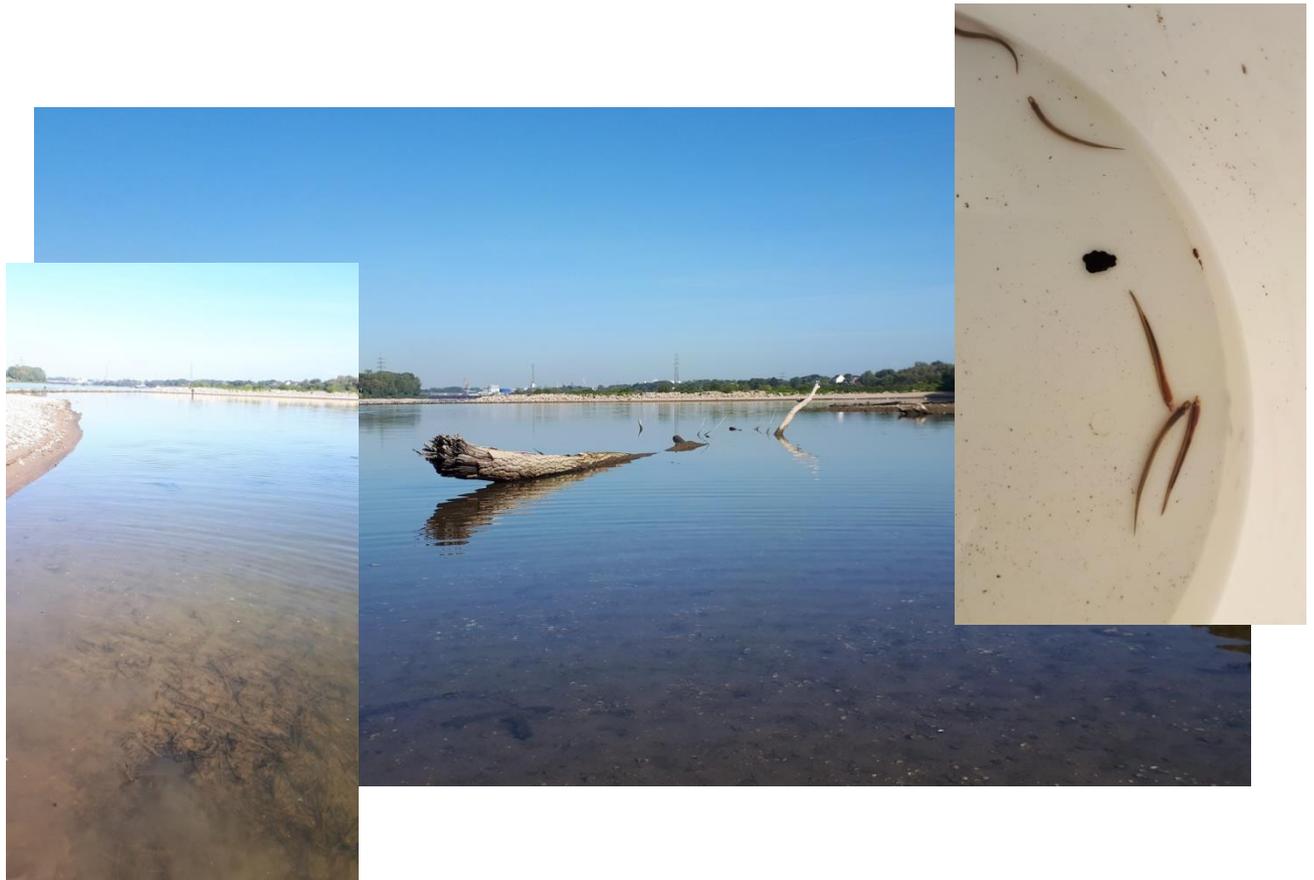


Repräsentative Erfassung der Neunaugen
Querder/Transformer im Rheinhauptlauf und in
seinen Nebengewässern im Interreg-Projektgebiet
GBRA



-Ergebnisbericht-

Siegburg, Februar 2020

Projektleitung und Bearbeitung:

Rheinischer Fischereiverband von 1880 e.V.

Siegburg



Partner:

LimnoPlan – Fisch- und Gewässerökologie

Erftstadt



Autoren: Dr. Andreas Scharbert, Dr. Lisa Heermann, Jan Lindner

Inhalt

1. Einleitung.....	6
1.1 Vorhandene Informationen zu rezente Vorkommen diadromer Neunaugen in den Einzugsgebieten von Rhein und Maas in NRW.....	7
1.2 Lebenszyklus der Neunaugen.....	8
2. Zielsetzung und methodisches Vorgehen	10
2.1 Untersuchungsmethodik.....	10
2.2 Auswahl der Probeflächen	12
2.3 Bestimmung der juvenilen Neunaugen im Feld	13
3. Ergebnisse.....	17
3.1 Untersuchungsumfang.....	17
3.2 Anzahl, Artzugehörigkeit und Stadien der nachgewiesenen Neunaugen.....	17
3.3 Nachweisdichten	24
3.4 Größenspektren der juvenilen Neunaugen.....	25
4. Diskussion.....	27
4.1 Auswahl der Probestellen und Untersuchungsmethodik.....	28
4.2 Der mögliche Einfluss von Extremereignissen wie Niedrigwasserereignissen und Hitze	29
4.3 Veränderungen in der allgemeinen Bestandssituation.....	30
4.4 Prädation	32
4.5 Schlussfolgerung und Empfehlung	32
5. Literatur	33
6. Anhang – Detailkarten der untersuchten Probestellen	35
6.1 Detailkarten – Rhein.....	36
6.2 Detailkarten - Rhein (Nebengewässer)	43
6.3 Detailkarten – Kalflack.....	51
6.4 Detailkarten – Lippe	52
6.5 Detailkarten – Wupper	55
6.6 Detailkarten – Sieg	57

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Aktuelle Verbreitung des Flussneunauges (links) und des Meerneunauges (rechts) in NRW basierend auf Daten des LANUV (Stand: Februar 2020).....	7
Abbildung 2: Schema des Lebenszyklus der Neunaugen (Darstellung aus Kelly & King, 2001).....	8
Abbildung 3: Suche nach sedimentbewohnenden juvenilen Neunaugen mit Elektrofischerei im Bereich der Mündung Kalfak in den Rhein.....	11
Abbildung 4: Die Lage der Probestellen, hier eine Seitenbucht des Rheins bei Duisburg-Beeckerwerth, wurde mittels GPS eingemessen.	11
Abbildung 5: Beispiele von Habitaten mit den Merkmalen typischer Juvenilhabitate in Bühnenfeldern des Rheins. Charakterisierendes Merkmal der Juvenilhabitate sind sandig-schluffige Substraten und hohem Detritusanteil.	13
Abbildung 6: Querder des Meerneunauges (oben) und Flussneunauge (unten) (aus Freyhof 1998). Neben der Pigmentierung des Kopfbereiches ist insbesondere die Pigmentierung der Schwanzflosse ein für junge Querderstadien im Feld anwendbares Unterscheidungskriterium.	14
Abbildung 7: Transformer der Gattung Lampetra (oben) und Petromyzon (unten) aus der Sieg. In günstigen Fällen gibt die Färbung der Tiere (bei Petromyzon grau-metallisch) Hinweise auf die Gattungszugehörigkeit. Überdies sind die bei den Transformern bereits entwickelten Mundwerkzeuge ein sicheres Unterscheidungsindiz.....	14
Abbildung 8: Transformer von Petromyzon (oben) und Lampetra (unten) aus dem Rhein	15
Abbildung 9: Übersichtskarte mit der Lage der beprobten Habitate.....	16
Abbildung 10: Detailarte zur Lage der Probestellen am Beispiel der Lippe (oben) und der Nebenrinne in der Emmericher Ward (unten). Weitere Detailkarten im Anhang.....	18
Abbildung 11: Sammelprobe unterschiedlicher Entwicklungsstadien der Gattungen <i>Lampetra</i> und <i>Petromyzon</i> aus dem Rhein.....	19
Abbildung 12: Lampetra-Querder aus dem Rhein	19
Abbildung 13: Mittlere Nachweisdichten(gemittelt über die Summe der beprobten Habitatflächen) juveniler Neunaugen der Gattungen Lampetra und Petromyzon in den Probeflächen in Rhein, Lippe, Sieg und Wupper	24
Abbildung 14: Maximale Nachweisdichten juveniler Neunaugen in den Probeflächen mit Neunaugennachweisen in Rhein, Lippe, Sieg und Wupper	25
Abbildung 15: Längenfrequenzdiagramm aller im Feld vermessenen Individuen der Gattung Lampetra (links) und Petromyzon (rechts) im Gesamtfang aus Rhein, Sieg und Wupper und unterteilt nach Querdern und Transformern.....	26
Abbildung 16: Ganglinie des Rheinpegels (rote Linie) am Pegel Emmerich für die Jahre 2018 (links) und 2019 (rechts) vor dem mittleren langjährigen Pegel (\pm Standardabweichung) in blau. Die rote gestrichelte Linie kennzeichnet den Pegelstand bei dem die Monitoringuntersuchungen zum Vorkommen der juvenilen Neunaugen im August und September 2019 durchgeführt wurden.	29
Abbildung 17: Aufsteigerzahlen der Meerneunaugen an den Fischaufstiegsanlagen in Iffezheim seit 2001 und Gambsheim (seit 2006 in Betrieb) am Oberrhein. In den markierten Jahren (*) kam es aufgrund von Bauarbeiten an der Fischaufstiegsanlage Iffezheim möglicherweise zu Beeinträchtigungen des Fischaufstieges.	30
Abbildung 18: Gemittelte CPUE für aufsteigende Flussneunaugen (links) und Meerneunaugen (rechts) am niederländischen Abschlussdeich im Zeitraum 2001 bis 2012 (Abbildungen übernommen aus Griffioen & Winter 2014).....	31

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Charakteristiken der Laich- und Larvalhabitate von <i>Lampetra fluviatilis</i> (Flussneunauge), <i>Lampetra planeri</i> (Bachneunauge) und <i>Petromyzon marinus</i> (Meerneunauge) nach Literaturangaben von Kelly & King (2001), Maitland (2003) sowie Otto & Zahn (2008).	9
Tabelle 2: Tabellarische Übersicht aller im Zuge des Projektes beprobten Habitatflächen im Rheinhauptstrom.....	19
Tabelle 3: Tabellarische Übersicht aller im Zuge des Projektes beprobten Habitatflächen in den Nebengewässern des Rheins.....	21
Tabelle 4: Tabellarische Übersicht aller im Zuge des Projektes beprobten Habitatflächen in verschiedenen Flüssen des Rheineinzugsgebietes.....	22

1. Einleitung

Die diadromen Wanderfischarten Fluss- und Meerneunaugen sind als Arten des Anhangs II der FFH-Richtlinie für das nordrhein-westfälische Rheinsystem von besonderer Bedeutung (Ausweisung in den Rheinfischschutzzonen). Im Regierungsbezirk Düsseldorf sind weiterhin Fisch- und Laichschonbezirke für Wanderfische im Rhein ausgewiesen.

Informationen zur Verbreitung der Neunaugenarten sind in zahlreichen Verfahren erforderlich (z. B. Wasserrechtsverfahren: Wasserentnahmen, Einleitungen, Baumaßnahmen am Rhein und in Häfen, Nebengewässern, Gewässerunterhaltungen und -renaturierungen). Um einen repräsentativen Überblick über die reale Verbreitung der Jungfischgebiete (Querder/Transformer-Standorte) zu bekommen, ist eine systematische Erfassung geeigneter Habitate von Nöten. Im Rahmen der bisherigen WRRL-Befischungen erfolgt dies bisher nicht in geeigneter Weise (z. B. habitatspezifische Erfassung für juvenile Stadien oder während der Wanderzeiten für adulte Tiere). Verschiedene Hinweise aus Genehmigungsverfahren im Rheinhauptlauf und in den Seitengewässern des Rheins (z.B. Häfen mit Wasserentnahmen) und andere Studien (z. B. Schokkerfänge, gelegentliche Fänge von Transformern bei Elektrobefischungen) deuten darauf hin, dass es im Rheinstrom und in den Nebengewässern möglicherweise größere, nicht klar erkannte Querdervorkommen gibt. Daher ist eine repräsentative Erfassung notwendig, um eine belastbare Datengrundlage für zukünftige Genehmigungsverfahren zu erzielen. Eine Weiterentwicklung und Ergänzung zu den bisherigen Erfassungsmethodiken ist ggf. ebenfalls notwendig.

Als Grundlage dafür ist jedoch ein Screening mittels Elektrobefischung zielführend. So sollen zukünftig habitatspezifische, flächengenaue und quantifizierbare Aussagen zu den Vorkommen von Neunaugenarten ermittelt werden. Die Datengrundlage dient der Umsetzung der fischerei-, naturschutz- und wasserrechtlichen Rechtsgrundlagen und Entwicklungsziele der Bezirksregierung Düsseldorf (Zielerreichung der EU-WRRL, der FFH-RL; BNatSchG, LFischG, LFischVO, Bewertungsgrundlage in Genehmigungsverfahren).

Als diadrom wandernde Arten kommt den beiden Neunaugenarten dabei eine überregionale und internationale Bedeutung in der Gewässerentwicklung und im grenzüberschreitenden Artenschutz zu (INTERREG GBRA Ziele). Vorkommen und Nachweise von Bachneunauge sind möglich, spielen aber im Rhein eine untergeordnete Bedeutung.

Die Studie soll die Verbreitung und Bestandssituation der Querder und Transformer von Fluss- und Meerneunaugen im NRW-Rheinstrom und in den permanent angebundenen künstlichen Seitengewässern (in Abgrabungsgewässern und in Häfen) ermitteln. Soweit Bachneunaugen bei der Befischung in Erscheinung treten sind diese mit zu erfassen. Die Neunaugenstudie dient zur Zielerreichung der genehmigten und geförderten Projektziele des INTERREG Projektes GBRA.

1.1 Vorhandene Informationen zu rezente Vorkommen diadromer Neunaugen in den Einzugsgebieten von Rhein und Maas in NRW

Im Zuge der allgemeinen Renaissance der Bestände von Arten mit lithophiler Laichstrategie und insbesondere der anadromen Wanderfischarten im Zuge der 1990er und 2000er Jahre, mehrten sich auch die Nachweise von juvenilen Neunaugen in den Uferhabitaten des Rheins. Diese erfolgten jedoch zumeist eher zufällig im Rahmen von Elektrobefischungen und Jungfischuntersuchungen, jedoch sowohl im Rhein als auch in Auengewässern bis in selten angebundene Gewässer in der hohen Aue (STAAS 2000, SCHARBERT 2009). Funde juveniler Neunaugen im Rechengut von Kühlwasserentnahmestellen entlang des Rheins, wie zum Beispiel am Kraftwerk Lausward in Düsseldorf, bei dem die Kühlwasserentnahme aus dem Hafenbecken Lausward aus dem Düsseldorfer Hafen erfolgt, als auch Nachweise im Sediment bei Ausbaggerungen in weiteren Häfen, deuten darauf hin, dass neben den Uferhabitaten auch andere Habitate mit Sedimenten geeigneter Körnung von juvenilen Neunaugen genutzt werden.

In Abbildung 1 sind die aktuellen Nachweise von Meer- und Flussneunaugen in NRW gemäß der LANUV-Datenbank dargestellt. Die Daten beruhen auf sämtlichen Meldungen die dem LANUV über Neunaugen-Funde gemacht wurden und schließen z. B. das Lippemonitoring (Daten des LFV WESTFALEN LIPPE, unveröffentlicht), das Rheinmonitoring (SCHARBERT et al 2019), das Biomonitring Rhein (ENTWURF RhFV), das Monitoring in der niederländischen Rur (GUBBELS et al. 2016), sowie sämtliche Befischungen im Zuge der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie (EU-WRRL) ein.

Neben dem vereinzelt Nachweisen aus dem Rheinhauptstrom sind die meisten Nachweise von Fluss- und Meerneunauge in den größeren Rhein-Zuflüssen Lippe, Wupper und Dhünn, sowie Sieg und Agger lokalisiert. Außerdem Gibt es Vorkommen im unteren Bereich der Rur, die auf niederländischer Seite über die Maas ebenfalls mit dem Rhein (bzw. der Waal) in Verbindung steht.

