine derartige Einteilung verzichtet. Stattdessen wird sie als Bestandteil der natürlichen Fischartengemeinschaft für folgende Gewässertypen aufgeführt:

Fischgewässertyp	Nr. FiGt
Unterer Forellentyp Tiefland	06
Unterer Forellentyp Börde	08
Äschentyp Mittelgebirge	09
Oberer Barbentyp Mittelgebirge	10
Unterer Barbentyp Mittelgebirge	11
Unterer Barbentyp Werre und Else	12
Unterer Forellentyp Erft	13
Oberer Barbentyp Erft	14
Unterer Barbentyp Erft	15
Oberer Brassentyp Niers	17
Unterer Brassentyp Niers	18
Unterer Brassentyp nördliches Tiefland	19
Oberer Brassentyp nördliches Tiefland	20
Äschentyp Lippe	22
Barbentyp Lippe	23
Brassentyp Lippe	24
Unterer Barbentyp Tiefland	25
Oberer Brassentyp Tiefland	26
Unterer Brassentyp Tiefland	27
Oberer Barbentyp Börde	28

2.2 Aktuelle Situation

Für den Zeitraum 1972 bis 1999 wurden im Bericht des Landes NRW (MUNLV 2001) 27 Fundpunkte vermerkt. Diese Angaben gehen auf Elektrofischungen zurück, die in eine Datenbank des Landes NRW (LAFKAT) einspeist wurden. Sie wurden um weitere Nachweise bis 2001 ergänzt, die im Fisch-Info NRW (Nachfolge des LAFKAT) verfügbar sind.

Neben Datensätzen aus der oberen Lippe im Raum Lippstadt, wo die Quappe als bestandsbildend eingestuft wurde, und der Ruhr zwischen Hagen und Witten werden vor allem Einzelfunde aus dem Rhein, der unteren Ruhr, der unteren Lippe, der unteren Wupper, der Sieg und dem Pleisbach (Siegzufluss), der Wurm (Maas-System) und der oberen Ems (bei Wiedenbrück) aufgeführt. Der Aue-See bei Wesel nimmt eine Sonderstellung ein, weil der Bestand in diesem abgeschlosse-

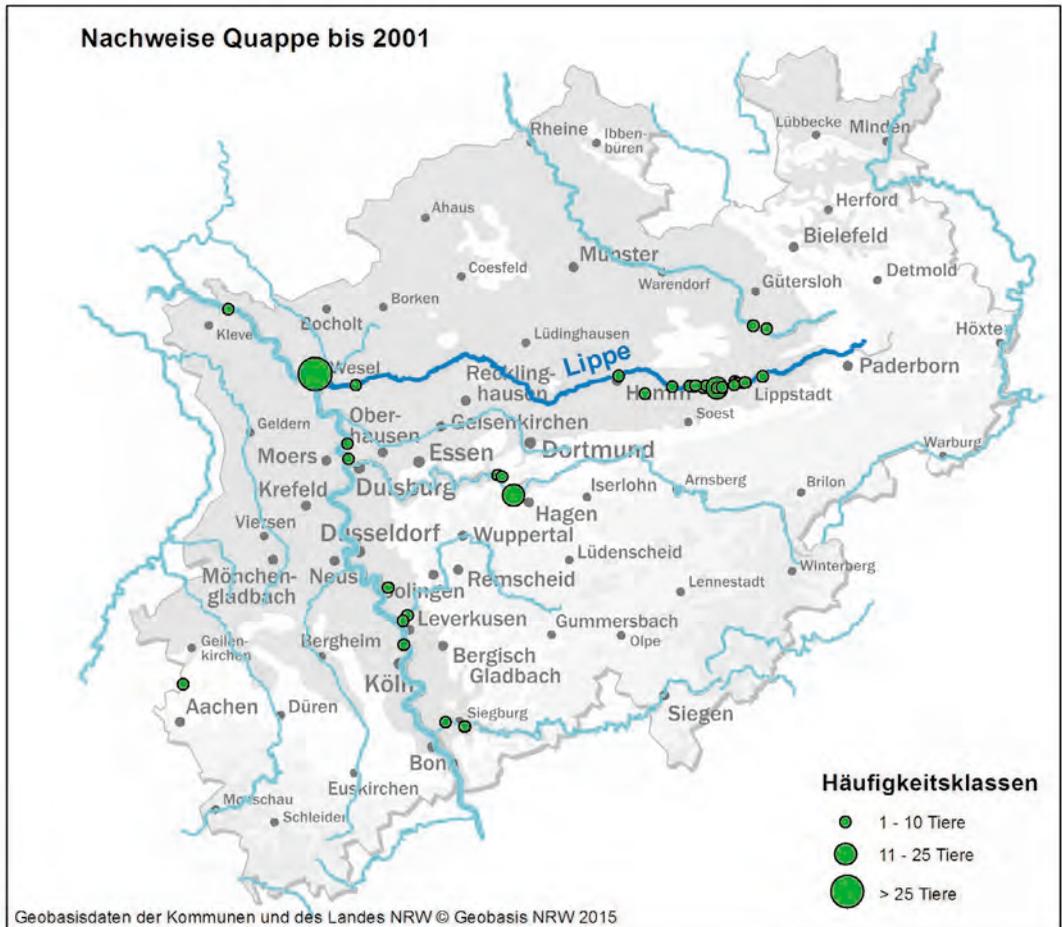


Abb. 14: Nachweise von Quappen aus dem Fisch-Info NRW bis 2001. Es liegen 83 geprüfte und ungeprüfte Meldungen zugrunde.

nen Gewässer mit großer Wahrscheinlichkeit auf Besatzmaßnahmen zurückgeht. Dasselbe gilt für die Nachweise aus der Ruhr (s. KUSS & MÖHLENKAMP 2016, Kap. 7.2). In MUNLV (2001) kommen die Autoren aufgrund dieser Datenlage zu der Einschätzung, dass trotz der wenigen zur Verfügung stehenden Informationen „ein positiver Entwicklungstrend wahrscheinlich ist“. Weiterhin wird die Vermutung angestellt, dass die Wiederbesiedlung einiger Gewässer vom Rhein aus erfolgt.

Trotz dieser Prognose wurde die Quappe in der Roten Liste für Fische in Nordrhein-Westfalen (KLINGER et al. 1999) zunächst als eine vom Aussterben bedrohte Art (Kategorie I) eingestuft. Diese Einstufung betraf die Naturräume Niederrhein, Kölner Bucht und Westfälische Bucht sowie Diepholzer Moorniederung und Mittelweser. Im nordrhein-westfälischen Bergland (Weserbergland, Sauer-, Sieger- und Bergisches Land, Eifel) galt die Art sogar als ausgestorben (Kategorie 0).

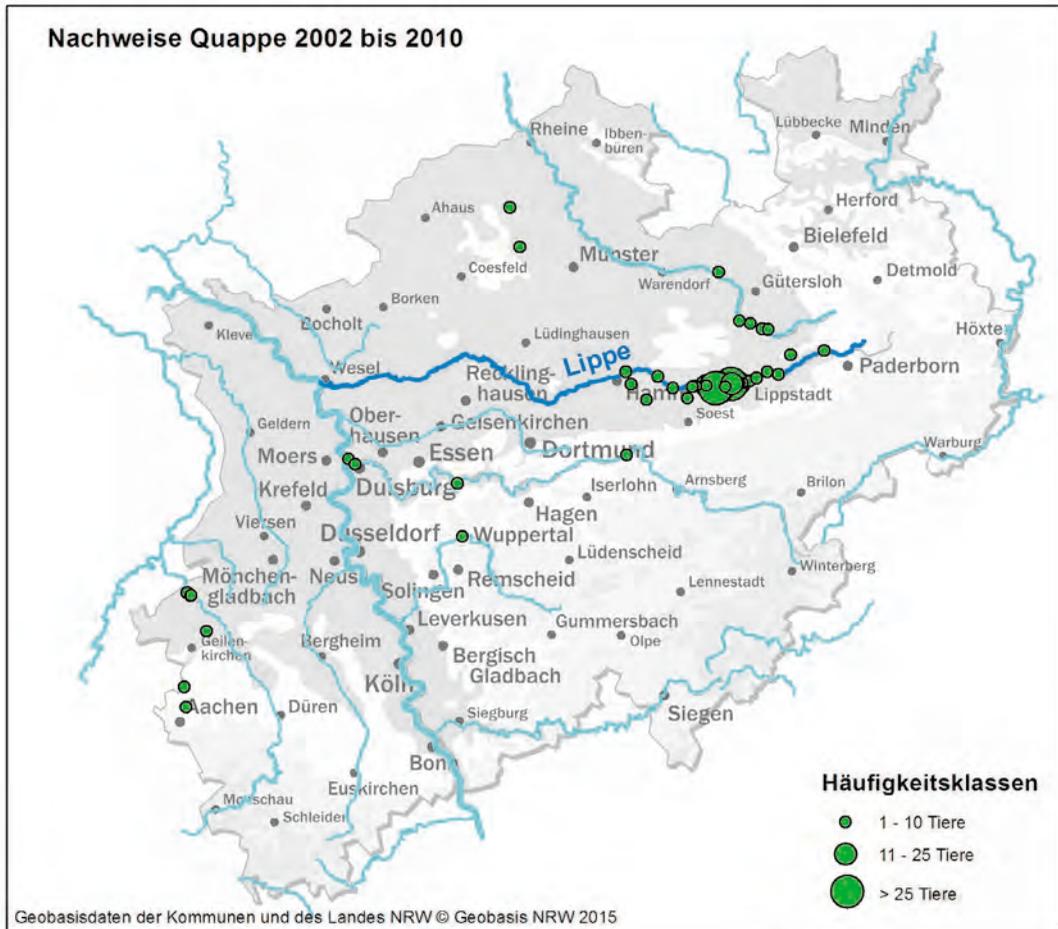


Abb. 15: Nachweise von Quappen aus dem Fisch-Info NRW von 2002 bis 2010. Es liegen 117 geprüfte und ungeprüfte Meldungen zugrunde.

Die erwartete Bestandserholung sowie eine Wiederbesiedlung der Rheinbegewässer aus dem Rhein (MUNLV 2001) konnte jedoch auch eine Dekade später nicht festgestellt werden. Obwohl sich der Lippebestand weiter ausgebreitet hat und Quappen sich auch in Wurm und Eifel-Rur, in der mittleren und unteren Ruhr sowie in der Ems mit den Nebengewässern Lutter und Steinfurter Aa gehalten haben, waren sie 2010 im Rhein-Hauptstrom sowie in der Sieg und der Wupper verschwunden oder nicht mehr nachweisbar.

Trotzdem wird die Quappe nach der aktuellen Roten Liste von 2010 (KLINGER et al. 2011) sowohl für das Flachland als auch für das Bergland als nicht mehr „vom Aussterben bedroht“ geführt, sondern nur noch als „stark gefährdet“. Der langfristige Bestandstrend wird jedoch mit „stark rückläufig“ beschrieben. Die Herabstufung von Kategorie I der Roten Liste (vom Ausster-

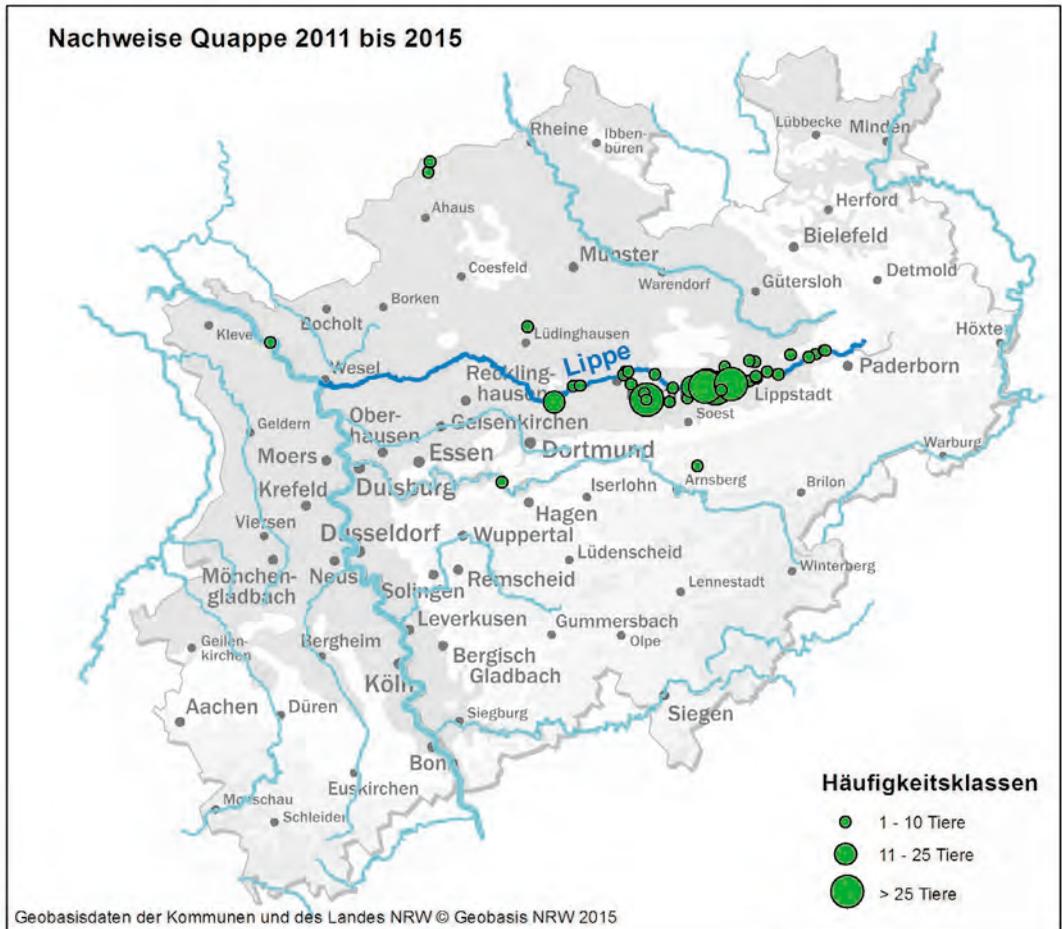


Abb. 16: Nachweise von Quappen aus dem Fisch-Info NRW von 2011 bis 2015. Es liegen 77 geprüfte und ungeprüfte Meldungen zugrunde.

ben bedroht) in Kategorie 2 (stark gefährdet) wird wohl eher einer Neuordnung der Einstufungskriterien zuzuschreiben sein.

Der erkennbar negative Trend setzt sich fort, wie die Daten aus dem Fisch-Info für die Jahre 2011 – 2015 zeigen.² Frühere Einzelnachweise aus einigen Gewässern sind in diesem 5-Jahres-Zeitraum nicht mehr reproduzierbar. Das Ergebnis wiegt umso schwerer, als die Elektrofischungen im Zuge der Fischbestandserhebungen für die Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie in den letzten Jahren häufiger und systematischer durchgeführt worden sind. Insbesondere ist festzuhalten,

² Der Bearbeitungsstand des Fisch-Info NRW ist u. U. nicht ganz aktuell. Weitere Befischungsnachweise wurden möglicherweise noch nicht in die Datenbank eingepflegt.

dass in der Sieg, im deutschen Eifel-Rur-System und auch in der nordrhein-westfälischen Ems keine Quappen mehr auftreten. Erwähnenswert ist deshalb die Zunahme des Bestands im Lippesystem. Hier konnten bei Befischungen zwischen 2011 und 2015 regelmäßig und in großer Individuenzahl Quappen verschiedener Altersstufen gefangen werden. Die Fundpunkte weisen überdies darauf hin, dass eine Ausbreitung flussabwärts in den Kreis Unna sowie in Zuflüsse wie die Seseke und die Stever (Kleuterbach) im Kreis Recklinghausen stattfindet. Die Ansiedlung in Nebengewässern wird allerdings durch Besatzmaßnahmen unterstützt (s. KUSS & MÖHLENKAMP 2016, Kap. 7.2).

Darüber hinaus konnten neue Funde aus der Dinkel nahe der Landesgrenze zu den Niederlanden registriert werden. BOSVELD et al. (2015) gehen davon aus, dass diese auf Besatzmaßnahmen in Niedersachsen mit Fischen aus dem Elbe- und Wesersystem zurückgehen. Weitere Einzelfunde sind nur noch aus einem Abgrabungsgewässer am Rhein bei Kalkar, aus der Ruhr bei Witten (früher Besatz mit Lippe-Quappen) sowie aus der Heve am Möhnesee bekannt geworden. Letzterer Fund ist auf Besatzmaßnahmen im Möhnesee mit Nachkommen des Lippestamms zurückzuführen, von wo die Fische in die Heve einwandern können. Von insgesamt 77 Befischungsnachweisen in den letzten fünf Jahren können nur zwei, nämlich aus der Dinkel und einem rheinangebundenen Abgrabungsgewässer, nicht auf den Bestand in der Lippe bzw. die von dort stammenden Besatztiere zurückgeführt werden.

Über die Daten aus dem Fisch-Info-Kataster hinaus deuten Berichte und seltene Fänge von Anglern weiterhin auf das sehr vereinzelte Vorkommen von Quappen in der Ems hin. Da aus früheren Zeiten Besatzmaßnahmen durch Fischereivereine an der Ems bekannt sind, wird es sich bei diesen Quappen vermutlich nicht um die Reste eines autochthonen Bestands handeln. Dagegen sprechen auch die erfolglosen Bemühungen, durch Elektrobefischungen weitere Fische zu fangen. Erst 2015 gelang ein Nachweis durch die NZO-GmbH, der jedoch offenbar noch nicht in das Kataster eingepflegt worden ist.

In der Großen Aue, einem Weserzufluss im Kreis Minden-Lübbecke, scheint sich dagegen eine ursprüngliche Population auf geringem Niveau gehalten zu haben. Im Rahmen eines Artenschutzprojektes zum Schlammpeitzger (*Misgurnus fossilis*) werden immer wieder Quappen in Reusen gefangen, die an verschiedenen Stellen in dem umfangreichen Grabensystem dieser Flussniederung positioniert sind (H. UPHOFF mdl.). Eine systematische Untersuchung dieses Bestands steht noch aus.

Die chronologische Betrachtung der Quappennachweise unterstreicht die Bedeutung des reproduktiven Bestands in der Lippe für die Erhaltung der Art in Nordrhein-Westfalen sowie als Reservoir für das Wiederansiedlungsprogramm. Im Gegensatz dazu kann man bei allen anderen Nachweisen (abgesehen vom Aue-See bei Wesel) nur von Einzelfunden sprechen, die z. T. auf langfristige erfolglose Besatzbemühungen zurückzuführen sind oder auf ein sehr geringes Bestandsniveau hinweisen (Große Aue).

3 Untersuchungen zur genotypischen Variabilität der Quappe (*Lota lota*) im Rahmen der Wiederansiedlungsmaßnahmen in Nordrhein-Westfalen (KATHRIN P. LAMPERT, BIANCA PEINERT, VANESSA SCHULZ & TILL SEUME)

3.1 Genetische Variabilität

Ein Populationsrückgang bedeutet immer auch einen Rückgang an genetischer Diversität. Einzelne, seltene Genotypen kommen nicht zur Fortpflanzung und gehen dem Genpool damit verloren. Genetische Variabilität ist aber die Grundvoraussetzung zur Anpassung an wechselnde Umweltbedingungen und gilt, neben der Bewahrung und Wiederherstellung eines geeigneten Lebensraums, als Schlüssel für den Erhalt von Populationen (AGASHE 2009, DONATH & ECKSTEIN 2008, ENGELHARDT et al. 2014, GASSERT 2005, HUGHES et al. 2008). Die genetische Variabilität einer Population wird von Faktoren wie Mutation, Genfluss, genetische Drift, nichtzufällige Paarungen und natürliche Selektion beeinflusst (PURVES et al. 2006).

Eine niedrige genetische Variabilität kann auftreten, wenn ein Lebensraum von nur wenigen Individuen neu besiedelt wird (Gründereffekt). Hier kann ausschließlich auf den vorhandenen und somit begrenzten Genpool zurückgegriffen werden, was sich bei wechselnden Umweltbedingungen negativ auswirken kann (LI & ROOSSINCK 2004, PURVES et al. 2006). In kleinen, geschlossenen Populationen kann es außerdem irgendwann zu Verpaarungen zwischen verwandten Tieren kommen, wobei eine zunehmende Inzucht – aufgrund eines zunehmenden Homozygotie-Grades – auch mit Einbußen in der biologischen Fitness und Reproduktion verbunden sein kann (IRGANG 2002). Eine Erweiterung des Genpools ist nur durch Mutation oder Genfluss möglich, beispielsweise wenn ein Austausch zwischen Individuen verschiedener Populationen erfolgt (PURVES et al. 2006).

Daher ist es besonders bei Zucht- und Wiederansiedlungsprogrammen von Tieren sinnvoll, die genetische Diversität der Gründerpopulation und somit das evolutive Potenzial festzustellen, um Gründereffekte und Inzuchtdepression zu vermeiden und mit einer effektiven genetischen Grundlage eine dauerhafte Etablierung der Population zu ermöglichen. Bei einer Bestandsstützung sollte außerdem berücksichtigt werden, dass die Besatztiere den Genotypen der vorhandenen Restpopulation entsprechen, da diese bereits an die lokal gegebenen Umweltbedingungen angepasst sind (BUNZEL-DRÜKE et al. 2004a, DONATH & ECKSTEIN 2008).

Um die vorhandene genetische Variabilität innerhalb und zwischen verschiedenen Populationen beurteilen und charakterisieren zu können, stehen verschiedene molekulare Verfahren zur Verfügung (BERGMANN & LEINEMANN 2000, SUNNUCKS 2000). Eine weitverbreitete Methode ist die Mikrosatelliten-Analyse, die sich auch in der forensischen Analytik und bei Vaterschaftsanalysen etabliert hat. Mikrosatelliten bestehen aus Sequenzen von jeweils 2 – 6 Basenpaaren, die sich mit variablen Motiven bis zu 100-mal wiederholen (TÓTH et al. 2000). Dabei wird stets ein einzelner Locus im Genom repräsentiert, so dass ein direkter Vergleich zwischen homozygoten und heterozygoten Allelen erfolgen kann (OLIVEIRA et al. 2006). Mikrosatelliten befinden sich in der Regel im nicht kodierenden Bereich der DNA und unterliegen hohen Mutationsraten, womit sie geeignet sind, Änderungen in der genetischen Variabilität über relativ kurze Zeitspannen festzustellen und zu verfolgen (HENDERSON & PETES 1992, SELKOE & TOONEN 2006).

3.2 Fragestellungen

In diesem Projekt wurde die genetische Diversität einer Quappenpopulation untersucht, die den Grundstock für ein Wiederansiedlungsprojekt bildet. Als Vergleich dienten Populationen aus fünf Stillgewässern.

Konkret wurden 30 Individuen der Gründerpopulation aus der Lippe genotypisiert und mit Tieren aus fünf anderen Populationen verglichen: Aue-See bei Wesel (33 Tiere), Bänischsee bei Rheda-Wiedenbrück (23 Tiere), Edersee bei Waldeck (6 Tiere), Hintersee in Bayern (25 Tiere) und Bodensee (9 Tiere). Außerdem wurde ein Einzeltier aus der Ems (Warendorf-Einen) untersucht.

Mit den Daten sollten folgende Fragen beantwortet werden:

- Welche genetische Variabilität besitzen die Zuchttiere der Lippepopulation (bzw. deren Nachkommen im Möhnesee) im Vergleich zu anderen Quappenpopulationen und ist diese für ein Wiederansiedlungsprogramm ausreichend geeignet?
- Könnte die genetische Diversität durch das Einbringen von Tieren aus der Aue-See-Population erhöht werden?
- Gibt es Hinweise auf genetische Differenzierung zwischen den untersuchten Populationen?

3.3 Methoden

3.3.1 Probennahme

Die zu dieser Studie verwendeten Quappen stammen von sechs verschiedenen Standorten. Zu der Gründerpopulation gehören sämtliche Fische, die dem Wiederansiedlungsprojekt des Landesfischereiverbandes Westfalen und Lippe e. V. angehören und ursprünglich aus der Lippe stammen. Dabei handelt es sich ausschließlich um adulte Tiere.

Als Vergleich für die Untersuchungen zur genetischen Diversität und als mögliche Zuchtergänzungspopulation wurden juvenile Fische aus dem Aue-See bei Wesel verwendet, die aus dem Untersuchungsjahr 2013 stammen. Dieser wahr-

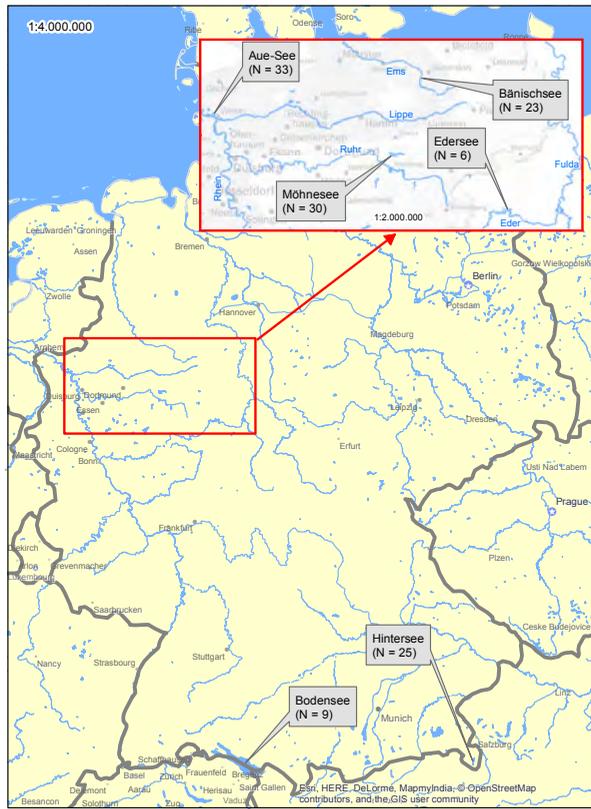


Abb. 17: Untersuchte Populationen und Individuenzahlen. Übersicht der Standorte Möhnesee, Aue-See, Bänischsee, Edersee und Hintersee, aus denen Quappen-Populationen untersucht wurden.

scheinlich mit Quappen unbekannter Herkunft besetzte Standort hat eine Fläche von ca. 1,77 km² und befindet sich am rechten Rheinufer nördlich von Wesel.

Der Bänischsee liegt im Norden von Rheda-Wiedenbrück und ist nur etwa 0,189 km² groß. Er grenzt unmittelbar an die Ems, zu der er jedoch keine Verbindung aufweist.

Der Edersee bei Waldeck in Hessen weist eine Gesamtfläche von etwa 12 km² auf. Zu- und Abfluss des Stausees ist die Eder, die zum Weser-System gehört. Zusätzlich münden noch einige andere, kleinere Zuflüsse in den See. Aufgrund der Staumauer ist nur eine eingeschränkte Fischwanderung möglich.

Ein einzelner Fisch (Individuum 70) wurde in der Ems bei Warendorf-Einen gefangen und genotypisiert.

Um ein besseres Bild der genetischen Variabilität natürlicher Quappenpopulationen zu erhalten, wurden außerdem zwei Populationen aus Süddeutschland untersucht: Quappen des Bodensees und des Hintersees.

Das für die Untersuchungen notwendige Gewebe der Fische wurde bei den verschiedenen Populationen aus den Rücken- oder Schwanzflossen entnommen und bis zur genetischen Analyse im Labor in Ethanol und auf Eis aufbewahrt.

3.3.2 Molekulare Analysen

DNA-Extraktion

Das Probenmaterial wurde zunächst getrocknet bzw. aufgetaut. Dann wurden mit Hilfe eines Skalpellens circa 3 x 3 mm² große Gewebestücke abgetrennt, aus denen die DNA extrahiert wurde. Die DNA-Extraktion erfolgte nach Standardprotokoll mit Chelex (ALTSCHMIED et al. 1997). Bei diesem Verfahren werden die Zellen durch mechanische (Pistill) und chemische Lyse (Spezialpuffer) und Erhitzen aufgebrochen und so die DNA für die weitere Untersuchung verfügbar gemacht. Chelex bindet zweiwertige Ionen und verhindert so einen enzymatischen Abbau der DNA. Die so extrahierte DNA kann über mehrere Wochen im Kühlschrank (4 °C) oder über mehrere Jahre im Tiefkühler (-20 °C) aufbewahrt werden.

Mikrosatellitenamplifikation

Zur Beurteilung der genetischen Variabilität wurden 15 Mikrosatellitenloci verwendet, die ursprünglich für die Bodensee-Quappe entwickelt worden waren (SANETRA & MEYER 2005). Analysiert wurde die genetische Zusammensetzung aller Individuen an den Loci: Llo01, Llo06, Llo07, Llo11, Llo12, Llo13, Llo14, Llo15, Llo16, Llo21, Llo22, Llo26, Llo31, Llo33, Llo48 (SANETRA & MEYER 2005). Die PCR-Amplifikation erfolgte in 10 µL Volumen mit folgenden Zutaten (Endkonzentration): 1 µL Puffer (1x), 1 µL MgCl₂ (15 mM), 1 µL dNTPs (0,2 mM), 0,05 µL getailten Primer (0,05 pmol/µL), 0,2 µL ungetailten Primer (0,2 pmol/µL), 0,2 µL (0,2 pmol/µL) fluoreszenz-gelabelten Primer, 0,1 µL (0,2 U/µL) Taq sowie 5,95 µL H₂O. Das Amplifikationsprogramm bestand aus einer Anfangsdenaturierung von 2 Minuten bei 94 °C, gefolgt von 40 Zyklen aus 94 °C 10 Sekunden, 55 °C 10 Sekunden, 72 °C 30 Sekunden und einer finalen Elongationszeit von 60 Minuten (72 °C).

Die Fragmentgrößenanalyse (Genotypisierung) erfolgte auf einem Licor 4300 DNA Sequence Analyser mit den Programmen SagaLite und Saga2^{GT}.

3.3.3 Statistische Auswertung

Für die statistischen Analysen wurden nur Tiere verwendet, die an mindestens 14 der 15 angestrebten Loci genotypisiert werden konnten. Das Einzeltier aus der Ems wurde nur in den Populationsdifferenzierungsanalysen gesondert betrachtet. Um die Markerqualität (Amplifikationsausfälle) zu überprüfen, wurden für jeden Locus in allen Populationen eventuelle Abweichungen vom Hardy-Weinberg-Gleichgewicht und potentielle Linkage (gemeinsame Vererbung zweier Loci) mit dem Programm ARLEQUIN vers. 3.5.1.2 (SCHNEIDER et al. 2000) berechnet.

3.3.4 Genetische Variabilität der Populationen

Um die genotypische Variabilität der Populationen zu analysieren, wurden die Allelzahl pro Locus und die Allelfrequenzen bestimmt (ARLEQUIN). Außerdem wurde mit dem Programm FSTAT (GOUDET 2001) die Allelic Richness bestimmt, ein relatives Maß für die Allelzahl, das einen direkten Vergleich der Variabilität der Populationen trotz unterschiedlicher Individuenzahlen erlaubt. Für diese Studie wurde ein Vergleichswert von einem Individuum für alle Populationen berechnet. Die maximale Allelic Richness kann zwei sein (zwei verschiedene Allele an jedem Locus in jedem Individuum).

Als negatives Maß für Inzucht wurde der Heterozygotiegrad für jede Population bestimmt (ebenfalls mit dem Programm ARLEQUIN).

Um direkt auf den Verwandtschaftsgrad innerhalb der Populationen schließen zu können, wurde außerdem die individuelle Verwandtschaft zwischen allen Individuen innerhalb der Studie mit dem Programm ML-RELATE (KALINOWSKI et al. 2006) berechnet.

3.3.5 Populationsdifferenzierung

Die genetische Differenzierung zwischen den Populationen wurde mit den Programmen ARLEQUIN (F_{ST} -Werte), STRUCTURE (PRITCHARD et al. 2000) und PCAGen (GOUDET 1999) berechnet und dargestellt.

F_{ST} -Werte sind ein Maß für die genetische Differenzierung zwischen zwei Populationen und liegen zwischen 0 und 1. Ein Wert von Null bedeutet keinerlei Differenzierung, d. h. es handelt sich bei beiden Fundorten um dieselbe Population. Ein Wert von 1 bedeutet, dass beide Populationen völlig isoliert sind, also kein Genfluss mehr stattfindet.

Das Programm STRUCTURE teilt Individuen basierend auf ihrem Genotyp einzelnen Gruppen (sog. Clustern) zu. Für jedes Individuum wird die Wahrscheinlichkeit berechnet, mit der es aus jedem möglichen Cluster stammt. Die genetische Einteilung kann dann mit der tatsächlichen geographischen Herkunft der Tiere verglichen werden. So lassen sich Einwanderer, aber auch Subpopulationen identifizieren. Um die wahrscheinlichste Anzahl an genetischen Gruppen innerhalb des Datensatzes zu berechnen, wurde STRUCTURE bei Defaulteinstellungen mit Clusterwerten (K) zwischen 1 und 10 durchgeführt. Jedes K wurde 20 Mal wiederholt, um zufällige Abweichungen der Wahrscheinlichkeiten auszugleichen. Mit dem Programm Structure Harvester (EVANNO et al. 2005) wurde dann die tatsächliche Clusteranzahl berechnet.

Das Programm PCAGen führt mit den genetischen Daten eine Hauptkomponentenanalyse durch, dabei werden die genetischen Daten zweidimensional in einem Koordinatensystem dargestellt. Je räumlich näher sich die durch Zahlen symbolisierten Quappen dabei befinden, desto genetisch ähnlicher sind sie auch.

3.4 Ergebnisse

Insgesamt konnten 127 Quappen von sechs Fundorten gefangen und an mindestens 14 der 15 verwendeten Loci auch genotypisiert werden (Lippe = 30, Aue-See = 33, Bänischsee = 23, Edersee = 7, Hintersee = 25, Bodensee = 9). Die Mikrosatellitenmarker waren mit drei bis 48 Allelen durchgehend sehr variabel (Mittelwert +/- Standardabweichung = 14 +/- 7 Allele). Mittels aller Marker in Kombination konnte ein individueller Genotyp für jedes Tier identifiziert werden (keine Klone). Eine Analyse der Markerqualität ergab für keinen Locus eine Anhäufung von signifikanten Heterozygotendefiziten nach Hardy-Weinberg. Genotypisierungsfehler oder ein Allelalausfall sind also sehr unwahrscheinlich. Auch eine gelinkte (gemeinsame) Vererbung von 2 oder mehr Loci wurde nicht festgestellt.