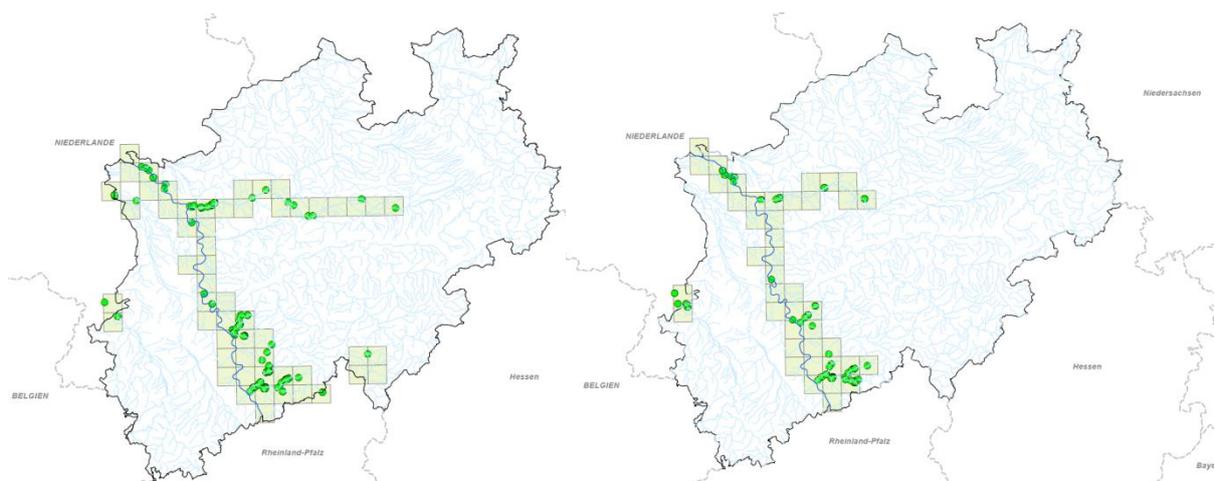


Abbildung 1: Aktuelle Verbreitung des Flussneunauges (links) und des Meerneunauges (rechts) in NRW basierend auf Daten des LANUV (Stand: Februar 2020).

1.2 Lebenszyklus der Neunaugen

Die meisten Neunaugenarten, darunter auch die hier betrachteten Arten *Lampetra fluviatilis* und *Petromyzon marinus*, durchlaufen einen anadromen Lebenszyklus. Nach einer parasitären Lebensphase im Meer wandern die adulten Fluss- und Meerneunaugen während der Wintermonate (*L. fluviatilis*) bzw. während des Frühjahres/Frühsummers (*P. marinus*) flussaufwärts in ihre Laichgewässer (Kelly & King 2001). Abgelaicht wird in den Monaten März bis April (*L. fluviatilis*) bzw. Mai bis Juni (*P. marinus*) auf geeigneten kiesig-sandigen und kiesig-steinigen Flächen, wobei die adulten Tiere nach Abschluss des Laichvorgangs verenden (MAITLAND 2003).

Sobald die Neunaugen-Larven, auch Ammocoeten oder Querder genannt, aus den Eiern geschlüpft sind, lassen sie sich mit der Strömung in geeignete Feinsediment- und Detritus-haltige Bereiche verdriften. In diesen Habitaten verbleiben die Larven für 3 bis 8 Jahre im Sediment und ernähren sich während dieser Zeit filtrierend.

Nach Abschluss der larvalen Entwicklung durchlaufen die Neunaugen eine mehrere Monate andauernde Metamorphose (sie werden während dieser Lebensphase oft als Transformer bezeichnet) und beginnen im Anschluss (Sommer bis früher Winter) ihre Abwanderung in Richtung Meer. Dort angekommen beginnen die nun adulten Neunaugen erneut sich parasitär vom Gewebe und Blut verschiedener als Wirt dienender Knochenfische zu ernähren (KELLY & KING 2001).

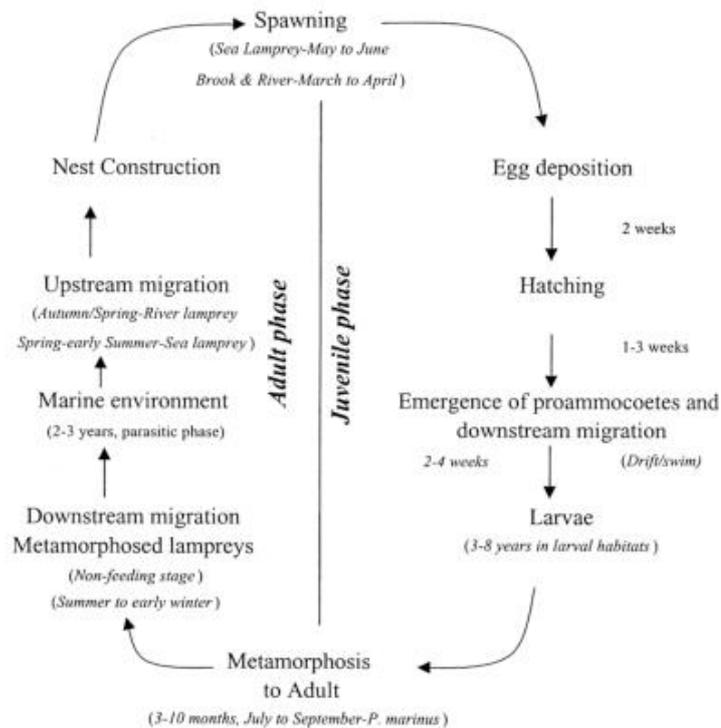


Abbildung 2: Schema des Lebenszyklus der Neunaugen (Darstellung aus Kelly & King, 2001).

Die vorliegende Studie verfolgt das Ziel Vorkommen und die Abundanz der juvenilen Stadien der diadromen Neunaugenarten im Gebiet des Unteren Niederrheins und seiner Seitengewässer zu ermitteln. Wie in Abbildung 2 dargestellt driften die Querder nach der Emergenz aus dem Interstitial und nischen sich in geeigneten Habitaten ein. Die Larvalhabitate können dadurch im Nahbereich oder bei unzureichender Habitatverfügbarkeit auch in größerer Distanz zu den Laicharealen liegen. Da das larvale Stadium bei beiden Gattungen mehrere Jahre umfasst ist grundsätzlich vom Vorkommen Larven unterschiedlichen Alters, sowie aufgrund der nahezu deckungsgleichen (lediglich zeitlich etwas versetzten) Lebenszyklen und Habitatansprüchen (vgl. Tabelle 1) mit einem Vorkommen beider Gattungen in den Habitaten zu rechnen.

Tabelle 1: Charakteristiken der Laich- und Larvalhabitate von *Lampetra fluviatilis* (Flussneunauge), *Lampetra planeri* (Bachneunauge) und *Petromyzon marinus* (Meerneunauge) nach Literaturangaben von Kelly & King (2001), Maitland (2003) sowie Otto & Zahn (2008).

Habitatparameter	<i>L. fluviatilis</i>		<i>L. planeri</i>		<i>P. marinus</i>	
	Larval	Adult (Laichhabitat)	Larval	Adult (Laichhabitat)	Larval	Adult (Laichhabitat)
Strömungsgeschwindigkeit	³⁾ 0,01 – 0,5 m/s	¹⁾ 1 - 2 m/s	³⁾ 0,3 – 0,5 m/s	¹⁾ 1 - 2 m/s	³⁾ Geringer als 0,6 – 0,8 m/s	¹⁾ 1 - 2 m/s
Temperatur	-	¹⁾ Typischerweise 8,5 – 12,0 °C	-	-	¹⁾ Bevorzugt 10 – 14 °C	²⁾ 15,0 – 19,0 °C
Sauerstoff	¹⁾ Annähernd anoxische Bedingungen im Sediment können wenige Stunden toleriert werden	-	¹⁾ Annähernd anoxische Bedingungen im Sediment können wenige Stunden toleriert werden	-	¹⁾ Annähernd anoxische Bedingungen im Sediment können wenige Stunden toleriert werden	-
Substrat	³⁾ 0,5 – 3,8 mm Korngröße	¹⁾ kiesig-sandig	³⁾ 1,8 – 3,8 mm Korngröße	¹⁾ kiesig-sandig	³⁾ 1,8 – 3,8 mm Korngröße	³⁾ 15 – 115 mm Korngröße
Wassertiefe	¹⁾ Bevorzugt 0 – 100 cm	¹⁾ Bevorzugt 20 – 150 cm	¹⁾ Bevorzugt 0 – 100 cm	³⁾ < 450 mm	¹⁾ Bevorzugt 0 – 100 cm	³⁾ 150 – 1520 mm

2. Zielsetzung und methodisches Vorgehen

2.1 Untersuchungsmethodik

Zielsetzung der vorliegenden Studie war es, das Vorkommen und die räumliche Verbreitung juveniler Neunaugen in den Uferhabitaten des Rheins und seiner Seitengewässer zu erfassen. Somit wurde erstmals der gezielte Nachweis der juvenilen und sedimentbewohnenden Stadien von Neunaugen (Querder, Transformer) in einer Vielzahl potenzieller Habitats in repräsentativem Umfang verfolgt. Hierbei wurden unterschiedliche methodische Ansätze getestet:

- Bootsgestützte Elektrofischungen mit leistungsstarken (bis zu 13 kW) Stationärgeräten der Typen EFKO 13000, EFKO 8000, EFGI 4000 und Grassl EL 65 II in Kombination mit einer Kescheranode in den Tiefenbereichen bis zu etwa 1,5 m. Unterhalb dieser Tiefe war selbst unter optimalen Licht- und Trübungsverhältnissen aus der aufrecht und rechtwinklig über dem Substrat erhobenen Position der Bearbeiter im Boot, keine sichere Ansprache der im Stromfeld reagierenden juvenilen, beziehungsweise schlanken, Fische möglich.
- Watbefischungen mit stationären Geräten vom Typ EFKI 650 im Gleich- und Impulsstrombetrieb in Tiefenbereichen bis zu etwa 1 m, was sich in der Praxis als für die zuverlässige Ansprache limitierender Tiefenbereich herausstellte.

Die ausgewählten Habitatflächen wurden flächendeckend nach juvenilen Neunaugen abgesucht. Aufgrund der bekanntermaßen späten Reaktion der Neunaugen im Sediment auf das Stromfeld, wurde die aktivierte Anode sehr langsam über das Sediment geführt und hierbei immer wieder innegehalten. Neben der kontinuierlichen Stromgabe wurde diese intervallartig unterbrochen, um etwaige Scheueffekte zu minimieren. Hierbei wurde bei entsprechenden Einstellungsmöglichkeiten (EFKI 8000 und 650) auch zwischen Gleich- und Impulsstrombetrieb gewechselt. Standardmäßig wurde eine Kescheranode mit einer Kantenlänge von 40cm und einer Maschenweite von 4mm verwendet. Darüber hinaus wurde vom zweiten Mann ein feinmaschiger Jungfischkescher zum abkeschern kleiner Querderstadien mitgeführt. Alle Neunaugen wurden in einem geeigneten Behälter zwischengehalten und anschließend bestimmt und vermessen. Die Bestimmung und Gattungsdiagnose (*Lampetra*, *Petromyzon*) erfolgte - soweit makroskopisch möglich - vor Ort. Bei unklarer Diagnose oder zur Absicherung der Einschätzung im Feld wurden Proben zur genetischen Bestimmung durch den Auftraggeber in 99% Ethanol fixiert. Der Beifang wurde nicht mit aufgenommen.



Abbildung 3: Suche nach sedimentbewohnenden juvenilen Neunaugen mit Elektrofischerei im Bereich der Mündung Kalfiak in den Rhein



Abbildung 4: Die Lage der Probestellen, hier eine Seitenbucht des Rheins bei Duisburg-Beeckerwerth, wurde mittels GPS eingemessen.

2.2 Auswahl der Probeflächen

Aufgrund der bekannten Bindung der juvenilen Stadien beider Gattungen an mäßig strömungsexponierte oder am Rande der Strömung gelegene Habitats mit sandigen Substraten und organischen Ablagerungen, erfolgte die konkrete Auswahl der Probeflächen anhand dieser Merkmalskombinationen im Gelände, z.T. auch nach einer Vorauswahl im Luftbild und nach Abstimmung mit dem Auftraggeber. Desweiteren wurden Habitats einbezogen, in denen in der Vergangenheit bereits Neunaugenfunde erfolgt waren. Unter anderem flossen hier Informationen ein, die vom Auftraggeber und vom LANUV als Fachbehörden zur Verfügung gestellt wurden, als auch Erfahrungen der Bearbeiter aus zurückliegenden Forschungs- und Monitoringprojekten am Rhein und den Seiten- und Auengewässern. Ein weiterer Aspekt bei der Probestellenauswahl, sowohl der Rheinuferhabitats als auch der angebundenen Seitengewässer des Rheins, war die repräsentative Lage innerhalb Projektgebietes zwischen Duisburg und der Grenze zu den Niederlanden. Desweiteren wurde darauf geachtet, Probestellen im Nahbereich von Zuflüssen (Lippe, Kalflak) zu berücksichtigen, in denen rezente oder potenzielle Laichareale liegen. um etwaige Rückschlüsse auf die Reproduktionsorte schließen zu können, aus denen mit ausdriftenden Querdern zu rechnen wäre, die sich in den unterhalb liegenden Habitats einnischen. Schließlich wurden die in den letzten Jahren im Rahmen von Life-Projekten angelegten Nebenrinnen in der Emmericher Ward und bei Bislich-Vanum , sowie die durch das WSA bei Niedermörmter geschaffenen „Flutmulde Rees“, die potenziell als Laich- und Larvalhabitats der Neunaugen fungieren, in das Untersuchungsprogramm aufgenommen. Im weiteren Projektverlauf wurde die Untersuchung in Rücksprache mit dem Auftraggeber auf stromauf gelegene Habitats im Rhein und den Rheinzufüssen ausgeweitet. Die Habitats wurden mittels GPS verortet und ihre Fläche im Gelände aufgenommen (Länge * befischte Breite).



Abbildung 5: Beispiele von Habitaten mit den Merkmalen typischer Juvenilhabitate in Bühnenfeldern des Rheins. Charakterisierendes Merkmal der Juvenilhabitate sind sandig-schluffige Substraten und hohem Detritusanteil.

2.3 Bestimmung der juvenilen Neunaugen im Feld

Eine sichere in vivo Ansprache juveniler Neunaugen im Feld ist aufgrund der hohen Agilität der Tiere und der schwach ausgeprägten Unterscheidungsmerkmale erschwert. Relativ zuverlässig lassen sich die frühen Querderstadien anhand der charakteristischen Pigmentierung des Schnauzenbereichs und der Schwanzflosse unterscheiden (vgl. FREYHOF 1998), die bei der Gattung *Petromyzon* (Meerneunauge) deutlicher ausgeprägt sind, als bei der Gattung *Lampetra* (Fluss- oder Bachneunauge). Bei älteren Querderstadien sind diese Unterscheidungsmerkmale weniger zuverlässig. Nach der Metamorphose zum sogenannten Transformer-Stadium, in dem die Tiere anfänglich noch sedimentbewohnend sind, dann aber zum Meer hin abwandern, kann im Feld anhand der dann ausgebildeten Zahnreihen, hingegen sehr zuverlässig nicht nur zwischen den Gattungen sondern auch zwischen den Arten Fluss- und Meerneunauge unterschieden werden. Dies setzt allerdings das Offenlegen des Saugmauls, z.B. beim Ansaugen an eine Glasküvette voraus. Darüber hinaus weisen die Transformer beider Arten typische Färbungen auf (beim Meerneunauge grau-metallisch) anhand derer ebenfalls auf die Artzugehörigkeit gefolgert werden kann. In allen Stadien ist die Unterscheidung aller drei Neunaugenarten mithilfe genetischer Tests möglich.

Aus diesem Grunde wurden zur Absicherung der Diagnose im Feld (die oft durch die hohe Bewegungsaktivität der Tiere erschwert war) wurden stichprobenartig Belegexemplare genommen und zur späteren genetischen Untersuchung durch den Auftraggeber fixiert und aufbewahrt.



Abbildung 6: Querder des Meerneunauges (oben) und Flussneunauge (unten) (aus Freyhof 1998). Neben der Pigmentierung des Kopfbereiches ist insbesondere die Pigmentierung der Schwanzflosse ein für junge Querderstadien im Feld anwendbares Unterscheidungskriterium.



Abbildung 7: Transformer der Gattung Lampetra (oben) und Petromyzon (unten) aus der Sieg. In günstigen Fällen gibt die Färbung der Tiere (bei Petromyzon grau-metallisch) Hinweise auf die Gattungszugehörigkeit. Überdies sind die bei den Transformern bereits entwickelten Mundwerkzeuge ein sicheres Unterscheidungsindiz.



Abbildung 8: Transformer von Petromyzon (oben) und Lampetra (unten) aus dem Rhein

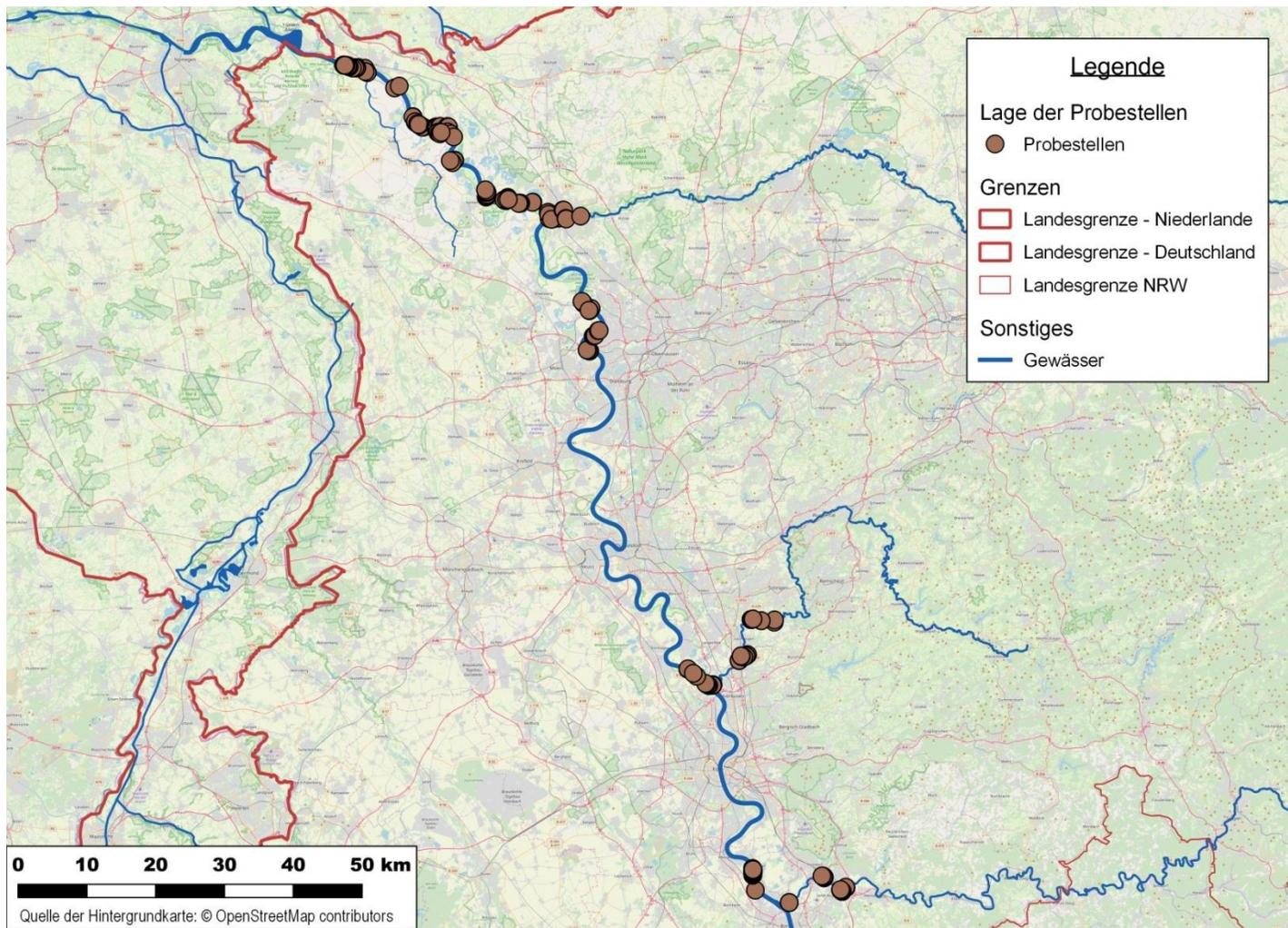


Abbildung 9: Übersichtskarte mit der Lage der beprobten Habitate

3. Ergebnisse

3.1 Untersuchungsumfang

Die Suche nach juvenilen Neunaugen erstreckte sich auf den Rhein (79 Habitate), die Zuflüsse Lippe (13 Habitate), Kalflak (2 Habitate), Wupper (19 Habitate) und Sieg (20 Habitate), sowie auf die Seitengewässer Nebenrinne Emmericher Ward (14 Habitate), Huthumer Meer (1 Habitat), Ölhafen Emmerich (1 Habitat), Pionierhafen Dornick (1 Habitat), Baggersee Mahnenburg (2 Habitate), Seitenbucht Reeser Ward (2 Habitate), Baggersee Niedermörmter (6 Habitate), Flutmulde Rees (3 Habitate), Nebenrinne Bislich (8 Habitate), Flürener Altrhein (6 Habitate), Yachthafen Wesel (2 Habitate), Industriehafen Wesel (1 Habitat), Parallelwerk Walsum (2 Habitate), Seitenbucht Walsum (1 Habitat) und den Hitdorfer Hafen (1 Habitat). Insgesamt wurden 184 Habitate mit einer Gesamtfläche von 48.783 m² beprobt.

3.2 Anzahl, Artzugehörigkeit und Stadien der nachgewiesenen Neunaugen

Am unteren Niederrhein (Landesgrenze zu den Niederlanden bis Duisburg) konnten im Rhein keine und in der Lippe lediglich ein juveniles Neunauge (*Lampetra*-Querder) nachgewiesen werden. Um diesen unerwarteten Befund deuten zu können, wurde nach Rücksprache mit dem Auftraggeber das Monitoring auf die Gewässer Wupper und Sieg, die bekanntermaßen bedeutende Laichgewässer für die diadromen Neunaugenarten darstellen, sowie auf unmittelbar unterhalb der Mündungsbereiche dieser Zuflüsse gelegene Abschnitte des Rheins ausgeweitet.

Dabei wurden in der Wupper insgesamt 67 juvenile Neunaugen erfasst, bei denen es sich nach der Artdiagnose im Gelände zu 95% um Vertreter der Gattung *Lampetra* (71% Querder; 29% Transformer) und zu 5% um Meerneunaugen (je ein Querder und ein Transformer) handelte. Bei insgesamt 27 Querderstadien konnte keine Artdiagnose im Gelände erfolgen. Hiervon wurde eine Unterprobe von 17 Individuen zur genetischen Artdiagnose zurückgehalten (Ergebnis liegt noch nicht vor).

In der Sieg wurden 109 juvenile Neunaugen nachgewiesen, die der Artdiagnose im Gelände zufolge zu 82% der Gattung *Lampetra* (88% Querder; 12% Transformer) angehörten und zu 18% Meerneunaugen waren (Querder 65%; 35% Transformer).

Während auch in dem unterhalb der Wuppermündung gelegenen Rheinabschnitt und im Hitdorfer keine Neunaugen nachgewiesen wurden, konnten in den einige Kilometer unterhalb der Siegmündung gelegenen Bühnenfeldern am Rhein zwischen Rheidt und Niederkassel (Rhein-Sieg-Kreis) insgesamt 25 juvenile Neunaugen erfasst werden. Diese wurden im Feld zu 76% als Vertreter der Gattung *Lampetra* (84% Querder; 16% Transformer) und zu 24% als Meerneunaugen (67% Querder; 33% Transformer) angesprochen.

Im Gesamtfang und über alle Gewässer hinweg waren die makroskopisch bestimmten Neunaugen der Gattung *Lampetra* demnach mit 146 (84%) Individuen deutlich häufiger als die der Gattung *Petromyzon* (n=28; 16%). Bei beiden Gattungen wurden mehr Querder als Transformer nachgewiesen (*Lampetra*= 77%:23%; *Petromyzon*= 64%:36%).

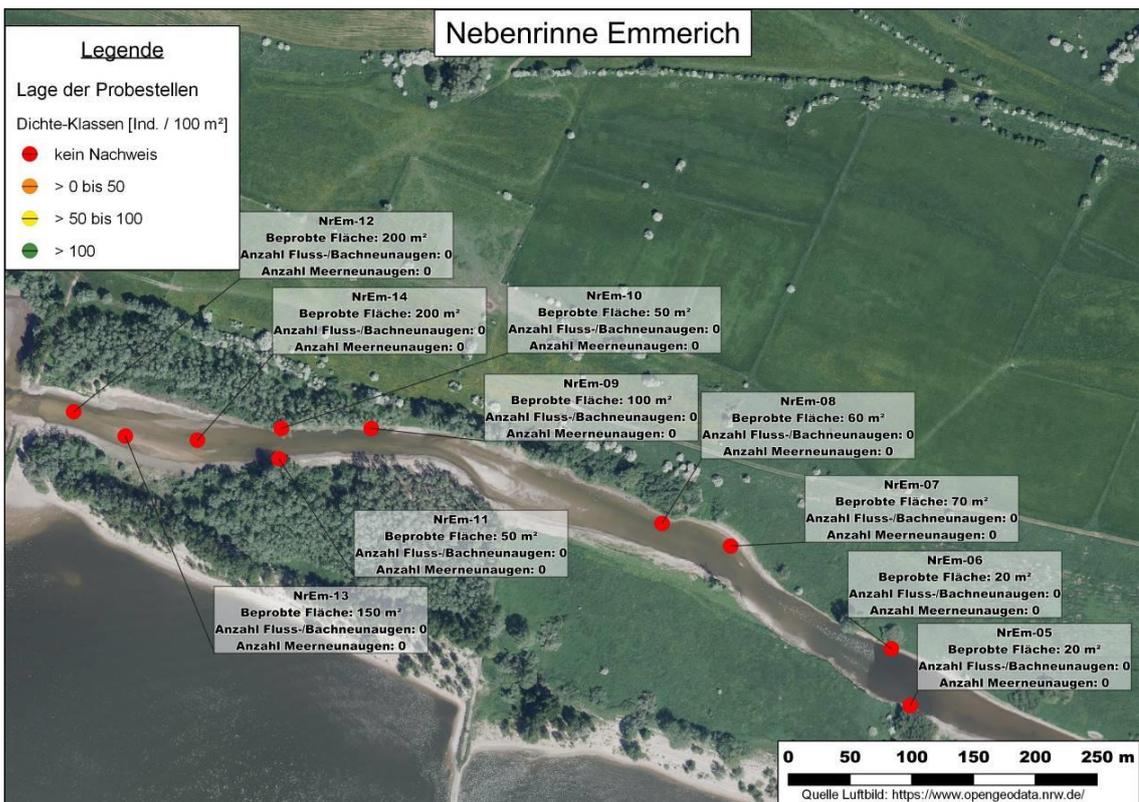
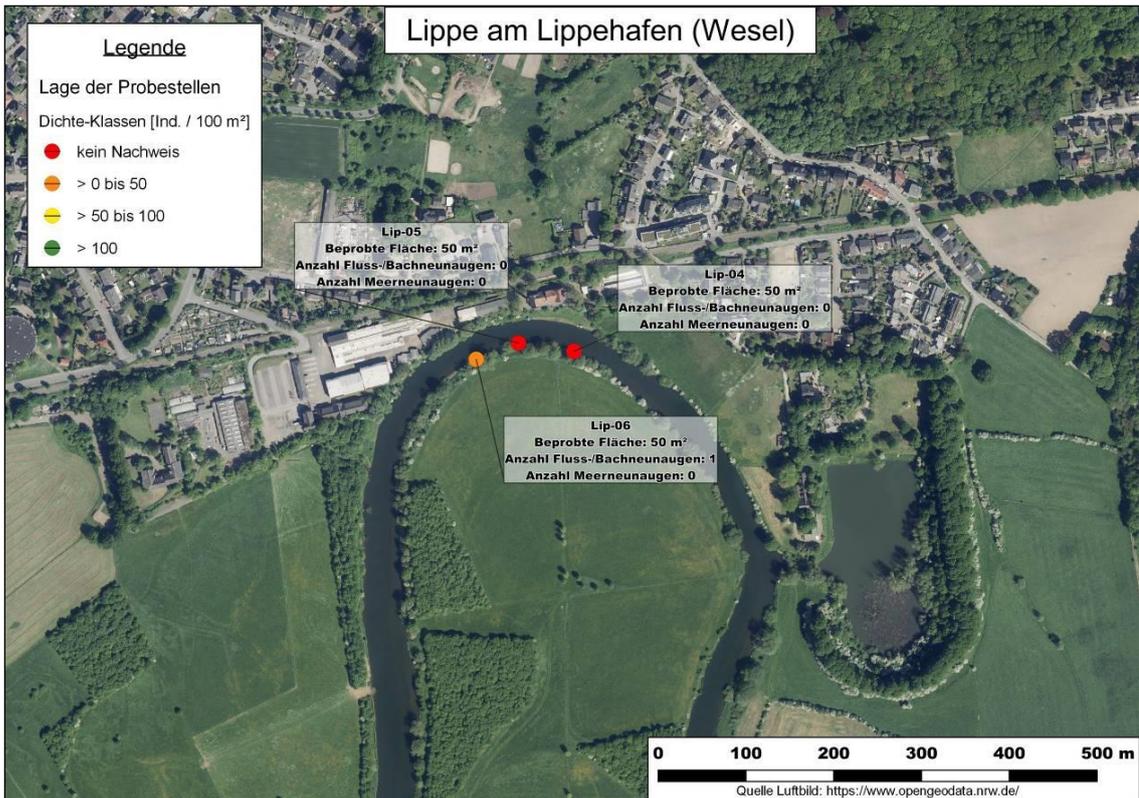


Abbildung 10: Detailarte zur Lage der Probestellen am Beispiel der Lippe (oben) und der Nebenrinne in der Emmericher Ward (unten). Weitere Detailkarten im Anhang.



Abbildung 11: Sammelprobe unterschiedlicher Entwicklungsstadien der Gattungen *Lampetra* und *Petromyzon* aus dem Rhein.



Abbildung 12: *Lampetra*-Querder aus dem Rhein

Tabelle 2: Tabellarische Übersicht aller im Zuge des Projektes beprobten Habitatflächen im Rheinhauptstrom.