3.4.1 Genotypische Variabilität innerhalb der Populationen

Populationen gelten als variabel, wenn sie viele verschiedene Allele vorweisen. Als erstes wurde deshalb die „Allelic Richness“ berechnet. Diese Methode standardisiert die Anzahl der gefundenen Allele auf eine gemeinsame Individuenzahl (hier 1) und kann deshalb direkt zwischen Populationen verglichen werden, auch wenn aus den Populationen unterschiedlich viele Tiere zur Verfügung stehen. Die Lippepopulation erwies sich als sehr variabel (Allelic Richness = 1,66), während der Aue-See mit 1,35 den mit Abstand niedrigsten Wert für die Allelic Richness aufwies (Abb. 18).

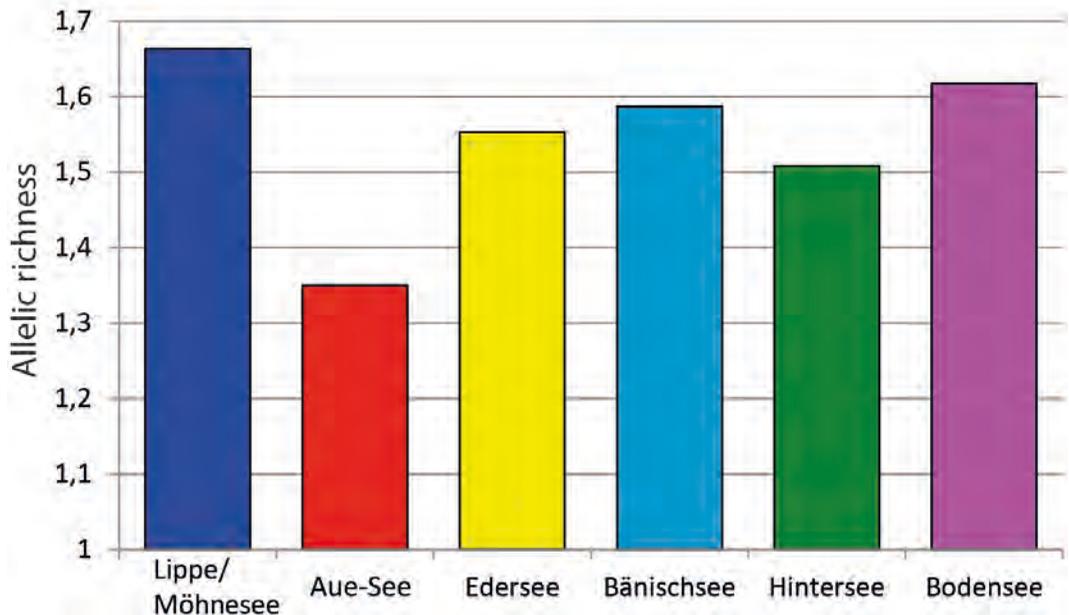


Abb. 18: Allelic Richness für alle untersuchten Populationen. Die Allelanzahl wurde auf ein Individuum standardisiert, kann also maximal den Wert 2 erreichen (alle Tiere für alle Loci heterozygot). Die verschiedenen Populationen sind farblich unterschieden. Die Lippepopulation hat die höchste Allelic Richness, während der Aue-See den mit Abstand niedrigsten Wert aufweist.

Die Heterozygotie (der Besitz von zwei verschiedenen Allelen an einem Locus) gilt als evolutionär günstiger, weil verschiedene Allele bessere Anpassungsfähigkeit bedeuten können und nur sehr selten beide durch Mutationen funktionell beeinträchtigt sind. Auch wenn neutrale Marker wie Mikrosatelliten selbst nicht in Proteine übersetzt werden, geht man davon aus, dass sie den Zustand des Genoms realistisch widerspiegeln. Heterozygotie gilt deshalb auch hier als positiv. Weil Inzucht die Homozygotie (zweimal das gleiche Allel) in Individuen in einer Population begünstigt, gilt Heterozygotie als Indiz für eine genetisch variable Population ohne Verwandtenpaarungen. Die Heterozygotie wurde deshalb für alle Populationen berechnet (Abb. 19).

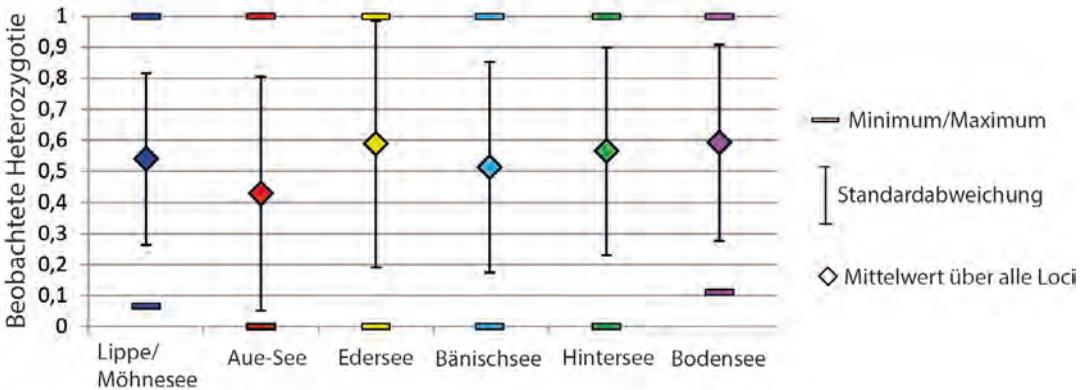


Abb. 19: Beobachtete Heterozygotie für alle Populationen über alle Loci. Für jede Population ist der Mittelwert über alle Loci (Raute), die Standardabweichung und Minimum und Maximum über alle Individuen und Loci angegeben. Der Aue-See weist die niedrigste Heterozygotie auf.

Bodensee und Edersee zeigten hier die höchsten Mittelwerte über alle Loci (0,59), während die niedrigsten Werte beim Aue-See (0,42) gefunden wurden (Maximalwert: 1 = alle Tiere einer Population an allen Loci heterozygot, Minimalwert: 0 = alle Tiere einer Population an allen Loci homozygot).

Außerdem wurde die Verwandtschaft aller Individuen untereinander für alle Populationen berechnet. Die Tiere der Aue-See-Population wiesen mit dem Wert 0,7 den mit Abstand höchsten Verwandtschaftsgrad auf (Abb. 20) (Maximalwert: 1 = alle Tiere sind genetisch identisch, Minimalwert: 0 = Tiere teilen keine Allele (nicht verwandt)).

3.4.2. Populationsdifferenzierung

Die F_{ST} -Werte in dieser Studie lagen zwischen 0,220 und 0,520 (Tab. 1). Alle Werte waren signifikant, was auf eine klare genetische Differenzierung und einen deutlich verminderten Genfluss zwischen den Populationen hinweist.

Diese Einschätzung wurde durch die beiden individuenbasierten Methoden (Structure Clusteranalyse und Hauptkomponentenanalyse) bestätigt. Das Ergebnis der Structure Analyse ergab eine wahrscheinliche genetische Differenzierung in sechs Gruppen ($K = 6$). Die sechs genetischen Gruppen spiegeln die geographischen Gruppen wieder (Abb. 21), allerdings wurde die Emsquappe nicht als eigene (7.) Population identifiziert, stattdessen wurde sie halb zur Population Lippe, halb zur

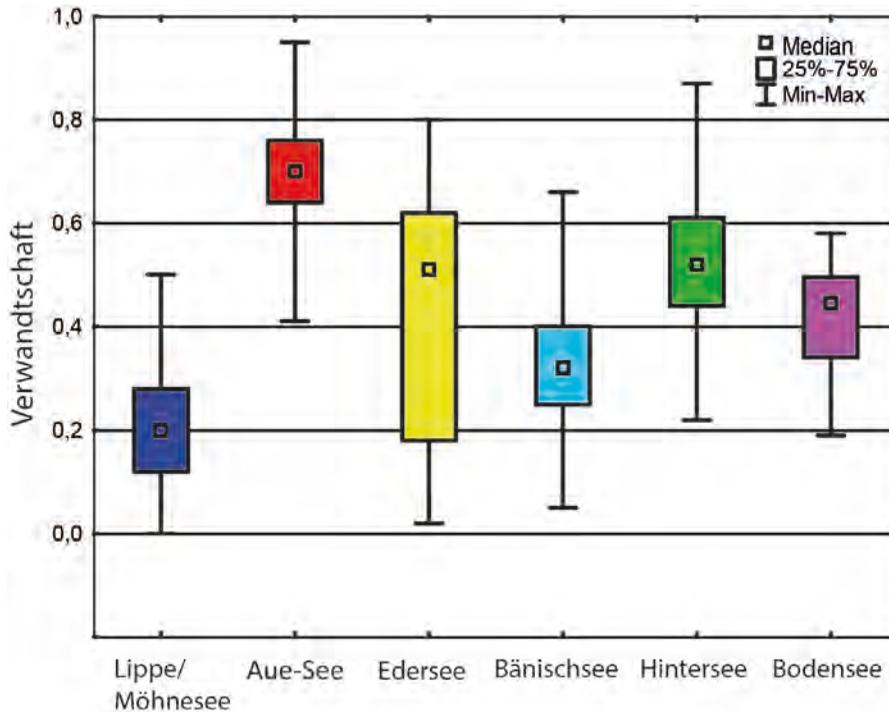


Abb. 20: Individuelle Verwandtschaft innerhalb der Populationen. Angegeben sind der Median, 1. und 3. Quartil sowie Minimum- und Maximum-Werte der Verwandtschaft aller Tiere innerhalb einer Population.

Tabelle I: Populationsdifferenzierung. Zusammenfassung der F_{ST} -Werte (genetische Differenzierung) für alle Populationsvergleiche. Alle Werte waren signifikant ($p < 0,05$).

	Lippe	Aue-See	Edersee	Bänischsee	Hintersee	Bodensee
Lippe	0					
Aue-See	0,355	0				
Edersee	0,281	0,473	0			
Bänischsee	0,220	0,434	0,285	0		
Hintersee	0,338	0,520	0,365	0,375	0	
Bodensee	0,285	0,514	0,347	0,316	0,409	0

Ederseepopulation gerechnet (Abb. 21, $K = 6$). Bei einer Aufteilung in sieben Cluster wurde die Emsquappe als eigenständig erkannt (Abb. 21, $K = 7$). Diese Einteilung war aber vermutlich aufgrund der geringen Probenzahl für die Ems statistisch weniger wahrscheinlich als die Aufteilung in sechs Cluster. Für beide Verteilungen fiel auf, dass bei sämtlichen anderen Individuen die genetische Einteilung auch dem geographischen Ursprung der Population entsprach. Es gab keinen Hinweis auf Mig-

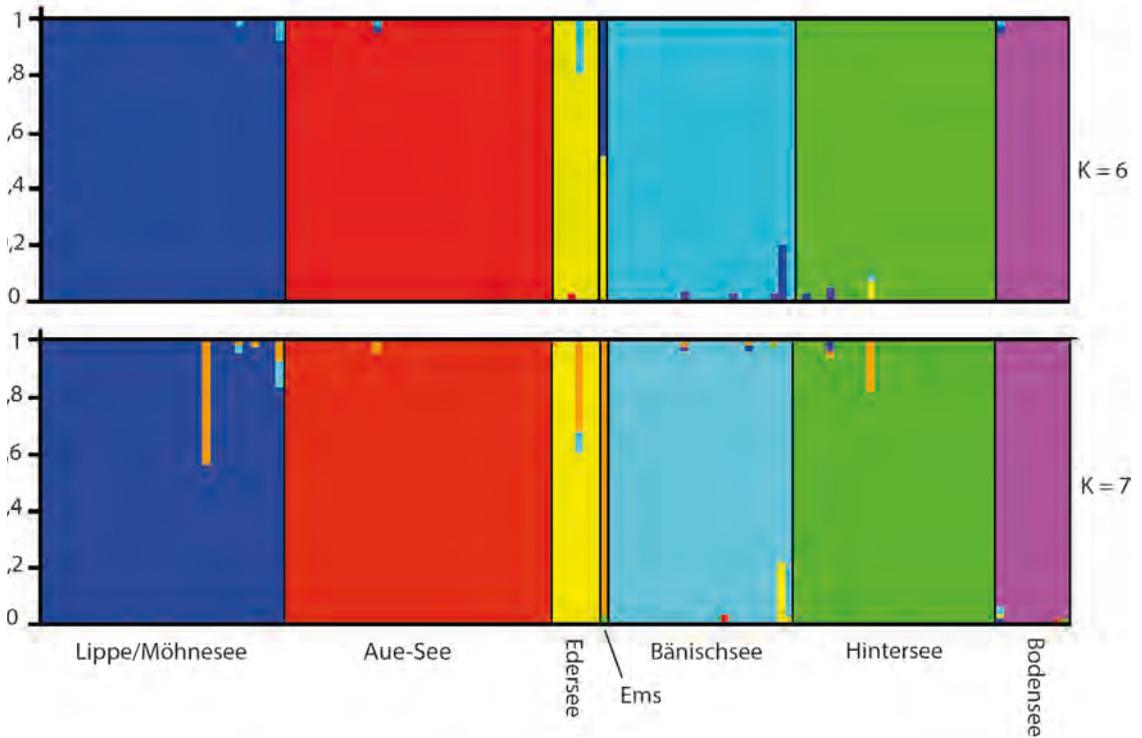


Abb. 21: Populationszugehörigkeit aller analysierten Individuen. Für jedes Tier (X-Achse) ist angegeben, mit welcher Wahrscheinlichkeit es zu jeder Population gehört. Die Populationen sind farbkodiert (blau – Möhnesee, rot – Aue-See, gelb – Edersee, hellblau – Bänischsee, grün – Hintersee, lila – Bodensee; bei $K = 7$ auch Ems – orange). Es ist deutlich zu erkennen, dass die geographischen Regionen klar genetisch getrennt sind und fast alle Tiere mit hoher Wahrscheinlichkeit (100 %) der Population zugeordnet werden, der sie auch entnommen wurden. Nur einzelne Tiere zeigen eine 20-prozentige oder höhere Wahrscheinlichkeit, aus einer anderen Population zu stammen und könnten eventuell von einem zugewanderten Tier abstammen.

ration zwischen den Populationen (einzelne Tiere mit einer Zugehörigkeit zur geographischen Population $< 80\%$ könnten allerdings von zugewanderten Tieren abstammen) und innerhalb der Populationen keine Hinweise auf eine weitere genetische Differenzierung (Untergruppen) (Abb. 21).

Auch nach der Hauptkomponentenanalyse sind die einzelnen Quappenpopulationen deutlich genetisch differenziert (Abb. 22). Während die Quappen der Aue-See-Population und der Hinterseepopulation auffällig stark von sämtlichen anderen Populationen genetisch abweichen, überlappen sich die Populationen von Lippe und Bänischsee, was für eine relativ große genetische Ähnlichkeit spricht. Der Edersee ist deutlich von diesen beiden Populationen getrennt. Die Tiere aus der Bodenseepopulation werden zentral zwischen Edersee und Bänischsee angeordnet und die Ems-Quappe erscheint dicht an der Ederseepopulation.

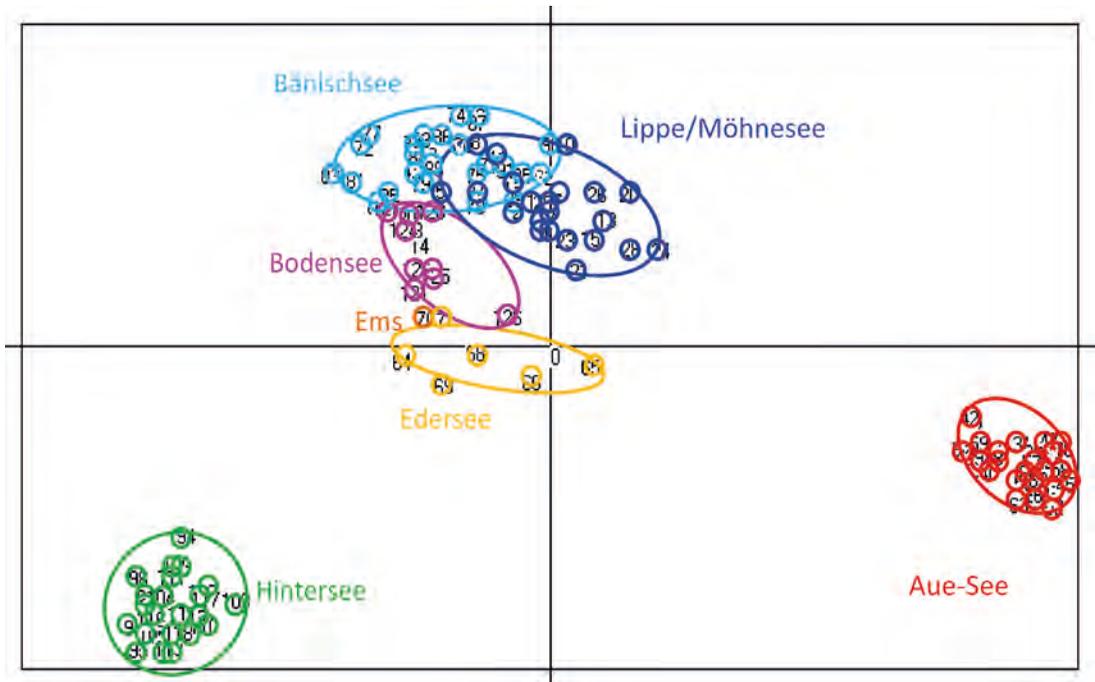


Abb. 22: Graphische Darstellung zweier Hauptkomponenten mit sämtlichen Individuen der sechs Populationen. Jede Zahl steht für ein Individuum (Lippe/Möhnesee = 1 – 30, Aue-See = 31 – 63, Edersee = 64 – 70, Bänischsee = 71 – 93, Hintersee = 94 – 118, Bodensee = 119 – 127). Die Populationen sind farblich gekennzeichnet. Die Quappen des Möhnesees (Lippe) und Bänischsees überlappen sich, sind also genetisch ähnlich, während sowohl die Tiere des Aue-Sees als auch die des Hintersees genetisch deutlich von den anderen Populationen abweichen.

3.5 Diskussion und Empfehlung

Quappen sind in NRW selten. Trotz ausführlicher Beprobung an verschiedenen Standorten konnten nur relativ wenig Tiere an den einzelnen Fundorten nachgewiesen werden. Die molekulare Analyse der Tiere war dafür sehr erfolgreich. Von allen Individuen konnte DNA gewonnen werden. Die 15 ausgewählten Mikrosatelliten erwiesen sich als hochauflösend und sehr variabel. Es wurden keinerlei Einschränkungen (Allelausfälle, Linkage) beobachtet, so dass sie auch für zukünftige Projekte uneingeschränkt empfohlen werden können.

Die genotypische Variabilität innerhalb der Populationen schwankte zwischen den Populationen stark. Die Ergebnisse variierten je nach verwendeter Methode leicht, allerdings blieben die grundsätzlichen Muster stets erhalten. Die Lippepopulation erwies sich als sehr variabel. Sie zeigte hohe Werte sowohl für die Anzahl verschiedener Allele als auch für den Grad an Heterozygotie. Die Verwandtschaftsberechnungen für die Lippepopulation ergaben sehr niedrige Werte. Die Werte liegen etwa im Bereich der Populationen aus dem Bänischsee, Edersee, Hintersee und Bodensee, von denen einige deutlich größere und ältere Quappenpopulationen aufweisen (BARLUENGA et al. 2006). Die Lippepopulation ist somit sehr variabel und wenig ingezüchtet und ist deshalb als Grün-

derpopulation für das Wiederansiedlungsprojekt sehr gut geeignet. Im Gegensatz dazu zeigte sich die Aue-See-Population als genetisch stark verarmt. Hier wurden die wenigsten Allele und der geringste Grad an Heterozygotie und gleichzeitig der höchste Verwandtschaftsgrad zwischen den Individuen festgestellt. Die Aue-See-Population muss damit als deutlich ingezüchtet und ungeeignet für die Entnahme potentieller Elternfische für ein Zuchtprogramm gelten.

Die genetische Differenzierung zwischen den Populationen war unerwartet stark ausgebildet. Alle Populationen scheinen mehr oder weniger isoliert zu sein und es findet wohl nur sehr wenig Genfluss statt. Tatsächlich konnte mittels der Structure Analyse kein einziger Einwanderer detektiert werden, alle Individuen stammten auch genetisch eindeutig von ihrem geographischen Fundort. Bei der Hauptkomponentenanalyse trennten sich Aue-See und Hintersee klar von allen anderen Gewässern. Beim Hintersee ist das aufgrund seiner geographischen Distanz zu den anderen Fundorten wenig verwunderlich. Unter diesem Aspekt ist es eher überraschend, dass die Bodenseepopulation zentral zwischen Bänischsee und Edersee eingeordnet wurde. Hier wären aufgrund der Entfernung klarere genetische Unterschiede zu erwarten gewesen. Möglich ist allerdings, dass ein anthropogener Genotypenaustausch durch Fischbesatz stattgefunden hat. Beim Aue-See zeigt sich, dass eine genetische Differenzierung auch über relativ kleine geographische Distanzen möglich ist. Der Aue-See ist schon länger vom Rhein isoliert und der mangelnde Genfluss ist deutlich in den Genotypen erkennbar (wenig Allele, hohe Inzuchtrate, klare Differenzierung von den anderen Populationen).

Ob das hohe Maß an genetischer Differenzierung zwischen den Populationen nur auf zufälliger Isolation beruht oder ein Hinweis auf lokale Anpassungen ist, muss in zukünftigen Projekten untersucht werden. Mikrosatelliten als neutrale Marker können hier keinen Hinweis geben.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass die Lippe-Quappen eine sehr hohe genotypische Variabilität aufweisen und deshalb als Zuchtpopulation für das Wiederansiedlungsprojekt der Quappe in NRW gut geeignet sind. Die Aue-See-Population ist keine geeignete Population, um die Zuchtpopulation aus der Lippe genetisch variabler zu gestalten. Eher sollte man versuchen, die genotypische Variabilität der Aue-See-Population durch das gezielte Einbringen anderer Genotypen zu verbessern. Insgesamt zeigen die verschiedenen Quappenpopulationen aber ein hohes Maß an genetischer Differenzierung. Ob die genetischen Differenzen auf Zufall oder auf lokaler Anpassung beruhen, ist noch unsicher. Für die Wiederansiedlung sollten die Quappenpopulationen nicht wahllos vermischt werden, sondern es sind möglichst lokale Ressourcen zu bevorzugen.

4 Gefährdungsursachen (MARGRET BUNZEL-DRÜKE, MATTHIAS SCHARF & OLAF ZIMBALL)

In großen Teilen Nordamerikas und Eurasiens sind Quappen mittlerweile bedroht (STAPANIAN et al. 2010). Auch die west- und mitteleuropäischen Bestände sind offenbar insgesamt rückläufig (z. B. SCHNEIDER et al. 1997). Es ist eine Zunahme der Gefährdung von Ost nach West zu verzeichnen. In England ist die Quappe bereits verschollen (MAITLAND & LYLE 1990), ebenso in Belgien (DILLEN et al. 2008). In Deutschland, wo sie bundesweit auf der Vorwarnliste verzeichnet ist (FREYHOF 2009), weist sie im Bodensee (MLRELF 1989, BECKE 2012, BAER et al. 2014), in Elbe und Oder (FRIEDRICH & ARZBACH 2002), in Teilen von Mecklenburg-Vorpommern (WINKLER et al. 2002) und in Ostbayern (BaySt-MELF 2000) noch bzw. wieder relativ stabile Bestände auf. In Nordrhein-Westfalen hat die Art große Teile ihres ehemaligen Verbreitungsgebietes verloren (BUNZEL-DRÜKE et al. 2004a, s. MÖHLENKAMP 2016, Kap. 2) und gilt als stark gefährdet (KLINGER et al. 2011).

Die nachfolgende Analyse möglicher Gefährdungsursachen bezieht sich v. a. auf Nordrhein-Westfalen. Sie ist ein erweiterter und aktualisierter Teil aus der Veröffentlichung von BUNZEL-DRÜKE et al. (2004a), die wiederum auf einer vom Land Nordrhein-Westfalen in Auftrag gegebenen Studie (BUNZEL-DRÜKE et al. 2003) beruht.



Abb. 23: Portrait einer Quappe

4.1 Klimawandel

Der Rückgang der Quappe in England wurde u. a. mit der Klimaerwärmung in Verbindung gebracht (COOPER 1964); der Klimawandel könnte auch die Quappen im Oneida-See in New York gefährden (JACKSON et al. 2008). Nicht nur höhere Wassertemperaturen können problematisch sein, sondern auch eine Häufung warmer Winter, in denen Niederschläge nicht als Schnee „gespeichert“ werden. Im Hauptteil des Verbreitungsgebietes der Quappe sind kalte Winter typisch. Bei der Schneeschmelze im Frühjahr entsteht ein großes, für Larven von Flussquappen geeignetes Hochwasser (s. BUNZEL-DRÜKE et al. 2016, Kap. 1). Im milden westlichen Europa fallen auch im Winter viele Niederschläge als Regen, so dass Frühjahrshochwasser nicht so verlässlich auftreten wie im Norden und Osten. Möglicherweise ist damit die Situation am Westrand des Verbreitungsgebietes auch natürlicherweise nicht optimal für die Quappe, und sie reagiert hier empfindlicher auf Veränderungen.

Seit Mitte des 19. Jahrhunderts ist weltweit ein Temperaturanstieg feststellbar, wobei die Temperaturen jedoch zwischen 1940 und 1970 in etwa gleich blieben (BERNER & STREIF 2001). Der Rückgang der Quappe in verschiedenen nordrhein-westfälischen Gewässern trat zu verschiedenen Zeiten auf, so in der Lenne wahrscheinlich im 19. Jahrhundert, in der Ems nach 1920, in der unteren Lippe vor 1965, in der Issel 1960 bis 1970 und in der mittleren Lippe um 1970. Eine Korrelation mit dem Temperaturanstieg ist nicht offensichtlich, dennoch kann eine Rolle spielen, dass warme Winter ohne Schneeschmelze im Frühjahr zahlenmäßig zugenommen haben, was ungünstig für Quappen ist.

4.2 Beutegreifer und Fischerei

Der Rückgang der Quappen fand zu einer Zeit statt, als auch Fressfeinde der Art immer seltener wurden. So verschwand der Otter (*Lutra lutra*) aus Nordrhein-Westfalen, der Kormoran (*Phalacrocorax carbo*) fehlte weitgehend und auch die Bestände vieler Fischarten brachen ein.

In der Vergangenheit wurde die Quappe mitunter als „Laichräuber“ bezeichnet. Bekämpfungskaktionen wie in einigen Regionen Süddeutschlands hat es jedoch in Nordrhein-Westfalen nie gegeben, ebenso wenig wie eine Überfischung.

SCHWEVERS & ADAM (1993) nennen als mögliche Ursache für das Erlöschen der Quappenpopulation des Lahn-Systems neben schlechter Wasserqualität auch überhöhte Aalbestände (*Anguilla anguilla*) sowie die Einbürgerung des Welses (*Silurus glanis*). Eine Konkurrenz zwischen Aal und Quappe wurde schon oft vermutet, aber anscheinend nie belegt.

1993 und 1994 waren die Aaldichten in der mittleren Lippe infolge von Besatzmaßnahmen sehr hoch, nämlich durchschnittlich 120 bis 160 bei zwei Elektrofischerei-Durchgängen gefangene Tiere pro 100 m Fluss (ABU 2013). Der überregionale Rückgang des Aals (z. B. INGENDAHL 2011) trat auch an der Lippe auf. So ging die Abundanz in der Lippe seit 1995 kontinuierlich auf mittlerweile unter 10 Individuen pro 100 m bei gleicher Befischungsmethode zurück. Seit dem Jahr 2008 ist eine deutliche Zunahme der Quappendichte zu beobachten (ABU 2015a). Obwohl die Auenrenaturierung vermutlich der Hauptgrund für die Vergrößerung der Quappenbestände ist (s. BUNZEL-DRÜKE et al. 2016, Kap. 7.1), kann auch der Rückgang der Aal-Abundanz positiv gewirkt haben. „Natürliche“ Dichten der beiden Arten sind allerdings unbekannt.

4.3 Wasserverschmutzung und Abwärmelast

Viele Gewässer Nordrhein-Westfalens waren zeitweise so stark belastet, dass Quappen nicht darin leben konnten. Der Höhepunkt der Belastung lag zumeist in den 1960er Jahren. Der Beginn der massiven Verschmutzung war sehr unterschiedlich. Nachfolgend sei als Beispiel die Situation der Lippe geschildert.

Nach GIERS (1967) kamen in der Lippe 1966 oberhalb von Hamm Quappen vor, im Flussabschnitt unterhalb jedoch nicht; die Lippe war hier abwasserbelastet. Nach 1970 setzte im Unterlauf eine allmähliche Verbesserung der Wasserqualität von III-IV (sehr stark verschmutzt) und IV (übermäßig verschmutzt) ein, bis 1999 durchgehend II-III (kritisch belastet) erreicht war. Von der Quelle bis Lippborg, wo die Quappe überlebte, wies die Lippe seit den ersten Messungen 1970 überwiegend, und von 1978 bis 1999 ausschließlich die Güteklassen II (mäßig belastet, entspricht etwa der saprobiellen Qualitätsklasse „gut“ der Wasserrahmenrichtlinie, s. ANONYMUS 2013) und II-III auf (entspricht etwa der saprobiellen Qualitätsklasse „mäßig“) (MUNLV & LUA 2000).

Zusätzlich zur Wasserverschmutzung war (und ist) die Lippe durch Warmwassereinleitungen mehrerer Kraftwerke belastet. Das östlichste bei Hamm-Uentrop nahm seinen Betrieb 1963 auf. Nach einer Erweiterung wurde ab 1969 die Kühlwassereinleitung auf 28 m³/s verdoppelt (WERKMÜLLER 2003 schriftl.). Bald danach verschwand die bis 1967 von GIERS bei Hamm noch als „häufig“ bezeichnete Quappe. Die mittlere Monatstemperatur der Lippe oberhalb der Einleitung betrug in der Jahresreihe 1973 bis 1983 maximal 17 °C im Juli und August, während die Temperaturen flussabwärts der Einleitung im selben Zeitraum von Mai bis Oktober einschließlich über 20 °C lagen (BUNZEL-DRÜKE & SCHARF 2004). Die Quappe zeigt bei Temperaturen über 18 - 20 °C geringe Aktivität, nimmt kaum noch Nahrung auf und zehrt von ihren Reserven (HARDEWIG et al. 2004, KOTTELAT & FREYHOF 2007). Ein halbes Jahr „Sommerruhe“ ist offenbar zu lang für das Überleben einer Population. Die Tiere brauchen dann die in der Leber gespeicherten Energiereserven auf und verhungern. JACKSON et al. (2008) halten die Verlängerung der sommerlichen Warmwasserphase von über 21 °C im Oneida-See in New York auf fast zwei Monate für die Hauptursache des beobachteten Bestandsrückgangs der Quappe.

In der Lippe wurde mittlerweile der Wärmeeintrag durch das Kraftwerk bei Hamm-Uentrop vermindert. So lagen im Jahr 2014 die mittleren Monatstemperaturen der Lippe flussabwärts der



Abb. 24: Während die Wasserverschmutzung in vielen Fällen nach dem 2. Weltkrieg einsetzte, lag sie in einigen Flüssen wie Rhein und Wupper wesentlich früher: der Rhein bei Duisburg Ende der 1920er Jahre (Schul-Wandkarte, Justus-Perthes-Verlag Gotha [Klett-Perthes]).

Kühlwassereinleitung durchweg unter 19 °C (T. BRASSE, Bezirksregierung Arnsberg 2015 schriftl., s. PETRUCK 2016, Kap. 5); damit dürfte ein Überleben adulter Quappen nunmehr gut möglich sein.

4.4 Wasserbau

Ausbau und Unterhaltung von Fließgewässern umfassen viele verschiedene Maßnahmen von der Uferbefestigung über Laufverkürzung bis zum Bau von Stauanlagen. Der Querverbau durch Talsperren, Wehre, Wasserkraftanlagen und Sohlabstürze verhindert Laichwanderungen, die genetische Durchmischung der Bestände und eine Wiederbesiedlung von Gewässerstrecken, die durch Trockenfallen oder Fischsterben verödet sind. Querbauwerke schaden Quappenbeständen eindeutig, aber sie scheinen in Nordrhein-Westfalen eine geringere Rolle bei dem Bestandseinbruch gespielt zu haben als der laterale Verbau, also die Trennung von Fluss und Aue.

MÜLLER (1961) nennt den „Wegfall länger dauernder Frühjahrsüberschwemmungen durch wasserbauliche Maßnahmen“ als den neben der Abwasserbelastung wesentlichen Grund für das Zurückgehen der Quappenbestände.

An den Flüssen Issel, Ems und Lippe, an denen sowohl Angaben zu Quappenvorkommen als auch zur Ausbaugeschichte vorliegen, sollen die Auswirkungen wasserbaulicher Maßnahmen auf die Quappe beispielhaft dargestellt werden.

Issel

Die wichtigste Ausbauperiode am deutschen Abschnitt der Issel umfasst die Zeit von 1949 bis 1959. 1966/67 wurden schließlich die quellnahen sechs Kilometer ausgebaut. Der Rückgang der Quappe kann „ab den Jahren 1960 – 1970 angenommen werden“; danach fehlte die Art offenbar (BUSCH & KREYMANN 1992). Bei der Issel kann eine Verschlechterung der Wassergüte als Ursache für das Verschwinden der Quappe weitgehend ausgeschlossen werden, da sich die Wasserqualität in den letzten 30 Jahren stets zwischen II und II-III bewegte (THIEL & BROGGIATO 2000).



Abb. 25 und 26: Issel vor dem Ausbau bei Loikum 1950 und ausgebaut bei Werth 1999 (aus THIEL & BROGGIATO 2000): Der ausgebaut Fluss ist durch deichartige Verwallungen von seiner Aue getrennt.

Ems

KELLER (zitiert in KAISER 1993) schreibt über die Emsaue 1901: „Von den Quellen der Ems bis in die Gegend zwischen Rietberg und Wiedenbrück ist ein eigentliches Flußthal nicht vorhanden. Bis hierher besteht das ganze umliegende Gelände aus einer schwach geneigten Ebene, die zumeist niedriger liegt als der gewöhnliche Wasserspiegel der Ems. Die Hochfluthen der Ems breiten sich meilenweit überall hin aus, ...“ Aufgrund des überwiegend geringen Gefälles von unter einem Promille floss das Wasser nach Hochwasserereignissen nur sehr träge wieder ab, in tieferen Lagen, Senken und Mulden der Aue blieb es oft wochenlang stehen und versumpfte den Boden (KAISER 1993).