Rhein					
Label	Gewässer	Breitengrad	Längengrad	Habitatfläche [m ²]	Neunaugen-Nachweis?
Rhe-01	Rhein	50.782325	7.037386	70	Nein
Rhe-02	Rhein	50.801472	7.032111	200	Nein
Rhe-03	Rhein	50.802056	7.032417	200	Ja
Rhe-04	Rhein	50.802583	7.032194	200	Nein
Rhe-05	Rhein	50.802822	7.032583	200	Nein
Rhe-06	Rhein	50.803694	7.03275	200	Ja
Rhe-07	Rhein	50.803861	7.032194	200	Ja
Rhe-08	Rhein	50.804528	7.032917	200	Nein
Rhe-09	Rhein	50.804889	7.032361	200	Nein
Rhe-10	Rhein	50.804917	7.032056	200	Ja
Rhe-11	Rhein	50.805639	7.032861	200	Ja
Rhe-12	Rhein	50.80575	7.032139	200	Nein
Rhe-13	Rhein	50.806222	7.032667	200	Ja
Rhe-14	Rhein	50.807194	7.033	200	Nein
Rhe-15	Rhein	50.807778	7.032583	200	Nein
Rhe-16	Rhein	50.807917	7.031806	600	Nein
Rhe-17	Rhein	50.808028	7.032278	200	Ja
Rhe-18	Rhein	50.80825	7.033083	1120	Nein
Rhe-19	Rhein	50.808639	7.033222	800	Nein
Rhe-20	Rhein	50.808778	7.032528	400	Nein
Rhe-21	Rhein	50.810333	7.031611	200	Nein
Rhe-22	Rhein	51.046472	6.939139	60	Nein
Rhe-23	Rhein	51.047444	6.936528	80	Nein
Rhe-24	Rhein	51.048278	6.935	180	Nein
Rhe-25	Rhein	51.057528	6.916639	80	Nein
Rhe-26	Rhein	51.0665	6.898417	200	Nein
Rhe-27	Rhein	51.067028	6.898472	200	Nein
Rhe-28	Rhein	51.472889	6.696417	60	Nein
Rhe-29	Rhein	51.473056	6.69575	60	Nein
Rhe-30	Rhein	51.473111	6.694917	150	Nein
Rhe-31	Rhein	51.473861	6.691944	50	Nein
Rhe-32	Rhein	51.474222	6.690806	50	Nein
Rhe-33	Rhein	51.491944	6.703444	1000	Nein
Rhe-34	Rhein	51.492056	6.704306	1000	Nein
Rhe-35	Rhein	51.492611	6.705889	1000	Nein
Rhe-36	Rhein	51.492639	6.706194	1000	Nein
Rhe-37	Rhein	51.492778	6.707333	150	Nein
Rhe-38	Rhein	51.498694	6.713861	500	Nein
Rhe-39	Rhein	51.499083	6.715806	500	Nein
Rhe-40	Rhein	51.524083	6.695694	300	Nein
Rhe-41	Rhein	51.524639	6.694833	300	Nein
Rhe-42	Rhein	51.660444	6.554417	1500	Nein
Rhe-43	Rhein	51.660194	6.552861	500	Nein
Rhe-44	Rhein	51.660194	6.55175	150	Nein
Rhe-45	Rhein	51.660556	6.55125	300	Nein
Rhe-46	Rhein	51.660139	6.550222	500	Nein
Rhe-47	Rhein	51.663667	6.524472	300	Nein
Rhe-48	Rhein	51.66375	6.522528	400	Nein
Rhe-49	Rhein	51.714583	6.418194	400	Nein
Rhe-50	Rhein	51.714917	6.418528	200	Nein
Rhe-51	Rhein	51.711833	6.413694	600	Nein
Rhe-52	Rhein	51.714333	6.409306	400	Nein
Rhe-53	Rhein	51.756889	6.405444	300	Nein

Label	Gewässer	Breitengrad	Längengrad	Habitatfläche [m²]	Neunaugen-Nachweis?
Rhe-54	Rhein	51.757333	6.404083	200	Nein
Rhe-55	Rhein	51.757389	6.402917	200	Nein
Rhe-56	Rhein	51.7575	6.388806	400	Nein
Rhe-57	Rhein	51.757361	6.387083	400	Nein
Rhe-58	Rhein	51.756667	6.382694	200	Nein
Rhe-59	Rhein	51.757028	6.382	200	Nein
Rhe-60	Rhein	51.756639	6.379667	400	Nein
Rhe-61	Rhein	51.756611	6.378333	200	Nein
Rhe-62	Rhein	51.756639	6.354	600	Nein
Rhe-63	Rhein	51.75675	6.352444	400	Nein
Rhe-64	Rhein	51.756694	6.351222	300	Nein
Rhe-65	Rhein	51.759361	6.346833	1300	Nein
Rhe-66	Rhein	51.759167	6.345417	400	Nein
Rhe-67	Rhein	51.759972	6.344194	400	Nein
Rhe-68	Rhein	51.76075	6.342778	200	Nein
Rhe-69	Rhein	51.761139	6.341694	300	Nein
Rhe-70	Rhein	51.761889	6.339306	400	Nein
Rhe-71	Rhein	51.76225	6.339389	200	Nein
Rhe-72	Rhein	51.762972	6.337083	600	Nein
Rhe-73	Rhein	51.763528	6.337139	240	Nein
Rhe-74	Rhein	51.806167	6.294667	800	Nein
Rhe-75	Rhein	51.826	6.237444	400	Nein
Rhe-76	Rhein	51.826778	6.234278	600	Nein
Rhe-77	Rhein	51.834525	6.190644	400	Nein
Rhe-78	Rhein	51.835014	6.190708	160	Nein
Rhe-79	Rhein	51.83475	6.190178	600	Nein
Rhe-80	Rhein	51.835058	6.189258	200	Nein

Tabelle 3: Tabellarische Übersicht aller im Zuge des Projektes beprobten Habitatflächen in den Nebengewässern des Rheins.

Rhein Nebengewässer					
Label	Gewässer	Breitengrad	Längengrad	Habitatfläche [m²]	Neunaugen-Nachweis?
Nie-01	Baggersee Niedermörmter	51.750556	6.385972	200	Nein
Nie-02	Baggersee Niedermörmter	51.750194	6.383833	450	Nein
Nie-03	Baggersee Niedermörmter	51.74975	6.383611	450	Nein
Nie-04	Baggersee Niedermörmter	51.748722	6.386833	50	Nein
Nie-05	Baggersee Niedermörmter	51.748222	6.388278	50	Nein
Nie-06	Baggersee Niedermörmter	51.750028	6.390556	150	Nein
FIAr-1	Flürener Altrhein	51.667778	6.527722	600	Nein
FIAr-2	Flürener Altrhein	51.666444	6.525778	600	Nein
FIAr-3	Flürener Altrhein	51.665222	6.522583	600	Nein
FIAr-4	Flürener Altrhein	51.664639	6.519944	600	Nein
FIAr-5	Flürener Altrhein	51.664806	6.524972	600	Nein
FIAr-6	Flürener Altrhein	51.665222	6.528833	600	Nein
ReSch-01	Flutmulde Reeserschanz	51.750639	6.403528	200	Nein
ReSch-02	Flutmulde Reeserschanz	51.748111	6.410417	200	Nein
ReSch-03	Flutmulde Reeserschanz	51.744306	6.41625	200	Nein
Huth-01	Huthumer Meer	51.831678	6.220917	200	Nein
InWe1	Industriehafen Wesel	51.648917	6.610667	100	Nein
Hit-01	Hitdorfer Hafen	51.061278	6.909667	200	Nein
Mah-01	Baggersee Mahenburg	51.769833	6.332806	340	Nein
Mah-02	Baggersee Mahenburg	51.769528	6.332278	300	Nein
NrEm-02	Nebenrinne Emmerich	51.831139	6.216222	100	Nein
NrEm-03	Nebenrinne Emmerich	51.831667	6.213083	60	Nein

Label	Gewässer	Breitengrad	Längengrad	Habitatfläche [m ²]	Neunaugen-Nachweis?
NrEm-04	Nebenrinne Emmerich	51.831278	6.208	50	Nein
NrEm-05	Nebenrinne Emmerich	51.83275	6.201361	20	Nein
NrEm-06	Nebenrinne Emmerich	51.833167	6.201139	20	Nein
NrEm-07	Nebenrinne Emmerich	51.833917	6.19925	70	Nein
NrEm-08	Nebenrinne Emmerich	51.834083	6.198444	60	Nein
NrEm-09	Nebenrinne Emmerich	51.834778	6.195028	100	Nein
NrEm-10	Nebenrinne Emmerich	51.834778	6.193972	50	Nein
NrEm-11	Nebenrinne Emmerich	51.834556	6.193944	50	Nein
NrEm-12	Nebenrinne Emmerich	51.8349	6.191533	200	Nein
NrEm-13	Nebenrinne Emmerich	51.834722	6.192139	150	Nein
NrEm-14	Nebenrinne Emmerich	51.834692	6.192986	200	Nein
NrEm-01	Nebenrinne Emmerich	51.831778	6.216917	850	Nein
OeEm-01	Ölhafen Emmerich	51.830825	6.233581	200	Nein
PaWa1	Parallelwerk Walsum	51.533167	6.683833	500	Nein
PaWa2	Parallelwerk Walsum	51.535944	6.680472	500	Nein
Pio-01	Pionierhafen	51.808472	6.304222	200	Nein
Bis-01	Rheinaue Bislich	51.668194	6.483056	200	Nein
Bis-02	Rheinaue Bislich	51.669556	6.484167	150	Nein
Bis-03	Rheinaue Bislich	51.67125	6.485139	150	Nein
Bis-04	Rheinaue Bislich	51.673778	6.483694	200	Nein
Bis-05	Rheinaue Bislich	51.674083	6.485083	50	Nein
Bis-06	Rheinaue Bislich	51.674722	6.483472	450	Nein
Bis-07	Rheinaue Bislich	51.675333	6.484306	200	Nein
Bis-08	Rheinaue Bislich	51.677361	6.481722	150	Nein
SbWa1	Seitenbucht bei Walsum	51.526972	6.699389	500	Nein
YaWe1	Yachthafen Wesel	51.66175	6.579528	100	Nein
YaWe2	Yachthafen Wesel	51.661583	6.5785	100	Nein

Tabelle 4: Tabellarische Übersicht aller im Zuge des Projektes beprobten Habitatflächen in verschiedenen Flüssen des Rheineinzugsgebietes.

Flüsse des Rheineinzugsgebietes					
Label	Gewässer	Breitengrad	Längengrad	Habitatfläche [m ²]	Neunaugen-Nachweis?
Kal-01	Kalflack	51.825806	6.237583	500	Nein
Kal-02	Kalflack	51.825528	6.238472	200	Nein
Lip-01	Lippe	51.644083	6.677694	45	Nein
Lip-02	Lippe	51.6405	6.648028	40	Nein
Lip-03	Lippe	51.64125	6.647278	40	Nein
Lip-04	Lippe	51.651694	6.642667	50	Nein
Lip-05	Lippe	51.651778	6.64175	50	Nein
Lip-06	Lippe	51.651611	6.641056	50	Ja
Lip-07	Lippe	51.641528	6.632694	315	Nein
Lip-08	Lippe	51.643056	6.62675	500	Nein
Lip-09	Lippe	51.643917	6.626417	250	Nein
Lip-10	Lippe	51.641139	6.624361	850	Nein
Lip-11	Lippe	51.640111	6.617528	300	Nein
Lip-12	Lippe	51.640972	6.612806	190	Nein
Lip-13	Lippe	51.646361	6.611778	1000	Nein
Wup-01	Wupper	51.129722	7.076861	60	Nein
Wup-02	Wupper	51.126889	7.07625	10	Ja
Wup-03	Wupper	51.128722	7.049694	8	Ja
Wup-04	Wupper	51.130917	7.032528	120	Nein
Wup-05	Wupper	51.130417	7.030722	140	Nein
Wup-06	Wupper	51.130167	7.028639	120	Ja
Wup-07	Wupper	51.085278	7.021389	30	Nein

Label	Gewässer	Breitengrad	Längengrad	Habitatfläche [m²]	Neunaugen-Nachweis?
Wup-08	Wupper	51.084722	7.020444	150	Nein
Wup-09	Wupper	51.083917	7.018417	100	Nein
Wup-10	Wupper	51.083722	7.017861	30	Nein
Wup-11	Wupper	51.083556	7.017944	50	Nein
Wup-12	Wupper	51.082167	7.013611	50	Nein
Wup-13	Wupper	51.082806	7.008528	80	Ja
Wup-14	Wupper	51.0835	7.007972	40	Ja
Wup-15	Wupper	51.083639	7.007944	70	Ja
Wup-16	Wupper	51.077861	7.004	50	Ja
Wup-17	Wupper	51.0465	6.950139	15	Ja
Wup-18	Wupper	51.046	6.949417	12	Ja
Wup-19	Wupper	51.0455	6.941583	10	Ja
Sie-01	Sieg	50.786083	7.22375	40	Nein
Sie-02	Sieg	50.785833	7.22375	70	Ja
Sie-03	Sieg	50.785611	7.223694	60	Ja
Sie-04	Sieg	50.785556	7.223611	48	Nein
Sie-05	Sieg	50.78075	7.216139	15	Ja
Sie-06	Sieg	50.781222	7.214639	100	Nein
Sie-07	Sieg	50.781417	7.214306	100	Nein
Sie-08	Sieg	50.781972	7.214083	30	Nein
Sie-09	Sieg	50.782278	7.213278	15	Ja
Sie-10	Sieg	50.782444	7.213194	30	Ja
Sie-11	Sieg	50.782806	7.212806	20	Ja
Sie-12	Sieg	50.783056	7.213028	20	Nein
Sie-13	Sieg	50.798278	7.178944	120	Ja
Sie-14	Sieg	50.798861	7.179028	80	Nein
Sie-15	Sieg	50.79925	7.179278	70	Ja
Sie-16	Sieg	50.800056	7.177889	50	Nein
Sie-17	Sieg	50.800389	7.175472	240	Ja
Sie-18	Sieg	50.800639	7.174889	180	Ja
Sie-19	Sieg	50.800639	7.174556	60	Nein
Sie-20	Sieg	50.76625	7.107167	240	Ja

3.3 Nachweisdichten

Im Rhein wurden in insgesamt 7 und damit in 8% der Probeflächen juvenile Neunaugen nachgewiesen (ausschließlich in den Buhnen zwischen Rheidt und Niederkassel). In der Lippe wurde in einem Habitat ein Neunaugenquerder gefunden (8%). In der Wupper waren in 10, bzw. 53% der Probeflächen juvenile Neunaugen anzutreffen. In der Sieg wurden in 12 Probeflächen (57%) juvenile Neunaugen erfasst. Im Rhein lag die mittlere Dichte der Neunaugen (gemittelt über alle Probeflächen) bei 0,11 Individuen pro 100 m² für die Gattung *Lampetra* und bei 0,03 Individuen je 100 m² für Meerneunaugen. In der Sieg betrug die mittlere Dichte juveniler Neunaugen der Gattung *Lampetra* 13,7 Individuen pro 100 m², Meerneunaugen kamen in einer Dichte von 1,6 Individuen pro 100 m² vor. In der Wupper wurden mittlere Dichten von 14,9 (*Lampetra*) und 2,0 (Petromyzon) Individuen pro 100 m² ermittelt, die damit auf einem ähnlichen Niveau wie in der Sieg lagen. Mit lediglich einer Ausnahme erfolgten alle Nachweise juveniler Meerneunaugen in Habitaten, die ebenfalls von *Lampetra*-Querthern oder Transformern besiedelt waren.

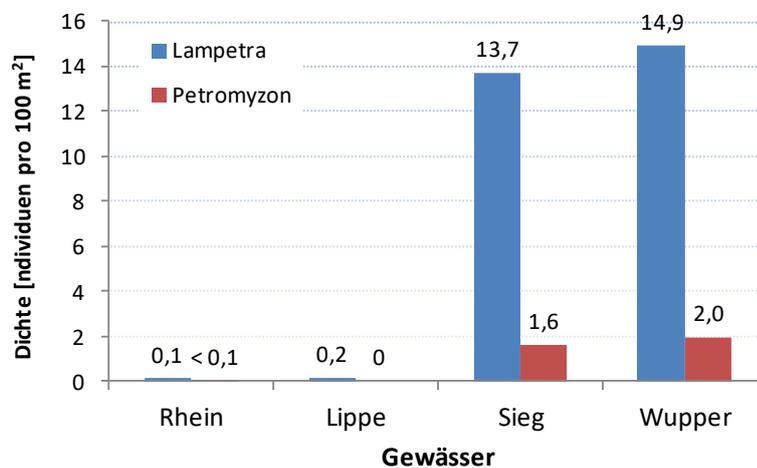


Abbildung 13: Mittlere Nachweisdichten (gemittelt über die Summe der beprobten Habitatflächen) juveniler Neunaugen der Gattungen *Lampetra* und *Petromyzon* in den Probeflächen in Rhein, Lippe, Sieg und Wupper

Die maximalen Nachweisdichten der Gattung *Lampetra* je Gewässer betragen 3,5 Individuen pro 100 m² im Rhein, 2,0 Individuen pro 100 m² in der Lippe, 107 Individuen pro 100 m² in der Sieg und 125 Individuen pro 100 m² in der Wupper. Die analogen mittleren Nachweisdichten für das Meerneunauge lagen bei 2,5 Individuen je 100 m² im Rhein, 21,4 Individuen je 100 m² in der Sieg und 28 Individuen je 100 m² in der Wupper.