Noch bis 1920 wurde die Quappe an der Ems häufig gefangen (KAISER 1993). Der große Ausbau der Ems fand in den 1930er Jahren statt. Er änderte die Situation grundlegend durch Laufverkürzung um mehr als 50 %, Vergrößerung des Profils, Sohlvertiefung, Uferbefestigung, Bau von Verwallungen und wesentlicher Verbesserung der Talentwässerung. Die Trockenlegung erwies sich als so weitgehend, dass Stauwehre zur Hebung des Grundwasserspiegels gebaut werden mussten. Heute sind Fluss und Aue nahezu vollständig voneinander getrennt (KAISER 1993, SCHIMMER & SCHINDLER 2000). Einzelne Quappennachweise wurden in den vergangenen Jahrzehnten immer noch erbracht, die Bestandsdichte scheint jedoch sehr niedrig zu sein.

Lippe

Beginnend mit der Schiffbarmachung 1815 fanden mehrere Ausbaumaßnahmen an der Lippe statt, die u. a. Profilverengungen, Laufverkürzungen und die Anlage von Uferverwallungen umfassten (STUA Lippstadt 2002, Bezirksregierung Arnsberg 2010). HERWIG zählt die Quappe 1878 in der Lippe zu den Arten, die nicht zu den häufigsten gehören. Trotz verschiedener Talentwässerungsmaßnahmen blieben die Auen bis etwa 1960 im Frühjahr stellenweise sehr nass. In den 1960er und 1970er Jahren wurden schließlich die letzten offenen Ufer befestigt, und fast alle der Lippe zufließenden Gräben und kleinen Bäche erhielten Rückstauklappen an ihren Mündungen (J. RUPPERT 2003 mdl.).

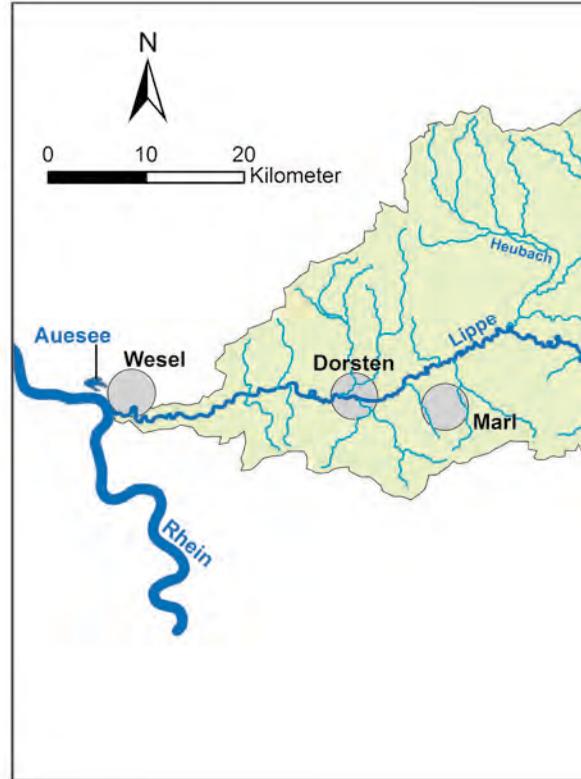
Nach den Angaben verschiedener Angler war die Quappe in der mittleren Lippe bis zu den Ausbaumaßnahmen in den 1960er Jahren häufig. S. KUSS aus Hamm (2002 mdl.), der seit 1948 angelt, erzielte bis zum Ende der 1960er Jahre regelmäßige Quappenfänge in Ahse und



Abb. 27: Bei niedrigem Wasserstand des Flusses drückt der einmündende Bach die Rückstauklappe auf und entwässert die Aue. Steigt der Wasserspiegel des Flusses, wird die Klappe dadurch geschlossen und verhindert die Flutung der Aue, gleichzeitig aber auch den Fischaufstieg.

Lippe. Als mögliche Ursachen für das Verschwinden der Art im Raum Hamm nennt er den Ausbau der Flüsse sowie den Bau des Kraftwerks Westfalen. Die Maßnahmen erfolgten fast zeitgleich; die Abwärmelastung betrifft jedoch nur die Lippe in Hamm, nicht die Ahse, wo die Quappe ebenfalls verschwand. Die Ausbaumaßnahmen an der Lippe fanden auch oberhalb der Kühlwassereinleitung des Kraftwerks statt. Auch hier wurden die Quappen seltener, so dass der Zusammenhang zwischen dem Bestandsrückgang und den wasserbaulichen Maßnahmen sehr wahrscheinlich ist.

Das Hauptproblem des Gewässerausbaus für die Quappe sind nicht die Steinschüttungen an den Ufern. Elektrofischungen zeigen, dass Uferbefestigungen unter bestimmten Bedingungen sogar Unterstände für Quappen bieten. Problematisch ist dagegen die Trennung von Fluss und Aue. Rückstauklappen und andere Hindernisse erschweren den Aufstieg zu möglichen Laichplätzen. Fast alle als Laichhabitate in Frage kommenden Bäche wurden grabenartig ausgebaut. Noch schwerer wiegt aber die effektive Entwässerung der Auen. Durch die Trockenlegung auch der letzten sumpfigen Bereiche wurden Larvenhabitate fast vollständig vernichtet.



4.5 Fazit zu den Rückgangsursachen in Nordrhein-Westfalen

Wasserverschmutzung war ein wesentlicher Grund für den Niedergang der Quappe in Nordrhein-Westfalen. Güteklasse II – III (kritisch belastet, entspricht etwa der saprobiellen Qualitätsklasse „mäßig“ der Wasserrahmenrichtlinie, s. ANONYMUS 2013) scheint – sofern die Sauerstoffversorgung gut ist – für die Art die untere Grenze darzustellen. Mittlerweile ist die Wasserqualität in den meisten Gewässern des Landes wieder für Quappen geeignet.

Abwärmelastung ist dagegen in einigen Flüssen ein nach wie vor wirkender Negativfaktor. Zu lange Zeiträume mit Wassertemperaturen über 18 - 20 °C schließen das Überleben eines Quapenbestandes aus.

Das größte Problem für die Quappe in Nordrhein-Westfalen ist der Ausbauzustand der Gewässer, und zwar vor allem die Trennung von Fluss und Aue. Durch Reduzierung von Häufigkeit und Dauer der Überschwemmungen, Entwässerungsmaßnahmen in der Aue und Beseitigung von Auengewässern wurden die Larvenhabitate fast vollständig zerstört. Zusätzlich behindern Rückstauklappen und andere Verbauungen den Zugang zu potenziellen Laichplätzen in kleinen Zuflüssen.

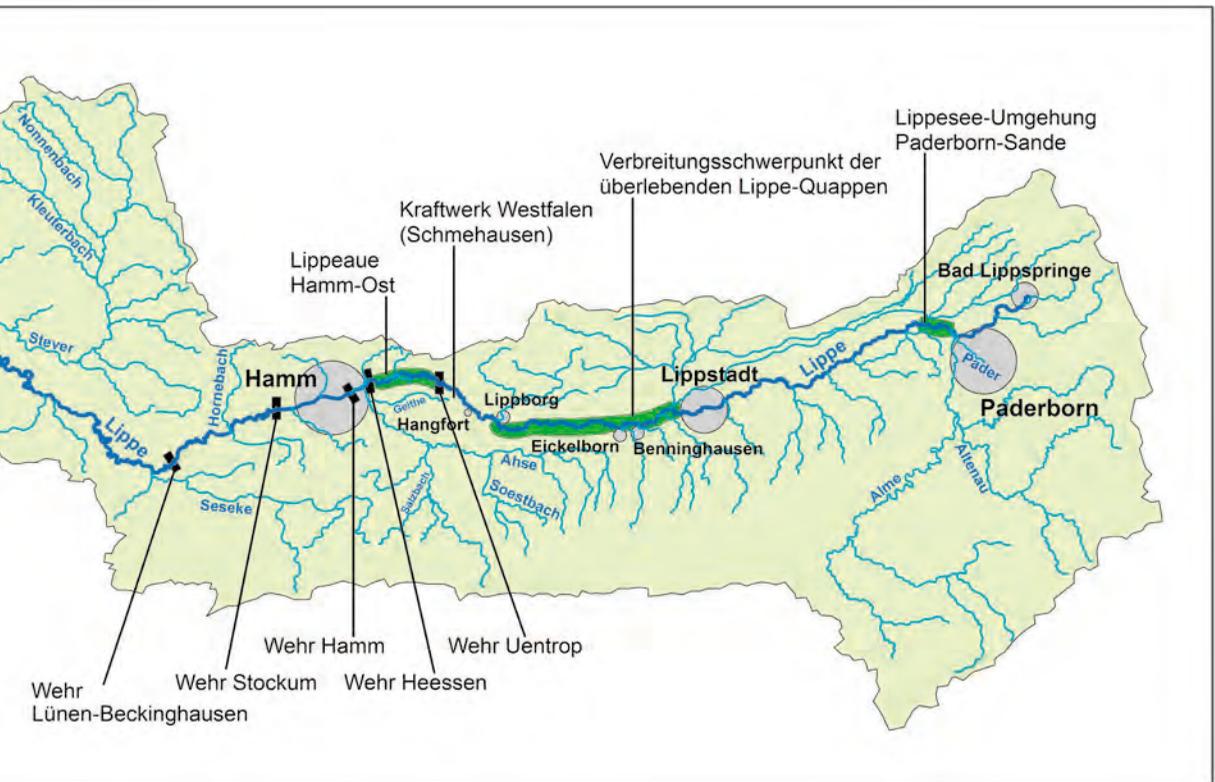


Abb. 28: Das Einzugsgebiet der Lippe mit den wichtigsten im Text erwähnten Zuflüssen, Orten und Wehren

5 Die Lippe und ihr Einzugsgebiet

5.1 Überblick (GUNNAR JACOBS)

Die Lippe entspringt am Fuße von Teutoburger Wald und Eggegebirge bei Bad Lippspringe in einer Höhe von 134 m über dem Meeresspiegel, verläuft auf einer Länge von 220 km in ost-westlicher Richtung und mündet bei Wesel in den Rhein. Auf der gesamten Fließstrecke verliert sie nur 114 Meter an Höhe. Das 4.882 km² große Einzugsgebiet der Lippe befindet sich rechtsseitig des Rheins und ist Teil des Rheineinzugsgebiets. Es berührt in Richtung Norden die Einzugsgebiete von Issel und Ems. Die östliche Grenze bildet der Übergang zum Einzugsgebiet der Weser. Im Süden stellen die Gebiete von Emscher und Ruhr die Einzugsgebietsgrenzen der Lippe dar.

Die Lippe weist als großer, sand- und lehmgeprägter Tieflandfluss überwiegend sandige Substrate auf, untergeordnet kommen aber auch deutliche Anteile mit Lehm, Kies oder anstehendem Mergel in Form von Mergelschwellen vor. Die Oberläufe der Lippe und ihrer südlichen Nebenflüsse greifen in die benachbarten Mittelgebirgsregionen hinein. Ihre dort entspringenden Oberläufe



Abb. 29: Quappe aus der Lippe

me Alme und Altenau durchfließen zunächst die Paderborner Hochfläche und münden bei Paderborn in die Lippe. Die hohe Versickerung in den Karstgebieten im Osten sorgt für eine starke Schüttung an den Quellen von Lippe und Pader und damit schon früh für eine kräftige Wasserführung. Die Gewässersubstrate sind im Almesystem überwiegend schottergeprägt, in der Lippe sandig. Im weiteren Verlauf überwiegen bei den nördlichen Nebengewässern sandgeprägte Bäche und kleine Flüsse wie die Stever und der Heubach. Die südlich zufließenden Bäche und Flüsse der Bördenlandschaft wie Ahse und Seseke sind löss-lehmgeprägt. Die Lippe selbst hat hier aber das typische Erscheinungsbild eines sandgeprägten Tieflandflusses mit Anteilen von Kies und anstehendem Mergel. Im untersten Abschnitt durchfließt die Lippe die rechtsrheinische Hauptterrasse (Niederrheinische Sandplatten). Die sich hier befindenden Nebenläufe sind besonders nährstoff- und kalkarm, sie haben sandige, kiesige und teilweise torfige Substrate (z. B. Gartroper Mühlenbach).

Die Lippe ist heute ein vielfältig und intensiv genutzter Flachlandfluss am Südrand der westfälischen Tieflandbucht. Ihr Einzugsgebiet ist durch Übergänge zwischen verschiedenen Regionen geprägt. Der südliche Teil ist von Dorsten bis Hamm Teil der Kernzone des rheinisch-westfälischen Industriegebiets und durch den untertägigen Steinkohleabbau, die Industrialisierung und eine hohe Bevölkerungsdichte geprägt. Das übrige Einzugsgebiet zeichnet sich durch überwiegend landwirtschaftliche Nutzung aus und ist deutlich geringer besiedelt.

Die Lippe und ihre Nebenläufe haben eine lange Nutzungsgeschichte und erfüllen bis heute eine Vielzahl von Aufgaben. Hierzu gehören u. a. die Nutzung als Brauchwasserlieferant für das Netz der Westdeutschen Kanäle und einige Kraftwerke, die Entwässerung eines großen, landwirtschaftlich und zum Teil bergbaulich geprägten Gebietes, die Aufnahme gereinigter Abwässer aus Siedlungsgebieten und Industrie, die Bedeutung als Naherholungsgebiet und nicht zuletzt als Ökosystem und damit als Lebensraum für eine Vielzahl von Pflanzen und Tieren.

5.2 Die Lippe zwischen Paderborn und Lippborg (Unterhaltungsbereich der Bezirksregierung Arnsberg) (ULRICH DETERING)

5.2.1 Ausgangszustand, Leitbild und Planung

Bereits die Römer transportierten Güter auf der Lippe. Ab dem 13. Jahrhundert wurde der Fluss vielfach gestaut, um mit der Kraft des Wassers Mühlen zu betreiben. Später erfolgten immer stärkere Begradigungen, vor allem, um die landwirtschaftlichen Produktionsbedingungen zu verbessern. Allein im letzten Jahrhundert wurde der Lauf der Lippe um rund 25 % verkürzt. Das nach technischen Gesichtspunkten bis in die 1970er Jahre geschaffene Lippebett war überwiegend schmal und tief. Die Ufer waren am Böschungsfuß durch massive Steinschüttungen auf Kunststoffgitterplanen gefesselt. Künstlich geschaffene Uferverwallungen trennten die Aue vom Fluss und verhinderten frühzeitige Überflutungen der Aue. Durch die hohen Fließgeschwindigkeiten schnitt sich die Flusssohle immer tiefer in die Landschaft ein, bis zu drei Meter allein im letzten Jahrhundert. Durch den Einbau von Wehranlagen wurde die Tiefenerosion punktuell gebremst, aber gleichzeitig auch die Durchgängigkeit für die wassergebundene Tierwelt unterbrochen (s. auch BUNZEL-DRÜKE et al. 2016, Kapitel 7.1).

Zudem floss die Lippe bis 2005 bei Paderborn durch den Sander Lippensee, einen durch den Abbau von Sand und Kies entstandenen Abgrabungssee. Die aus dem oberen Einzugsgebiet transportierten Kiese und Sande blieben im See liegen und fehlten dem Unterlauf. Gleichzeitig verschlechterte sich die Wasserqualität durch die Produktion organischen Materials im See und das Lippewasser wurde erwärmt. Außerdem war die Durchgängigkeit für die wassergebundene Tierwelt unterbrochen.

Bereits seit 1990 sollen im Rahmen des Gewässerauenprogramms Nordrhein-Westfalen die Flüsse mit ihren Auen als natürliche Lebensadern der Landschaft erhalten oder reaktiviert werden (MURL 1990). Die Aktivitäten zur Gewässerreinigung sollen durch die Verbesserung der ökologischen Verhältnisse unterstützt werden. Gleichzeitig soll die Reaktivierung von Überflutungsflächen die Voraussetzungen für einen verbesserten ökologischen Hochwasserschutz schaffen.

Die grundsätzlichen Ziele für die Gewässerentwicklung werden durch die Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) und die Hochwasserrisikomanagement-Richtlinie der Europäischen Gemeinschaft bestimmt:

- die Gewässer sollen im guten Zustand erhalten oder dahin entwickelt werden und
- die Risiken von Hochwasser sollen vermindert werden.

Die Bestandsaufnahmen im Rahmen der WRRL zeigen deutliche Defizite im Zustand der Lippe.

Bei den ökologischen Qualitätskomponenten

- Makrozoobenthos (wirbellose Kleintiere auf der Sohle),
- Fische,
- Makrophyten und Phytobenthos (fest sitzende Wasserpflanzen und Algen),
- Phytoplankton (frei schwebende Algen)

konnte der gute Zustand überwiegend nicht erreicht werden. Die Wasserqualität dagegen ist überwiegend gut.

„Einige Abschnitte der Lippe sowie ihrer Nebengewässer in der Planungseinheit sind begradigt und ausgebaut worden. Die dadurch entstandenen defizitären Gewässerstrukturen sowie die bereichsweise verbesserungsbedürftige Wasserqualität und fehlende Anbindung an die Auen sind die wesentlichen Ur-

chen für den überwiegend schlechten Zustand der Gewässerflora und -fauna. Durch Wehre und Staustufen ist die Durchgängigkeit für wandernde Gewässerorganismen zudem nicht an allen Wasserkörpern gegeben.“ (MKULNV 2014 – Bestandsaufnahme NRW 2013, Steckbriefe der Planungseinheiten im Teileinzugsgebiet Lippe).

Der Bewirtschaftungsplan und der Umsetzungsfahrplan der WRRL sehen die Renaturierung längerer Lippeabschnitte vor.

- Wie aber würde die Lippe im Naturzustand aussehen?
- Wie breit und wie tief wäre sie?
- Wie lang wäre ihr Verlauf? Welche Form hätten ihre Bögen?
- Welches Gefälle wäre damit typisch?
- Welche Substrate würden vorherrschen, welche kämen untergeordnet vor? Wieviel Geschiebe würde transportiert?
- Wie lange würden die Auen überflutet?
- Wie könnten die Rinnensysteme in den Auen aussehen?

Erste Antworten geben die LUA-Merkblätter zu den Leitbildern (LUA 2001a) und der Fließgewässertypenatlas Nordrhein-Westfalens (LUA 2001b) bzw. die daraus entnommenen Darstellungen in der „Blauen Richtlinie“ (MUNLV 2003). Demnach ist ein sand- und lehmgeprägter Tieflandfluss relativ flach und breit und weist deutliche Windungen oder Mäander aus.

Im Rahmen der Leitbildfindung wurden historische Unterlagen ausgewertet und hydraulische Berechnungen vorgenommen (StAWA Lippstadt 1993). Diese bestätigten den Gewässertyp. Außerdem konnten Rinnensysteme in der Aue rekonstruiert werden. Durch sie würde schon bei leicht erhöhten Abflüssen Wasser in die Aue gelangen.

Damit ließen sich wichtige Parameter für die Entwicklung typgerechter Verhältnisse wie Profilgeometrie, Verlauf und Gefälle abschätzen. Das Ziel war es, einen Ausgangszustand zu schaffen, aus dem heraus der Fluss wieder eigendynamisch den Landschaftsraum gestalten kann.

5.2.2 Maßnahmen

Zwischen 1996 und 2014 wurde die Lippe in verschiedenen Abschnitten weitgehend entsprechend des Leitbildes rückgebaut (DETERING 2000, 2008, 2012). Allerdings musste auf unveränderbare Nutzungsansprüche Rücksicht genommen werden. Die größeren Renaturierungen sind:

- Lippeseeumflut bei Paderborn

sowie die räumlich zusammenhängenden Projekte

- Lusebredde / Hellinghauser Mersch bei Lippstadt-Hellinghausen,
- Klostermersch bei Lippstadt-Benninghausen,
- Westernmersch bei Lippstadt-Eickelborn

und außerdem

- Goldsteins Mersch bei Lippetal-Lippborg.

Darüber hinaus wurden Gewässerentwicklungen im Rahmen der Gewässerunterhaltung eingeleitet und die Durchgängigkeit an Wehranlagen verbessert (Bezirksregierung Arnsberg 2010).

Lippeseelumflut bei Paderborn-Sande

Von besonders großer Wirkung für die Lippe war ein Projekt am Oberlauf. Die Lippe floss bei Paderborn-Sande in einen künstlich geschaffenen Abgrabungssee, den Sander Lippesee. Nach etwa 1,5 km schloss sich westlich der weitere Verlauf der Lippe unterhalb eines Auslaufbauwerks wieder an. Untersuchungen zeigten, dass damit eine erhebliche Verschlechterung für die Lippe entstanden war. Neben der Störung der ökologischen Durchgängigkeit und der Unterbrechung des Transports von Kies und Sanden spielte auch die Verschlechterung der Wasserqualität in der Lippe und im See eine wichtige Rolle. Außerdem wurde das Lippewasser durch die Seepassage deutlich wärmer.

Deshalb plante das Land Nordrhein-Westfalen den Bau einer durchgängigen Lippe um den See herum. Diese Lippeseelumflut sollte vorrangig drei Ziele erreichen:

- die Wiederherstellung der Durchgängigkeit für wandernde Organismen,
- die Reaktivierung des Transportes von Kies und Sand in der Lippe und
- die Verbesserung der Gewässergüte in der Lippe unterhalb des Sees und im Lippesee einschließlich der Verhinderung der Erwärmung des Lippewassers.

Nach einer umfangreichen Planungs- und Genehmigungsphase wurde im Süduferbereich des Lippesees eine etwa 60 m breite Ersatzauze geschaffen. Das war notwendig, weil Straßen, Abgrabung und Bebauung keine andere Trasse zuließen. Die Lippe fließt nun seit März 2005 um den See herum (Abb. 31 u. 32).



Abb. 30: Auslaufbauwerk des Lippesees bei Sande



Abb. 31: Für die Lippe musste eine „Ersatzaue“ im Lippesee geschüttet werden.



Abb. 32: Die neue Lippe in der Umflut im Jahr 2015

Nachdem die Lippeseemflut mittlerweile zehn Jahre in Betrieb ist, kann festgestellt werden, dass alle angestrebten Ziele erreicht wurden (BR Arnsberg 2009, BR Arnsberg & BR Detmold 2015). Obwohl sich der Fluss im Bereich der Umflut aufgrund der intensiven Nutzungsansprüche nur begrenzt in Richtung eines leitbildkonformen Zustands entwickeln kann, stellt dieser Abschnitt wegen seiner Strukturvielfalt und der Verlagerungsdynamik eine wichtige Kinderstube für Fische wie die Äsche (*Thymallus thymallus*) dar. Die positiven Auswirkungen der Lippeseemflut auf den Fischbestand sind sowohl im Ober- als auch im Unterlauf nachzuweisen. Die Durchgängigkeit für Organismen ist wieder hergestellt.

Zusätzlich haben sich auf einer Länge von mehreren Kilometern deutliche Veränderungen der Sohlstruktur der Lippe ergeben. Unterhalb des Sees ist die Ausbausohle nun wieder mit dem typischen kiesigen Substrat aufgefüllt. Auch in den weiter entfernt liegenden Abschnitten tauchen in unterschiedlichem Umfang wieder Sand- und Kiesbänke auf.

Die Wasserqualität sowohl im See als auch in der Lippe hat sich deutlich verbessert. Selbst in mehr als 60 km entfernten Gütemessstellen ist die größere Sichttiefe und geringere Temperatur in der Lippe nachweisbar. Seit 2005 weist der Lippesee konstant Badewasserqualität auf.

Renaturierungen zwischen Lippstadt und Lippborg

Westlich von Lippstadt prägt die Lippe auf einem mehr als 13 km langen Abschnitt den Landschaftsraum heute wieder mit ihrer Verlagerungsdynamik und der Dynamik wechselnder Wasserstände.

In den Jahren 1996 und 1997 wurde ein 2 km langer Abschnitt in der Klostermersch zurückgebaut. Die Ergebnisse der Erfolgskontrolle wurden aufbereitet und in die Planung der nächsten Abschnitte integriert. Zwischen 1999 und 2003 wurde die Lippe in der Goldsteins Mersch bei Lippetal-Lippborg verändert, zwischen 2002 und 2010 erfolgte der Umbau der 8,5 km langen Strecke in Lusebredde und Hellinghauser Mersch, zwischen 2012 und 2014 wurde der rund 2,5 km lange Abschnitt der Westernmersch bei Lippstadt-Eickelborn realisiert.

Klostermersch

Die Lippe war beidseitig mit Steinschüttungen gesichert, die Aue wurde nur selten überflutet. Aufgrund der massiven Befestigungen konnten sich die typischen Habitatstrukturen nicht entwickeln. Eine Breiten- und Krümmungs-erosion war nicht möglich. Stattdessen hatte sich die Lippe immer tiefer in den Untergrund eingeschnitten, in dieser Region bis zu 3 m in den letzten 100 Jahren.

Im Zuge des Rückbaus wurden die seitlichen Steinschüttungen entfernt. Die schmalen Profile wurden verbreitert. Die Sohle der Lippe wurde um 2 m mit sandigem Material aufgefüllt.



Abb. 33: Die Lippe in der Klostermersch entwickelt sich zu einem naturnahen Fluss; im Hintergrund ist eine Flutrinne erkennbar.

Dies war notwendig, um die Startvoraussetzungen für eine eigendynamische Entwicklung zu schaffen. Wären lediglich die Steinschüttungen entnommen worden, hätte die Lippe auf diesem tiefen Niveau ihre Profilausbildung begonnen und allmählich eine „Sekundäraue“ geschaffen. Damit wäre die rückgewinnbare Primäraue noch seltener überflutet worden. Die Renaturierung verringerte das bordvolle Abflussvermögen von ca. 110 m³/s auf ca. 60 m³/s, so dass in der Aue wieder eine naturnahe Hochwasserdynamik entstand (StUA Lippstadt 2002).

Die langjährige Erfolgskontrolle belegt, dass nach und nach die typischen Strukturen eines naturnahen Flusses entstehen (Abb. 33). Jährliche Überflutungen über einen längeren Zeitraum sorgen für typische Standortverhältnisse in der Aue. Besonders schnell haben die Fische auf die veränderten Bedingungen reagiert (ABU 2015a, s. BUNZEL-DRÜKE et al. 2016, Kapitel 7.1).

Große Teile der Aue werden von einfachen Rindern beweidet, die den ausgestorbenen Auerochsen ähneln. Sie sollen für ein Mosaik aus dichten Waldbereichen und offenen Landschaftsteilen sorgen.

Lusebreite / Hellinghauser Mersch

Oberhalb der Klostermersch bis zum westlichen Stadtrand der Innenstadt Lippstadts wurde die Lippe auf einer Länge von 8,5 km von 2002 bis 2010 in sieben Bauabschnitten entfesselt und zurückgebaut. Neue Bögen verlängerten den Fließweg. Eine früher vorhandene Wehranlage am unteren Ende des Gebiets konnte komplett entfallen. Die Uferbefestigungen wurden entnommen. In der Aue sind weite Teile eines früher vorhandenen Systems von Flutrinnen wieder aktiviert, damit werden tief liegende Auenbereiche schon bei Abflüssen weit unterhalb von Hochwassern geflutet. Diese enge Vernetzung zwischen Fluss und Aue ist für viele Fischarten von entscheidender Bedeutung. Zur Unterstützung der Entwicklung wurden rund 30 Bäume als Totholz in den Fluss eingebracht.

Nach dem Rückbau entwickelten sich die Lebensräume schnell (Abb. 34 u. 35). Unterschiedliche Substrate wie Kies, Sand und organisches Material, Wasserpflanzenpolster, Baumwurzeln und Totholz sowie Zonen unterschiedlichen Fließens, Abschnitte mit tiefen Kolken und Flachwasserzonen bieten der heimischen Tier- und Pflanzenwelt eine große Strukturvielfalt.



Abb. 34: Bauarbeiten in der Lusebreite westlich Lippstadt



Abb. 35: Die Lippe in der Lusebreite nach dem Umbau



Abb. 36: Eine neue Schleife der Lippe in der Westernmersch 2015

Westernmersch bei Lippstadt-Eickelborn

Zwischen 2012 und 2014 erfolgte die Renaturierung der Lippe flussabwärts der Klostermersch bei Lippstadt-Eickelborn. Durch zwei neue Flussschleifen (Abb. 36), die über Mergelschwellen verlaufen, nahm dort die Lauflänge von zwei auf drei Kilometer zu. An den für die Lippe einst typischen Mergelschwellen ist die Fließgeschwindigkeit hoch, ansonsten fließt das Wasser jetzt langsamer; die typischen Sohlsubstrate wie Kiese und Sande bleiben liegen. Jährlich werden die Flussaunen an mehr als 100 Tagen im Jahr überflutet, so dass sich hier auch wieder die seltenen Weichholzauwälder etablieren können.

Goldsteins Mersch

Im Bereich von Lippetal-Lippborg wurden die Lippe und ihre Aue auf einer Länge von ca. 2 km zwischen 1999 und 2003 umgestaltet. Die Vorgehensweise war ähnlich wie in der Klostermersch.

Uferentfesselung im Rahmen der Gewässerunterhaltung

Im Rahmen der Gewässerunterhaltung werden, wo immer möglich, die Ufer entfesselt. Die Steinschüttungen werden entfernt, damit die Kraft des fließenden Wassers die Ufer formen kann. Die so aufgenommenen Feststoffe gleichen den Energiehaushalt des Flusses aus und lagern sich an strömungsberuhigten Abschnitten ab. So verbessert sich auch dort die strukturelle Vielfalt. Diese kostengünstigen Maßnahmen sind immer dort möglich, wo die Tiefenerosion nicht stark ausgeprägt ist.

Durchgängigkeit

Die Wehranlage Benninghausen mit einem Höhenunterschied von knapp zwei Metern ist durch die Vorhaben Klostermersch und Hellinghauser Mersch komplett entfallen. Ein Wehr bei Lippstadt-Esbeck mit einem Höhenunterschied von rund 1,20 Metern wurde durch ein organismendurchgängiges Bauwerk ersetzt, das Auslaufbauwerk am Lippesee wurde durch die Umflut ersetzt.

5.2.3 Erfolgskontrolle

Seit 1993 werden die Planungen und Maßnahmen in der Lippe und ihrer Aue durch eine umfassende ökologische und flussmorphologische Erfolgskontrolle begleitet. Sie erfasst und beschreibt die Veränderung der Gewässerstruktur, der Überflutungshäufigkeit und der Wasserstände, die Besiedlung durch Fische, Makrozoobenthos und submerse Vegetation sowie in Zusammenarbeit mit den Landschaftsbehörden die Entwicklung der Auenvegetation sowie ausgewählter Tiergruppen (Brutvögel, Libellen, Amphibien).

Die meisten Fischarten reagierten sehr schnell auf das neue Lebensraumangebot des umgebauten Flusslaufs. Schon während der Baumaßnahmen stieg der Fischbestand. Die vorher nur in Einzel-exemplaren nachgewiesenen Steinbeißer (*Cobitis taenia*) fanden in den offenen Sandbänken gute Bedingungen und vermehrten sich. Schmerle (*Barbatula barbatula*) und Nase (*Chondrostoma nasus*) gehören ebenfalls zu den Arten, die nach der Umgestaltung stark zugenommen haben. Dagegen reagierten Fischarten, die in einer Lebensphase auf die Nutzung der Aue angewiesen sind, trotz einer deutlichen Erhöhung der Überflutungshäufigkeit zunächst weniger ausgeprägt. Eine Untersuchung der Laichbiologie der Quappe (BUNZEL-DRÜKE et al. 2003, 2004 a, b) gab Hinweise auf die Bedeutung von Rinnen in der Aue. Hier wurde nachgearbeitet und die Vernetzung zwischen Fluss und Aue deutlich erhöht. Schon bei Abflüssen im Bereich der Mittelwasserstände springen die Rinnen an und fluten die tiefer gelegenen Auenbereiche. Mittlerweile vermehren sich auch die „Auenarten“ kräftig.



Abb. 37: Die Löffelente ist als Brutvogel in die Lippeaue zurückgekehrt.

Im Flussbett und in der Aue entwickelt sich der reichhaltige, typische Formenschatz an Habitatstrukturen. Unterschiedliche Fließgeschwindigkeiten und kleinräumige Verlagerungen im Flussbett sorgen für eine vielfältig strukturierte Sohle aus unterschiedlichen Substraten. Neben sandigen Abschnitten und Bereichen mit organischem Substrat gibt es größere Anteile mit einer Kiessohle, häufig aus Mergel, aber auch aus Plänerkalk. Abschnittsweise haben sich größere Wasserpflanzenbestände gebildet. Flache Gleitufer und Inseln entstehen, Prallufer brechen in geringem Umfang ab, sie wurden von Eisvögeln (*Alcedo atthis*) und Uferschwalben (*Riparia riparia*) besiedelt. In der Gesamtheit ist das System stabil, eine erneute Tiefenerosion findet nicht statt.

In der Aue bringen Sandablagerungen nährstoffarme Standorte hervor, andernorts sorgt das Hochwasser für großen Nährstoffreichtum. Angestaute ehemalige Entwässerungsgräben dienen Löffel- und Knäkente (*Anas clypeata*, *A. querquedula*) als Brutplatz.

Die Lippe entwickelt sich mit ihrer Aue zu einer Lebensachse quer durch Nordrhein-Westfalen. Der Reiz dieser Landschaft fasziniert auch die Menschen. Die zurückgekehrten Störche (*Ciconia ciconia*) werden von Aussichtspunkten beobachtet, Exkursionen werden genutzt, die eigene Heimat wieder zu entdecken und an einigen neu entstandenen „Lippestränden“ wird sogar gebadet. Oberhalb von Paderborn hat der Wasserverband Obere Lippe in den Talwiesen ein Vorzeigeprojekt zur Renaturierung umgesetzt (Wasserverband Obere Lippe 2013), die Bezirksregierung Detmold plant den Rückbau von fünf weiteren Abschnitten im Kreis Paderborn, die Bezirksregierung Arnsberg den von drei Abschnitten im Kreis Soest. Zusammen mit den Projekten des Lippeverbands (s. JACOBS 2016, Kap. 5.3) kann so die Vision eines Naturflusses inmitten des Industrielandes Nordrhein-Westfalen (NUA 2003) Wirklichkeit werden.

5.2.4 Fazit

Die Renaturierungen haben das Ziel, eigendynamische Prozesse zu fördern. In der Anfangsphase waren Baumaßnahmen notwendig, um einen günstigen Startzustand zu schaffen. Besonders in den massiv tiefenerodierten Abschnitten waren umfangreiche Erdbewegungen notwendig, um Fluss und Aue wieder miteinander zu vernetzen. Mittlerweile ist der Geschiebehaushalt des Flusses zumindest zum Teil wieder aktiviert. Der Fluss transportiert Kiese und Sande auch in solche Abschnitte, die baulich nicht verändert worden sind. Auch dort erhöht sich die Strukturvielfalt.