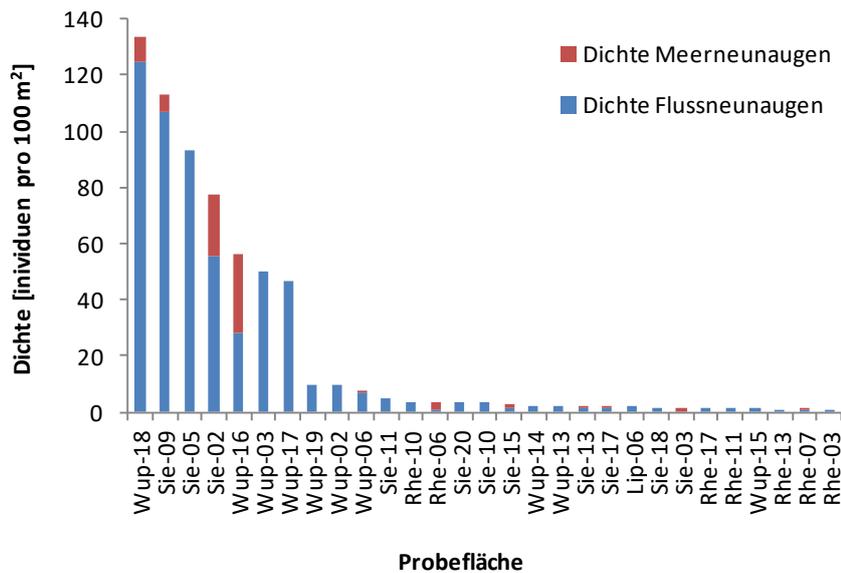


Abbildung 14: Maximale Nachweisdichten juveniler Neunaugen in den Probeflächen mit Neunaugennachweisen in Rhein, Lippe, Sieg und Wupper

3.4 Größenspektren der juvenilen Neunaugen

In den Längenfrequenzdiagrammen der juvenilen Neunaugen wird ersichtlich, dass bei der Gattung *Lampetra*, basierend auf der Artansprache im Gelände, mindestens drei Größen, bzw. Jahrgangskohorten nachgewiesen wurden, wohingegen bei der Gattung *Petromyzon* kleine (vermutlich diesjährige) Individuen fehlten. Hierbei ist grundsätzlich in Betracht zu ziehen, dass aufgrund des geringeren Stichprobenumfangs bei Individuen der Gattung *Petromyzon* Artefakte auftreten können, allerdings ist der Umstand, dass in keinem der Gewässer junge Querderstadien des Meerneunauges gefunden wurden, auffällig. Entsprechend wiesen Querder des Meerneunauges mit $135,8 (\pm 19,4)$ mm, deutlich höhere mittlere Totallängen auf, als die Querder der Gattung *Lampetra* ($80,1 \pm 32,6$ mm; jeweils Mittelwert \pm Standardabweichung).

Auch die Transformer des Meerneunauges waren mit $145,3 \pm 14,7$ mm deutlich größer, als die der Gattung *Lampetra* mit $111,3 \pm 15,3$ mm.

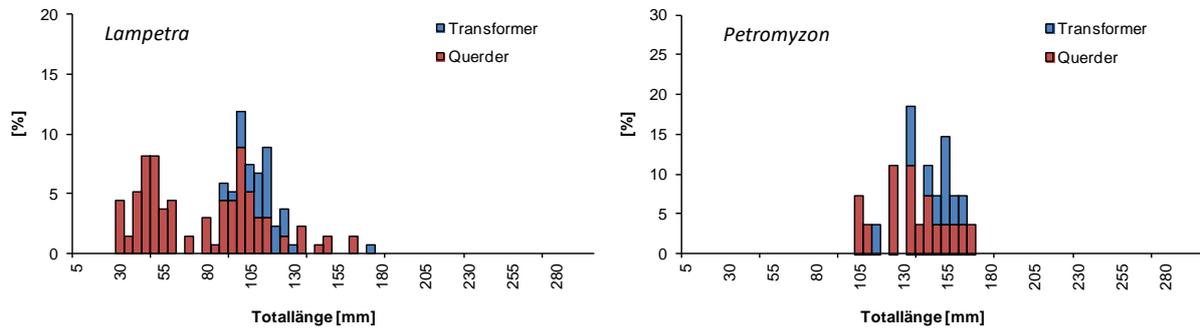


Abbildung 15: Längenfrequenzdiagramm aller im Feld vermessenen Individuen der Gattung Lampetra (links) und Petromyzon (rechts) im Gesamtfang aus Rhein, Sieg und Wupper und unterteilt nach Querdern und Transformern

4. Diskussion

Mit der vorliegenden Studie wurde erstmals ein Monitoring juveniler Neunaugen im Rhein (inkl. Seitengewässer) und den erreichbaren Abschnitten der Rheinzuflüsse in repräsentativem Umfang realisiert. Die Entwicklung und Durchführung eines spezifischen Monitoring der Neunaugenarten ist vor dem Hintergrund der besonderen Gefährdungssituation und des Schutzstatus der Arten überfällig. Die fehlende Nachweise juveniler Neunaugen im unteren Niederrhein, sowie die geringen Nachweise in der Lippe, waren im Vergleich zu Befunden aus der Vergangenheit jedoch durchaus unerwartet. Für den Rheinabschnitt selbst liegen Hinweise auf das Vorkommen von Querthern in unterschiedlichen Abschnitten vor. Auch in anderen Abschnitten des Niederrheins in NRW wurden immer wieder Querther bei Elektrofischungen oder etwa in trockenfallenden Restwasserflächen bei Niedrigwasserereignissen gefunden, z.B. im Bereich des NSG „Die Spey“ in Meerbusch (LANAPLAN 1996). Auch in den Rahmen dieser Studie untersuchten Seiten- und Auengewässern wurden in der Vergangenheit wiederholt Vorkommen juveniler Neunaugen der Gattungen *Lampetra* und *Petromyzon*, z.B. im Bereich der Emmericher Ward (SCHARBERT 2009) dokumentiert. In der Lippe wurden im Rahmen von Monitoringuntersuchungen in den zurückliegenden Jahren mit hoher Stetigkeit nicht näher identifizierte Querther und Transformer im Bereich Wesel vorgefunden. Kartierungen von Laichgruben belegten zudem, dass die untere Lippe (Fluss- und Meerneunauge), und ihr zumündende Gewässer, wie z.B. die Stever (Flussneunauge), bedeutende Laichareale für beide Gattungen darstellen (SCHÜTZ & SCHARBERT 2012) und deswegen grundsätzlich mit Vorkommen von Querthern unterschiedlicher Altersstadien in diesen und unterhalb gelegenen Flussabschnitten zu rechnen ist.. Auch wenn im Rhein selbst in NRW bislang noch nie direkte Beobachtungen von laichenden Neunaugen gemacht wurden, wäre schon allein durch ausdriftende Querther aus der Lippe und anderen Zuflüssen mit Vorkommen in geeigneten Habitaten im Rhein zu rechnen. Da auch ausschließlich Strukturen befischt wurden, die die Merkmale typischer Neunaugenhabitate aufwiesen (idealerweise sandige bis schluffige Bereiche mit hohem Detritusanteil im Randbereich der Strömung, ist das Fehlen von juvenilen Neunaugen in Gebiet des unteren Niederrheins verwunderlich. Als mögliche Erklärungsursachen sind neben der Untersuchungsmethodik, die Lage der Habitate in Bezug auf potenzielle Laichareale, sonstige ungünstige Umweltfaktoren (Temperatur, Niedrigwasser), Prädation, sowie die allgemeine Bestandssituation der Neunaugenarten in Betracht zu ziehen.

4.1 Auswahl der Probestellen und Untersuchungsmethodik

Um zu überprüfen, ob das Untersuchungsdesign und die gewählte Methodik der Elektrobefischung als Fehlerursache in Betracht zu ziehen sind, wurde nach Rücksprache mit dem Auftraggeber mit identischer Methodik (hier Elektrobefischung mit Watgeräten vom Typ EFKI 650) in den Zuflüssen Sieg und Wupper, die zuverlässige Laichgewässer der Neunaugenarten sind (sich aber anders als die Lippe nicht durch unnatürlich hohe Salzfrachten und möglicherweise die Befischungsergebnisse beeinträchtigende Leitfähigkeiten auszeichnen) und in denen auch im Untersuchungsjahr 2019 Laichaktivitäten von Meerneunaugen durch die Autoren dokumentiert worden waren, sowie in geeignete Habitats im Rhein unterhalb der Mündungsbereiche der Zuflüsse ausgeweitet. Da sowohl in Wupper und Sieg, sowie auch in den unterhalb der Siegmündung gelegenen Buhnen am Rhein, Querder und Transformer beider Gattungen gefunden wurden, sind methodische Ursachen als Erklärung für das Fehlen von juvenilen Neunaugen am unteren Niederrhein auszuschließen. Die Habitats in denen im Rhein bei Niederkassel die Neunaugennachweise erfolgten, wiesen hinsichtlich der Substratzusammensetzung, Strömung und Tiefe vergleichbare Bedingungen auf, wie die am unteren Niederrhein untersuchten Habitats. Erstere zeichnen sich jedoch durch ihre Lage in Hakenbuhnen aus, die eine gewisse Stabilisierung des Wasserstandes und den Erhalt von Restwasserflächen innerhalb der Buhnenfelder in Phasen niedriger Rheinpegel bewirken.

Neben der Eignung der Habitats könnte ein zu geringer oder nicht repräsentativer Stichprobenumfang als Ursache für den fehlenden Nachweis von juvenilen Neunaugen im Gebiet des unteren Niederrheins diskutiert werden. Aufgrund der Vielzahl und Dichte der Probeflächen in Uferhabitats des Rheins und angebundener Seitengewässer (inklusive der Lippe) innerhalb des Projekt-Gebietes, die weitgehend das Potenzial geeignet erscheinender Habitats abdecken, erscheint diese Hypothese jedoch sehr abwegig. Wenngleich die methodische Einschränkung darin bestand, dass eine repräsentative Beprobung der Substrate lediglich bis zu einer Wassertiefe von etwa einem Meter möglich war, so erfolgten alle positiven Nachweise in Habitats die Tiefen von maximal 80 cm aufwiesen.

Der Umstand, dass die juvenilen Neunaugen in nennenswertem Umfang allein in Sieg und Wupper, sowie in Buhnenfeldern des Rheins bei Niederkassel unterhalb der Siegmündung gefunden wurden, deutet darauf hin, dass – zumindest im Untersuchungsjahr 2019 - die Rekrutierung maßgeblich in diesen Zuflüssen erfolgte, was in Anbetracht der bereits mehrfach dokumentierten Laichgruben (so auch im Untersuchungsjahr) in diesen Flüssen plausibel ist. Für die Lippe liegen für das Jahr 2019 keine vergleichbaren Informationen vor. Auch wenn vor dem Hintergrund der hohen Anzahl kartierter Laichgruben in der jüngeren Vergangenheit rezente Laichaktivitäten anzunehmen sind, ergaben sich keine Hinweise auf eine der Situation in Sieg und Wupper vergleichbaren Reproduktion, weder in der Lippe selbst, noch in unterhalb der Mündung gelegenen Habitats im Rhein. Gleichwohl erklärt dies noch nicht, wieso in Lippe und Niederrhein im Untersuchungsjahr 2019 und im Gegensatz zu früheren (zufälligen) Funden auch keine älteren Querder oder Transformer nachgewiesen wurden.

4.2 Der mögliche Einfluss von Extremereignissen wie Niedrigwasserereignissen und Hitze

Das Fehlen älterer Querderstadien in offenkundig gut geeigneten Habitaten im unteren Niederrhein und seinen Seitengewässern deutet darauf hin, dass diese entweder seit längerer Zeit nicht mehr besiedelt wurden oder zumindest temporär ungeeignet waren und noch nicht wieder neu durch driftende Querder besiedelt wurden. Letzteres erscheint insbesondere vor dem Hintergrund der Auswirkungen des Extremsommers 2018 sehr wahrscheinlich. So wurden in den Monaten Juli bis September 2018 anhaltend weit über dem Präferenzbereich (vgl. Tabelle 1) angesiedelte hohe Wassertemperaturen von bis zu über 27°C gemessen. Die Rekordniedrigwasserstände im Rhein und den angebundenen Seitengewässern, die sich bis in den November erstreckten, führten dazu, dass die Gesamtheit der bei der Studie im Jahr 2019 untersuchten Habitate, zum Teil Bühnenfelder und flache Seitengewässer zwischen Juli und Dezember 2018 sogar in Gänze trockengefallen waren (vgl. Abbildung 16). Allein dies Niedrigwasserereignis dürfte eine massive Schädigung der Bestände der juvenilen Neunaugen bewirkt haben und könnte erklären, dass in den Uferbereichen keine juvenilen Neunaugen zu finden waren. Mögliche weitere Ungunstoffaktoren, auch im Hinblick auf die Neubesiedlung, sind in den Implikationen der intensiven Schifffahrt auf dem Rhein zu suchen, die sich insbesondere bei Niedrigwasserereignissen verstärken. Durch Sog und Schwall sowie den Wellenschlag können die meist in flachen Uferbereichen angesiedelten Habitate und mit ihnen die juvenilen Neunaugen einen massiven physischen Stress ausgesetzt werden.

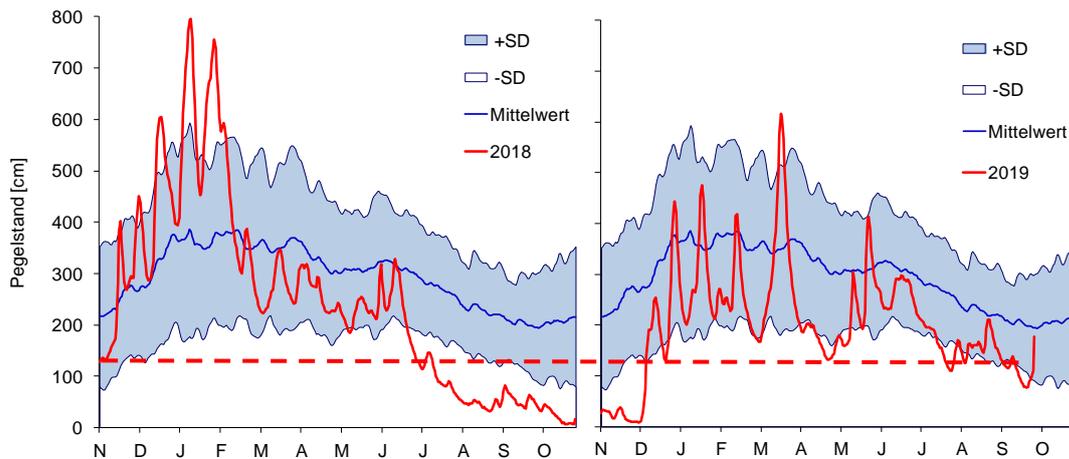


Abbildung 16: Ganglinie des Rheinpegels (rote Linie) am Pegel Emmerich für die Jahre 2018 (links) und 2019 (rechts) vor dem mittleren langjährigen Pegel (\pm Standardabweichung) in blau. Die rote gestrichelte Linie kennzeichnet den Pegelstand bei dem die Monitoringuntersuchungen zum Vorkommen der juvenilen Neunaugen im August und September 2019 durchgeführt wurden.