Die Einleitung solcher Entwicklungsprozesse birgt auch Risiken in sich. So kann die Aktivierung der Dynamik durchaus zu Konflikten mit den nicht veränderbaren Nutzungen führen. Hier ist es die Aufgabe der Gewässerunterhaltung, die Prozesse zu beobachten, zu erfassen und zu dokumentieren. So kann frühzeitig gehandelt werden – möglichst bevor ein Konflikt überhaupt spürbar wird.

5.3 Die Lippe zwischen Lippborg und Wesel (Unterhaltungsbereich des Lippeverbands) (GUNNAR JACOBS)

Ende der 1960er Jahre war die Lippe – wie die meisten Flüsse Deutschlands zu dieser Zeit – aufgrund der Folgen der intensiven Nutzung in einem vergleichsweise schlechten Zustand: Das Wasser war belastet und die Lebenswelt auf eine geringe Anzahl belastungstoleranter Tier- und Pflanzenarten geschrumpft. Erhebliche Investitionen durch den Lippeverband in die Wasserreinhaltung, im Wesentlichen durch Ausbau und Leistungssteigerung des Kläranlagennetzes (Ausbau von 50 Kläranlagen mit einer Gesamtkapazität von ca. 2,3 Mio. Einwohnergleichwerten, Stand 30.06.2014), und in die ökologische Verbesserung von Fluss- und Auenabschnitten führten bzw. führen zusehends zu einer deutlichen Verbesserung der Wasserqualität und Gewässerstrukturen. Die Natur zurück an die Lippe und ihre Einzugsgebiete zu bringen auf der Basis einer stabilen, funktionierenden Wasserwirtschaft – das ist die Hauptaufgabe des Lippeverbands als Flussmanager der unteren und mittleren Lippe und ihrer Nebenläufe. Hochwasserschutz, Regelung des Wasserabflusses sowie Ausgleich der Wasserführung wie auch Abwasserreinigung sind hierbei wichtige Teilaufgaben.

Die biologische Entwicklung in der Lippe ist erfreulich. Die routinemäßigen Untersuchungen durch den Lippeverband seit 1970 zeigen heute eine Zunahme der Artenzahl wirbelloser Tiere (Makrozoobenthos) von nur knapp 20 auf insgesamt 265. Im Jahr 2012 wurden z. B. bei den Untersuchungen 107 unterschiedliche Arten wirbelloser Tiere erfasst. Heute ist die Lippe auf dem überwiegenden Teil ihrer Fließstrecke wieder in einem guten Zustand, d. h. die Saprobienindices der Lebensgemeinschaft an den meisten Untersuchungsstellen entsprechen der Güteklasse „gut“. Der Anteil der Güteklasse „gut“ an allen im Lippeverbandsgebiet untersuchten Probestellen entlang der Lippe lag 1970 bei nur 15 %, wohingegen in den letzten zehn Jahren der Anteil der „guten“ Probestellen im Mittel 70 % betrug – ein Prozess von vielen Jahren, in denen die Reinhaltung der Gewässer sukzessive verbessert wurde.

Ebenso erfreulich ist auch der Rückgang der Salzbelastung, die seit Mitte der 1990er Jahre durch Maßnahmen des Bergbaus kontinuierlich abgenommen hat. Während in der ersten Hälfte des letzten Jahrhunderts Spitzenwerte bis 3.500 mg Chlorid/l gemessen wurden, beträgt die Chloridkonzentration in der Lippe heute im Mittel 300 mg/l. Neben der Chloridkonzentration spielen u. a. auch die Nährstoffe eine nennenswerte Rolle bei der Einschätzung der Wasserqualität. Dabei spiegelt sich in erster Linie eine diffuse Belastung in Form von Stickstoff und Phosphat infolge der landwirtschaftlichen Nutzung im größten Teil des Einzugsgebietes wider.

Die Gewässerstruktur der Lippe bzw. ihre Funktion als Lebensraum zeigt Einflüsse aus dem unmittelbaren Umfeld sowie Belastungen aus dem Einzugsgebiet auf. Die Lippe erreicht hier überwiegend nur die Güteklassen „unbefriedigend“ und „schlecht“. Dies hat verschiedene Ursachen. So wurden die Gewässer infolge der Intensivierung der landwirtschaftlichen Bodennutzung, der Siedlungsentwicklung, des Hochwasserschutzes und/oder der Wiederherstellung der Vorflut bei Bergsenkungen technisch ausgebaut. In Bezug auf die natürliche Gestalt der Gewässer finden sich nur wenige Bach- oder Flussabschnitte im Gebiet, die den „guten ökologischen Zustand“ in dieser Hinsicht aufweisen. Dieses Ergebnis ist kennzeichnend für die meisten größeren Fließgewässer Mitteleuropas, besonders in den intensiv durch Landwirtschaft und Siedlung genutzten Tiefland-Gebieten.

Große Schritte im Hinblick auf die Erreichung des guten ökologischen Gewässerzustands bzw. die Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) stellen die durchgeführten Maßnahmen des Lippeverbands zur Wiederherstellung der Durchgängigkeit dar. Wehre und andere Querbauwerke (z. B. Abstürze) sind häufig die Ursache für eine mangelnde Gewässerstruktur und fehlende oder eingeschränkte Durchgängigkeit und können somit ein limitierender Faktor für die Entwicklung der Lebensgemeinschaften sein. Heute ist die Durchgängigkeit der Lippe im Verbandsgebiet des Lippeverbands mit Ausnahme am Wehr Stockum weitgehend wiederhergestellt. Im Hinblick auf die Lippe als Vorranggewässer für den Aal und die darin begründeten weitergehenden Anforderungen sind die vorhandenen Anlagen zum Fischschutz an den vorhandenen Wasserkraftanlagen nochmals zu betrachten und ggf. zu verbessern.

An der Lippe gibt es zudem zunehmend Bereiche, die aufgrund der in den letzten Jahren durchgeführten gewässerökologischen Verbesserungsmaßnahmen bereits heute wieder eine sehr naturnahe, gewässertypische Flussgestalt einschließlich der charakteristischen Fluss- und Auendynamik aufweisen. Dies ist neben der Verbesserung der Wasserqualität die entscheidende Ursache dafür, dass bei den routinemäßigen Untersuchungen der Lippe durch den Lippeverband vermehrt flusstypische, in der Lippe in den letzten Jahrzehnten verschwundene Pflanzen- und Tierarten wiedergefunden werden. Beispiele sind die Rückkehr des Bibers (*Castor fiber*), des Weißstorchs (*Ciconia ciconia*), der Großlibelle Gemeine Keiljungfer (*Gomphus vulgatissimus*) und der Uferaa oder Kornmotte genannten Eintagsfliege *Ephoron virgo* (LIPPEVERBAND 2014, ROBERT & SOMMERHÄUSER 2007). Auch der Otter (*Lutra lutra*) besucht inzwischen wieder regelmäßig die Lippeaue. Dabei werden mit einer konsequenten Fortsetzung der Renaturierung der Lippe auch weitergehende Ansätze zur nachhaltigen Verbesserung der hydromorphologischen Verhältnisse im Sinne der WRRL verfolgt. So soll beispielsweise der im Rahmen des Lippeaueprogrammes im Lippeverbandsgebiet bereits auf rd. 48 Kilometern durchgeführte Rückbau der Uferbefestigungen (Uferentfesselungen) fortgesetzt und ausgeweitet werden. Der Umsetzungsfahrplan „Lippe“ zur WRRL führt darüber hinaus noch viele weitere strukturverbessernde Maßnahmen und Renaturierungsmöglichkeiten auf, um den erforderlichen guten ökologischen Zustand zu erreichen (z. B. Sohlaufweitung, Neutrassierung, Anlage von Rinnen, naturnahe Anbindung von Nebengewässern, Verbesserung der Durchgängigkeit usw.). An der Umsetzung des umfangreichen Lippeprogramms wird weiter intensiv gearbeitet.

5.4 Temperaturhaushalt der Lippe im Hinblick auf die Entwicklung einer gewässertypspezifischen Fischfauna (ANDREAS PETRUCK)

Der Parameter Wassertemperatur spielt, wie bereits in Kapitel I dargestellt, eine wichtige Rolle im Hinblick auf die Reproduktion der Quappe. In der Lippe beeinflussen zwei wesentliche Faktoren den Temperaturhaushalt: Einleitungen von Kühlwasser aus Kraftwerken und Wehre mit ihren zum Teil kilometerlangen Rückstaubereichen. Während Staustufen bereits im Oberlauf der Lippe zahlreich vorhanden sind, spielen die Kühlwassereinleitungen erst ab Schmehausen (Hamm) eine Rolle im Temperaturhaushalt. Für den Lippeabschnitt ab Lippborg bis zur Mündung in den Rhein bei Wesel verfügt der Lippeverband über umfangreiche Temperaturdaten. Diese werden neben Sauerstoffge-

halt, pH-Wert, Trübung und Leitfähigkeit an den acht Gewässergütekонтролstationen dauerhaft online erfasst.

Die gesetzlichen Anforderungen an die Wassertemperatur werden in Anlage 6 der Oberflächengewässerverordnung (OGewV 2015) definiert. In den durch Kühlwassereinleitungen beeinflussten Abschnitten der Lippe sind folgende Temperaturen einzuhalten:

Wesel bis Marl:	Winter: 10 °C; Rest des Jahres: 28 °C
Marl bis Hamm	Winter: 10 °C; Rest des Jahres: 25 °C.

Die Einhaltung dieser relativ grob definierten maximalen Temperaturbereiche soll sicherstellen, dass sich die für die Lippe typischen Fischpopulationen entwickeln können.

Das Land NRW hat im Rahmen einer Studie unter Berücksichtigung der verfügbaren wissenschaftlich gesicherten Daten deutlich differenziertere Temperaturganglinien (BuGeFi 2014) entwickeln lassen. Dabei werden monatliche Maximaltemperaturen definiert. Diese werden für eine ganze Reihe von Gewässertypen angegeben.

Eine Auswertung der Temperaturdaten für die Wasserwirtschaftsjahre 2007 bis 2014 zeigt, dass in der Lippe überwiegend die Anforderungen an die Wassertemperatur erfüllt werden (HURCK et al. 2015), und zwar sowohl die Anforderungen der Oberflächengewässerverordnung als auch die in der Studie des Landes NRW definierten Anforderungen. Die beigelegten Abbildungen 38 – 40 zeigen die Daten des Lippeverbandes und einen Vergleich mit den Anforderungen der Oberflächengewässerverordnung und den in der Studie des Landes definierten Werten für den Fischgewässertyp der Lippe. Dabei wird deutlich, dass der Mittelwert und auch der 90-Perzentilwert an den Stationen Lippborg und Wesel praktisch durchgehend den Anforderungen entsprechen. An der Station Schirrhof, die sich unterhalb des Kraftwerks in Schmehausen und der Wehre Hamm-

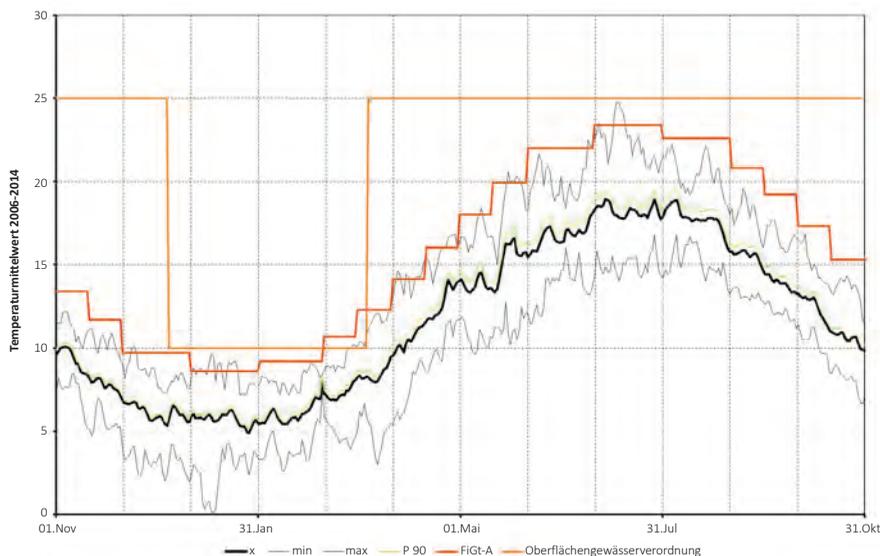


Abb. 38: Gewässertemperatur Lippe WW 2007-2014 in Lippborg

Uentrop und Hamm–Heessen befindet, wurden teilweise hohe Maximaltemperaturen gemessen. Dabei ist zu beachten, dass die maximalen Temperaturen heute nicht mehr auftreten können, da das Kraftwerk Schmehausen seit einigen Jahren keine Durchlaufkühlung mehr betreibt.

Fazit: Die Wassertemperaturen der Lippe entsprechen in weiten Abschnitten den rechtlichen Anforderungen zur Erhaltung einer gewässertypischen Fischpopulation.

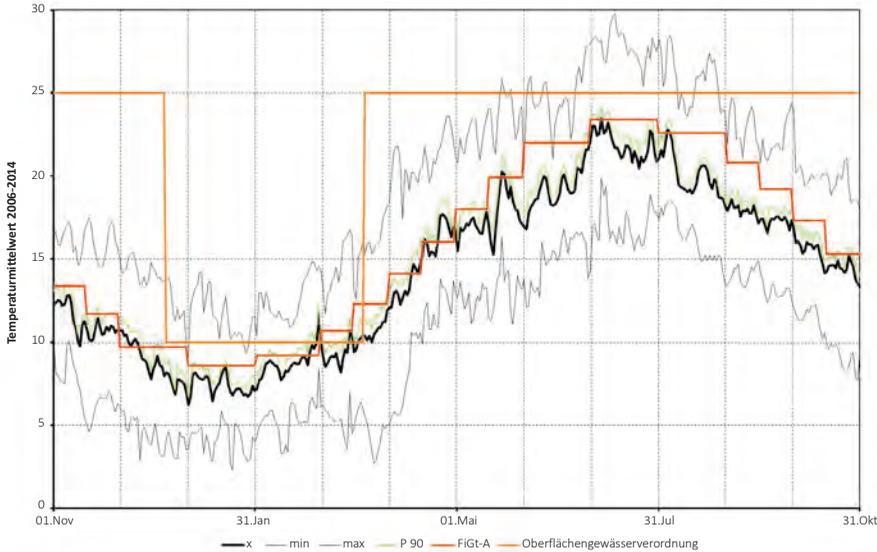


Abb. 39: Gewässertemperatur Lippe WW 2007-2014 in Schirrhof

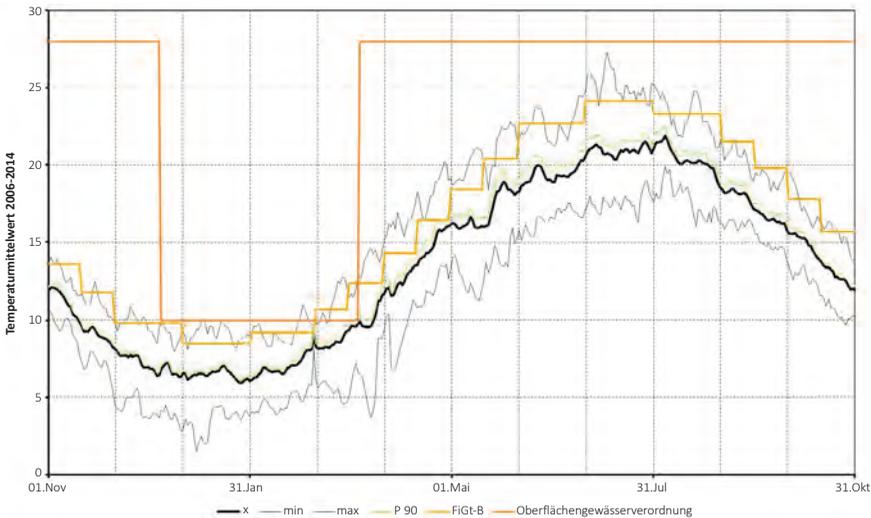


Abb. 40: Gewässertemperatur Lippe WW 2007-2014 in Wesel

6 Künstliche Vermehrung der Quappe (LARS BRACKWEHR & MARKUS KÜHLMANN)

Kernaufgabe innerhalb des Projekts zur Wiederansiedlung der Quappe (*Lota lota*) war die Entwicklung einer Reproduktionsmethode für diese Art, die es ermöglichte, unter gesicherten Bedingungen juvenile Quappen für die angedachten Besatzmaßnahmen zur Verfügung zu stellen.

Anders als bei wirtschaftlich bedeutenden Fischarten lagen zu Beginn des Projektes im Jahr 2009 nur wenige gesicherte und wissenschaftlich fundierte Kenntnisse über die Aquakultur von Quappen vor. Zwar hatte es immer wieder Versuche zur Reproduktion der Art gegeben, aber erst in den vergangenen Jahren rückte die Quappe stärker in den Fokus von Fischereiwissenschaftlern, Fischzüchtern, Anglern und anderen Artenschützern. Hierdurch konnten Untersuchungen initiiert und durchgeführt werden, die neue Erkenntnisse über die Aquakultur und Ernährungsphysiologie der Quappe lieferten (SHODJAI 1980, HARSÁNYI & ASCHENBRENNER 1992, STÍPEK 1992, STEINER et al. 1996, HARZEVILI et al. 2004, DOSSOW 2006, WOCHER 2010).

Allerdings bestehen weiterhin Schwierigkeiten, Larven der Quappe anzufüttern und erfolgreich aufzuziehen, da sie zu den kleinsten Larven der einheimischen Süßwasserfische zählen. In der Natur ernähren sich diese Fischlarven von kleinem Zooplankton, welches sich in den überschwemmten Auengebieten explosionsartig vermehren kann. Hervorzuheben sind hier die Nauplien von Copepoden und Rotatorien (POULET & WILLIAMS 1991).

Einige Untersuchungen beschreiben Methoden für eine erfolgreiche Aufzucht mit lebendem Zooplankton wie Rädertierchen (*Brachionus spec.*) und Nauplien von Salinenkrebse (*Artemia spec.*) (HARSÁNYI & ASCHENBRENNER 1992, STEINER et al. 1996, HARZEVILI et al. 2003). Das benötigte Zooplankton steht aber nicht oder nur in einem zu geringen Umfang für eine gesicherte Quappen-Aquakultur zur Verfügung, was wiederum nach geeigneten Methoden für eine Aufzucht der Futterorganismen in großem Maßstab verlangt.

Es ist mittlerweile auch schon gelungen, die juvenilen Quappen an Trockenfutter zu gewöhnen. Allerdings sind hierbei die Verlustraten, ähnlich wie bei der vergleichbaren Aufzucht juveniler Kabeljau in der Aquakultur, immer noch sehr hoch. Daher bedarf es auch hier noch weiterer Untersuchungen zur Anpassung der Futtermittel, zum optimalen Zeitpunkt der Nahrungsumstellung sowie zum Fütterungsverfahren an sich (KLINKHARDT 2009, STÜEKEN 2012).

Bevor allerdings Besatzfische aufgezogen werden konnten, mussten zuvor die Fragen zur Laichfischhaltung, zur Eigewinnung und ihrer Erbrütung geklärt werden. Auch hier standen bei Projektbeginn nur wenige belastbare Informationen zur Verfügung (STEINER et al. 1996, DOSSOW 2006).

Insgesamt startete das Projekt zur Reproduktion und Wiederansiedlung der Quappe mit vielen offenen Fragen. Der Umfang der Quappenzucht, die damit verbundenen personellen und monetären Aufwände sowie die Erfolgsaussichten waren ungewiss. Um das Projekt und die Entwicklung eines Zuchtverfahrens strukturiert bearbeiten zu können, wurden anfangs die zu klärenden Fragestellungen und Untersuchungsschritte definiert. Aus den hieraus resultierenden Erkenntnissen und Erfahrungen konnten der weitere Untersuchungsbedarf sowie Verfahrensoptimierungen abgeleitet werden. Hervorzuheben ist hierbei der Erkenntnisgewinn durch engagierte Biologiestudent(inn)en, die im Rahmen ihres Studiums in das Projekt eingebunden waren. Besonders erwähnenswert ist hier die Diplomarbeit von Herrn MARCUS STÜEKEN, dessen Untersuchungsergebnisse auch in diesen Beitrag einfließen (STÜEKEN 2012).

Ablaufschema: Quappenzuchtprojekt Ruhrverband-Fischerei
Stand 2010

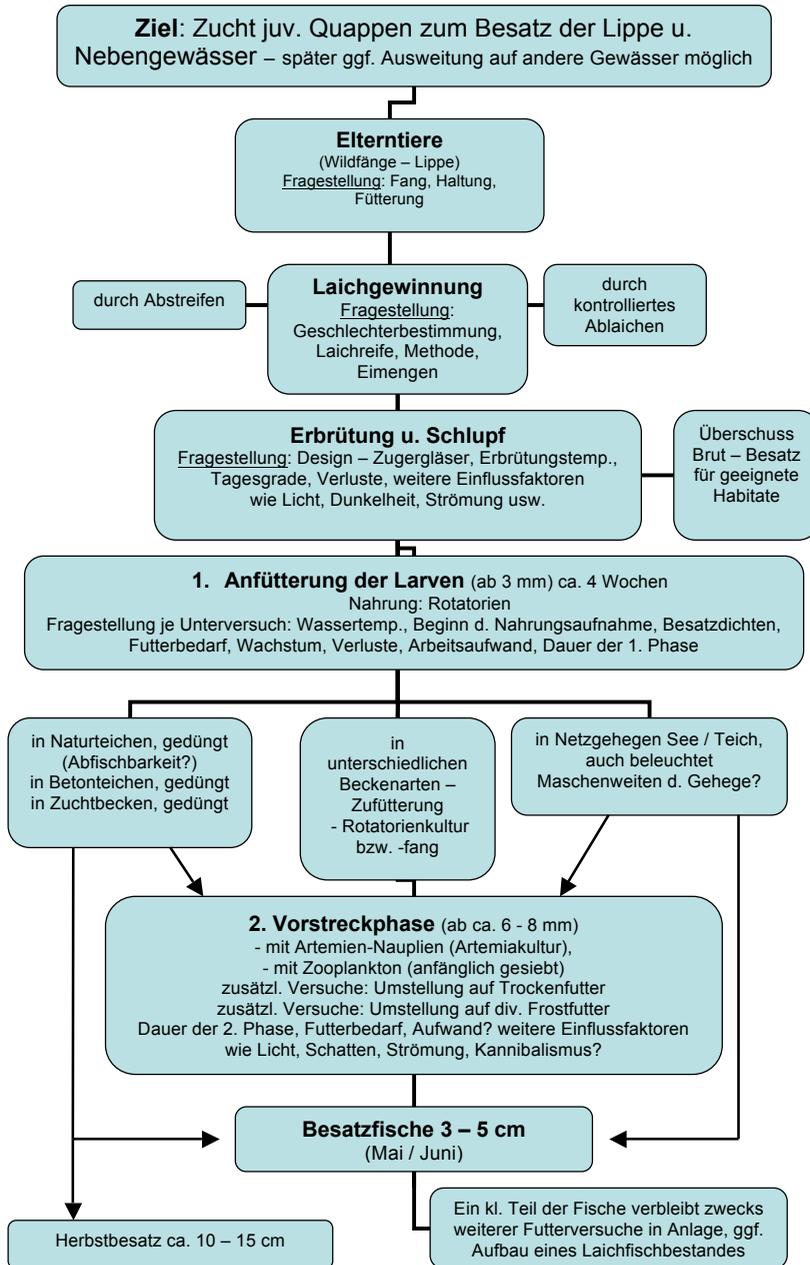


Abb. 41: Ablaufschema zur Nachzucht von Lippe-Quappen

Da die Quappe, wie die meisten unserer heimischen Fischarten, nur einmal im Jahr laicht, erstreckt sich die Entwicklung und Optimierung eines Zuchtverfahrens über viele Jahre. Heute ist ein Kenntnisstand erreicht, der neben der Haltung eines vitalen Laichfischbestandes die jährliche Reproduktion mehrerer Millionen Besatz-Quappen garantiert. Dennoch besteht nach wie vor Entwicklungs- und Untersuchungsbedarf, um die Kenntnisse über die Biologie und Aufzucht dieser faszinierenden Fischart zu verbessern, wie beispielsweise die gesicherte Geschlechtsbestimmung. Daher werden auch künftig bedarfsorientierte Untersuchungen durchgeführt.

6.1 Laichfischfang und -haltung

Als Ausgangsbasis für die Quappenzucht durften mit behördlicher Genehmigung adulte Quappen aus der Lippe bei Lippstadt entnommen werden. Gemeinsam mit Mitgliedern des Angelsportvereins Lippstadt und Umgebung e. V. und des Sportfischervereins Hamm e. V. konnten im Herbst 2008 die ersten 30 Quappen mit Körperlängen von 20 – 35 cm elektrisch gefangen und in die Besatzfischzucht des Ruhrverbandes am Möhnesee verbracht werden. Zur Aufstockung des Laichfischbestandes konnten in den Folgejahren weitere Wildfische aus der Lippe entnommen werden. Um aber durch eine wiederholte Entnahme von Quappen die Lippe-Population nicht zu gefährden, wurden erstmalig im Jahr 2012 Quappen-Brütlinge in den Möhnesee ausgesetzt und somit ein Bestand gegründet. Ziel war es hierbei, eine zweite Laichfischpopulation aufzubauen. Mittlerweile kann der Bedarf an sogenannten Laichfischwärtern aus dem Möhnesee rekrutiert werden. Der Zuchtstamm besteht aktuell aus rd. 150 präadulten und adulten Quappen.

Die Haltung der Laichquappen findet in den Monaten April bis November in Rundstrombecken statt, die mit Bachwasser gespeist werden. Hier beträgt das Temperaturspektrum in den entsprechenden Monaten 7° bis 18 °C. Ab Dezember bis Ende März werden die Fische in Rundstrombecken umgesetzt, die permanent mit frischem Wasser aus dem Möhnesee versorgt werden. Das Temperaturspektrum beträgt in dieser Zeit 2° bis 8 °C. Den Quappen werden ausreichend Versteckmöglichkeiten in Form von Ton- und Kunststoffröhren am Grund der Becken angeboten, da fehlende Unterstände bei den Tieren



Abb. 42: Laichfischfang in einem Nebenarm der Lippe



Abb. 43: Adulte Lippe-Quappe



Abb. 44: Den Quappen werden Versteckmöglichkeiten angeboten.



Abb. 45: Beschattetes Rundbecken zur Haltung von Laichquappen

nachweislich Stress verursachen (HOFMANN & FISCHER 2001). Zudem sind die Becken gut beschattet, um dem Schutzbedürfnis der Fische nachzukommen. Bei der Laichfischhaltung werden die Tiere in zwei Größenklassen getrennt voneinander gehalten, um Verluste durch Kannibalismus zu vermeiden.

Die Fütterung der Wildfische erfolgte anfangs mit lebenden, kleinen Weißfischen und Regenbogenforellen (*Oncorhynchus mykiss*). Danach fand eine Umstellung auf Stücke von Rotaugen (*Rutilus rutilus*), Grundeln (*Proterorhinus semilunaris*, *Neogobius melanostomus*) und Maränen (*Coregonus spec.*) statt. Die Verfütterung von Fischstücken und kleinen, toten Fischen hat deutliche logistische Vorteile gegenüber lebenden Futterfischen, da entsprechende Vorräte angelegt und gefrostet werden können. Als nachtaktiver Fisch beginnt die Quappe mit der Abenddämmerung aktiv zu werden und Nahrung aufzunehmen. Dennoch kommt es, wenn auch weniger häufig vor, dass die Fische das dargebotene Futter auch am Tag fressen. Aus den bei der Haltung der Lippe-Quappen gewonnenen Erkenntnissen wird geschlossen, dass vor allem die optische Sinneswahrnehmung sowie der Geruchssinn für die Quappen wichtig für die Nahrungssuche und -aufnahme sind. Die Quappen werden

ganzjährig gefüttert, wobei es deutliche Unterschiede bei der Intensität der Nahrungsaufnahme und -mengen gibt. Die maximale Nahrungsaufnahme wurde bei Wassertemperaturen von 6° bis 12 °C, also primär in den Frühjahrs- und Herbstmonaten, festgestellt. Bei Wassertemperaturen > 18 °C stellen die Quappen die Nahrungsaufnahme ein. Diese Beobachtungen decken sich weitestgehend mit den Erkenntnissen von WOCHER (2010) und anderen Autoren, die in seinem Untersuchungsbericht zitiert werden.

Etwa vier Wochen vor Beginn der Laichzeit Mitte Januar wird die Fütterung eingestellt, damit die Fische ausnüchtern und die Zuchtbecken sowie der Quappen-Laich nicht durch Kot und Futterreste verschmutzt werden. In der Natur stellen die Tiere die Nahrungsaufnahme erst kurz vor dem Laichen ein. Nach der Laichzeit beginnen die Quappen sehr bald wieder damit, große Mengen Nahrung aufzunehmen.

Bisher ist die Geschlechtsbestimmung der Laich-Quappen anhand äußerer Merkmale nicht möglich, da sich die Geschlechter äußerlich nicht voneinander unterscheiden. Auch die Korpulenz der Fische gibt keinen eindeutigen Hinweis auf das Geschlecht. In einer Studie von COTT et al.

(2013) wurden adulte Quappen auf ihre Geschlechts-Unterschiede hin untersucht. Die Autoren kommen zu dem Ergebnis, dass Männchen und Weibchen sich bezüglich Körperlänge, Länge der Bauch- und Brustflossen sowie ihrem Gewicht nicht voneinander unterscheiden lassen. Allerdings wurden Unterschiede bezüglich des body condition factors, also des Korpulenzfaktors, festgestellt. Männchen besitzen über das Jahr gesehen einen größeren Wert als die Weibchen. Die Korpulenzfaktoren der Weibchen unterliegen saisonalen Schwankungen, wobei diese im Frühling am größten sind.

Bisher wird daher im Rahmen der Lippe-Quappenzucht nach dem Ausschlussverfahren gearbeitet, wobei die männlichen Tiere (Milchner) mit dem Eintreten der Laichzeit durch die Sperma-Abgabe zu erkennen sind, die durch leichten, seitlichen Druck auf den Bauchraum etwa auf Höhe des Afters hervorgerufen wird. Im Rahmen weiterführender Untersuchungen wird aktuell an einem Verfahren zur Geschlechtsbestimmung mittels Ultraschall gearbeitet (WESTHOFF & BAHR 2016).

Ebenso wie das Wachstumspotenzial der Quappen ist auch der Eintritt der Geschlechtsreife sehr heterogen und abhängig vom Verbreitungsgebiet (WOCHER 2010). HARTMANN (1977) stellte zum Beispiel bei weiblichen Quappen (Rogner) aus dem Bodensee die Geschlechtsreife bereits ab dem zweiten Lebensjahr fest. ARNDT & HUTCHINSON (2000) zitiert von WOCHER (2010) fanden im kanadischen Columbia Lake geschlechtsreife Rogner hingegen erst unter den vier- bis fünfjährigen Tieren. Aus eigener Erfahrung kann gesagt werden, dass die Milchner der Lippe-Population ab dem zweiten und die Rogner ab dem dritten Lebensjahr geschlechtsreif werden. Die Fische weisen in dem Alter Körperlängen von rd. 25 cm bzw. 35 cm und Gewichte zwischen rd. 120 g bzw. 350 g auf.

Für die Reproduktion der Lippe-Quappen werden ausschließlich Wildfische verwendet. Hierbei handelt es sich entweder um Tiere aus der Lippe (Parentalgeneration) oder um ihre unmittelbaren Nachkommen (F1 oder Filialgeneration) aus dem Möhnesee. Genetische Veränderungen bei den gezüchteten Besatzfischen können daher ausgeschlossen werden.

6.2 Eigewinnung und Erbrütung

In dem Projekt wurden zwei Methoden der Laichgewinnung getestet. Zum einen war es das Abstreifen der mit Nelkenöl narkotisierten Laichfische. Als zweite Methode kam das natürliche Laichen unter kontrollierten Bedingungen zum Einsatz.

In der Laichzeit, die sich bei uns von Mitte Januar bis Mitte Februar erstreckt und bei Wassertemperaturen $< 4\text{ }^{\circ}\text{C}$ stattfindet, wurden die Quappen in der Regel einmal wöchentlich narkotisiert und die laichreifen Tiere abgestreift. Dabei war es nicht nötig, durch Hypophysierung (hormonelle Behandlung) die Laichreife zu erzeugen.

Die Quappe besitzt eine hohe Fertilität. Die von verschiedenen Autoren ermittelten und von HOLZER (2011) zitierten Eizahlen je kg Körpergewicht der Rogner schwanken zwischen 622.000 und 812.000 Stück. Nach eigenen Untersuchungen beträgt die Eizahl bei den Lippe-Quappen rd. 655.000 Stück je Kilogramm Körpergewicht.

Das natürliche Abläichen unter kontrollierten Bedingungen erfolgt, indem Gruppen von rd. 40 Laichtieren mit einem angestrebten Geschlechterverhältnis von 1:1 in Rundbecken mit 2 m Durch-



Abb. 46: Abstreifen eines Quappen-Rogners



Abb. 47: Abstreifen eines Quappen-Milchners

messer eingesetzt werden. Sie weisen bei einer Wassertiefe von rd. 0,60 m durch permanente Frischwasserzufuhr eine Kreisströmung auf. In diesen Becken werden den Fischen ebenfalls Kunststoffrohre als Tagesunterstände angeboten, die am Grund möglichst nahe an der Beckenwandung fixiert sind. Im Zentrum der Becken befindet sich jeweils ein Bodenablauf, der durch ein Lochblech abgedeckt ist. Die Becken werden komplett beschattet. Ab Anfang Januar, wenn mit der ersten Eiabgabe zu rechnen ist, werden die Becken täglich auf in der Nacht abgegebenen Laich untersucht. Die Eier besitzen zwar einen Öltropfen, sie schweben aber dennoch nicht frei im Wasser, sondern sinken zu Boden und werden leicht verdriftet. Durch gut dosierte Kreisströmung in den Becken werden die 1,0 mm großen Quappen-Eier zur Beckenmitte in die Kotgrube des Zuchtbeckens und damit in den Sifon der Ablaufleitung gespült. Sie werden dann durch Schwenken des Überlaufrohres mit einem Gazekescher aufgefangen, mehrfach vorsichtig mit Frischwasser gespült und von Verschmutzungen gereinigt. Die Quappen-Eier haben nur eine geringe Klebrigkeit, die kurz nach der Eiabgabe verschwindet. Wiederholte Zähl- und Messuntersuchungen ergaben, dass 1 Liter Quappen-Laich aus knapp 0,8 Millionen Eiern besteht.

Die Methode des kontrollierten, natürlichen Ablachens zeigt deutliche Vorteile gegenüber der Eigewinnung durch Abstreifen und hat sich in der Praxis bewährt. Zum einen reduziert sich der Arbeitsaufwand zur Laichgewinnung deutlich, zum anderen bleibt den stressempfindlichen Quappen das Handling und die Narkose erspart. Zudem sind die Befruchtungsraten mit rd. 90 % und die Qualität der natürlich abgegebenen Eier geringfügig besser als die des abgestreiften Laichs. Die Haupt-Laichzeit der Lippe-Quappen findet jedes Jahr zum Monatswechsel Januar/Februar bei Wassertemperaturen um die 2 °C statt. Erst ein einziges Mal seit Projektbeginn kam es bei einer

Wassertemperatur von 5 °C zum nächtlichen Laichakt.

Die Erbrütung der Quappen-Eier erfolgt bei Wassertemperaturen von 4 – 5 °C in handelsüblichen Zugergläsern mit je 7 Liter Volumen. Dabei werden die Eier vor direkter Sonneneinstrahlung geschützt. Je nach Bedarf wird ein Teil des Laichs in einen Kühlkreislauf überführt und dort bei 2 °C langsamer erbrütet. Durch leichtes Erwärmen des Erbrütungswassers bis auf maximal 7 °C werden die Eientwicklung und der Larvenschlupf beschleunigt. Abgestorbene und verpilzte Eier sammeln sich in den Zugergläsern am oberen Rand der Eischicht und können ein- bis zweimal täglich leicht abgesaugt werden. Der Schlupf erfolgt nach 120 bis 140 Tagesgraden. Insgesamt werden bei dieser umsichtigen Erbrütungsmethode Schlupfraten von rund 70 % erzielt.

Kurz vor dem errechneten Schlupfzeitpunkt werden die Eier in Zugergläser mit nur 1 Liter Volumen umgesetzt. Bei einem sehr gering dosierten Zufluss schlüpfen die Larven dann sehr bald. Der Schlupf findet allerdings primär bei Dunkelheit statt, so dass zum kontrollierten Ausschlüpfen der Fische der Tag-/Nachtrhythmus in der Zuchtanlage umgestellt werden muss. Die geschlüpften Quappen-Larven werden durch die axiale Strömung in den Zugergläsern aus diesen ausgespült und in einem weiteren Becken aufgefangen. Durch die geringe Höhe der speziellen Schlupf-Gläser werden die Larven schnell und ohne großen Energieverlust in einen Gazekecher gespült.

Nach dem groben Entfernen der Eischalen werden die frisch geschlüpften und knapp 3 mm langen Larven in kleine Gehege aus GazeNetz umgesetzt, die wiederum in Langstrombecken eingehängt werden. Bei einer permanenten, aber geringen Frischwasserzufuhr verbringen die Larven nun etwa zwei Wochen seitlich liegend auf dem Boden der Zuchtbecken. Mit Hilfe des Öltröpfchens im Dottersack, der ihnen etwas Auftrieb verleiht, schwimmen



Abb. 48: Quappen-Eier im Augenpunktstadium werden im Zugerglas ausgebrütet.



Abb. 49: Nach dem Schlupf werden die Quappen-Larven in einem Gaze-Netz aufgefangen.

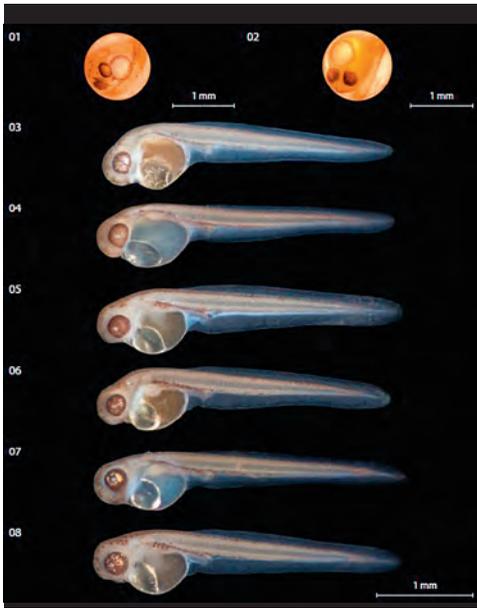


Abb. 50: Larvenentwicklung: Letzter Tag im Ei bis Tag 6 nach dem Schlupf



Abb. 51: Larvenentwicklung: Tag 7 bis Tag 13 nach dem Schlupf



Abb. 52: Larvenentwicklung: Tag 14 bis Tag 20 nach dem Schlupf



Abb. 53: Larvenentwicklung: Tag 21 bis Tag 27 nach dem Schlupf

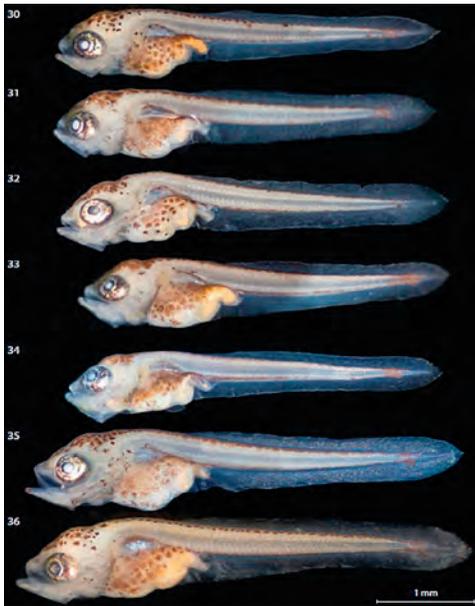


Abb. 54: Larvenentwicklung: Tag 28 bis Tag 34 nach dem Schlupf

die Fische danach zur Wasseroberfläche und füllen ihre Schwimmblase mit Luft. Hierbei ist es wichtig, dass die schwimmschwachen Tiere nur eine geringe Höhendistanz bis zur Wasseroberfläche von maximal 40 cm überwinden können, um schnell und erfolgreich ihre Schwimmblase zu füllen.

In den darauf folgenden Tagen entwickeln sich die Quappen rasch weiter. Bis zum Ende der zweiten Lebenswoche entwickeln sich die Augen vollständig, wobei zeitgleich der Dottersack aufgebraucht wird. Zudem entwickelt sich das Verdauungssystem der Fische und etwa ab dem 15. Lebenstag nach dem Schlupf ist das Maul der Larve vollständig geöffnet, so dass exogene Nahrung aufgenommen werden kann (STÜEKEN 2012).

Die lichtmikroskopischen Untersuchungen von STÜEKEN (2012) zur Larvenentwicklung der Quappe bis zum 34. Lebenstag nach dem Schlupf werden in den Bildtafeln der Abbildungen 50 bis 54 dargestellt.

Bei den Aufnahmen 2 bis 17 ist deutlich die Ölkugel im Dottersack der Larve zu erkennen. Die ungeschlüpften Larven im Ei sind entlang des

Rückens bereits leicht pigmentiert (Aufnahmen 1 und 2). Am 15. Tag nach dem Schlupf (Aufnahme 17) schimmert nun auch die gefüllte Schwimmblase im obersten Bereich des Dottersacks kurz unter der Wirbelsäule durch. Weiter lässt sich anhand der Bildreihe die Entwicklung der Augen dokumentieren. Erst ab dem 11. Tag nach dem Schlupf (Aufnahmen 13 - 15) sind keine weiteren Veränderungen des Auges mehr festzustellen. Im Verlauf der Larvenentwicklung ist zudem erkennbar, dass sich der Bereich vom After bis zur Schwanzspitze so gut wie nicht verändert. Die stärksten Entwicklungen finden in diesem Lebensabschnitt im Kopf- und Bauchbereich statt. Der Dottersack ist bis zum 15. Tag nach dem Schlupf vollständig aufgebraucht. Bis dahin ist auch die Maulspaltenentwicklung der Larve, die etwa ab dem 8. Tag (Aufnahme 10) nach dem Schlupf beginnt, vollständig abgeschlossen und das Tier kann externe Nahrung aufnehmen. Im weiteren Verlauf bilden sich die Kiefer zu gewaltigen Werkzeugen aus. Ab Aufnahme 18 (16. Tag nach dem Schlupf) ist erkennbar, dass die Fische bereits Nahrung aufgenommen haben. Bei den in den ersten Lebenswochen nur schwach pigmentierten Quappen-Larven sind Nahrungsreste im Magen-Darmtrakt gut sichtbar.

Die schwimmfähigen Quappen eignen sich nun schon als Besatzfische für naturnahe, strömungsarme Gewässer wie Flachwasserzonen in Flussauen. Für erfolgreiche Besatzmaßnahmen direkt in Fließgewässer und naturferne Lebensräume sollten die Jungfische vorgestreckt und auf Setzlingsgröße herangezogen werden.

6.3 Anfütterung und Aufzucht der Jungfische



Abb. 55: Aufzucht-Zylinder zur Anfütterung der Quappen



Abb. 56: Automaten zur Verfütterung lebender Futterorganismen über den Aufzucht-Zylindern

Wenn die Quappen ihren Dottersack fast aufgebraucht haben und in der Lage sind, externe Nahrung aufzunehmen, werden sie aus den Netzgehegen in Anfütterungszylinder umgesetzt, die eigens für die Quappen-Aufzucht konzipiert wurden. Diese Zylinder unterliegen einem patentrechtlichen Schutz.

Die Anfütterung der fressfähigen und gut 4 mm langen Quappen-Larven erfolgt bei Wassertemperaturen von 8 bis 10 °C über 24 Stunden und bei Dauerbeleuchtung. Die Futterorganismen werden dazu über spezielle Futterautomaten in bedarfsorientierten Intervallen in die Aufzucht-Zylinder gegeben. In der ersten Anfütterungswoche erhalten die pelagisch schwimmenden Fische eine Suspension aus Cyanobakterien und Rotatorien *ad libitum*. Danach erfolgt die Fütterung lebender *Artemia*-Nauplien, die je nach Art und Herkunft Größen von 430 bis 480 µm aufweisen. Zur besseren Nährstoffversorgung der Quappen werden die *Artemia*-Nauplien nach dem Schlupf noch zusätzlich mit ungesättigten Fettsäuren und weiteren Nährstoffen angereichert.

Die Fütterungsphase der Quappenlarven in den Anfütterungszylindern wird mindestens vier Wochen lang durchgeführt. Die Fische

erreichen bis dahin Körperlängen von rund 10 mm. In dieser Zeit sind Verlustraten von bis zu 40 % als normal zu betrachten. Bei der Fütterung der Quappen sowie der Reinigung und Abfischung der Aufzucht-Zylinder wird das positiv phototaktische Verhalten der Quappenbrut ausgenutzt. Durch gezielten Einsatz von Licht und Schatten lassen sich die Fische in den Becken lenken. Sobald die Quappen die Metamorphose von der pelagisch schwimmenden Larve zum bodenorientierten Jungfisch durchlaufen haben, reagieren sie negativ phototaktisch.

Ab einer Körperlänge von etwa 10 mm werden die Quappen in teilweise beschattete Rundstrom-Becken umgesetzt. Hier werden sie weiterhin mit lebenden *Artemia*-Nauplien sowie Zooplankton aus dem Mönnesee gefüttert. Das Zooplankton wird je nach Größe der Quappenlarven durch Siebung in die benötigten Größenfraktionen getrennt. Zur Nacht werden die Becken mit LED-Lampen beleuchtet, um eine 24-stündige Fütterung zu ermöglichen. Ab einer Körperlänge von etwa 15 bis 20 mm kann mit der Umstellung auf handelsübliches Forellen-Brutfutter begonnen werden. Hierbei sei angemerkt, dass ein nicht unerheblicher Teil der Brütlinge das Futter zwar

inhalieren, es dann aber auf Grund mangelnder Akzeptanz wieder ausspuckt. Die vollständige Umstellung der Quappenbrutlinge auf Trockenfutter verursacht nochmals Verlustquoten von bis zu 90 %. WOCHER (2010) erzielte als bestes Ergebnis seiner mehrjährigen Fütterungsversuche eine Überlebensrate von 31 %. Die einmal erfolgreich an Trockenfutter adaptierten Quappen können dann aber recht unproblematisch weiter aufgezogen werden, wobei ihr Wachstum und ihre Gewichtszunahme recht unterschiedlich sind.

Bei den juvenilen Quappen ist der Kannibalismus bereits sehr früh, ab etwa 15 mm Körperlänge, ausgeprägt. Die dadurch verursachten Bissverletzungen können zu Infektionen auf der Haut der Fische führen. Daher sind neben der guten Fütterung, einem hohen allgemeinen Hygienestandard und der täglichen Becken-Reinigung ggf. auch das Sortieren der Jungfische in zwei Größenklassen und ihre getrennte Aufzucht erforderlich. Neben optimalen Haltungs- und Aufzuchtbedingungen können bakterielle Infektionen und Mykosen erfolgreich durch desinfizierende Bäder verhindert und therapiert werden.

Ab einer Körperlänge von rd. 25 mm sind die juvenilen Quappen voll pigmentiert und ähneln nun im Habitus bereits sehr ihren adulten Artgenossen. Nun wechseln die Tiere von einer tagaktiven, pelagischen (im Freiwasser) zu einer nachtaktiven, benthischen (am Bodengrund) Lebensweise.

Die 20 bis 30 mm großen Quappen eignen sich nun schon sehr gut als Besatzfische für Fließgewässer und Seen.

Neben der recht aufwändigen Aufzucht der Quappen in der intensiven Aquakultur besteht auch die Möglichkeit, die Quappen extensiv in Teichen aufzuziehen, ähnlich der Aufzucht von Karpfen. Dieses Verfahren eignet sich gerade für die Zucht von hochwertigen Besatzfischen sehr gut und wird daher parallel zur intensiven Aufzucht durchgeführt. Für eine Quappen-Produktion unter fischwirtschaftlichen Gesichtspunkten ist diese Form der Quappenaufzucht allerdings kaum lohnend.

Bei der extensiven Aufzucht werden die flachen Brutteiche etwa drei bis vier Wochen vor dem Einsetzen der schwimmfähigen Quappenlarven mit Pferdemist gedüngt und langsam bespannt. Mit Blick auf ein optimales Abwachs- und Abfischergebnis wurde hierbei im Laufe der bisherigen Erkenntnisse eine Besatzdichte von rund 250.000 schwimm- und fressfähigen Quappen je Hektar Teichfläche ermittelt. Der Besatz erfolgt dann idealerweise bei steigenden Wassertemperaturen möglichst spät, etwa Ende März bis Anfang April. Der Teich erhält in der Aufzuchtphase nur eine

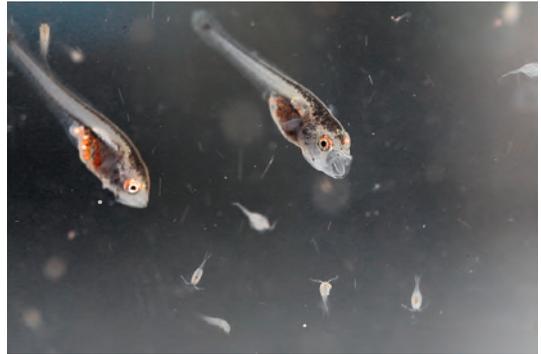


Abb. 57: Junge Quappen, ca. 10 mm



Abb. 58: Ausgeprägter Kannibalismus bei jungen Quappen ab ca. 1,5 cm



Abb. 59: Einsömmerige Quappen nach der Teichabfischung

geringe Frischwasserzufuhr. Da das Wachstum der Quappen in der extensiven Aufzucht stark vom Nahrungsangebot und den Wassertemperaturen abhängt und daher sehr unterschiedlich ist, sollte dieses ab Mitte Juni regelmäßig kontrolliert werden. Ggf. sind im Sommer eine Nachdüngung des Teiches und/oder das Ausdünnen des Quappenbestandes sinnvoll. Die Abfischung der einsömmerigen Quappen erfolgt dann im Oktober, wobei dieser Vorgang bei Dunkelheit stattfinden sollte, damit möglichst viele der nachtaktiven Fische in die Abfischgrube schwimmen und nicht auf der trockenfallenden Teichfläche verbleiben. Ein gründliches Absuchen des Teichbodens nach dem Ablassen des Teiches ist auf jeden Fall empfehlenswert, um Verluste an den Besatzfischen zu vermeiden. Je nach Ernährungssituation und Witterungsverlauf im Jahresgang kann so mit einer Abfischquote von 10 bis 15 % gerechnet werden. Die Jungfische weisen im Oktober dann Längen von 5 bis 14 cm und Gewichte von 1,0 bis 14 g auf, wobei das Gros der Tiere 8 bis 10 cm misst.

7 Hilfsmaßnahmen

In der Lippe flussaufwärts Lippetal-Lippborg hat ein natürlich reproduzierender, wenn auch nicht allzu großer Bestand der Quappe den Niedergang der Art in Nordrhein-Westfalen überlebt. Aus fast allen anderen Gewässern ist sie verschwunden (s. MÖHLENKAMP 2016, Kap. 2). Hilfsmaßnahmen für die Quappe müssen bei der Verbesserung und Wiederherstellung der Lebensräume ansetzen. Die Wiederansiedlung durch Besatz ist dort sinnvoll, wo die Quappe allein eine Wiederbesiedlung nicht oder nur in sehr langen Zeiträumen schaffen würde, etwa jenseits von Querbauwerken oder in von der Lippe entfernten Einzugsgebieten.

7.1 Revitalisierung von Lebensräumen (MARGRET BUNZEL-DRÜKE, MATTHIAS SCHARF & OLAF ZIMBALL)

Die Revitalisierung oder Renaturierung von Gewässern ist in Nordrhein-Westfalen die wichtigste Hilfsmaßnahme für die Quappe – aber was genau ist zu tun?

7.1.1 Verbesserung der Wasserqualität

Die saprobielle Wasserqualität genügt in vielen Gewässern des Landes wieder den Ansprüchen der Quappe, während die Abwärmelast oft noch ein Problem darstellt. In (potenziellen) Quappengewässern darf die mittlere Tagestemperatur wahrscheinlich nur maximal einen Monat lang 18 °C überschreiten.

7.1.2 Wiederherstellung der longitudinalen Durchgängigkeit

Querbauwerke können die Laichwanderungen von Quappen ebenso behindern wie die Ausbreitung der Jungfische. Eine Wiederbesiedlung von Gewässern, in denen die Art verschwunden ist, setzt die Längsdurchgängigkeit der Bäche und Flüsse voraus.

Querbauwerke sollten mit Fischaufstiegs- und -abstiegsanlagen versehen oder besser rückgebaut werden. Die Bedeutung der longitudinalen Durchgängigkeit von Flüssen und Bächen ist in der Wasserwirtschaft erkannt; Handbücher zur Bewertung und Umsetzung liegen vor (DUMONT et al. 2005, SCHWEVERS et al. 2005, DWA 2014), ebenso ist eine Kartierung von Querbauwerken unter www.elwasweb.nrw.de (Karte, Oberflächengewässer, OW Anlagen) im Internet abrufbar.

7.1.3 Auenrenaturierung und Wiederherstellung der lateralen Durchgängigkeit

Gewässerrenaturierungen, wie sie derzeit zur Erfüllung der Vorgaben der Wasserrahmenrichtlinie vermehrt durchgeführt werden, umfassen oft eine Entfesselung, also die Entnahme von Uferbefestigungen, außerdem Laufverlängerungen, Anpflanzungen und das Einbringen von Totholz oder Störsteinen. Obwohl diese Maßnahmen den allgemeinen Gewässerzustand verbessern können und positive Wirkungen für viele Fischarten haben, sind für die Quappe zusätzliche Maßnahmen erforderlich, nämlich die Wiederherstellung der Verzahnung von Fluss und Aue, also der lateralen Durchgängigkeit.

Dabei kann man die Aue – das Überschwemmungsgebiet – aus Sicht der Fische als das „Winterbett“ des Flusses betrachten. Im Tiefland Nordrhein-Westfalens würden die Auen von Rhein,



Abb. 60: Beginn einer Flutrinne an der mittleren Elbe: Im Sommer sind die Rinnen nicht durchflossen, halten aber in tieferen Kolken das Wasser.



Abb. 61: Ein wiederhergestelltes Flutrinnensystem im Naturschutzgebiet „Disselmersch“ im Kreis Soest verbindet Fluss und Aue: Oben im Bild zweigt eine Rinne von der Lippe ab, nimmt einen kleinen, auf dem Foto von rechts kommenden Bach auf und füllt eine flache Senke an der Brücke. Von hier setzt sich die Flutrinne nach vorn in Bildmitte fort.

Lippe, Ems und vielen kleineren Flüssen unter natürlichen Bedingungen im Winterhalbjahr lange unter Wasser stehen. Das bedeutet nicht das Auftreten von „Dauerhochwassern“, sondern eine Füllung von tiefliegenden Auenräumen durch den höheren Abfluss des Flusses und durch kleinere Zuflüsse. Bei höheren Wasserständen springen Flutrinnensysteme an, das sind parallel zum Fluss die Aue durchziehende Seitenarme. Sie fallen im Sommer bis auf tiefe Kolke trocken, können aber im Winter lange Zeit fließen.

Die meisten Flüsse, Bäche und ihre Auen in Nordrhein-Westfalen befinden sich nicht mehr im naturnahen Zustand. Viele Flüsse sind tief in die Aue eingeschnitten, eine Folge der Laufverkürzung und Festlegung der Ufer. Wenn Mäander abgeschnitten werden, erhöht sich das Gefälle und damit die Fließgeschwindigkeit. Der Fluss gräbt sich in den Untergrund ein – ein Effekt, den der Ingenieur JOHANN GOTTFRIED TULLA beim Ausbau des Oberrheins bereits Anfang des 19. Jahrhunderts zu seinem Vorteil nutzte. Eine seitliche Einengung des Wasserkörpers und die Befestigung der Ufer z. B. durch Steinschüttungen beschleunigt die Eintiefung; da eine seitliche Erosion und Laufverlagerung nicht mehr möglich ist, das Gewässer aber durch das stärkere Gefälle viel Energie hat, arbeitet es an der Sohle. Die Folgen für die Aue sind dramatisch: Mit der sinkenden Flusssohle sinkt auch der Grundwasserstand. Teiche und Altwasser trocknen im Sommer

häufiger aus. Hochwasser, die die Aue überschwemmen, werden immer seltener, weil das tief liegende Flussbett mehr Wasser abführen kann als der ursprüngliche Fluss mit seinem breiten, aber flachen, nur wenig in die Landschaft eingeschnittenen Profil.

Zusätzliche Ausbaumaßnahmen verbesserten die Nutzbarkeit der Auen, fügten aber der Natur weiteren Schaden zu. So entstanden an vielen Flüssen Verwallungen oder sogar Deiche entlang der Ufer, um eine Überflutung der Auen möglichst zu verhindern. In den Fluss einmündende kleine Bäche erhielten vielfach „Rückstauklappen“. Diese Klappen drückt der Fluss zu, wenn er viel Wasser führt, so dass die Auen nicht vom Fluss überflutet werden. Ein System aus Drainagen und Abflussgräben in den ehemaligen Überschwemmungsgebieten sorgt heute dafür, dass alles Wasser schnell abläuft. Flutrinnen gibt es nicht mehr. Statt viele Wochen oder sogar Monate im Jahr

stehen die Auen jetzt nur noch wenige Tage oder gar nicht mehr unter Wasser. Für die Flusspopulationen der Quappe bedeuten diese Veränderungen, dass die Laichplätze in kleinen Zuflüssen oder in Flutrinnensystemen verschwanden bzw. dass die Wege dorthin abgeschnitten wurden. Noch schwerer wiegt der Verlust der im Frühjahr überschwemmten Auen, der Lebensräume der Quappenlarven. Erwachsene Quappen können zwar in einem ausgebauten Fluss überleben, aber die Fortpflanzung findet nicht mehr statt.

Die beste Hilfe für Quappen ist es, Fluss und Aue wieder zusammenzuführen. Dazu gibt es zwei Möglichkeiten: die Aue „tiefer legen“ oder den Fluss wieder „höher legen“.

Bei der Tieferlegung der Aue bleibt die Flusssohle auf ihrem durch menschliche Eingriffe entstandenen tiefen Niveau; passend dazu schaffen Abgrabungen eine tiefer liegende „Ersatzaue“. Diese ist meist allein schon aus Kostengründen viel schmaler als die natürliche Aue. Noch vorhandene Auengewässer müssen ebenfalls „tiefergelegt“, also ausgebaggert werden, oder sie bleiben weiterhin vom Fluss „abgehängt“. In vielen Fällen dürften solche Ersatzauen zu klein sein, um die für Quappen erforderlichen Fortpflanzungsmöglichkeiten zu schaffen.

Damit bleibt als bessere Möglichkeit die Wiederanhebung der Flusssohle (Abb. 62). Durch diese Maßnahme steigt der Grundwasserstand, Auengewässer fallen nicht mehr trocken und ein naturnahes Hochwasserregime kann sich wieder einstellen. Allerdings ist eine Sohlanhebung oft nicht umsetzbar, weil sie weitreichende Auswirkungen haben kann, z. B. auf Drainagen und andere Einleitungen sowie auf den Hochwasserkomfort der Oberlieger. Die betroffenen Flächen müssen daher meistens im Besitz der öffentlichen Hand sein.

Die Planung von Auen-Renaturierungen muss sehr sorgfältig erfolgen. Wie hoch darf man die Flusssohle anheben? Wie soll man ein Flutrinnensystem anlegen? Ist die Sohle der Rinnen zu hoch, werden sie nur selten durchflossen; ist sie zu tief, kann die Aue entwässert werden.

In Auentiefpunkten sollten flache, im Frühjahr lange bespannte Gewässer entstehen; für ihre Füllung lassen sich auch kleinste der Aue zufließende Bäche und Gräben nutzen. In den Fluss einmündende Bäche und Gräben müssen stets mitbetrachtet und ebenfalls renaturiert werden. Dazu gehört die Beseitigung von allen Hindernissen, die die Verbindung zum Fluss stören, z. B. Rückstauklappen oder Sohlabstürze. Außerdem ist wichtig, dass kleine Fließgewässer nicht auf möglichst kurzem Weg in den Fluss münden, sondern



Abb. 62: Zur Anhebung der Sohle füllt der Bagger in der Hellinghauser Mersch bei Lippstadt Sand in die Lippe; nach links wird der Fluss verbreitert.

einen längeren Weg durch die Aue nehmen, also etwa durch ein Flutrinnensystem fließen. Natürlicherweise entsteht eine solche „Mündungverschleppung“ dadurch, dass Flüsse bei Hochwasser auf ihren Uferkronen Sand und andere Feststoffe ablagern. Die entstehenden „Uferrehnen“ sind etwas höher als die angrenzende Aue. Ein Bach kann daher nicht überall in den Fluss gelangen, sondern

nur dort, wo eine Unterbrechung in den Rehen es erlaubt. Die Folge ist mehr Wasser in der Aue – sehr gut für junge Quappen. Wo das Seitengewässer schließlich seinen Weg zum Fluss findet, ist der Einstieg der erwachsenen Quappen in die Aue.

7.1.4 Reaktion der Quappen auf die Renaturierung von Auenabschnitten der Lippe zwischen Lippstadt und Hangfort

Am Beispiel der mittleren Lippe werden nachfolgend Auenrenaturierungen geschildert, die den Bestand der Quappe und der meisten anderen Fischarten des Gebietes förderten (z. B. BUNZEL-DRÜKE et al. 2008, 2012, Bezirksregierung Arnsberg 2010).

Die mittlere Lippe zwischen Lippstadt und Hangfort bei Lippetal-Lippborg (Kreis Soest) war bis 1996 nahezu komplett ausgebaut, 1 bis 4 m tief und vom Böschungsfuß bis zur Mittelwasserlinie mit Schüttsteinen befestigt; durch Sohlerosion hatte sie sich bis zu 3 m eingetieft. Die Sohle bestand überall aus Mergelgestein, z. T. von Sand oder Mergelkies überlagert. Flachwasserbereiche fehlten weitgehend, Fischunterstände waren selten. Wasserpflanzen siedelten fast nur als Saum entlang der Ufer. Die letzten naturnahen Abschnitte im Gebiet wurden 1977 befestigt.

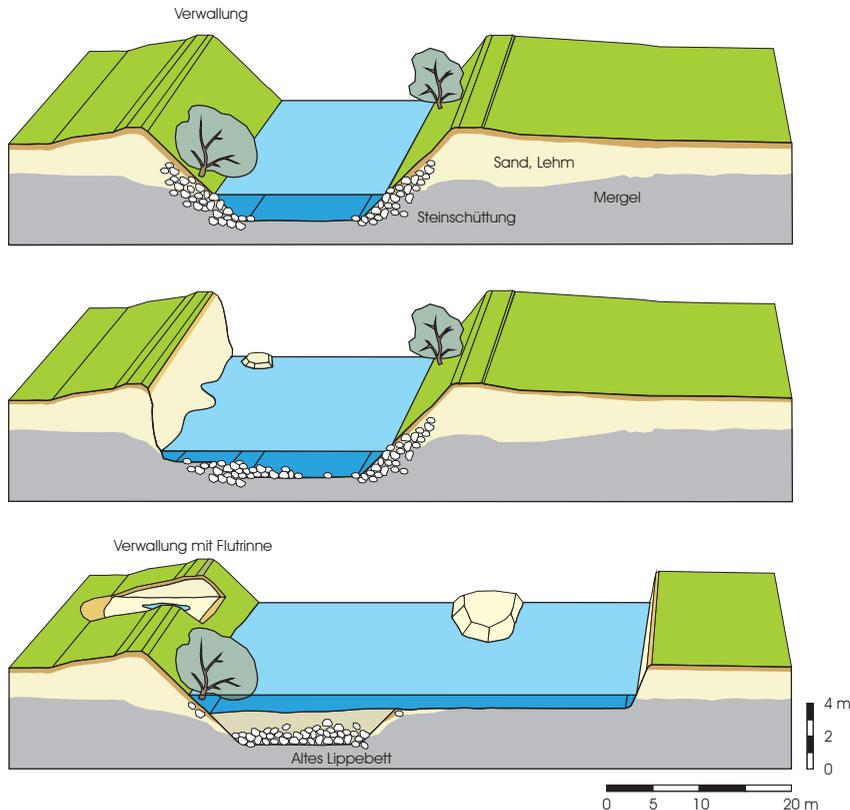


Abb. 63: Verschiedene Zustände der Lippe: ausgebauter Fluss (oben), einseitige Entfesselung (Mitte) und Renaturierung mit Verbreiterung des Flussbettes, Sohlhebung und Beseitigung der Verwallung (unten)

Bei Eickelborn, im Bereich der renaturierten „Klostermersch“ (s. u.), hat der Fluss nach 60 km Lauflänge ein Einzugsgebiet von ca. 1900 km² und ein Gefälle von 0,32 – 0,57 ‰. Der Mittelwasserabfluss beträgt 24,3 m³/s, der mittlere Niedrigwasserabfluss 5,4 m³/s (StUA Lippstadt 2002). Die Lippe selbst und die meisten ihrer südlichen Zuflüsse entspringen aus Karstquellen. Folge davon sind zum einen eine relativ gleichmäßige Wasserführung im Jahreslauf, zum anderen eine recht geringe saisonale Schwankung der Wassertemperatur. Dadurch ist die Lippe im Sommer kälter, im Winter aber wärmer als die meisten anderen Flüsse (z. B. BODE 1954). Die Lippe hat im Untersuchungsabschnitt die Wassergüteklasse II und war auch in der Vergangenheit nie stark verschmutzt (BUIBKAMP 2000).

Der Flussabschnitt zwischen Lippstadt und Lippborg war Lebensraum des wahrscheinlich letzten autochthonen, sich selbst fortpflanzenden Quappenbestands in Nordrhein-Westfalen, der jedoch von den 1960er Jahren bis etwa zur Jahrtausendwende klein und stark gefährdet war (BUNZEL-DRÜKE et al. 2004a). Oberhalb von Lippstadt kamen bis etwa Garfeln noch einzelne Quappen vor, die sich aber – wenn überhaupt – nur selten reproduzierten (BUNZEL-DRÜKE et al. 2004b). Das Verbreitungsgebiet flussabwärts von Lippborg endete an der Warmwassereinleitung des Kraftwerks Westfalen in Hamm-Schmehausen, das die Lippe für Quappen zu stark erwärmte (BUNZEL-DRÜKE & SCHARF 2004).

Mit dem vom Land Nordrhein-Westfalen 1990 ins Leben gerufenen Auenprogramm begannen auch im Untersuchungsgebiet Maßnahmen zur naturnahen Entwicklung. Dabei lassen sich an der Lippe zwei Typen unterscheiden (Abb. 63). Im Rahmen der Unterhaltung gibt es so genannte „Entfesselungen“, bei denen die Steinschüttungen am Ufer aufgenommen und auf die Sohle gegeben werden. Die Ufer werden mit Flachwasserzonen, Inseln und Steilwänden versehen. „Renaturierungen“ von Fluss und Aue umfassen zusätzlich eine Verbreiterung der Lippe, eine Anhebung ihrer Sohle sowie die Wiederherstellung der Verbindung zwischen Fluss und Aue, so dass ein Teil des Abflusses schon bei kleineren Hochwassern wieder durch die Aue strömt.

Die Maßnahmen fanden in der Trägerschaft der Bezirksregierung Arnsberg (ehemals Staatliches Umweltamt Lippstadt), des Lippeverbands und der Nordrhein-Westfalen-Stiftung Naturschutz, Heimat- und Kulturpflege statt (s. u. a. DETERING et al. 1999, DETERING 2000, 2003, 2008, 2012, 2016, s. Kap. 5.2, StUA Lippstadt 2002, JUNGHARDT 2003, JUNGHARDT et al. 2009, Bezirksregierung Arnsberg 2010).