4.3 Veränderungen in der allgemeinen Bestandssituation

Nach der positiven Bestandsentwicklung, die beide diadromen Neunaugenarten in den 1980er und 1990er Jahren zeigten, deutete sich im Laufe der letzten Dekade ein Rückgang der Bestände beider Arten an. Eine genauere Betrachtung verschiedener Monitoring-Ergebnisse im Rheineinzugsgebiet offenbart zudem eine große Fluktuation der Bestandsgrößen (LANUV 2019; GUBBELS et al. 2016). In den letzten Jahrzehnten war zudem in Statistiken der Fischaufstiegsanlage Iffezheim (Oberrhein, <https://www.saumon-rhin.com/comptages/>) und in Bestandsaufnahmen am Abschlussdeich in den Niederlanden (mögliche nördliche Wanderroute über Nederrijn und Ijssel, (GRIFFIOEN & WINTER 2014)) ein rückläufiger Trend der Fluss- und Meerneunaugen-Population erkennbar. Wie in Abbildung 18 zu sehen ist die Anzahl wandernder Neunaugen am Abschlussdeich des Ijsselmeeres seit den frühen 2000er Jahren stark gesunken. Die weiterreichende Datenreihe der Fischaufstiegsanlagen Iffezheim und Gamsheim am Oberrhein (siehe Abbildung 17) zeigt zudem, dass, nach zwischenzeitlich extrem geringen Aufsteigerzahlen in den Jahren 2010 bis 2013 (möglicherweise war hier der Fischaufstieg aufgrund von Baumaßnahmen in Iffezheim beeinträchtigt), auch in den letzten Jahren ein erneuter Abwärtstrend in der Anzahl aufwandernder Meerneunaugen erkennbar ist.

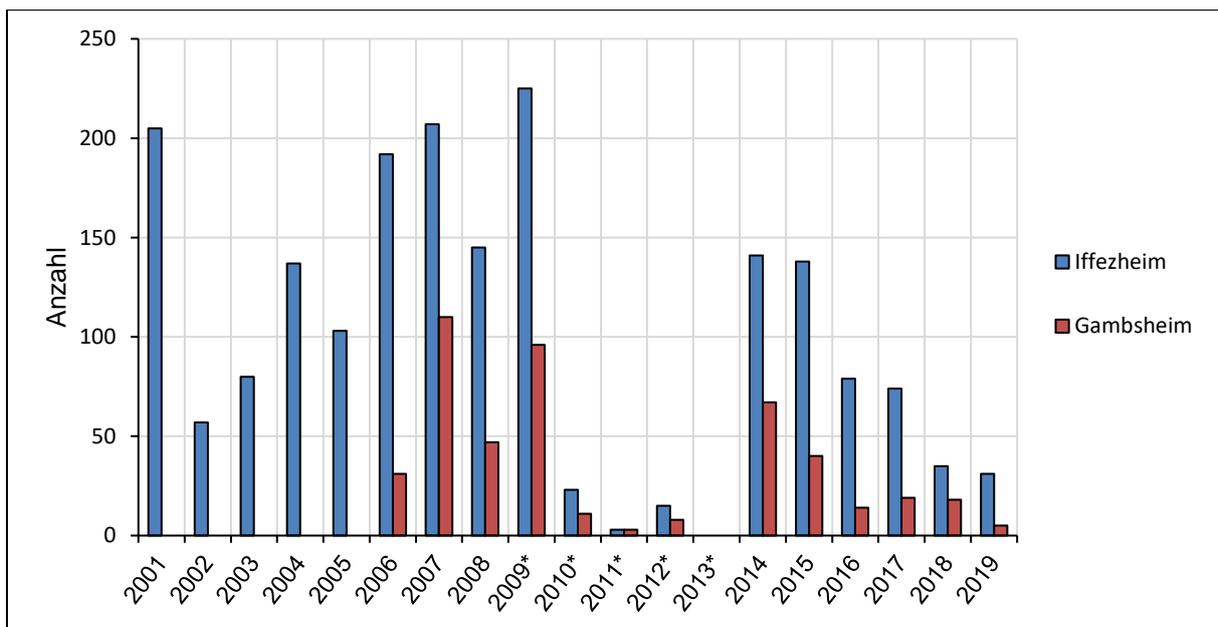


Abbildung 17: Aufsteigerzahlen der Meerneunaugen an den Fischaufstiegsanlagen in Iffezheim seit 2001 und Gamsheim (seit 2006 in Betrieb) am Oberrhein. In den markierten Jahren (*) kam es aufgrund von Bauarbeiten an der Fischaufstiegsanlage Iffezheim möglicherweise zu Beeinträchtigungen des Fischaufstieges.

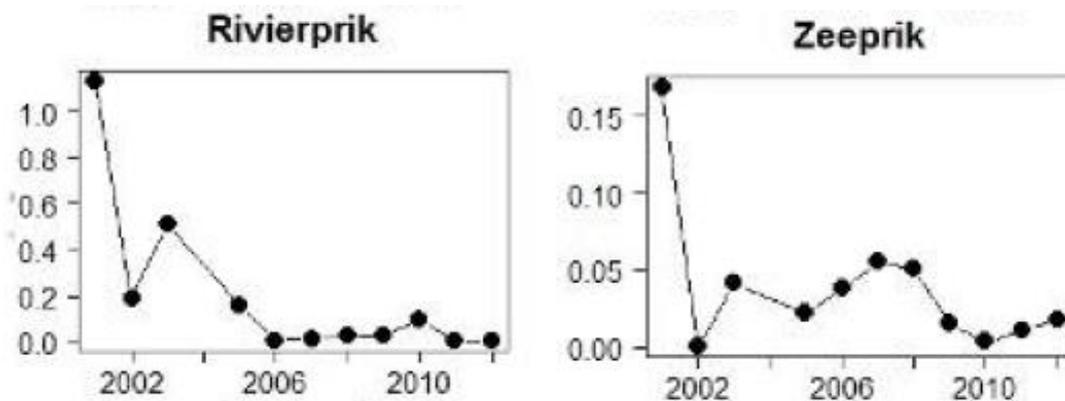


Abbildung 18: Gemittelte CPUE für aufsteigende Flussneunaugen (links) und Meerneunaugen (rechts) am niederländischen Abschlussdeich im Zeitraum 2001 bis 2012 (Abbildungen übernommen aus Griffioen & Winter 2014).

Die Ergebnisse einer im Jahr 2015 durchgeführten Kartierung von Neunaugen-Laichhabitaten legt den Schluss nahe, dass der Rückgang der Neunaugen-Populationen in NRW nicht auf einen generellen Mangel an geeigneten Laichsubstraten zurückzuführen ist (LIMNOPLAN unveröffentlicht). Vielmehr scheint die Erreichbarkeit dieser Habitate problematisch zu sein (siehe Querbauwerke in <https://www.elwasweb.nrw.de/>).

Die allgemein verfügbaren Daten die für die Beurteilung langjähriger Neunaugen-Bestandsentwicklungen in NRW zur Verfügung stehen sind nicht sehr umfangreich. Eine Betrachtung von vorhandenen Datensätzen aus anderen Fließsystemen kann daher sinnvoll sein um weitreichendere Trends und Veränderungen der Neunaugenbestände zu erfassen. So kam der Laichaufstieg der Meerneunaugen im Flussgebiet der Gironde (Garonne und Dordogne) in Frankreich in den letzten Jahren komplett zum Erliegen, nachdem dort bis dahin mehrere hundert bis zu knapp zwanzigtausend aufsteigende Meerneunaugen in den Fischpässen von Golfech und Tuilieres registriert wurden (vgl. http://www.migado.fr/historique-passage-station/?id_station=263). Im Gegensatz zum Rheinsystem werden die Meerneunaugen hier allerdings intensiv fischereilich genutzt. Welche Ursachen hinter dieser Entwicklung stehen und wie nachhaltig diese ist, kann gegenwärtig nicht gefolgert werden.

4.4 Prädation

Als weiter Faktor im Kontext der Entwicklung der Bestände der diadromen Neunaugen, ist in der Prädation auf die unterschiedlichen Stadien zu diskutieren. So ist etwa bekannt, dass neben größeren Raubfischen der Kormoran ein bedeutender Prädator ist und Flussneunaugen während des Laichaufstiegs der Prädation zum Opfer fallen (MAITLAND 2003, BOKRANZ 1998). Adulte Meerneunaugen sind aufgrund ihrer Größe natürlicherweise einem deutlich geringeren Prädationsrisiko ausgesetzt (die fischereiliche Nutzung ist auf west- und südeuropäische Flusssysteme beschränkt). Mit der Ausbreitung und Zunahme der Bestände des Welses (*Silurus glanis*) hat sich jedoch ein Prädator etabliert, dessen Einfluss auf die Bestände des Meerneunauges haben dürfte. So zeigen etwa die videobasierten Aufstiegszählungen am Fischlift in Golfech an der Garonne (Frankreich) dass Welse einen erheblichen Prädationsdruck auf aufsteigende Meerneunaugen ausüben können (Association MIGADO, persönl. Mitteilung). Zwar ist über die Interaktion in den freien Fließstrecken wenig bekannt, Nahrungsanalysen an Welsen in der Loire zeigen jedoch, dass adulte Meerneunaugen auch hier Bestandteil der Nahrung sind (BOISNEAU & BELHAMITI 2015).

Durch die Ausbreitung der pontokaspischen Grundeln, insbesondere der fakultativ piscivoren (vgl BORCHERDING & GERTZEN 2016) Arten Kesslergrundel (*Ponticola kessleri*) und Flussgrundel (*Neogobius fluviatilis*) im Rheinsystem haben sich im Zeitraum der letzten 15 Jahre weitere potenzielle Prädatoren für die juvenilen Stadien etabliert. Wenngleich über die explizite Prädation auf Querder oder Transformer der Neunaugen bislang nichts bekannt ist, erscheint allein aufgrund des Überlappungsbereichs der Habitate der juvenilen Neunaugen insbesondere mit denen der Flussgrundel, vor dem Hintergrund der immensen Abundanz der Grundeln im Rhein und den Seitengewässern eine entsprechende Interaktion nicht unwahrscheinlich. Dieser Effekt dürfte sich bei sinkenden Wasserständen, der die Querder dann zum Verlassen ihrer Habitate zwingt noch verstärken.

4.5 Schlussfolgerung und Empfehlung

Die Studie zeigt den dringenden Bedarf auf die Entwicklung der Bestände der (diadromen) Neunaugen in NRW stärker als dies bislang erfolgte zu beobachten. Das Untersuchungsdesign erscheint hierfür grundsätzlich gut geeignet. Die erstaunlich geringen Nachweise juveniler Neunaugen am unteren Niederrhein und der Lippe sind im Hinblick auf die in der Vergangenheit immer wieder (zufällig) gewonnen Hinweise auf die Vorkommen so unerwartet wie zum gegenwärtigen Zeitpunkt nicht abschließend zu erklären. Wenngleich hierfür unterschiedliche Erklärungsansätze in Betracht zu ziehen erscheint der Befund mit hoher Wahrscheinlichkeit mit den Implikationen des Jahrhundertsommerjahres 2018 zu suchen zu sein. Um diese Hypothese zu verifizieren und die Bestandssituation der Neunaugen dezidierter zu verfolgen wird eine zeitnahe Fortführung des Monitorings dringend empfohlen.

5. Literatur

- BOKRANZ, W. (1999): Jagdstrategien und Beutespektrum des Kormorans *Phalacrocorax carbo* L. am Unteren Niederrhein. *Ornithologischer Anzeiger*: 38, 131-147.
- Boisneau, C, BELHAMITI, N. (2015): Prédation des poissons migrateurs par le silure en Loire, Gutachten Universität Tours. 4 S. Internetressource : http://www.saumon-sauvage.org/sites/www.saumon-sauvage.org/files/documents/resume_4p_silurusalosa_v1.pdf
- BORCHERDING, J., GERTZEN, S. (2016): Die aktuelle Fischbestandsdynamik am Rhein unter besonderer Berücksichtigung invasiver Grundeln – Monitoring und adaptives Management für eine nachhaltige Fischerei und eine Verbesserung des ökologischen Potenzials am Rhein. Fischereiverband NRW (Hrsg.), Eigenverlag, Münster.
- GRIFFIOEN, A.B. & WINTER, H.V. (2014). Het voorkomen van diadrome vis in de spuikom van Kornwerderzand 2001 - 2012 en de relatie met spuidebieten.
- GUBBELS, R.E.M.B., M.H.A.M. BELGERS & H.-J. JOCHIMS (2016): Vismigratie in de benedenloop van de Roer in de periode 2009-2014: soortspecifieke migratiekarakteristieken en - patronen. Resultaten van zes jaar monitoring bij de ECI waterkrachtcentrale te Roermond. Intern rapport. Waterschap Roer en Overmaas, Sittard.
- FREYHOF, J. (1998): Zur Unterscheidung der Ammocoeten des Meerneunauges (*Petromyzon marinus* L.) und Flußneunauges (*Lampetra fluviatilis* L.) im Feld, *Osterreichs Fischerei*, 51, 167-168.
- KELLY, F., KING, J. (2001): A review of the ecology and distribution of three lamprey species, *Lampetra fluviatilis* (L.), *Lampetra planeri* (Bloch) and *Petromyzon marinus* (L.): A context for conservation and biodiversity considerations in Ireland. *Biology and Environment*. 101.
- LANDESFISCHEREIVERBAND WESTFALEN UND LIPPE E. V. (2020): Maßnahmenanalyse zum Fischbestand der Lippe, unveröffentlichte Daten
- LANUV (2019): Entwicklung und ökologisches Potential der Fische des Rheins in NRW – Ergebnisse aus dem Langzeitmonitoring 1984-2017. Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen. LANUV-Fachbericht 99.
- LELEK A., BUHSE G. (1992): Fische des Rheins – früher und heute. Springer, Berlin, Heidelberg. DOI: 10.1007/978-3-662-06645-4
- MAITLAND, P. S. (2003). Ecology of the River, Brook and Sea Lamprey. *Conserving Natura 2000 Rivers Ecology Series No. 5*. English Nature, Peterborough.
- OTTO, A., ZAHN, S. (2008): Temperatur- und Sauerstoff-Toleranz ausgewählter Wanderfischarten der Elbe. Institut für Binnenfischerei e.V. Potsdam-Sacrow; Literaturrecherche im Auftrag der Wassergütestelle Elbe; 43 p.
- SCHARBERT, A. (2009): Community patterns and recruitment of fish in a large temperate river floodplain: The significance of seasonally varying hydrological conditions and habitat availability. Inaugural Dissertation, Universität zu Köln
- SCHARBERT, A., HEERMANN, L., STAAS, ST, KOENZEN, U. (2019): Fischökologischer Managementplan für den Rhein und seine Aue in NRW, Gutachten im Auftrag des MULNV NRW, unveröffentl., 93 S.