Als erste umfassende Renaturierung gestaltete die Bezirksregierung Arnsberg im Sommer 1997 in der „Klostermersch“ bei Lippstadt-Benninghausen einen rund 2 km langen Abschnitt von Fluss und Aue um. Die Lippe wurde von 18 auf 45 m verbreitert und ihre Sohle um 2 m angehoben (Abb. 64 u. 65). Die deichartigen Verwallungen auf den Böschungskronen wurden abgetragen oder durchbrochen, in der Aue Flutrinnen und Stillgewässer angelegt. 2001 bis 2003 folgte eine 2 km lange Strecke bei Lippetal-Lippborg, 2005 bis 2010 der 8 km lange Abschnitt zwischen Benninghausen und Lippstadt und 2013/14 eine Strecke bei Lippstadt-Eickelborn. Die letzten Renaturierungen erhielten umfangreiche Laufverlängerungen und Flutrinnensysteme. 2016 sind damit auf der zuvor 33,1 und heute wieder 34,3 km langen Strecke zwischen Lippstadt und Hamm-Schmehausen mehr als 16 km Fluss und Aue renaturiert und zusätzlich 5,5 km Flussufer entfesselt (Abb. 66). In der Disselmersch westlich von Lippborg plante und baute die Arbeitsgemeinschaft Biologischer Umweltschutz im Kreis Soest e. V. (ABU) auf Flächen der Nordrhein-Westfalen-Stiftung Flutrinnen, die die Lippe mit tiefliegenden Auenräumen verbinden (s. Abb. 61). Die Rinnen werden etwa



Abb. 64 und 65: Die ausgebaute Lippe in der Klostermersch bei Lippstadt-Benninghausen 1994 (oben) und die renaturierte Lippe mit höherer Sohle und breiterem Bett an derselben Stelle im Mai 2002

40 Tage pro Jahr durchflossen. Den Fluss hat hier der Lippeverband mittlerweile überwiegend entfesselt, und eine umfassende Renaturierung mit Sohlhebung ist geplant.

Nach Westen zwischen Hangfort und Hamm liegen die Flächen von zwei EU-kofinanzierten LIFE-Projekten zur Revitalisierung der Lippeaue, die unter Federführung der Stadt Hamm zahlreiche Flussentfesselungen und Anlagen von Auengewässern umsetzen (Stadt Hamm 2008, 2010).

In dem Talabschnitt zwischen Lippstadt und Lippborg führt die ABU im Auftrag der Bezirksregierung Arnsberg und des Kreises Soest seit 1993 jährlich standardisierte Elektrofischfischungen von bis zu 20 Lippe-Probestrecken als Erfolgskontrolle für die Umgestaltung durch, außerdem werden Tümpel, Altwasser und Flutrinnen befischt (z. B. ABU 2013, 2015). Die nachfolgend dargestellten Quappendaten, deren Verwendung die Auftraggeber freundlicherweise gestatteten, stammen aus diesen Untersuchungen.

In Abbildung 67 ist die Abundanz (Dichte) diesjähriger (0+) und älterer Quappen in der Lippe zwischen Lippstadt und Lippborg 1993 bis 2015 dargestellt, und zwar mit dem CPUE-Wert „Individuen pro 100 m Flussstrecke gefangen bei zwei Elektrofischereidurchgängen“. CPUE bedeutet „catch per unit (of) effort“, das ist die Fischmenge, die mit einer definierten Einheit von Befischungsaufwand gefangen wird (nach RICKER 1975, FAO 1998). Im Fall der Lippe kommt ein Gleichstrom-Elektrofischereigerät mit Anodenketcher vom Boot aus zum Einsatz. Beide Uferseiten und die Flussmitte werden

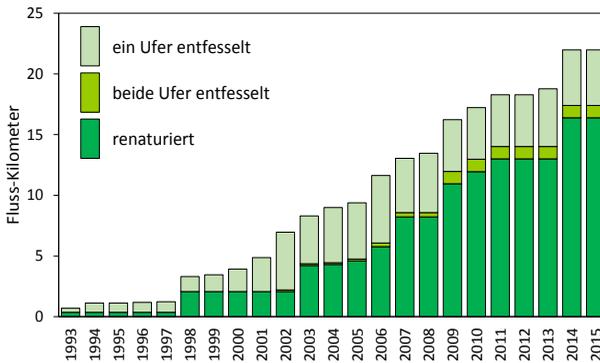


Abb. 66: Renaturierte und entfesselte Lippestrecken zwischen Lippstadt und Hamm-Schmehausen 1993 – 2015

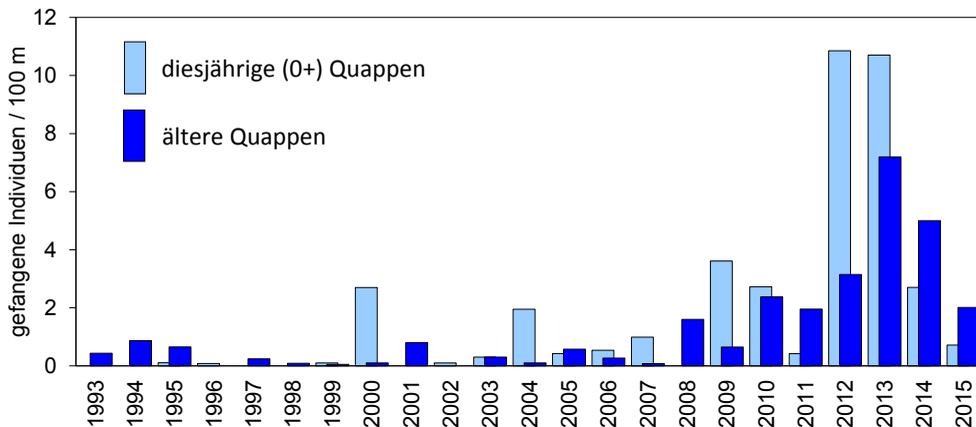


Abb. 67: Abundanz (gefangene Individuen pro 100 m Fluss in jeweils zwei Befischungsdurchgängen pro Probestrecke) diesjähriger und älterer Quappen in der Lippe zwischen Lippstadt und Lippetal-Lippborg 1993 – 2015 (keine Differenzierung nach ausgebauten und naturnahen Probestrecken; erste Fluss- und Auenrenaturierung in der Klostermersch 1997)

jeweils zunächst flussabwärts treibend ohne Motorkraft und danach aufwärts mit Außenborder durchfahren. In renaturierten Flussabschnitten erfolgen wegen der verbreiterten Wasserfläche jeweils zwei Befischungsspuren auf der Flussmitte.

Die Fangdaten sind durch Quappen-Besatzmaßnahmen allenfalls gering beeinflusst (nachfolgende Angaben nach BUNZEL-DRÜKE et al. 2004a, s. KUSS & MÖHLENKAMP 2016, Kap. 7.2):

- Nur in den Jahren 1997 und 2002 fand ein Besatz mit Jungfischen in Seitengewässern statt, die im Untersuchungsgebiet in die Lippe einmünden (1997: 3000 Ind., 2002: 7000 Ind.).
- Weitere Besatzmaßnahmen gab es in der Lippe oberhalb Lippstadt (1991: Larven in unbekannter Zahl, 2009: 40 Jungfische, 2010: 30.400 Jungfische); verschiedene Querbauwerke in Lippstadt machten es jedoch unwahrscheinlich, dass eine größere Zahl der Besatzfische in das Untersuchungsgebiet gelangte.
- Die umfangreichen Wiederansiedlungsmaßnahmen im Gebiet der Stadt Hamm in der Lippe, ihrer Aue und verschiedenen Zuflüssen (s. KUSS & MÖHLENKAMP 2016, Kap. 7.2) sind durch das Wehr bei Haus Uentrop von der Lippe im Untersuchungsgebiet getrennt. Zwar besteht hier ein Fischauftstieg, der aber durch seine ungünstige Positionierung für die meisten Fische kaum auffindbar ist.

In den Jahren 1993 bis 1999 wurden bei den standardisierten Befischungen zwischen Lippstadt und Lippborg stets nur wenige Quappen gefangen, unter denen sich nur vereinzelt diesjährige (0+) Jungfische befanden (Abb. 66). Auch die Renaturierung der Klostermersch 1997 änderte daran zunächst nichts. Erst im Jahr 2000 stieg plötzlich die Abundanz der 0+ Quappen. Die Karte in Abbildung 68 zeigt, dass die Klostermersch in diesem Jahr das Zentrum der Jungfischverbreitung war. In diesem Auenabschnitt wurde nicht nur die Lippe, sondern auch der kleine Steinbach umgestaltet. Bis 1997 mündete er nach einer verrohrten Strecke in die Lippe, seitdem fließt er

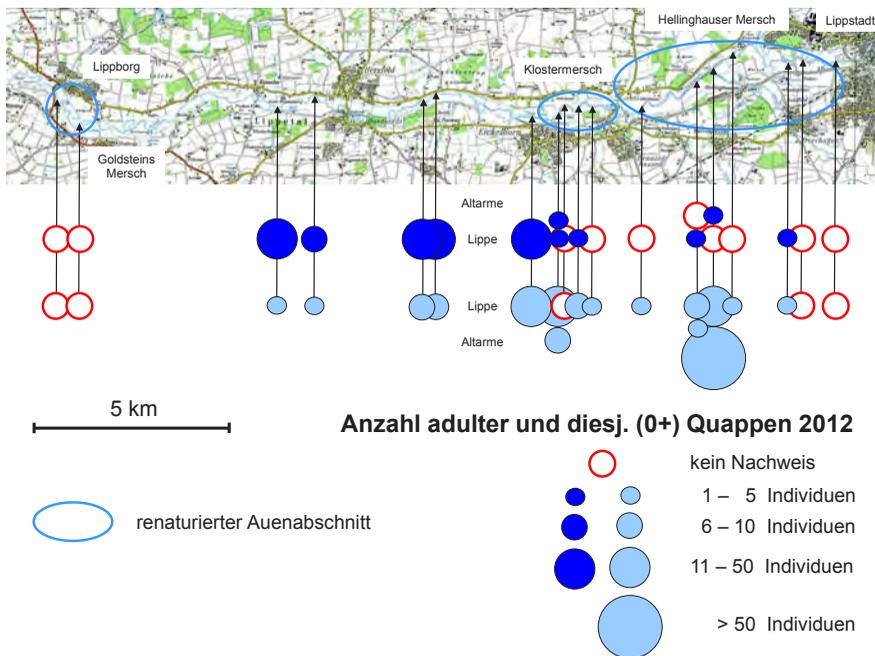
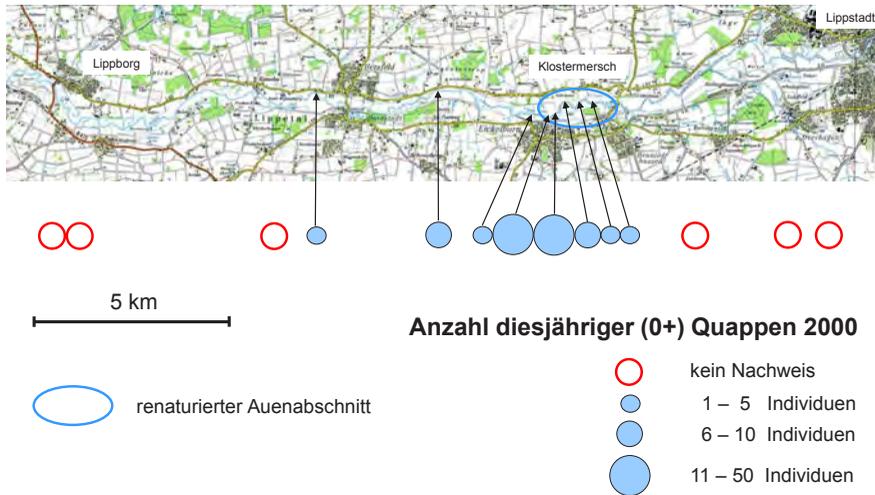


Abb. 68 und 69: Verbreitung und Abundanz diesjähriger (0+) und älterer Quappen in der Lippe zwischen Lippstadt und Lippborg 2000 und 2013 (jede Kreisfläche entspricht einer Befischungsstrecke von ca. 150 m Länge.)

in einem neu gestalteten, unbefestigten, 2 km längeren Bett und mündet am Ende der Klostermersch in die Lippe. Der Steinbach war schon lange als Lebensraum und möglicher Laichplatz der Quappe bekannt. Wahrscheinlich haben die Quappen 2000 im Steinbach abgelaicht. Ein 35 Tage dauerndes Hochwasser von Ende Februar bis Ende März überflutete die Klostermersch und lieferte beste Bedingungen für Quappenlarven. Renaturierung und ein zeitlich und in der Dauer passendes Hochwasser führten also zu einem hohen Reproduktionserfolg der Quappe, wie er in den Jahren zuvor nie festgestellt wurde. Die folgenden Jahre brachten unterschiedlich „gute“ Hochwasser mit unterschiedlichem Fortpflanzungserfolg, aber allmählich steigenden Quappenbeständen.

2012 und 2013 waren dann wieder Jahre mit herausragend hoher Fortpflanzungsrate. Ein Blick auf die Karte in Abbildung 69 lässt erkennen, dass die Klostermersch wieder ein Verbreitungsschwerpunkt der Jungfische in ähnlichem Umfang wie im Jahr 2000 war, aber noch höhere Werte erreichte eine Stelle in der Hellinghauser Mersch, deren Renaturierung im Herbst 2006 stattfand.

An dieser Stelle mündet ein von einem Bach durchflossener Altarm in die Lippe; der Bach war vor der Umgestaltung mit einer Rückstauklappe versehen gewesen. Der sehr flache Altarm fällt im Sommer mitunter fast trocken und ist daher nicht dauerhaft von Fischen besiedelt. Der einmündende Baagebach erfüllt die Kriterien eines Quappenlaichplatzes. Obwohl 2012 und 2013 kein Märzhochwasser auftrat, dürfte die Kombination von zugänglichem, nahezu fischfreiem Altarm und einmündendem Bach die sehr erfolgreiche Quappenvermehrung ermöglichen haben.

Der aus Abbildung 67 ersichtliche geringere Fortpflanzungserfolg 2014 und 2015 könnte eine Folge der ungewöhnlich warmen Winter 2013/14 und 2014/15 sein, weil die zum erfolgreichen Ablachen notwendigen niedrigen Temperaturen im erforderlichen Zeitfenster eventuell nicht erreicht wurden. Außerdem fehlten Frühjahrshochwasser.

Lang andauernde und zeitlich genau passende Hochwasser treten auch unter natürlichen Bedingungen nicht jedes Jahr auf; die Quappen können zwar günstige Situationen gut nutzen, sie kommen aber offenbar auch mit „durchschnittlichen“ Hochwasserjahren zurecht. Dann spielen wohl kon-



Abb. 70: Dieser von einem kleinen Bach durchflossene Altarm der Lippe ist so stark verlandet, dass er im Sommer austrocknen kann – scheinbar kein guter Lebensraum für Fische. Im Spätwinter und Frühjahr hat das Gewässer jedoch als Larvalhabitat für Quappen Bedeutung, weil es nahrungsreich, aber arm an Konkurrenz und Beutegreifern ist.



Abb. 71: Renaturierte Lippe in der Hellinghauser Mersch westlich Lippstadt

kurrenzarme Stillgewässer in der Aue eine große Rolle als Larvenhabitate. Solche Gewässer können außer verlandenden Altwassern wie im Fall der Hellinghauser Mersch noch verschiedene andere, nur bei den höheren Wasserständen im Winter bespannte Gewässer sein, z. B. Flutrinnensysteme, Blänken, Tümpel und Randsümpfe. In den Flutrinnen von Hellinghauser Mersch und Disselfersich wurden bei Befischungen im Sommer mehrfach junge Quappen nachgewiesen.

Die umfangreichen Renaturierungsmaßnahmen von Fluss und Aue an der Lippe zwischen Lippstadt und Lippborg haben den zuvor stark bedrohten Bestand der Quappe enorm gefördert. Von durchschnittlich 0,38 pro 100 m Lippe mit standardisierter Methode gefangenen Quappen in den Jahren 1993 bis 1999 stieg die Abundanz um das 20fache auf durchschnittlich 7,72 Individuen pro 100 m in den Jahren 2009 bis 2015.

Die durchgeführten Umgestaltungsmaßnahmen an der Lippe waren nur durch die intensive Zusammenarbeit von Wasserwirtschaft, Agrarordnung, Landwirtschaft, Naturschutz, Fischerei und vieler weiterer Gruppen möglich. Es ist gelungen, die ursprünglich enge Verzahnung von Fluss und Aue wiederherzustellen. Das wirkt sich nicht nur auf die Quappe positiv aus, sondern auch auf weitere zuvor bedrohte Fischarten wie Nase (*Chondrostoma nasus*) und Steinbeißer (*Cobitis taenia*). Viele andere Arten vom Laubfrosch (*Hyla arborea*) bis zum Eisvogel (*Alcedo atthis*) profitieren ebenfalls; auch Menschen genießen die naturnahen Lebensräume. Bleibt zu hoffen, dass das Beispiel der Lippe Schule macht!

7.2 Wiederansiedlung und Monitoring (SIEGFRIED KUSS & MICHAEL MÖHLENKAMP)

7.2.1 Besatz

Besatzmaßnahmen sind ein bewährtes Mittel, um Fischbestände zu stabilisieren bzw. wiederanzusiedeln. Die Bedingungen, unter denen Besatzmaßnahmen zulässig sind, werden in § 3 LFischG geregelt. Üblicherweise erfolgt der Fischbesatz durch Fischereiberechtigte mit der Begründung des Ausgleichs einer beeinträchtigten natürlichen Fortpflanzung. Das kann z. B. bei Fehlen geeigneter Laichhabitate in ausgebauten Gewässern oder bei anthropogen bedingten Wasserstandsschwankungen der Fall sein. Künstlicher Fischbesatz ist aber u. a. auch zulässig zur Wiederansiedlung ursprünglich heimischer Fischarten. Für diesen Zweck sehen die Förderrichtlinien der Fischereiabgabe des Landes NRW sogar einen erhöhten Zuschuss vor. Damit wird auch seitens des Landes Unterstützung für die Wiederansiedlung stark gefährdeter oder ausgestorbener Fischarten signalisiert.

Abgesehen von einzelnen isolierten Besatzaktionen durch Fischereivereine und einem Projekt an der Ruhr Mitte der 1990er Jahre (SCHNEIDER et al. 2002) hat es koordinierte Besatzmaßnahmen in Nordrhein-Westfalen bis zu dem hier vorgestellten Projekt nicht gegeben. Daher ist auch über die Faktoren für den Erfolg von Quappenbesatz aus dieser Region nur wenig bekannt. Angaben zu Besatzmengen, Besatzgrößen, Aussatzeitpunkten sowie Besatzhabitaten liegen nicht oder nur sporadisch vor bzw. sind gewässerspezifisch sehr unterschiedlich. So wurde in diesem Wiederansiedlungsprogramm nach dem Prinzip von Versuch und Irrtum mit verschiedenen Altersstadien und Besatzhabitaten experimentiert. Die Besatzmengen und Aussatzeitpunkte richteten sich u. a. nach der Verfügbarkeit des Besatzmaterials.

Der erste Besatz im Rahmen des Wiederansiedlungsprogramms hat 2009 mit ca. 3.000 vorgestreckten Quappen stattgefunden. Nachdem 2010 Versuche mit dem Besatz von Eiern im Augen-

punktstadium nur mäßigen Erfolg zeigten, ging man ab 2012 dazu über, eine steigende Zahl fressfähiger Larven von 4 – 5 mm Länge in ausgesuchte Gewässerhabitate zu besetzen. Die Versuche mit den jüngeren Besatzstadien wurden unternommen, weil das Vorstrecken der Quappen mit erheblichen Problemen verbunden ist. Insbesondere die Beschaffung von ausreichend Nahrung (Zooplankton) stellte sich dabei als aufwändig heraus. Alternativ wurden Larven daher auch in kleine, planktonreiche Kleingewässer eingesetzt, die sich schnell erwärmen (s. BRACKWEHR & KÜHLMANN 2016, Kap. 6).



Abb. 72: Quappenbesatz in einem renaturierten Abschnitt der Lippe

Bisher sind schon über 1 Mio. Individuen (ca. 200.000 St./a) in diesen z.T. ablassbaren Gewässern herangewachsen, die hinsichtlich der Quappenentwicklung und ihres übrigen Fischbestands gut kontrollierbar sind. Die jungen Quappen werden bis zum Besatz auf 3 – 15 cm vorgestreckt. Die Entscheidung für die Größe der Besatzfische richtet sich neben dem verfügbaren Besatzhabitat auch nach der dort vorhandenen Fischartenzusammensetzung.

In den Teichen konnte mit unterschiedlichen Ernährungsbedingungen und Nahrungsbeziehungen experimentiert werden. Die Besatzeexperimente haben gezeigt, dass die jungen Quappen sehr konkurrenzschwach sind und sowohl von Kleinfischen wie Bitterling (*Rhodeus amarus*) und Dreistachligem Stichling (*Gasterosteus gymnaurus*) als auch von Amphibien und Wasserinsekten erbeutet werden. Größere Quappen werden u. a. von Flussbarsch (*Perca fluviatilis*) und Grundeln dezimiert.

Aber nicht nur Fressfeinde wie Fische oder Insektenlarven können den Erfolg von Besatzmaßnahmen deutlich beeinflussen, auch unerwartete Hochwässer und klimatische Bedingungen spielen eine erhebliche Rolle. So hat in 2013 wohl später Frost zum Einbruch der Zooplanktonpopulation und damit zum Verhungern der gerade ausgesetzten Quappenlarven geführt. Insgesamt muss die kaltstenotherme Quappe aber wohl zu einem Verlierer der Klimaveränderung gezählt werden (s. BUNZEL-DRÜKE et al. 2016, Kap. 1).

Die Planung der Besatzmaßnahmen erfolgt in einer projektbegleitenden Arbeitsgruppe, die sich zu Beginn eines jeden Jahres trifft. In dieser Arbeitsgruppe, die aus Vertretern der Fischereiverbände und -behörden sowie erfahrenen Praktikern besteht, werden die zur Verfügung stehenden Besatzmengen auf geeignete Gewässer aufgeteilt. Im Verbreitungsschwerpunkt der Ursprungspopulation – also in der Lippe mit ihren Zuflüssen zwischen Lippstadt und Lippborg – fand nach 2002 kein Besatz statt (s. BUNZEL-DRÜKE et al. 2016, Kap. 7.1).

Nachdem zunächst nur die Lippe und Nebengewässer in Hamm direkt unterhalb der Ursprungspopulation besetzt worden sind, wurde der Besatz schrittweise in die weiter flussabwärts gelegenen Kreise Unna und Recklinghausen ausgedehnt. Vor dem Hintergrund des anfangs noch durch Kühlwasser stark aufgeheizten Wassers im Hauptlauf der Lippe (s. PETRUCK 2016, Kap. 5.4), wurden hier v. a. die Nebengewässer besetzt. Nachdem der Erhaltungszustand der Ursprungspopulation sich weiter stabilisiert hatte und die Verfahren für Zucht und Erbrütung von



Abb. 73: Besatz von Quappen-Brütlingen in der Ruhr bei Arnsberg.



Abb. 74: Der Mündungsbereich der Lippe bei Wesel in den Rhein wurde komplett neu gestaltet. Es sind neue Habitate für junge Quappen entstanden.

Quappen erfolgreich etabliert werden konnten, wurde entschieden, den Besatz auf weitere Gewässer des Rheinsystems auszuweiten. Hier wurde insbesondere die Ruhr betrachtet, an der schon früher Besatzmaßnahmen durchgeführt worden waren (SCHNEIDER et al. 2002). Seit diesen ersten Versuchen sind an verschiedenen Strecken der Ruhr umfangreiche Renaturierungsmaßnahmen durchgeführt worden, z. B. in der Stadt Arnsberg (SCHEJA 2011). Kleinräumige Strukturen und Überschwemmungsflächen wurden geschaffen, die eine räumliche Nähe geeigneter Habitats für juvenile und adulte Quappen aufweisen. Auch in den Möhnesee, der über die Möhne ebenfalls in die Ruhr entwässert, wurden Brütlinge besetzt (s. BRACKWEHR & KÜHLMANN 2016, Kap. 6), um zukünftig einen weiteren Bestand für die Entnahme von Laichfischen zur Verfügung zu haben. Im März 2015 wurden 1 Mio. Quappenlarven an zwei Stellen an der Mündung der Lippe in den Rhein besetzt (BORCHERDING & GERTZEN 2015). Dieser 2,5 km lange Abschnitt wurde vom Lippeverband 2009 bis 2014 unter ökologischen Gesichtspunkten aufwändig umgestaltet, wobei

in dem 127 ha großen Kerngebiet geeignete Lebensräume für junge Quappen entstanden sind. Nach Sohlenerhebung der Lippe und Absenkung der Aue ist sie künftig an rund 60 Tagen im Jahr überflutet, während Flutrinnen sogar 120 Tage im Jahr aktiv sein sollen.

Durch die Anwendung von Verfahren zur Analyse des Erbmateriale sind die Erkenntnisse zur Entstehungsgeschichte und Herkunft von Fischarten in den letzten Jahren gewachsen. So warnen Wissenschaftler inzwischen vor dem unbedachten Transfer von Fischen im Rahmen von Besatzmaßnahmen vor allem zwischen unterschiedlichen Flusseinzugsgebieten (SCHREIBER & VAN HOUTD 2002). Vor diesem Hintergrund und unter Einbeziehung der Ergebnisse der genetischen Untersuchungen in Kapitel 3 wurde die Frage des Besatzes weiterer Flusseinzugsgebiete in NRW mit Quappen der Lippeherkunft in der projektbegleitenden Arbeitsgruppe intensiv diskutiert.

Berichte über einzelne unkoordinierte Besatzmaßnahmen mit Quappen unbekannter Herkunft haben zu der Entscheidung geführt, dass in einem weiteren Schritt die nordrhein-westfälische Ems

mit Quappen aus der Lippe besetzt werden soll. Für diese Entscheidung sprach auch das Fehlen eines Quappenbestands in der nordrhein-westfälischen Ems. Eine Recherche ergab für Niedersachsen (LAVES 2011) ein ähnliches Bild. Hier wurden zwar von 1995 bis 2001 kontinuierliche Besatzmaßnahmen mit verschiedenen Entwicklungsstadien der Quappe in der Hase (Emssystem) bei Haselünne durchgeführt, Rückfänge sind jedoch nicht bekannt geworden (RÖTKER, mdl.). Von einem Besatz der Weserzuflüsse wurde zunächst abgesehen, weil über den Bestand in der Großen Aue (s. MÖHLENKAMP 2016, Kap. 2) und weiterer potenzieller Quappengewässer im Wesereinzugsgebiet Informationen gesammelt werden sollen.

7.2.2 Monitoring

Ein unverzichtbarer Bestandteil von Arterhaltungs- und Wiedereinbürgerungsprogrammen sind Erfolgskontrollen. Diese sollten nicht nur einmalig oder sporadisch erfolgen, sondern regelmäßig über einen längeren Zeitraum. Ein solches Monitoring gibt Auskunft über langfristige Erfolge von Besatzmaßnahmen und lässt Schlüsse auf Faktoren zu, die den Wiederansiedlungserfolg begünstigen oder gefährden. Die Besatzmaßnahmen sind ständig auf die Ergebnisse des Monitorings abzustimmen, um eine bestmögliche Überlebens- und Rekrutierungsrate zu gewährleisten.

Die Entnahme von Laichfischen und der Nachweis von Quappen werden i. d. R. mit Hilfe der Elektrofischerei durchgeführt. Im Einzelfall können auch andere Methoden wie Stell- oder Uferzugnetze Aussagen liefern. Die Elektrofischerei erlaubt jedoch quantitative Aussagen zur Bestandsgröße und ist bei richtiger Anwendung eine schonende Fangmethode. Sie wird zur wissenschaftlichen Erfassung von Fischbeständen eingesetzt und ist in Nordrhein-Westfalen genehmigungspflichtig. Die



Abb. 75: In den Sommermonaten nach dem Quappen-Besatz in der Lippemündung führten Wissenschaftler der Universität Köln eine Erfolgskontrolle mit Hilfe von Uferschleppnetzen durch.



Abb. 76: Beim Monitoring werden gefangene Quappen schonend gewogen und vermessen.

Bearbeiter benötigen für den Einsatz der Methode und den Betrieb von Elektrofischfanganlagen eine spezielle Qualifikation.

Das Prinzip dieser Methode beruht auf einem durch Gleichstrom erzeugten Spannungsfeld zwischen dem Kescher als Anode und einem Kupferkabel als Kathode. Die im Spannungsfeld befindlichen Fische schwimmen in einer gerichteten Bewegung zum Pluspol, dem Kescher. Dort fallen sie in Elektronarkose und können schadlos entnommen werden. Die Reaktion fällt in Abhängigkeit von der sog. Gestaltspannung bei großen Fischen stärker aus als bei kleinen Fischen. Zusätzlich müssen bei der Elektrofischerei Faktoren wie Leitfähigkeit, Wassertiefe, Wassertrübung, Habitatstruktur, Sedimentbeschaffenheit, Fließgeschwindigkeit sowie artspezifisches Verhalten berücksichtigt werden. In frischem sauerstoffreichem Wasser erholen sich die Fische schnell und können i. d. R. unversehrt zurückgesetzt werden.

Bei den vom Landesfischereiverband Westfalen und Lippe e.V. durchgeführten Befischungen wird das stationäre Elektrofischfanggerät FEG 8000 der Fa. EFKO verwendet. Es ist im Boot stationiert, von wo die betäubten Fische gekeschert werden. Bei den in der Lippe herrschenden Leitfähigkeitswerten wird vorwie-

gend mit Gleichstrom der Spannung 400 V sowie einer Stromstärke von bis zu 10 Ampere gefischt (LFV 2013; PETER & ERB 1996). Zum Nachweis von Quappen in kleineren Gewässern, die watend befischt werden können, finden auch tragbare Geräte wie das Motorgerät FEG 1500 der Fa. EFKO oder das Batteriegerät DEKA 3000 Lord der Fa. Mühlenbein Verwendung.

Für die Planung des Monitorings und die Auswertung der Fangergebnisse sind die speziellen Verhaltensweisen von Quappen zu berücksichtigen (s. Bunzel-Drücke et al. 2016, Kap. 1). Die einsömmrigen Quappen (0+) verlassen nach den bisherigen Erfahrungen z. B. im Spätherbst die kleineren Gewässer und wandern in die größeren und tieferen Hauptgewässer wie Lippe oder Ahse ab. Eine Kontrollbefischung zum falschen Zeitpunkt kann daher die Auswertung erschweren. Da die Fangquote bei der Elektrofischerei in kleinen Gewässern meistens besser ist als in den größeren und tieferen Hauptgewässern, wird der Bestand adulter Quappen i. d. R. unterschätzt, sofern diese Tatsache nicht bei der Interpretation der Daten Berücksichtigung findet. Ein wichtiges Ergebnis des Monitorings ist der Nachweis der natürlichen Reproduktion. Es ist daher immer vorzusehen, dass der Besatz in erfolgversprechenden Gewässern zeitweise ausgesetzt wird, um natürlich aufgekommene Jung-fische von Besatzfischen unterscheiden zu können.

Im Folgenden sollen einige Gewässer mit Ergebnissen zu Besatz und Wiederfang vorgestellt werden:

Ahse mit Soestbach, Salzbach und Geithe

Die Ahse ist ca. 40 km lang und hat bei der Mündung in die Lippe eine durchschnittliche Wasserführung von 4,5 m³/s. Soestbach, Salzbach und Geithe sind große Nebengewässer. V. a. an der unteren Ahse und an der Geithe hat die Stadt Hamm mittlerweile lange Uferstrecken entfesselt. Es gibt auch kleine angeschlossene Stillgewässer, allerdings (noch) keine naturnahe Hochwasserdynamik in den Auen. In diesem Gewässersystem wurden zwischen 2009 und 2012 folgende Besatzmaßnahmen mit Quappen durchgeführt:

Länge [mm]	Stückzahl
4	1.150.000
20 - 50	28.000
50 - 60	7.500
70 - 140	4.300

Ab 2013 wurde der Besatz eingestellt, da die Befischungen einen guten Bestand im Unterlauf der Ahse mit allen Altersklassen gezeigt haben. Im Herbst 2013 konnten sogar an drei Probestellen einsömmrige Quappen gefangen werden, womit der Nachweis einer erfolgreichen Reproduktion erbracht wurde. Etwa 12 km oberhalb der Ahsemündung befindet sich ein Wehr mit einer Kleinstwasserkraftanlage, das nicht überwunden werden kann. Der Bestand ausgesetzter Quappen oberhalb des Wehres nahm nach Einstellen der Besatzmaßnahmen kontinuierlich ab, weil eine Zuwanderung aus dem Unterlauf nicht möglich ist. Bis zur Herstellung der Durchgängigkeit muss daher der Oberlauf der Ahse als nicht geeignet für die Wiederansiedlung von Quappen eingestuft werden.

Lippe in Hamm mit Altarm Dannenlaar, Haarener Bach, Westhusener Bach, Enniger Bach, Neuer Heessener Bach (= Lippeaue Hamm-Ost) und Deichseitengraben sowie Lippe im Kreis Unna mit Hornebach

Im Rahmen von zwei LIFE-Projekten unter Federführung der Stadt Hamm fanden 2005 bis 2015 umfangreiche Renaturierungsmaßnahmen an der Lippe und ihren Auengewässern zwischen Hangfort westlich Lippborg und dem Wehr Heessen statt (SCHMIDT-FORMANN 2007, 2013, Stadt Hamm 2009, 2015). An vielen Stellen gelang es, die Verbindung von Fluss und Aue wiederherzustellen; so kommen Haarener Bach, Westhusener Bach und Neuer Heessener Bach nun als Laichgewässer für Quappen in Frage. Regelmäßige, lang andauernde Überflutungen finden jedoch durch die Steuerung der Wehre bisher nur in einem kurzen Auenabschnitt oberhalb des Wehres Uentrop statt.

Der Lippeverband baute 2012 den Deichseitengraben in einen naturnahen Fischaufstieg für das Wehr Hamm um (ABU 2015b). Zwischen Lippborg und der Mündung entfesselte der Lippeverband insgesamt 48 km Uferstrecken der Lippe, darunter auch lange Abschnitte im Kreis Unna; einige Querbauwerke wurden mit Fischaufstiegen versehen.

In die Lippe und einige Nebengewässer zwischen Hamm und Lünen wurden zwischen 2010 und 2014 folgende Quappen eingesetzt:



Abb. 77: Blick von Norden nach Süden über die Lippeaue bei Hamm-Werries: Sichtbar sind einige im Rahmen des LIFE-Projektes neu angelegte Auengewässer und im Vordergrund links der Neue Heessener Bach.

Länge [mm]	Stückzahl
4	13.000.000
bis 30	50.000
bis 80	12.000

Bei Elektrofischungen können in der Lippe und einigen Nebengewässern regelmäßig Quappen aller Altersstufen registriert werden. Meldungen von Anglern bestätigen ebenfalls einen mittlerweile guten Bestand. Eine Reproduktion wird zwar vermutet, konnte jedoch bisher noch nicht mit Sicherheit bestätigt werden, da die Trennung von natürlichem Aufkommen und Besatzfischen schwierig ist und auch Jungfische aus der Ahse in die Lippe einwandern können.

2015 wurden 670 vorgestreckte Quappen (3,5 – 5,0 cm) in den Hornebach eingesetzt. Davon konnten insgesamt an den Befischungspunkten H1 und H3 (Abb. 79) 26 Quappen wiedergefangen werden. Aus dem Besatz 2014 konnten 9 weitere Quappen registriert werden.



Abb. 78: Die empfindlichen Quappenbrütlinge werden beim Besatz vorsichtig temperiert und verteilt.

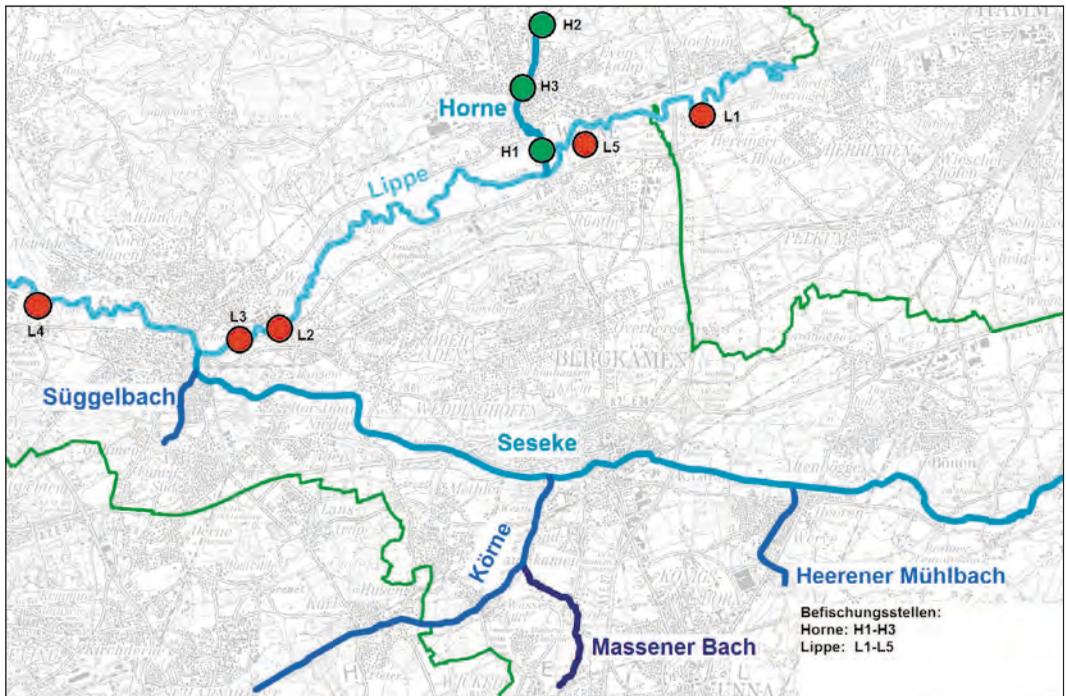


Abb. 79: Aussatzstellen und Fundpunkte von Quappen in der Lippe im Kreis Unna (aus: PRILL 2015)

Vereinzelt konnte PRILL (2015) adulte Quappen auch in der Lippe nachweisen, so bei den Probestellen L2 und L3 bei Lünen-Beckinghausen.

Seseke und Nebengewässer

In den letzten Jahren hat der Lippeverband die Seseke schrittweise von einem naturfern ausgebauten Schmutzwasserlauf in ein naturnahes Gewässer zurückverwandelt.

2013 wurden in die Seseke 1 Mio. Quappenlarven (fressfähige Brut) eingesetzt. 2014 und 2015 wurde der Besatz mit unterschiedlichen Größenstadien wiederholt. Der Aussatz erfolgte bei Probestelle S1, oberhalb von S4 und im Körnebach oberhalb von K1 (Abb. 80). Insgesamt wurden 2015 fast 5.500 Quappen zwischen 3 und 6 cm Körperlänge ausgebracht. Bei Kontrollbefischungen konnten 2013 zunächst keine Quappen nachgewiesen werden. Erst 2015 gelang der Nachweis von insgesamt 27 Quappen aus den Besatzmaßnahmen 2014 und 2015 an drei Befischungspunkten. Als Fazit kann festgehalten werden, dass der Besatz mit vorgestreckten Quappen erfolgreicher war als mit fressfähiger Brut. Möglicherweise ist dieses Ergebnis auf den mit 24,5 % hohen Dominanzanteil Dreistachliger Stichlinge (*Gasterosteus gymnotus*) am Gesamtfischbestand zurückzuführen (PRILL 2015).

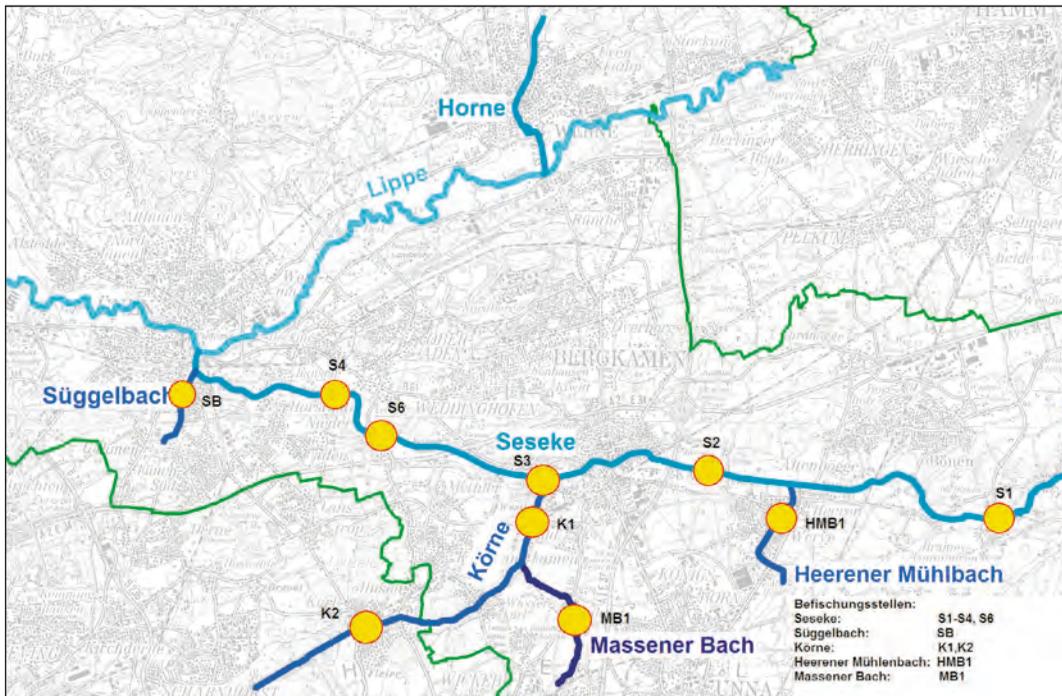


Abb. 80: Aussatzstellen und Fundpunkte von Quappen in der Seseke (aus: PRILL 2015)

Steuer und Nonnenbach

Im Steversystem existieren noch naturnahe Gewässerabschnitte, außerdem wurden Renaturierungsmaßnahmen durchgeführt. Zwei Stauseen oberhalb der Mündung in die Lippe würden jedoch nach einer Wiederbesiedlung der Lippe eine natürliche Zuwanderung von Quappen in die Steuer verhindern.

2013 und 2014 wurden in einen angeschlossenen Altarm der Steuer nördlich von Lüdinghausen und in den Nonnenbach insgesamt 1,5 Mio. fressfähige Quappenlarven eingesetzt.

Eine Kontrollbefischung im Nonnenbach verlief negativ. Bei der Kontrollbefischung im Herbst 2013 wurde, wie in der Seseke, neben vielen Schmerlen (*Barbatula barbatula*) und Steinbeißern (*Cobitis taenia*) ein besonders hoher Bestand an Stichlingen festgestellt. Im Altarm der Steuer wurde nicht gefischt, es liegen aber Fangmeldungen von Vereinsmitgliedern aus dem besetzten Gewässer vor. Der Besatz wurde 2014 wiederholt. Im selben Jahr konnten auf 600 m Uferlänge 24 Quappen wiedergefangen werden. Damit konnte auch hier der Erfolg dieser Besatzmaßnahme bestätigt werden.

7.2.3 Fazit

Die Ergebnisse der bisherigen Besatzmaßnahmen in Bächen und Flüssen sowie der Besatzeexperimente in den kleinen, abgeschlossenen Gewässern zeigen, dass fressfähige Larven in flache, strömungsarme Gewässerbereiche mit geringer Fischdichte auszubringen sind, wobei hohe Wassertemperaturen für diese Entwicklungsstadien offensichtlich noch kein Problem darstellen. Gegen hohe Fischdichten insbesondere von Stichlingen können sich die konkurrenzschwachen Quappenlarven nicht durchsetzen. In solchen Fällen sind vorgestreckte Besatzquappen zu wählen, die nicht mehr in das Nahrungsspektrum der Fressfeinde passen. Wenn die Quappen im Herbst in die Hauptgewässer abwandern, sind sie mit Körpergrößen von 12 - 18 cm bereits vor vielen Räubern sicher, z. B. vor Grundeln. Die nicht heimischen (allochthonen) Grundeln gelten als effektive Fressfeinde für junge Quappen bis etwa 10 cm, während sich das Räuber-Beute-Verhältnis später umkehrt. Generell bieten strukturreiche Habitate und auch Blocksteinschüttungen einen guten Schutz und werden von Quappen gerne angenommen.



Abb. 81: Eine große Quappe im Elektrokescher

8 Öffentlichkeitsarbeit (MICHAEL MÖHLENKAMP)

Fische besiedeln einen Lebensraum, der dem Menschen fremd ist. Ihre Lebensbedingungen unterscheiden sich extrem von denen der Menschen oder anderer terrestrischer Organismen. Vielleicht ist das der Grund, warum diese Tiergruppe es schwer hat, die Aufmerksamkeit der Öffentlichkeit zu gewinnen. Ist durch Informationen zur besonderen Biologie der Fische das Interesse bei Natur-



Abb. 82: Ein Fernsehteam ist beim Besatz dabei.

freunden aber erst einmal geweckt, eignen sie sich durchaus als Werbeträger für die Sache der Artenvielfalt und des Artenschutzes. Die Aufgabe dieser Wissensvermittlung liegt vor allem bei Anglern, die sich intensiv mit den Fischen und ihren Lebensumständen befassen und Verantwortung für ihr Wohlergehen übernehmen. Sie schätzen Fische nicht nur als Nahrungsmittel, wobei sie einen Teil des natürlichen Populationszuwachses entnehmen, sondern engagieren sich auch für den Schutz und die Erhaltung von Fischen, Großmuscheln und Zehnfüßigen Krebsen, häufig unter besonderer Berücksichtigung nicht fangbarer Arten.



Abb. 83: Der NRW-Umweltminister Johannes Remmel besetzt Quappen anlässlich eines Besuchs des LIFE-Projekts Lippeaue der Stadt Hamm.

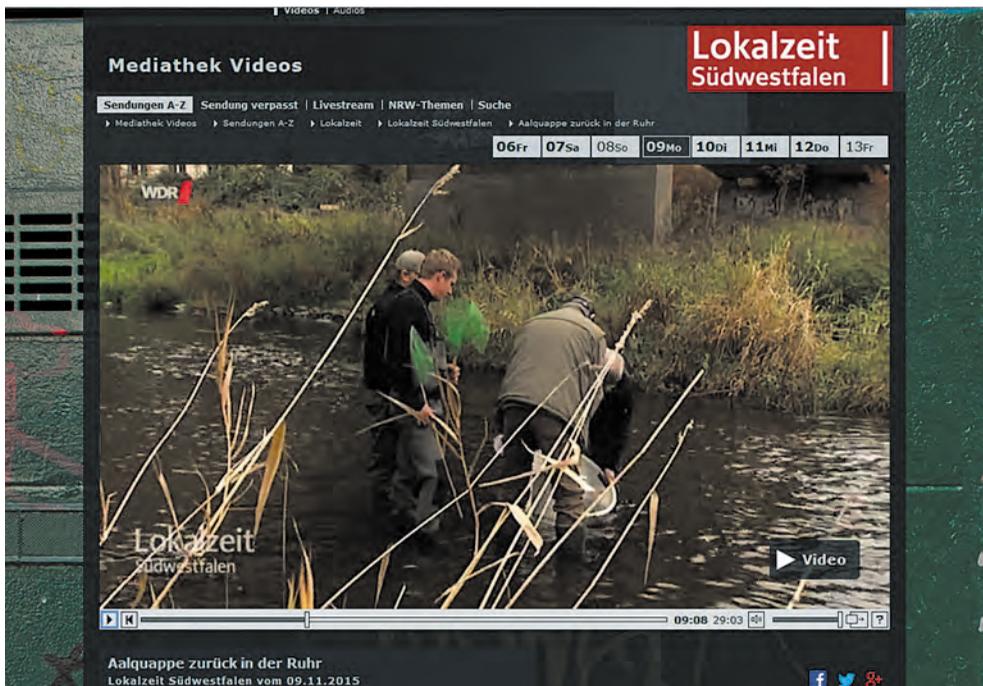
Für naturnahe und strukturreiche Gewässerlebensräume, eine zwingende Voraussetzung für die Entwicklung gesunder Fischbestände, setzen sich heute neben den Anglern weitere Institutionen ein, die an der Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie beteiligt sind. Die besondere Bedeutung von Fließgewässern bei der Vernetzung verschiedener Lebensräume ist allgemein erkannt worden. Auch die Fische haben als taxonomische Einheit eine spürbare Aufwertung erfahren, weil sie als Bewertungskriterium den Zustand der Fließgewässer abbilden. Diese Bedeutung erkennen v. a. Personen und Institutionen, die mit den komplexen Verfahren bei der Umsetzung

dieser Richtlinie vertraut sind. Es besteht aber weiterhin Bedarf, einer breiten Öffentlichkeit die spannende Biologie heimischer Süßwasserfische näher zu bringen und dabei auf den Schutz und die Wiederherstellung aquatischer Lebensräume aufmerksam zu machen.

Die Quappe erscheint dem Landesfischereiverband Westfalen und Lippe, Initiator des hier geschilderten Wiederansiedlungsprogramms, für diesen Zweck besonders geeignet: Sie weist verschiedene einzigartige biologische Merkmale auf, stellt hohe Ansprüche an ihren Lebensraum, ist selten und lebt versteckt. Dieser geheimnisvolle, v. a. in Winternächten aktive Fisch vermag auch bei unbeteiligten Personen Neugier und Wissensdurst hervorzurufen und Beachtung zu erzeugen. Die einzelnen Projektschritte wurden aus diesem Grund durch die Herstellung von Informationsmaterialien und einem Naturfilm begleitet. Bei verschiedenen Gelegenheiten finden sie Verwendung bis hin zum Einsatz als Unterrichtsmaterial von Schulklassen. Mehrere Aktionen vor Ort wurden durch aktive Pressearbeit begleitet. Eine Auswahl der Materialien, Artikel und Meldungen ist im Folgenden abgebildet.



Abb. 84: Für die Arbeit mit Schulklassen und weitere Aktionen im Rahmen der Umweltbildung eignen sich Quappen hervorragend.



10.04.2013
07.11.15

MÖHNESEE



2 000 junge Quappen werden am Montag bei Arnsberg in die Ruhr eingesetzt. Ausgewachsen können sie bis zu einem halben Meter lang werden. • Foto: Dr. Bernd Stemmer

Aalquappe kehrt zurück

Aufzuchtprogramm des Ruhrverbands im Möhnesee von Erfolg gekrönt

MÖHNESEE • Die Aalquappe kehrt zurück in die Ruhr. 2 000 Exemplare der bedrohten Fischart werden am Montag bei Arnsberg in den Fluss eingesetzt. Ermöglicht wird die Wiederansiedlung durch die Besatzfischzucht des Ruhrverbands am Möhnesee.

Die Aalquappe (wissenschaftlich *Lota lota*) ist Nordrhein-Westfalens wohl seltenste Fischart. Gewässerverschmutzung, Flussbegradigungen und möglicherweise auch der Klimawandel haben den einzigen Süßwasserfisch aus der Familie der Dorsche aus den hiesigen Flüssen vertrieben, so der Ruhrverband in seiner Pressemitteilung über die Einsetzung der Quappen. Das endgültige Aussterben der Art in Nordrhein-Westfalen hat der Landesfischereiverband Westfalen und Lippe gemeinsam mit dem Ruhrverband als Projektpartner jetzt allerdings verhindern können.

Den Fischereispezialisten des Ruhrverbands ist es nämlich in einem vierjährigen Projekt gelungen, eine Zuchtmethode für die anspruchsvollen Fische zu entwickeln. Nun werden in der Besatzfischzucht des Ruhrverbands am Möhnesee jährlich bis zu sieben Millionen Quappen nachgezüchtet und für Wiederansiedlungsmaßnahmen zur Verfügung gestellt. Hierdurch war es möglich, in der Lippe und ihren Nebengewässern wie

der einen reproduktionsfähigen Bestand aufzubauen. Diese Erfolgsgeschichte soll nun auch an der Ruhr fortgesetzt werden. Die Stadt Arnsberg, die seit 2004 verschiedene Gewässerabschnitte im Stadtgebiet renaturiert, hat, gibt mit ihrem Fachdienst Umwelt den Startschuss für eine Wiederansiedlung der Aalquappe in der Ruhr. Erst durch die Schaffung natürlicher Gewässerstrukturen erhält die bedrohte Art wieder eine Lebensgrundlage.

Die Einsetzung der Fische am Montag nehmen der Landesfischereiverband Westfalen-Lippe, der Ruhrverband, der Anglerverein Ruhrweilen Arnsberg und der Fachdienst Umwelt der Stadt Arnsberg

vor. Unterstützt wird die Einsetzung durch den Hochbauernrat und die Landwirtschaftskammer. Aalquappen leben tagsüber versteckt zwischen Steinen und versunkenen Ästen nachts gehen sie auf die Jagd. Junge Quappen ernähren sich von wirbellosen Organismen, ältere Tiere auch von anderen Fischen und deren Laich. In NRW können Quappen bis zu einem halben Meter lang und bis zu einem Kilogramm schwer werden. Die Art benötigt kühle Gewässer mit hohem Sauerstoffgehalt und guter Qualität; für die Entwicklung der Laichen sind zudem die heute selten Auenlandschaften an den Flüssen wichtig. • tte

Westfälische Nachrichten

Do., 04.04.2013 Fischereiverein setzt 500 000 Fischarven aus

Die Quappe kommt zurück in die Stever



Ein prüfender Blick in die Eimer und dann ging es auch schon hinein ins Wasser der Stever für die kleinen Quappenlarven. Foto: m

Lüdinghausen - Sie gilt als nahezu ausgestorben - die Quappe. Der dorschartige Fisch war noch im vergangenen Jahrhundert reichlich in der Stever zu finden. Dann kam die Flussregulierung, die den Lebensraum des Fisches einschränkte. Jetzt will der Fischereiverein Lüdinghausen die Quappe in ihrem angestammten Lebensraum wieder ansiedeln.

Aalquappe soll sich die Ruhr zurückerobern



Foto: dpa

Arnsberg (dpa/lnw) - In einem Wiederansiedlungsprojekt werden am Montag in der Ruhr in Arnsberg 2000 junge Aalquappen in die Freiheit entlassen. Laut dem Ruhrverband ist die zur Dorschfamilie gehörende Fischart eine der seltensten in NRW. Vor einigen Jahren gab es lediglich in der Lippe noch einige Hundert Exemplare. Durch Nachzucht und Einsetzen von rund 20 Millionen Aalquappen habe sich die Fischart wieder im gesamten Netz aus Lippe und Nebengewässern stabilisiert.

<http://www.derwesten.de/staedte/arnsberg/neue-chance-fuer-die-aalquappe-in-der-ruhr-id11269989.html>

Wiederansiedlung

Bedrohte Aalquappe ist wieder in der Ruhr ausgesetzt worden

09.11.2018 | 2200 Litr



An verschiedenen Stellen entlang der Ruhr ist die zur Dorschfamilie gehörende Aalquappe nun unterwegs. Anglervereine und Fischzüchter hoffen, dass die Ansiedlung im Gewässer gelingt. Foto: Ted Jones

2200 Exemplare der bedrohten Fischart sind ins Gewässer eingesetzt worden. Ein Projekt zur Nachzucht und die Renaturierung machten das möglich.

Die Ruhr ist seit gestern um eine Fischart reicher: 2200 Exemplare der zur Dorschfamilie gehörenden Aalquappe wurden ins Gewässer eingesetzt - der Startschuss für die Wiederansiedlung eines bedrohten Fisches.

Den Grundstein dafür legen zum einen das Projekt des Landesfischereiverbandes Westfalen und Lippe e.V. in Kooperation mit dem Ruhrverband, zum anderen die seit 2004 durchgeführte Renaturierung verschiedener Gewässerabschnitte der Ruhr in Arnsberg. Diese schaffte gute Voraussetzungen dafür, dass sich die Aalquappe dauerhaft ansiedeln kann: "Für uns als Stadt ist es schön, dass die Einsetzung der Quappe in einer renaturierten Fläche in Arnsberg möglich ist - das bestätigt die Arbeit der vergangenen Jahre", so Dieter Hammerschmidt von der Stadt Arnsberg.






Quappen stehen in Nordrhein-Westfalen auf der „Roten Liste“ der Tiere, die vom Aussterben bedroht sind. Diese Fische stellen hohe Ansprüche an ihren Lebensraum. Ein Artenhilfsprogramm des Landesfischereiverbandes Westfalen und Lippe in Münster soll die Wiederansiedlung der Quappen in Nordrhein-Westfalen – ausgehend von der Lippe – fördern. Spektakuläre Filmaufnahmen von laichenden Quappen zeigen die fast unbekannt Fortpflanzung dieser heimischen und nachts aktiven Fischart. Im Mittelpunkt des Films stehen die kontrollierte Nachzucht von Quappen durch die Fischerei des Ruhrverbandes sowie der umfangreiche Besatz und Erfolgskontrollen von Anglern aus Hamm, die mit ihrem Engagement entscheidend zur Wiedereinbürgerung der Quappen beitragen.




Die Rettung der Quappen

14.18 Min.





Landesfischereiverband Westfalen und Lippe e.V.
 Sprakelerstr. 409
 48159 Münster
 Tel. 0251 - 48271 0
 info@ifv-westfalen.de
 www.ifv-westfalen.de

Ruhrverband
 WISSEN. WERTE. WASSER

Ruhrverband
 Kronprinzenstraße 37
 45128 Essen
 Tel.: 0201 - 178 0
 info@ruhrverband.de
 www.ruhrverband.de

Produktion:
AugenBlick naturfilm
 Ulrich Haufe
 AugenBlick Naturfilm
 Meilerstr. 93, D-32130 Enger
 05224-9376600, 0170-4104289
 augenblick-naturfilm@t-online.de
 www.augenblick-naturfilm.de



Mit der Rettung der Quappen tragen Landesfischereiverband Westfalen und Lippe e.V. und Ruhrverband aktiv zum Erhalt der Artenvielfalt in unseren Gewässern bei.

DVD
 DVD PAL
 18:9

9 Literatur

- (ABU) Arbeitsgemeinschaft Biologischer Umweltschutz im Kreis Soest e.V. (2013): Bericht über das Monitoring-Projekt „Renaturierung der Lippeaue zwischen Lippstadt und Eickelborn“ 2012 im Auftrag der Bezirksregierung Arnsberg. ABU. Bad Sassendorf-Lohne: 115 S.
- (ABU) Arbeitsgemeinschaft Biologischer Umweltschutz im Kreis Soest e.V. (2015a): Bericht über das Monitoring-Projekt „Renaturierung der Lippeaue zwischen Lippstadt und Eickelborn“ 2014 im Auftrag der Bezirksregierung Arnsberg. ABU. Bad Sassendorf-Lohne: 120 S.
- (ABU) Arbeitsgemeinschaft Biologischer Umweltschutz im Kreis Soest e.V. (2015b): Funktionskontrolle an einem Fischaufstieg am Wehr Hamm (Lippe, Stadt Hamm). Unveröff. Gutachten im Auftrag des Lippeverbandes. Bad Sassendorf-Lohne: 75 S.
- AGASHE, D. (2009): The stabilizing effect of intraspecific genetic variation on population dynamics in novel and ancestral habitats. *American Naturalist* 174: 255–267.
- AGRDEU – Fachdatenbank Aquatische Genetische Ressourcen (2013) <http://agrdeu.genres.de/agrdeu/details/id/20007/menueID/211/datenbereich/s>.
- ALTSCHMIED, J., HORNING, U., SCHLUPP, I., GADAU, J., KOLB, R. & SCHARTL, M. (1997): Isolation of DNA suitable for PCR for field and laboratory work. *BioTechniques* 23: 228-229.
- ANONYMUS (2013): ASTERICS – einschließlich Perlodes – (deutsches Bewertungssystem auf Grundlage des Makrozoobenthos), Version 4. Software-Handbuch für die deutsche Version: 120 S.
- ARNDT, S. & HUTCHINSON, J. (2000): Characteristics of a tributary-spawning population of burbot from Columbia Lake. In: *Burbot: biology, ecology, and management* (Paragamian, V. L. and Willis, D.W., Hrsg.). *Am. Fish. Soc., Fish. Mgmt. Section 1*, Bethesda Maryland: 48-60.
- BAER, J., BLANK, S., CHUCHOLL, S. C., DUSSLING, U. & BRINKER, A. (2014): Die Rote Liste für Baden-Württembergs Fische, Neunaugen und Flusskrebse. Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg: 64 S.
- BARLUENGA, M., SANETRA, M. & MEYER, A. (2006): Genetic admixture of burbot (Teleostei: *Lota lota*) in Lake Constance from two European glacial refugia. *Molecular Ecology* 15 (12): 3583-3600.
- (BayStMELF) Bayerisches Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (Hrsg.) (2000): Ergebnisse der Artenkartierungen in den Fließgewässern Bayerns: Fische, Krebse, Muscheln: 212 S.
- BECKE, C. (2012): Altersstruktur und Nahrungsspektrum der Trüsche (*Lota lota*) im oligotrophen Bodensee. Masterarbeit an der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster, Institut für Evolution und Biodiversität, Abteilung für Limnologie: 85 S.
- BECKE, C. & RÖSCH, R. (2014): Untersuchung zur Altersstruktur und Längenverteilung der Trüsche (*Lota lota*) im Bodensee. *AUF AUF* 2/2014: 11-15.
- BEELLEN, P. (2009): Kennisdocument kwabaal, *Lota lota* (Linnaeus, 1758). Kennisdocument 28, Sportvisserij Nederland, Bilthoven: 65 p.
- BERGMANN, F. & LEINEMANN, L. (2000): Nutzen molekularer Marker bei der Ausweisung von Genreservaten (Genressourcen). *Forest Snow and Landscape Research* 75 (1/2): 115-120.
- BERNER, U. & STREIF, H. (Hrsg.) (2001): Klimafakten: Der Rückblick – Ein Schlüssel für die Zukunft, 3. Auflage. – Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Institut für Geowissenschaft-

- liche Gemeinschaftsaufgaben & Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung; Schweizerbart, Stuttgart: 238 S.
- BODE, H. (1954): Die hydrologischen Verhältnisse am Südrand des Beckens von Münster. Geol. Jb. 69: 429–454.
- BORCHERDING, J. & GERTZEN, S. (2015): Die Lippemündung im Kreis Wesel – Die Jungfischfauna als Indikator für die Funktionalität dieses neuen Flussauenbereichs (Wiederansiedlung Quappe). Unveröff. Bericht der Ökologischen Forschungsstation Rees-Grietherbusch des Zoologischen Instituts der Universität zu Köln: 10 S.
- BOSVELD, J., KRANENBARG, J. & LENDERS, R. (2014): Recente toename van Kwabaal in de IJssel-Vechtdelta: goed of slecht nieuws voor herstel van relictpopulaties? De Levende Natuur 115: 184–189.
- BOSVELD, J., KRANENBARG, J., LENDERS, H. J. R. & HENDRIKS, A. J. (2015): Historic decline and recent increase of Burbot (*Lota lota*) in the Netherlands. Hydrobiologia 757: 49–60.
- (BR) Bezirksregierung Arnsberg (2009): Erfolgskontrolle 2006 – 2009 zur Abtrennung des Verlaufs der Lippe vom Sander Lippesee. Unveröff. Gutachten der NZO GmbH im Auftrag der Bezirksregierung Arnsberg.
- (BR) Bezirksregierung Arnsberg, Standort Lippstadt (Hrsg.) (2010): Lippeaue – Eine Flusslandschaft im Wandel. Broschüre bearbeitet von der Arbeitsgemeinschaft Biologischer Umweltschutz im Kreis Soest e.V. (ABU). Arnsberg: 47 S.
- (BR) Bezirksregierung Arnsberg & (BR) Bezirksregierung Detmold (2015): Schön & eigenwillig: Die Lippeseeumflut in Paderborn-Sande: Entwicklung von 2005 bis 2014. Broschüre, Arnsberg & Detmold: 34 S.
- BRZEZINSKI, M., ROMANOWSKI, J., KOPCZYNSKI, Ł. & KUROWICKA, E., (2006): Habitat and seasonal variations in diet of otters, *Lutra lutra* in eastern Poland. Folia Zool. 55: 337–348.
- BUITKAMP, U. (2000): Die Lippe im Rückblick der Güteüberwachung. In: Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen & Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen (Hrsg.): Gewässergütebericht 2000 – 30 Jahre Biologische Gewässerüberwachung in Nordrhein-Westfalen: 163–176, LUA NRW, Essen.
- BUNZEL-DRÜKE, M. & SCHARF, M. (2004): Wärmeeinleitung in die Lippe: Auswirkungen auf die Fischfauna. LÖBF-Mitteilungen 3/2004: 44–51.
- BUNZEL-DRÜKE, M., SCHARF, M. & ZIMBALL, O. (2003): Zur Bestandssituation der Quappe *Lota lota* L. in Nordrhein-Westfalen – Grundlagen für ein Artenhilfsprogramm als Beitrag zum Fischartenschutz in Nordrhein-Westfalen. Unpubl. Bericht, Untersuchung im Auftrag der LÖBF NRW, Fischereidezernate, Kirchhundem-Albaum: 82 S.
- BUNZEL-DRÜKE, M., SCHARF, M. & ZIMBALL, O. (2004a): Die Quappe in Nordrhein-Westfalen – Bestandssituation und Schutz eines vom Aussterben bedrohten Auenfisches. LÖBF-Mitteilungen 3/2004: 12–17.
- BUNZEL-DRÜKE, M., SCHARF, M. & ZIMBALL, O. (2004b): Zur Biologie der Quappe – Ein Literaturüberblick und Feldstudien aus der Lippeaue. Naturschutz und Landschaftsplanung 36: 334–340.
- BUNZEL-DRÜKE, M., SCHARF, M. & ZIMBALL, O. (2012): Die Reaktion von Fischen auf die Renaturierung der Lippeaue. Natur in NRW 1/12: 35–37.
- BUNZEL-DRÜKE, M., SCHÜTZ, C. & ZIMBALL, O. (2008): Untersuchung zum Einfluss naturnah umgestalteter Flussabschnitte auf die Fischfauna ausgebauter Gewässer am Beispiel der Lippe. Schr.-R. d. Deutschen Rates für Landespflge Heft 81: 54–62.

- BUSCH, W. & KREYMAN, H. (1992): Die Issel und ihre Fischfauna. Boss, Kleve: 162 S.
- CAHN, A. R. (1936): Observations on the breeding of the lawyer, *Lota maculosa*. Copeia 3: 163-165.
- CARL, L. M. (1995): Sonic tracking of burbot in Lake Opeongo, Ontario. Transactions of the American Fisheries Society 124: 77-83.
- COOPER, A. (1964): Burbot, creatures of the night. Fishing 64: 16-18.
- COTT, P. A., JOHNSTON, T. A. & GUNN, J. M. (2013): Sexual dimorphism in an under-ice spawning fish: The burbot (*Lota lota*). Canadian Journal of Zoology 10/2013.
- COWX, I. G. (ed.) (2003): Interactions between fish and birds: implications for management. Blackwell, Oxford: 384 S.
- DE NIE, H. W. (1996): Atlas van de Nederlandse Zoetwatervissen. Media Publishing, Doetinchem: 151 S.
- DETERING, U. (2000): Das Gewässerauenprogramm NRW am Beispiel der oberen Lippe. In: Bundesamt für Naturschutz (Hrsg.): Renaturierung von Bächen, Flüssen und Strömen. Angewandte Landschaftsökologie 37: 153-162.
- DETERING, U. (2008): Renaturierungsprojekte an der Lippe – Ergebnisse und Einschätzungen aus der Erfolgskontrolle. Schr.-R. d. Deutschen Rates für Landespflege Heft 81: 71-75.
- DETERING, U. (2012): Morphologische Veränderungen an der Lippe – Umgesetzte Maßnahmen zur Entwicklung einer naturnahen Fluss- und Auenlandschaft. Natur in NRW 1/12: 33-35.
- Deutscher Wetterdienst (1989): Klima-Atlas von Nordrhein-Westfalen. Der Minister für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft des Landes Nordrhein-Westfalen (Hrsg.). Düsseldorf.
- DILLEN, A., COECK, J. & MONNIER, D. (2008): Habitat use and seasonal migrations of burbot in lowland rivers in north France. In: Paragamian, V. L. & Bennett, H. (Hrsg.): Burbot: Ecology, Management, and Culture. American Fisheries Society, Bethesda, MD: 29-42.
- DONATH, T. W. & ECKSTEIN, R. L. (2008): Bedeutung genetischer Faktoren für die Wiederansiedlung seltener Pflanzengemeinschaften – Genetische Diversität in der Praxis des Naturschutzes, vol 40. Naturschutz und Landschaftsplanung 40: 21-25.
- DONNER, M. T. & ECKMANN, R. (2011): Diel vertical migration of larval and early-juvenile burbot optimises survival and growth in a deep, pre-alpine lake. Freshwater Biology 56: 916-925.
- DOSSOW, E. (2006): Eine Möglichkeit der Laichgewinnung, Erbrütung und Aufzucht von Trüschchen (*Lota lota*). Fischer & Teichwirt 2/06: 53-55.
- DUMONT, U., ANDERER, P. & SCHWEVERS, U. (2005): Handbuch Querbauwerke. Ministerium für Umwelt, Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (Hrsg.). Düsseldorf: 212 S.
- DUNCKER, G. & LADIGES, W. (1960): Die Fische der Nordmark. Abhandlungen und Verhandlungen des Naturwissenschaftlichen Vereins in Hamburg, N. F. Bd. III, Suppl.
- (DWA) Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (Hrsg.) (2014): Merkblatt DWA-M 509: Fischaufstiegsanlagen und fischpassierbare Bauwerke – Gestaltung, Bemessung, Qualitätssicherung. DWA, Hennef: 334 S.
- ENGELHARDT, K. A. M., LLOYD, M. W. & NEEL, M. C. (2014): Effects of genetic diversity on conservation and restoration potential at individual, population, and regional scales. Biological Conservation 179: 6-16.
- EROS, T., TOTH, B., SEVCSIK, A. & SCHMERA, D. (2008): Comparison of fish assemblage diversity in natural and artificial rip-rap habitats in the littoral zone of a large river (River Danube, Hungary). International Review of Hydrobiology 93: 88-105.