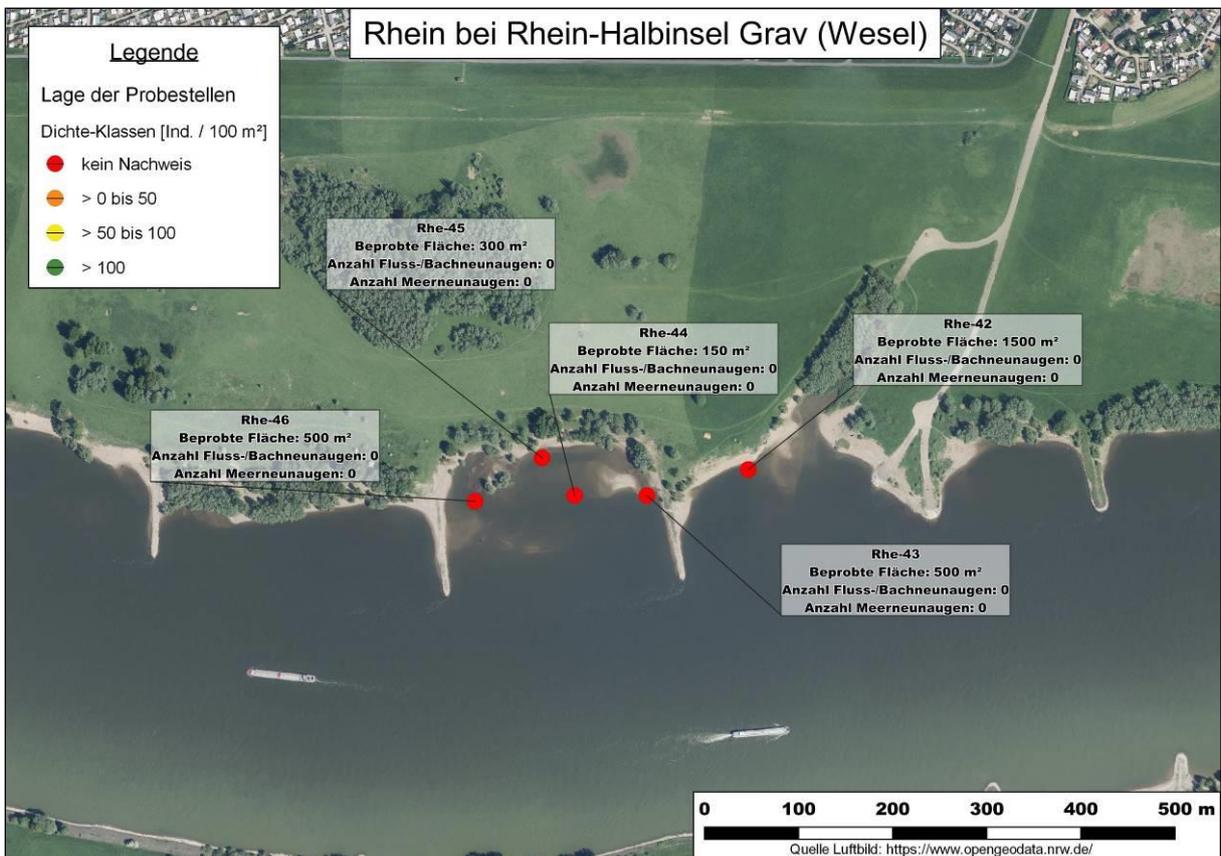
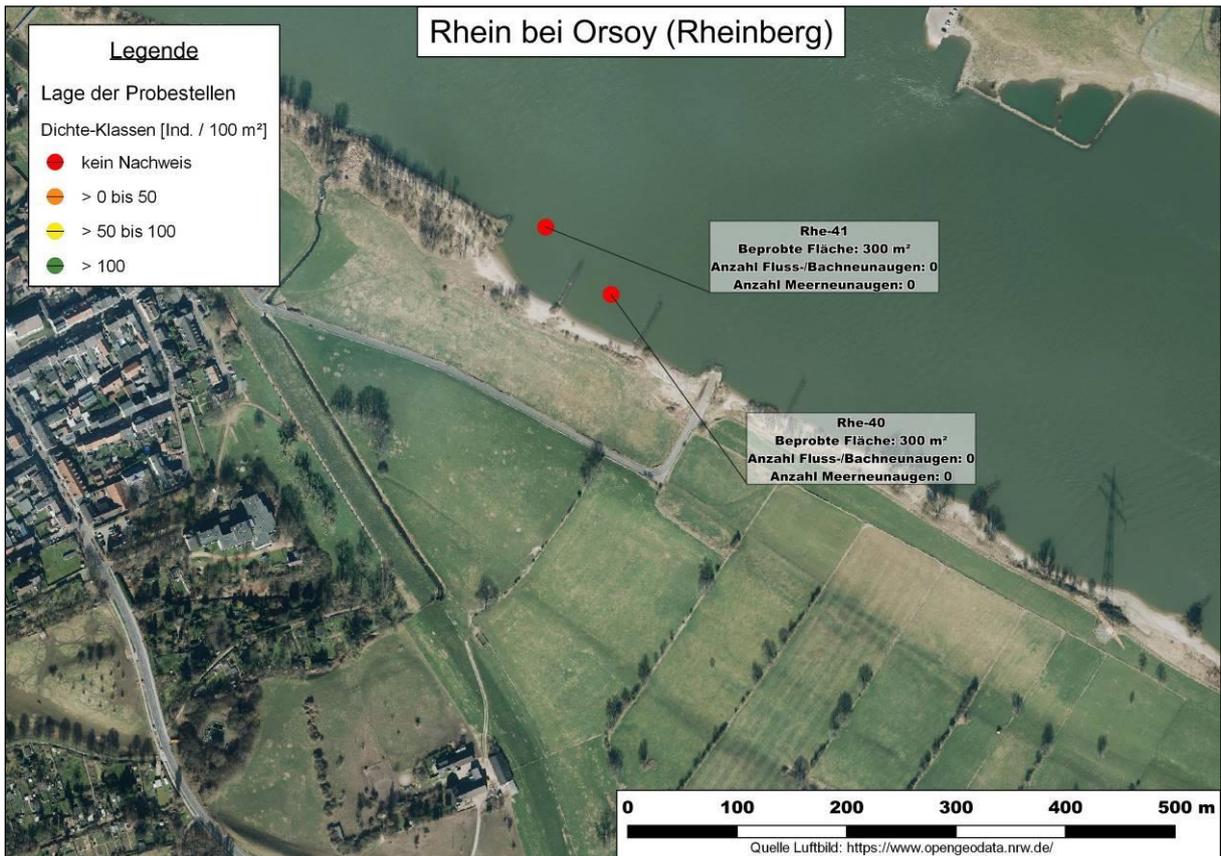
SAUMON-RHIN und LANDESFISCHEREIVERBAND BADEN E.V. Unter Kontrolle der Regierungspräsidium Karlsruhe. Jährliche Fischzählung am Fischpass Iffezheim seit Juni 2000 (a). Abgerufen am 27.02.2020 von http://www.saumon-rhin.com/wp-content/uploads/2020/02/Histo_IFF_-2000-%C3%A0-2019.pdf

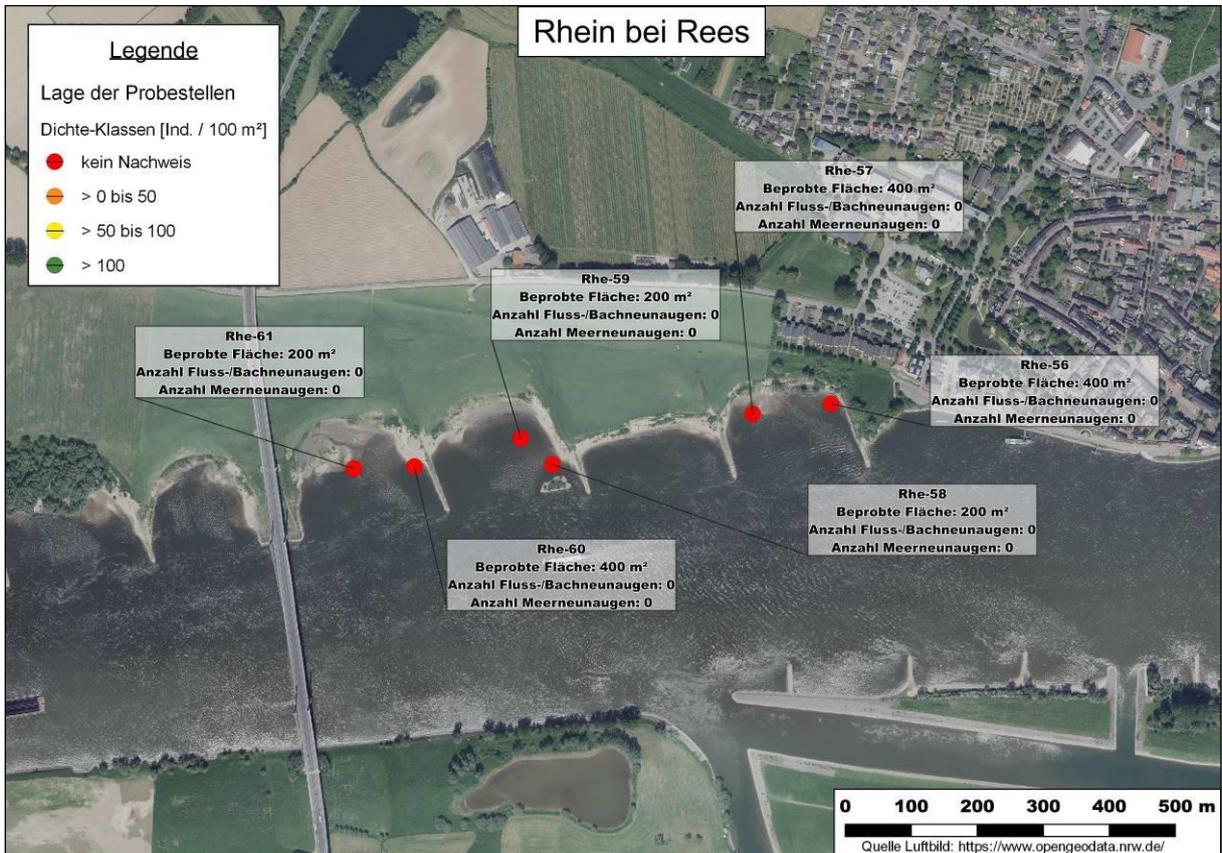
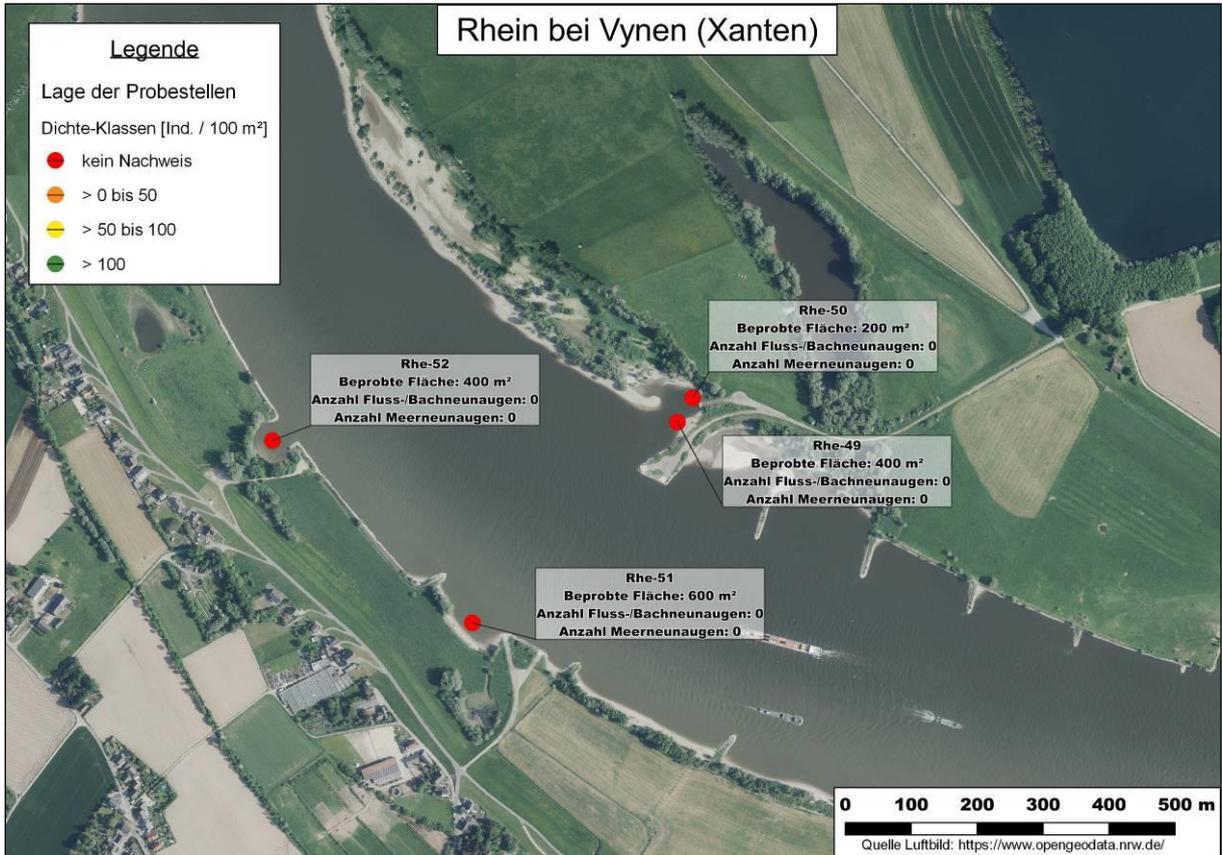
SCHÜTZ, C. SCHARBERT, A. (2012): FFH-Berichtspflicht: Kartierung von Neunaugenlaichgruben. Natur in NRW. 2/12, 13-16.

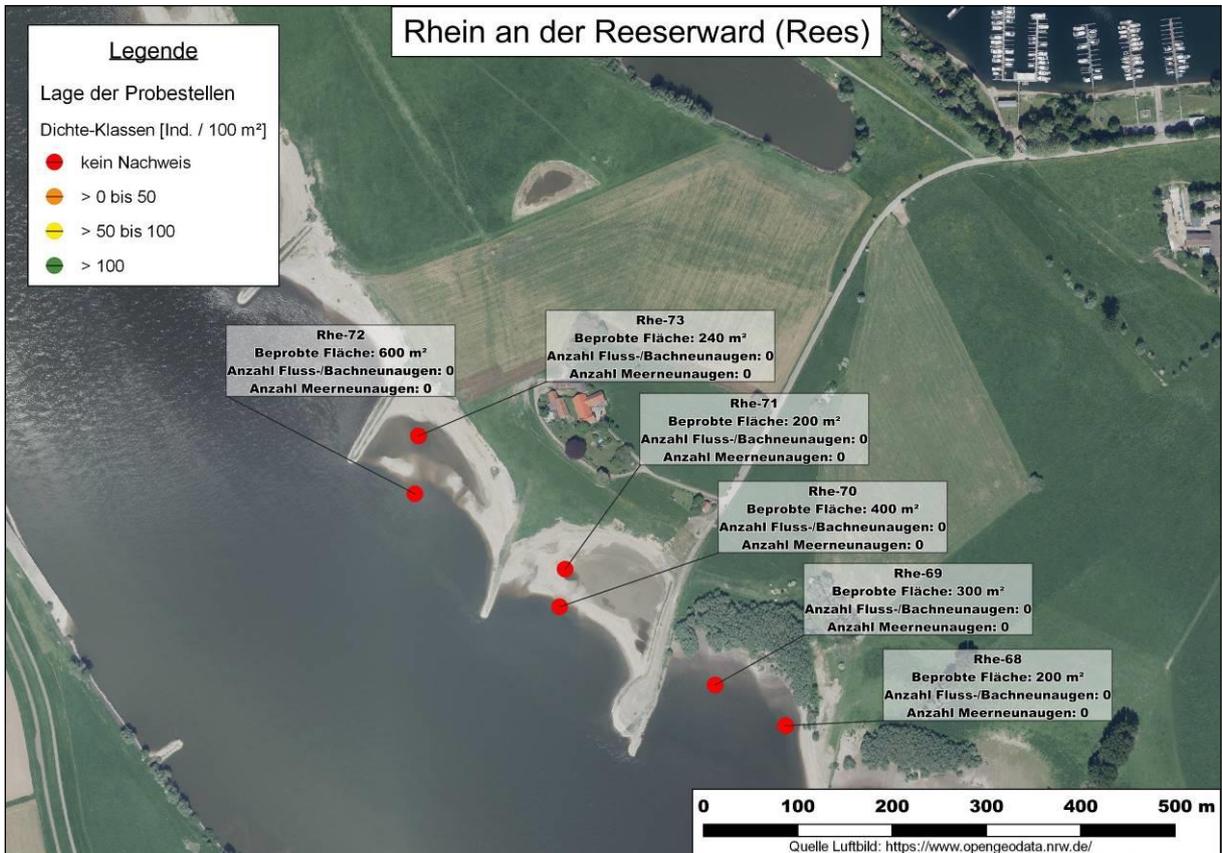
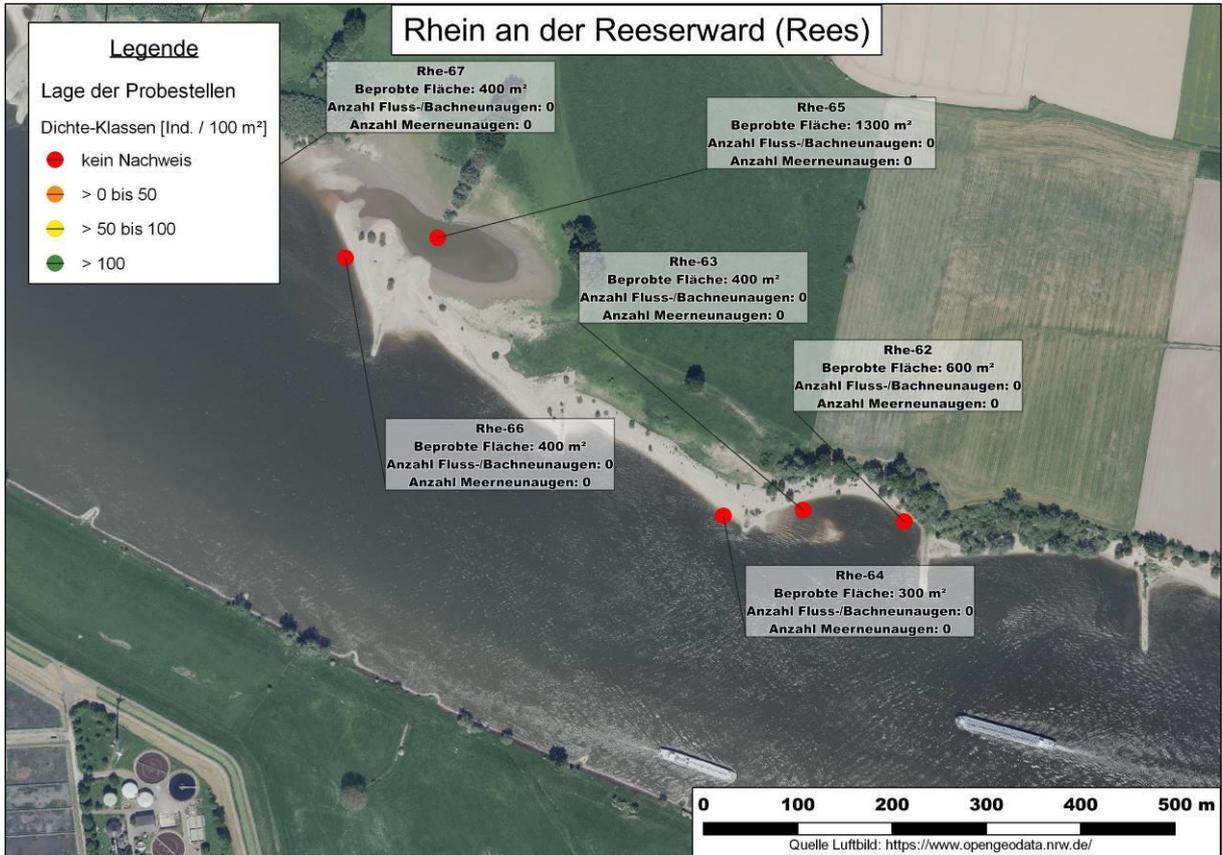
STAAS, ST. (2000): Jungfisch-Artengemeinschaften als Bioindikatoren für die ökologische Qualität des nordrhein-westfälischen Rheinabschnitts . Untersuchung im Auftrag des Ministeriums für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft NRW, Ergebnisbericht, unveröffentlicht, 263 S.