- EVANNO, G., REGNAUT, S. & GOUDET, J. (2005): Detecting the number of clusters of individuals using the software STRUCTURE: a simulation study. *Molecular Ecology* 14: 2611-2620.
- FABRICIUS, E. (1954): Aquarium observations on the spawning behaviour of the burbot, *Lota vulgaris* L. *Ann. Rep. Inst. Freshwater Res. Drottningholm* 35: 51-57.
- FAO (1998): Guidelines for the routine collection of capture fishery data. *FAO Fish. Tech. Pap.* 382: 113 S.
- FARKAS, J. (1993): Zur Biologie der Aalrutte in der oberen Drau und ihren Nebengewässern. *Carinthia* II 183/103: 593-612.
- FERGUSON, R. G. (1958): The preferred temperature of fish and their midsummer distribution in temperate lakes and streams. *J. Fish. Res. Bd. Canada* 15: 607-624.
- FISHER, S. J. (2000): Early life history observations of burbot utilizing two Missouri river backwaters. In: Paragamian, V. L. & Willis, D. W. (Hrsg.): *Burbot: biology, ecology, and management*. American Fisheries Society, Fisheries Management Section, Publ. 1. Bethesda: 96-101.
- FISHER, S. J., WILLIS, D. W. & POPE, K. L. (1996): An assessment of burbot (*Lota lota*) weight-length data from North American populations. *Canadian Journal of Zoology* 74: 570-575.
- FLADUNG, E., SCHOLTEN, M. & THIEL, R. (2003): Modelling the habitat preferences of preadult and adult fishes on the shoreline of the large, lowland Elbe River. *Journal of Applied Ichthyology* 19: 303-314.
- FREYHOF, J. (2009): Rote Liste der im Süßwasser reproduzierenden Neunaugen und Fische (Cyclostomata & Pisces), Fünfte Fassung. *Naturschutz und Biologische Vielfalt* 70 (1): 291-316.
- FRIEDRICH, F. & ARZBACH, H.-H. (2002): Wanderungen und Uferstrukturnutzung der Quappe, *Lota lota*, in der Elbe, Deutschland. *Zeitschrift für Fischkunde, Suppl. 1: Ökologie der Elbefische*: 159-178.
- GASSETT, F. (2005): Untersuchung der genetischen Diversität ausgewählter Populationen der Mauereidechse (*Podarcis muralis*, Laurenti 1768) mit Hilfe der Mikrosatelliten-DNA-Analyse. Universität Trier.
- GIERS, R. (1967): Die mittlere Lippe als Fischwasser. *Naturkunde in Westfalen* 3: 73-82.
- GOUDET, J. (1999): *PCA-GEN*. 1.2 edn. Population Genetics Laboratory, University of Lausanne, Switzerland, Lausanne.
- GOUDET, J. (2001): Fstat, a program to estimate and test gene diversities and fixation indices (Version 2.9.3). doi:<http://www.unil.ch/izea/software/fstat.html>
- HARDEWIG, I., PÖRTNER, H. O. & VAN DIJK, P. (2004): How does the cold stenothermal gadoid *Lota lota* survive high water temperatures during summer? *J. Comp. Physiol. B* 174: 149-156.
- HARSÁNYI, A. & ASCHENBRENNER, P. (1992): Die Rutte *Lota lota* (Linnaeus, 1758) – Biologie und Aufzucht. *Fischer & Teichwirt* 10/1992: 372-376.
- HARTMANN, J. (1977): Die Trüsche (*Lota lota*) im eutrophierten Bodensee. *Arch. Hydrobiol.* 80: 360-374.
- HARZEVILI, A. S. (2003): Larval rearing of burbot (*Lota lota* L.) using *Brachionus calyciflorus* rotifer as starter food. *J. Appl. Ichthyol.* 19 (2): 84-87.
- HARZEVILI, A. S., DOOREMONT, I., VUGHT, I., AUWERX, J., QUATAERT, P., & DE CHARLEROY, D. (2004): First feeding of burbot, *Lota lota* (Gadidae, Teleostei) larvae under different temperature and light conditions. *Aquaculture Research* 35: 49-55.

- HENDERSON, S. T. & PETES, T. D. (1992): Instability of simple sequence DNA in *Saccharomyces cerevisiae*. *Molecular and Cellular Biology* 12 (6): 2749-2757.
- HERWIG, S. (1878): Fischereiverhältnisse in der Lippe. *Circulars des Deutschen Fischerei-Vereins*: 20-31.
- HINKENS, E. & CHOCHRAN, P. A. (1988): Taste buds on pelvic fin rays of the burbot, *Lota lota* (L.). *Journal of Fish Biology* 32: 975.
- HIRNING, M., LÖFFLER, H. & FISCHER, P. (2007): Wo laichen Trüschchen im Bodensee? Ein kombinierter Einsatz von Ultraschalltelemetrie, ROV-Technologie und Befischungskampagnen. *Deutsche Gesellschaft für Limnologie (DGL) – Tagungsbericht 2006 (Dresden)*: 112-116.
- HOCHLEITHNER, M. (2002): Die Quappe (*Lota lota* Linnaeus, 1758): Biologie und Aquakultur. – In: *Verband Deutscher Sportfischer e.V. (Hrsg.): Fisch des Jahres 2002: Die Quappe (Lota lota)*: 23-37.
- HOFFMANN, A. (2010): Historisches Vorkommen von ausgewählten Fischarten in Nordrhein-Westfalen. *Landesfischereiverband Westfalen und Lippe e.V., Band 6*: 95 S.
- HOFMANN, N. & FISCHER, P. (2001): Seasonal changes in abundance and age structure of burbot (*Lota lota* L.) and stone loach *Barbatula barbatula* (L.) in the littoral zone of a large prealpine lake, *Ecol. Freshw. Fish.* 10: 21-25.
- HOFMANN, N. & FISCHER, P. (2003): Impact of temperature on food intake and growth in juvenile burbot. *Journal of Fish Biology* 63: 1295-1305.
- HOLCÍK, J. & NAGY, S. (1987): Burbot (*lota lota*) from the river Turiec. *Folia Zoologica* 36: 85–96.
- HOLZER, G., UNFER, G., GUMPINGER, C., HINTERHOFER, M., GUTTMANN, S. & PINTER, K. (2011): Der Verein „Die Bewirtschafter“ stellt den Fisch des Jahres 2011 vor: Die Aalrutte (*Lota lota*). *Österreichs Fischerei* 64: 254-268.
- HUGHES, A. R., INOUE, B. D., JOHNSON, M. T. J., UNDERWOOD, N. & VELLEND, M. (2008): Ecological consequences of genetic diversity. *Ecology Letters* 11: 609–623.
- HURCK, R., PETRUCK, A., STÖFFLER, U. & ZUR MÜHLEN, P. (2015): Analyse und Bewertung des Temperaturhaushalts der Lippe im Hinblick auf die Entwicklung einer gewässertypspezifischen Fischfauna. *Vortrag auf der Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Limnologie e.V., Essen, 2015.*
- INGENDAHL, D. (2011): Die EG-Aalverordnung und ihre Umsetzung im Rheineinzugsgebiet. *Wasser und Abfall* 13: 21-31.
- IRGANG, K. (2002): Vergleich von Inzucht- und Homozygotieentwicklung anhand molekulargenetischer Marker in einer geschlossenen New Hampshire Linie. *Dissertation. Freie Universität Berlin.*
- JACKSON, J. R., VANDEVALK, A. J., FORNEY, J. L., LANTRY, B. F., BROOKING, T. E. & RUDSTAM, L. G. (2008): Long-term trends in burbot abundance in Oneida Lake, New York: Life at the southern edge of the range in an era of climate change. In: *PARAGAMIAN, V. L. & BENNETT, D. H. (Hrsg.): Burbot: Ecology, Management and Culture. American Fisheries Society Symposium* 59: 131-152.
- JUNGHARDT, S. (2009): Die Maßnahmen des Lippeverbandes im Rahmen der Umsetzung des Lippeauenprogramms. *NUA-Seminarbericht* 9: 66-72.
- JUNGHARDT, S., JOHANN, G., SOMMERHÄUSER, M., BECKERS, B., BUNZEL-DRÜKE, M., GEYER, H. J., HAUSWIRTH, L. & NEITZKE, A. (2009): Rückbau von Uferbefestigungen – Eine Erfolgsgeschichte an der Lippe in Nordrhein-Westfalen. *Korrespondenz Wasserwirtschaft* 2: 159-165.

- KAINZ, E. & GOLLMANN, H. P. (1996): Laichgewinnung, Erbrütung und erste Aufzuchtversuche bei Aalrutten (*Lota lota*). Österreichs Fischerei 49: 154-160.
- KAISER, A. (1993): Zur Geschichte der Ems – Natur und Ausbau: Eine historische Betrachtung der ökologischen Veränderungen der Ems und ihrer Auengebiete durch Gewässerausbau und Regulierung im Gebiet des Kreises Gütersloh. Veröffentlichungen aus dem Kreisarchiv Gütersloh Reihe I, Heft 1: 180 S.
- KALINOWSKI, S. T., WAGNER, A. P. & TAPER, M. L. (2006): ML-Relate: a computer program for maximum likelihood estimation of relatedness and relationship. Molecular Ecology Notes 6: 576-579.
- KELLER, T. (1995): Food of cormorants *Phalacrocorax carbo sinensis* wintering in Bavaria, Southern Germany. Ardea 83: 185-192.
- KIECKHÄFER, H. (1972): Die Biologie der Bodenseetrübschen (*Lota lota*). Zool. Anz. 189: 298-325.
- KLINGER, H., SCHMIDT, G. & STEINBERG, L. (1999): Rote Liste der in Nordrhein-Westfalen gefährdeten Fische (Pisces) und Rundmäuler (Cyclostomata). LÖBF (Hrsg.), 3. Fassung. In: LÖBF (Hrsg.): Rote Liste der in Nordrhein-Westfalen gefährdeten Pflanzen und Tiere, 3. Fassung. Schriftenreihe der LÖBF/LAFAO 17: 405-412.
- KLINGER, H., SCHÜTZ, C., INGENDAHL, D., STEINBERG, L., JAROCINSKI, W. & FELDHAUS, G. (2011): Rote Liste und Artenverzeichnis der Fische und Rundmäuler – Pisces et Cyclostomata – in Nordrhein-Westfalen, Stand Mai 2010. In: LANUV (Hrsg.): Rote Liste der gefährdeten Pflanzen, Pilze und Tiere in Nordrhein-Westfalen, 4. Fassung. – LANUV-Fachbericht 36, Band 2: 223-238.
- KLINKHARDT, M. (2009): Kabeljau aus norwegischer Aquakultur. Taschenbuch, SN-Verlag Michael Steinert.
- KOOPS, H. (1959): Der Quappenbestand der Elbe – Untersuchungen über die Biologie und die fischereiliche Bedeutung der Aalquappe (*Lota lota* L.) im Hinblick auf die Auswirkungen des im Bau befindlichen Elbstaus bei Geesthacht. Kurze Mitteilungen aus dem Institut für Fischereibiologie der Universität Hamburg 9: 2–60.
- KOPORIKOV, A. R. & BOGDANOV, V. D. (2011): Spatial and biotopic distribution patterns of semianadromous burbot, *Lota lota* L. (Lotidae), early larvae in the lower Ob floodplain. Russian Journal of Ecology 42: 339-343.
- KOTTELAT, M. & FREYHOF, J. (2007): Handbook of European Freshwater Fishes. Kottelat & Freyhof, Cornol (Schweiz) & Berlin (Deutschland). 646 S.
- LANDOIS, H., RADE, E. & WESTHOFF, F. (1892): IV. Buch: Westfalens Fische, Pisces. In: LANDOIS, H. (Hrsg.): Westfalens Tierleben. Dritter Band. Zoologische Sektion für Westfalen und Lippe. Schöningh. Paderborn: 161–432.
- (LAVES) Niedersächsisches Landesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (Hrsg.) (2011): Vollzugshinweise zum Schutz von Fischarten in Niedersachsen – Fischarten des Anhangs II der FFH-Richtlinie und weitere Fischarten mit Priorität für Erhaltungs- und Entwicklungsmaßnahmen – Quappe, Aalrutte (*Lota lota*). – Unveröff. Studie, Niedersächsische Strategie zum Arten- und Biotopschutz, Hannover, 11 S.
- LEHTONEN, H. (1998): Winter biology of burbot (*Lota lota* L.). Memoranda Soc. Fauna Flora Fennica 74: 45-52.
- (LFV) Landesfischereiverband Westfalen und Lippe e.V. (2013): Lippe-Quappen. http://www.lfv-westfalen.de/content/projekte/pro_lippe_quappe.php.

- LI, H. & ROOSSINCK, M. J. (2004): Genetic bottlenecks reduce population variation in an experimental RNA virus population. *Journal of Virology* 78 (19): 10582-10587.
- (LUA) Landesumweltamt NRW (2001a): Leitbilder für die mittelgroßen bis großen Fließgewässer Nordrhein-Westfalens – Flusstypen. LUA-Merkblatt Nr. 34, Essen.
- (LUA) Landesumweltamt NRW (Hrsg.) (2001b): Fließgewässertypenatlas Nordrhein-Westfalen. LUA-Merkblatt Nr. 36, Essen.
- (LV) Lippeverband (Hrsg.) (2014): Fließgewässer im Lippeverbandsgebiet, Biologie – Beschaffenheit – Bachsysteme. Lippeverband, Essen.
- (LV) Lippeverband & LÖBF (Landesanstalt für Ökologie, Bodenordnung und Forsten NRW) (Hrsg.) (2002): Monitoring „Uferentfesselung der Lippe in den Bereichen „Disselmersch“ und „Im Winkel“ – Bericht zum Untersuchungszeitraum 2000/2001. Gutachten zusammengestellt von der ABU. Bad Sassendorf-Lohne: 128 S.
- MAGNIN, E. & FRADETTE, C. (1977): Croissance et regime alimentaire de la lotte, *Lota lota* (Linnaeus, 1758), dans divers lacs et rivières du Quebec. *Naturaliste Canadien* 104: 207-222.
- MAITLAND, P. S. & LYLE, A. A. (1990): Practical conservation of British fishes: Current action on six declining species. *J. Fish Biology* 37 (suppl. A): 255-256.
- MCPHAIL, J. D. & PARAGAMIAN, V. L. (2000): Burbot biology and life history. – In: PARAGAMIAN, V. L. & WILLIS, D. W., (Hrsg.): Burbot: biology, ecology, and management. American Fisheries Society, Fisheries Management Section, Publ. 1. Bethesda: 11-23. Management. Publication 1. Fisheries Management Section, American Fisheries Society, Spokane, Washington.
- (MLRELF) Ministerium für Ländlichen Raum, Ernährung, Landwirtschaft und Forsten Baden-Württemberg (Hrsg.) (1989): Fische in Baden-Württemberg. Stuttgart: 158 S.
- MÜLLER, K. & ÖSTERDAHL, L. (1970): Beobachtungen über das Laichen der Quappe *Lota lota* L. *Oikos* Suppl. 13: 130–133.
- MÜLLER, W. (1960): Beiträge zur Biologie der Quappe (*Lota lota* L.) nach Untersuchungen in den Gewässern zwischen Elbe und Oder. *Zeitschrift für Fischerei* 9 N.F., (1/2): 1–72.
- MÜLLER, W. (1961): Neuere Untersuchungen über die Quappe (*Lota lota* L.). *Dt. Fischerei-Zeitung* 8: 43–47.
- (MUNLV) Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz NRW (Hrsg.) (2001): Fische unserer Bäche und Flüsse. Aktuelle Verbreitung, Entwicklungstendenzen, Schutzkonzepte für Fischlebensräume in Nordrhein-Westfalen. Düsseldorf: 200 S.
- (MUNLV) Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz NRW (Hrsg.) (2003): Handbuch zur naturnahen Entwicklung von Fließgewässern. Wasserwirtschaft NRW. Düsseldorf.
- (MUNLV) Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (2011): Wanderfischprogramm Nordrhein-Westfalen: Ein Landesprogramm im Bereich Naturschutz und Gewässerökologie. MKULNV, Düsseldorf.
- (MUNLV & LUA) Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen & Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen (Hrsg.) (2000): Gewässergütebericht 2000 – Sonderbericht 30 Jahre Biologische Gewässerüberwachung in Nordrhein-Westfalen. Essen: 346 S.
- (MURL) Ministerium für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft NRW (1990): Gewässerauenprogramm. MURL, Düsseldorf.

- MUUS, B. J. & DALSTRÖM, P. (1968): Süßwasserfische Europas – Biologie, Fang, wirtschaftliche Bedeutung. BLV, München: 224 S.
- NIKOLSKI, G. W. (1957): Spezielle Fischkunde. VEB Deutscher Verlag der Wiss. Berlin.
- (NUA) Natur- und Umweltschutzakademie NRW (Hrsg.) (2003): Lippe: Entwicklung, Visionen – Flusskonferenz Lippe. NUA-Seminarbericht 9, Recklinghausen: 160 S.
- NÜMANN, W. (1939): Untersuchungen über die Biologie einiger Bodenseefische in der Uferregion und den Randgebieten des freien Sees. Zeitschrift für Fischerei 37: 637-688.
- NZO GmbH & IFÖ (Institut für angewandte Ökologie) (2007): Erarbeitung von Instrumenten zur gewässerökologischen Beurteilung der Fischfauna: Kapitel 9.6 (Steckbriefe Referenzen). Gutachten im Auftrag des Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes NRW, unter fachlicher Leitung der Bezirksregierung Arnsberg, Dez. 51.4 – Fischerei und Gewässerökologie Albaum. 61 S.
- OLIVEIRA, E. J., PÁDUA, J. G. & ZUCCHI, M. I. (2006): Origin, evolution and genome distribution of microsatellites. Genetics and Molecular Biology 29 (2): 294-307.
- PÄÄKKÖNEN, J.-P. & MARJOMÄKI, T. J. (1997): Gastric evacuation rate of burbot fed single meals at different temperatures. Journal of Fish Biology 50: 555-563.
- PATZNER, R. A. & RIEHL, R. (1992): Die Eier heimischer Fische – I. Rutte, *Lota lota* L. (1758), (Gadidae). Österreichs Fischerei 45: 235-238.
- PETER, A. & ERB, M. (1996): Leitfaden für fischbiologische Erhebungen in Fließgewässern unter Einsatz der Elektrofischerei. Mitteilungen zur Fischerei 58.
- POLINSKI, M. P., FEHRINGER, T. R., JOHNSON, K. A., SNEKVIK K. R., LAPATRA, S. E., LAFRENTZ, B. R., IRELAND, S. C. & CAIN, K. D. (2010): Characterization of susceptibility and carrier status of burbot, *Lota lota* (L.), to IHNV, IPNV, *Flavobacterium psychrophilum*, *Aeromonas salmonicida* and *Renibacterium salmoninarum*. J Fish Dis. 33: 559-570.
- POULET, S. A. & WILLIAMS, R. (1991): Characteristics and properties of copepods affecting the recruitment of fish larvae. Bulletin of Plankton Society of Japan. Spec. Vol.: 271-290.
- PRILL, M. (2015): Bericht der Elektrofischerei 2015. Seseke & Nebengewässer im Kreis Unna. Unpubl. Bericht, Bergkamen: 25 S.
- PRITCHARD, J. K., STEPHENS, P. & DONNELLY, P. (2000): Inference of population structure using multilocus genotype data. Genetics 155: 945-959.
- PURVES, W. K., SADAVA, D., ORIANI, G. H. & HELLER, H. C. (2006): Biologie. Spektrum Akademischer Verlag.
- RICKER, W. E. (1975): Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada 191: 2-6.
- ROBERT, S. & SOMMERHÄUSER, M. (2007): Die Köcherfliegenfauna (Insecta, Trichoptera) der Lippe (Nordrhein-Westfalen) – aktuelle Situation und Rückschau der letzten 25 Jahre. Lauterbornia 61: 101-110.
- RUTEMÖLLER, J. (1974): Das Fischereiwesen in Rheine und Umgegend. Spindel und Schiffchen (38 9/10): 97-99.
- RYDER, R. A. & PESENDORFER, J. (1992): Food, growth, habitat, and community interactions of young-of-the-year burbot, *Lota lota* L., in a Precambrian Shield lake. Hydrobiologia 243/244: 211-227.
- SANETRA, M. & MEYER, A. (2005): Microsatellites from the burbot (*Lota lota*), a freshwater gadoid fish (Teleostei). Molecular Ecology Notes 5 (2): 390-392.

- SCHÄPERCLAUS, W., KULOW, H. & SCHRECKENBACH, K. (Hrsg.) (1992): Fish diseases, Vol. 2, 5th edition. Balkema, Rotterdam.
- SCHEFFELT, E. & SCHWEIZER, W. (1926): Fische und Fischerei im Bodensee. Enke, Stuttgart: 172 S.
- SCHEJA, G. (2011): Arnsberg entdeckt seine Ruhr wieder. Heimatpflege in Westfalen 24 (1): 1-9.
- SCHERNER, U. (2009): Die Quappe (*Lota lota*). Bayerisches Taucherblatt'1 4/09: 2.
- SCHIMMER, H. & SCHINDLER, A. (2000): Die Güteentwicklung der Ems von 1969 bis 1999. In: MUNLV & LUA (Hrsg.): Gewässergütebericht 2000 – Sonderbericht 30 Jahre Biologische Gewässerüberwachung in Nordrhein-Westfalen: 177-183. Essen.
- SCHMIDT-FORMANN, O. (2007): Optimisation of the pSCI Lippe flood plain between Hamm and Hangfort. – In: BUNCE, R. G. H., R. H. G. JONGMAN, L. HOJAS & S. WEEL (Hrsg.): 25 years of Landscape Ecology: Scientific Principles in Practice. Proceedings of the 7th IALE World Congress, Part 2: 1156.
- SCHMIDT-FORMANN, O. (2013): LIFE+ Projekt Lippeaue – synergetischer Schulterschluss zwischen Wasserwirtschaft und Naturschutz. In: Natur- und Umweltschutz-Akademie des Landes Nordrhein-Westfalen (Hrsg.): Erfolgskontrollen von Renaturierungsmaßnahmen an Fließgewässern. NUA-Seminarbericht 11: 27-34.
- SCHNEIDER, J., KORTE, E. & LELEK, A. (1997): Wiedereinbürgerung der Quappe (*Lota lota*) in der Ruhr (NRW). I. Zwischenbericht im Auftrag der Ruhrfischereigenossenschaft. Unveröff. Gutachten des Büros für fischökologische Studien und des Forschungsinstituts Senckenberg, Frankfurt a.M.: 10 S.
- SCHNEIDER, J., KORTE, E. & LELEK, A. (2002): Wiedereinbürgerung der Quappe (*Lota lota*) in die Ruhr (NRW) durch die Ruhrfischereigenossenschaft, Essen. In: Verband Deutscher Sportfischer e.V. (Hrsg.): Fisch des Jahres 2002: Die Quappe (*Lota lota*): 5-19.
- SCHNEIDER, S., ROESSLI, D. & EXCOFFIER, L. (2000): Arlequin, Version 2000: Software for population genetic data analysis. Genetics and Biometra Laboratory, University of Geneva, Geneva, Switzerland.
- SCHOLTEN, M. (2002): Das Jungfischauftreten in Uferstrukturen des Hauptstroms der mittleren Elbe – zeitliche und räumliche Dynamik. Zeitschrift für Fischkunde Supplementband I: 59-77.
- SCHREIBER, A. & VAN HOUDT, J. (2002): Populationsgenetische Untersuchungen an der Quappe. In: Verband Deutscher Sportfischer e.V. (Hrsg.): Fisch des Jahres 2002: Die Quappe (*Lota lota*): 20-22.
- SCHWEVERS, U. & ADAM, B. (1993): Fische in der Lahn. Hessisches Ministerium für Landesentwicklung, Wohnen, Landwirtschaft, Forsten und Naturschutz, Wiesbaden: 68 S.
- SCHWEVERS, U., ADAM, B. & THUMERER, D. (2005): Auswertung durchgeführter Funktionskontrollen im Auftrag des Ministeriums für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz NRW. Institut für angewandte Ökologie, Kirtorf-Wahlen: 193 S.
- SELKOE, K. A. & TOONEN, R. J. (2006): Microsatellites for ecologists: a practical guide to using and evaluating microsatellite markers. Ecology Letters 9 (5): 615-629.
- SHODJAI, F. (1980): Entwicklungs-, Stoffwechsel- und Ernährungsphysiologische Untersuchungen an der Aalquappe (*Lota lota* L.) unter Berücksichtigung ihrer Eignung als Kulturfisch. Dissertation, Institut für Meereskunde an der Christian-Albrecht-Universität, Kiel.

- SOROKIN, V. N. (1971): The spawning and spawning grounds of the burbot (*Lota lota* (L.)). Journal of Ichthyology 11: 907–915.
- Stadt Hamm (2008): Optimierung der Verbindung zwischen Fluss und Aue im FFH-Gebiet „Lippeaue zwischen Hangfort und Hamm“ – Life+ Projekt „Lippeaue“. LIFE+ Natur 2008 Antragsunterlagen. Hamm.
- Stadt Hamm (Hrsg.) (2009): Lippeaue LIFE-Projekt. Broschüre, Hamm: 33 S.
- Stadt Hamm (2010): Abschlussbericht (08.01.2005 – 31.07.2010) LIFE-Projekt „Lippeaue“. LIFE05 NAT/D/000057, Technical / Financial Final Report. Hamm: 119 S + Anhang.
- Stadt Hamm (Hrsg.) (2015): Lippeaue LIFE+ Projekt. Broschüre, Hamm: 33 S.
- (StAWA) Staatliches Amt für Wasser- und Abfallwirtschaft Lippstadt (1993): Lippeaueprogramm Abschnitt Lippstadt – Lippborg. Unveröff. Gutachten der Büros A. VOLLMER UND K.-H. LOSKE, Lippstadt.
- STUBBE, M. (1989): Fischotter *Lutra lutra* (L.). In: STUBBE, H. (Hrsg.): Buch der Hege, Band I Haarwild (4. Auflage). VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag Berlin: 550-575.
- SUNNUCKS, P. (2000): Efficient genetic markers for population biology. Trends in Ecology and Evolution (TREE) 15 (5): 199-203.
- STAPANIAN, M. A., PARAGAMIAN, V. L., MADENJIAN, C. P., JACKSON, J. R., LAPPALAINEN, J., EVENSON, M. J. & NEUFELD, M. D. (2010): Worldwide status of burbot and conservation measures. Fish and Fisheries 11: 34–56.
- STEINER, V., SCHOTZKO, N., KLETZL, M. & KAINZ, E. (1996): Ein Beitrag zur wirtschaftlichen Aufzucht kleiner, sensibler Fischlarven am Beispiel der Aalrutte (*Lota lota* L.). Österreichs Fischerei 7: 160-172.
- STÍPEK, J. (1992): Erfahrungen bei der Aufzucht der Rutte (*Lota lota* L.) in der Tschechoslowakei. Fischer und Teichwirt 10/1992: 376–379.
- (StUA) Staatliches Umweltamt Lippstadt (Hrsg.) (2002): Die Klostermersch – Ein Fluss erobert seine Aue zurück. Broschüre, bearbeitet durch die ABU. Lippstadt: 21 S.
- STÜEKEN, M. (2012): Reproduktion, Aufzucht und Wiederansiedlung der Aalquappe (*Lota lota*), Diplomarbeit, Universität Osnabrück, Fachbereich Biologie/Chemie, Zoologie/Entwicklungsbiologie.
- THIEL, A. & BROGGIATO, G. (2000): Die Issel – Ein landwirtschaftlich geprägter Flachlandfluss. In: MUNLV & LUA (Hrsg.): Gewässergütebericht 2000 – Sonderbericht 30 Jahre Biologische Gewässerüberwachung in Nordrhein-Westfalen: 233-238. Essen.
- TÓTH, G., GÁSPÁRI, Z. & JURKA, J. (2000): Microsatellites in different eukaryotic genomes: Survey and analysis. Genome Research 10 (7): 967-981.
- VON DEM BORNE, M. (1882): Die Fischerei-Verhältnisse des Deutschen Reiches, Oesterreich-Ungarns, der Schweiz und Luxemburgs. W. Moeser Hofbuchdruckerei, Berlin: 304 S.
- WANG, N. & APPENZELLER, A. (1998): Abundance, depth distribution, diet composition and growth of perch (*Perca fluviatilis*) and burbot (*Lota lota*) larvae and juveniles in the pelagic zone of Lake Constance. Ecology of Freshwater Fish 7: 176–183.
- Wasserverband Obere Lippe (Hrsg.) (2013): Renaturierung der Lippe im Bereich Tallehof: Zielsetzung, Durchführung, Entwicklung. Broschüre, Büren, 26 S.
- WESENBERG-LUND, C. (1909): Über pelagische Eier, Dauerzustände und Larvenstadien der pelagischen Region des Süßwassers. Int. Rev. D. Ges. Hydrobiol. Leipzig 2.

- WESTHOFF, M. & BAHR, J. (2016): Unveröffentlichter Untersuchungsbericht im Rahmen des Quappen-Projektes. Ruhrverband Möhnesee.
- WINKLER, H. M., WATERSTRAAT, A. & HAMANN, N. (2002): Rote Liste der Rundmäuler, Süßwasser- und Wanderfische Mecklenburg-Vorpommerns. Das Umweltministerium des Landes Mecklenburg-Vorpommern (Hrsg.), Schwerin.
- WOCHER, H. (2010): Überprüfung der Fischart Rutte (*Lota lota* L.) für Zwecke der Speisefischproduktion, Abschlussbericht des Pilotprojektes II (2007 – 2010). Untersuchung im Rahmen der Förderung von Strukturmaßnahmen im Bereich der Fischerei und Aquakultur sowie der Verarbeitung und Vermarktung der entsprechenden Erzeugnisse, durchgeführt aus Mitteln der EU, des Bayerischen Staatsministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten sowie des Bezirks Niederbayern.
- WOCHER, H. (2013): LOTAqua – Satzfishzucht. Werbebroschüre
- WOLTER, C., VOLKMAN, S., NAGEL, F. & HÖLKER, F. (2009): Die Oderquappe – ein Leben am Temperaturlimit. Nationalpark-Jahrbuch Unteres Odertal 6: 57-72.
- WORTHINGTON, T., KEMP, P. S., OSBORNE, P. E., HOWES, C. & EASTON, K. (2011): A review of the historical distribution and status of the burbot (*Lota lota*) in English rivers. *Journal of Applied Ichthyology* 27: 1–8.
- WORTHINGTON, T., KEMP, P. S., OSBORNE, P. E., DILLEN, A., COECK, J., BUNZEL-DRÜKE, M., NAURA, M., GREGORY, J. & EASTON, K. (2012): A spatial analytical approach for selecting reintroduction sites for burbot in English rivers. *Freshwater Biology* 57: 602-611.
- WRRL (2000): WRRL – Wasserrahmenrichtlinie – Richtlinie vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften.

10 Abbildungsnachweis

- | | |
|--|---------------------------------|
| Bezirksregierung Arnsberg: 34 | Lippeverband/Jacobs, G.: 75 |
| Blossey, H.: 74 | Lippeverband/Petruck, A.: 38-40 |
| Bunzel-Drüke, M.: 1-6, 8-11, 13, 23, 29, 30, 37, 62, 63, 66-71, 83, 84 | Mantel, K.: 61 |
| Drüke, J.: 27, 60, 64, 65 | NZO GmbH: 31-33, 36 |
| Haufe, U.: Titelbild, 57, 82 | Schackers, B.: 35 |
| Hauswirth, L.: 77 | Spilok, G.: 12 |
| Jones, T.: 73, 78, 81 | Stemmer, B.: 59 |
| Kühlmann, M.: 41-49, 55, 56 | Stüeken, M.: 50-54, 58 |
| Lampert, K. et al.: 17-22 | Zimball, O.: 28 |
| Landesfischereiverband Westfalen und Lippe e.V.: 14-16, 72, 76 | |

II Anschriften der Verfasser

Dr. Margret Bunzel-Drücke
Matthias Scharf
Olaf Zimball
Arbeitsgemeinschaft Biologischer Umweltschutz im Kreis Soest e.V. / Biologische Station
Teichstraße 19
59505 Bad Sassendorf
E-Mail: abu@abu-naturschutz.de
Internet: www.abu-naturschutz.de

Ulrich Detering
Dezernat 54, Abteilung 5
Bezirksregierung Arnsberg
Lipperoder Straße 8
59555 Lippstadt
E-Mail: Ulrich.Detering@bra.nrw.de
Internet: www.bezreg-arnsberg.nrw.de

Gunnar Jacobs
Andreas Petruck
Emschergenossenschaft/Lippeverband
Kronprinzenstr. 24
45128 Essen
E-Mail: Jacobs.Gunnar@eglv.de
Internet: www.eglv.de

Markus Kühlmann
Lars Brackwehr
Ruhrverband
Seestr. 48
59519 Möhnesee
E-Mail: mkh@ruhrverband.de
Internet: www.ruhrverband.de

PD Dr. Kathrin P. Lampert
Bianca Peinert
Vanessa Schulz
Ruhr-Universität Bochum
Universitätsstr. 150
44780 Bochum
E-Mail: kathrin.lampert@ruhr-uni-bochum.de
Internet: www.ruhr-uni-bochum.de

Dr. Michael Möhlenkamp
Till Seume
Siegfried Kuss
Landesfischereiverband Westfalen und Lippe e.V.
Sprakeler Str. 409
48159 Münster
E-Mail: info@lfv-westfalen.de
Internet: www.lfv-westfalen.de