6. Anhang – Detailkarten der untersuchten Probestellen

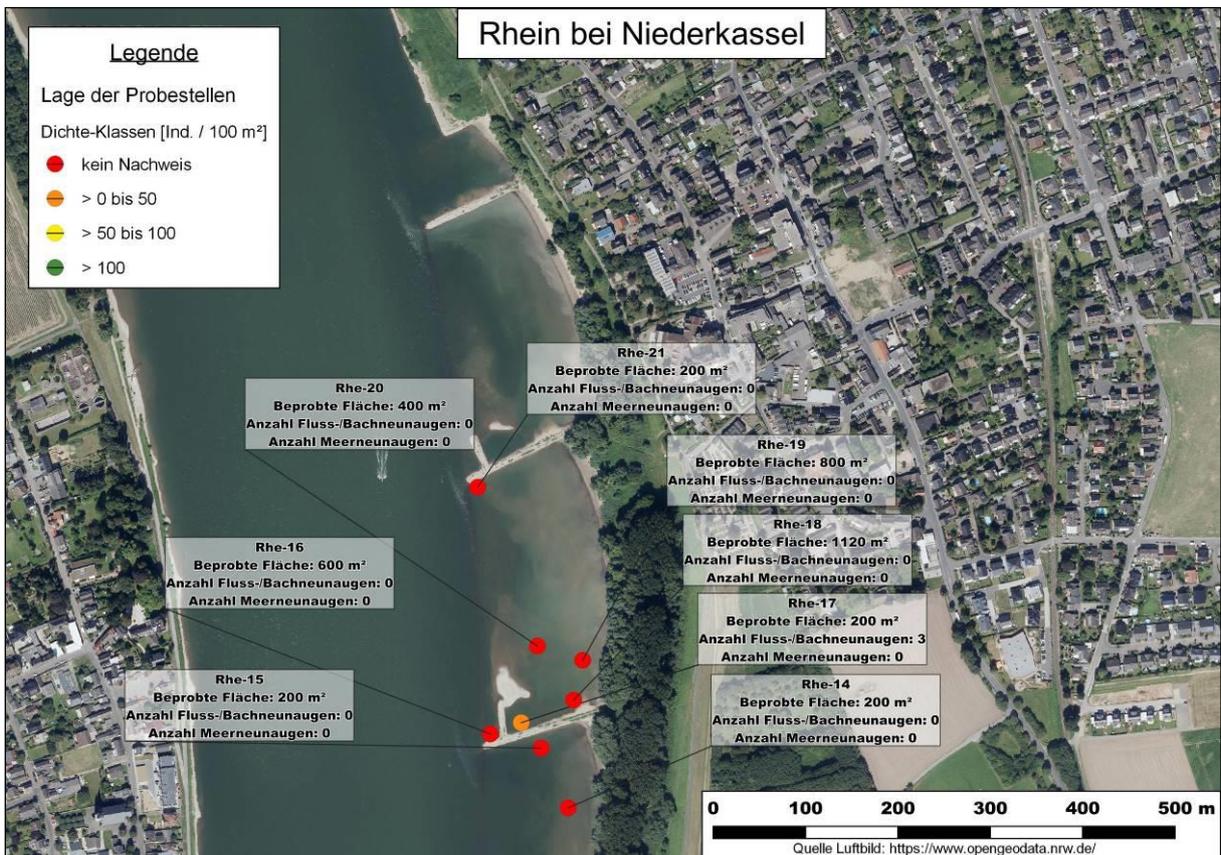
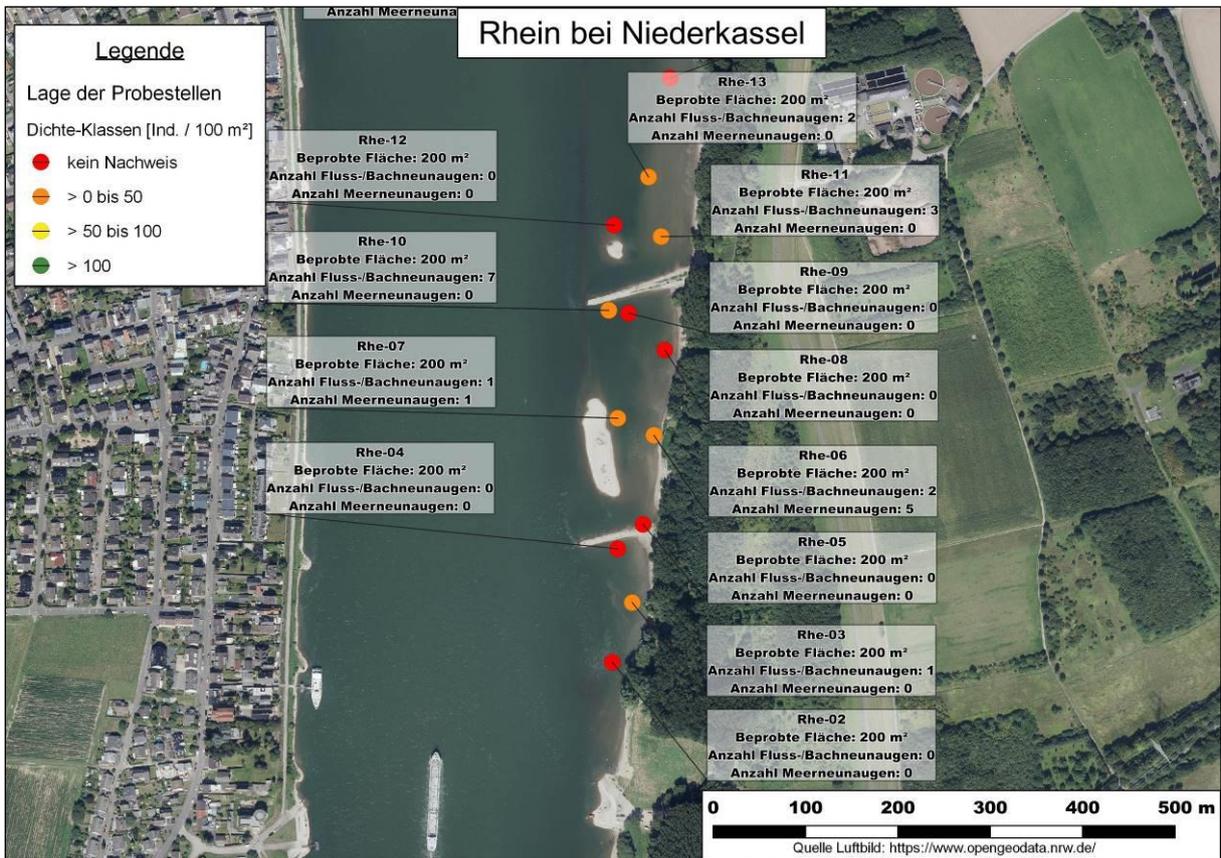
6.1 Detailkarten – Rhein

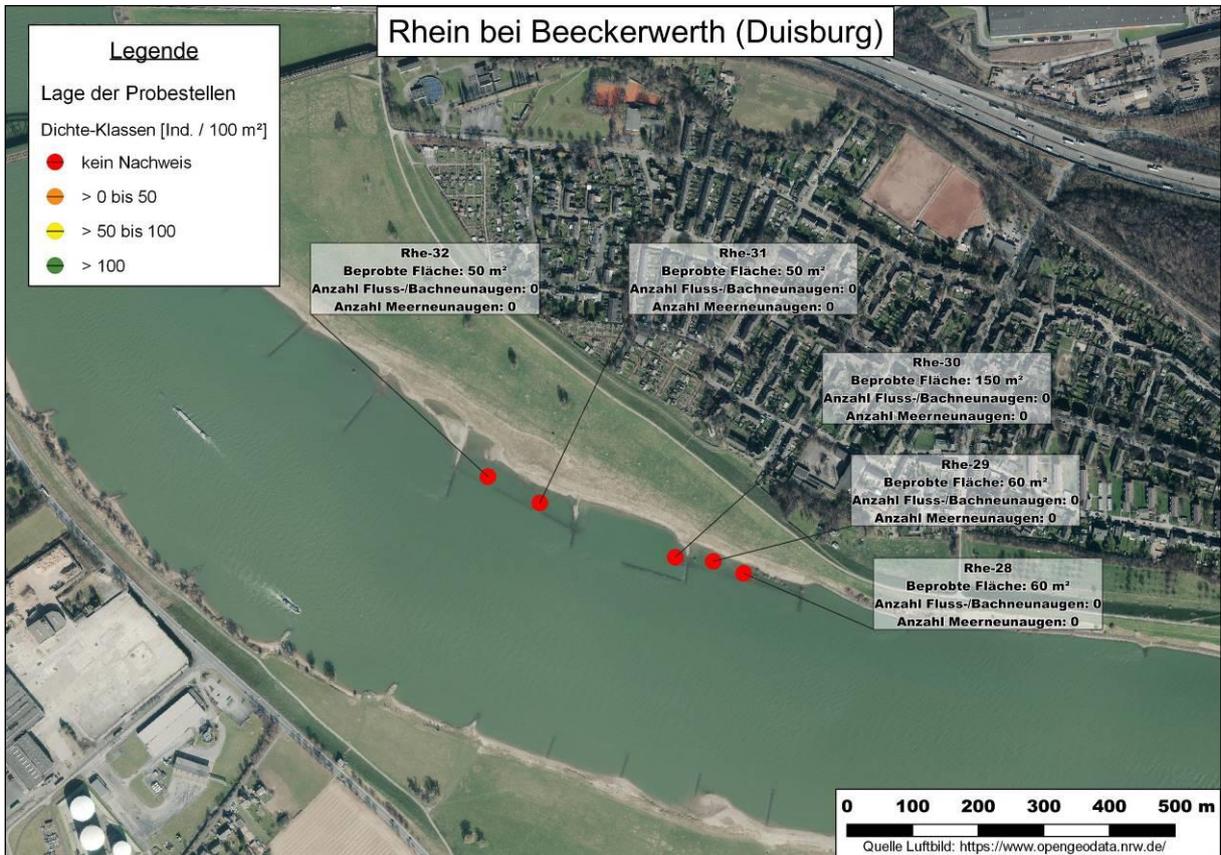
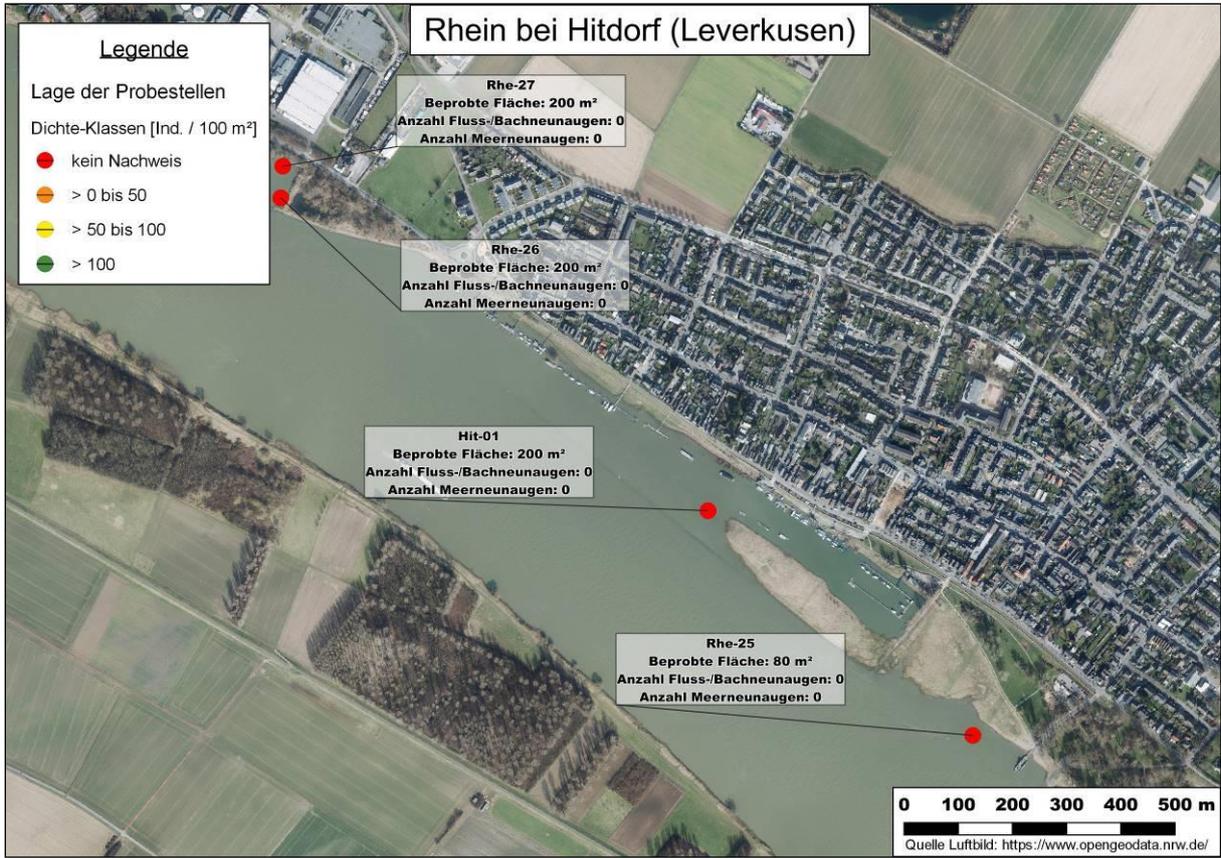


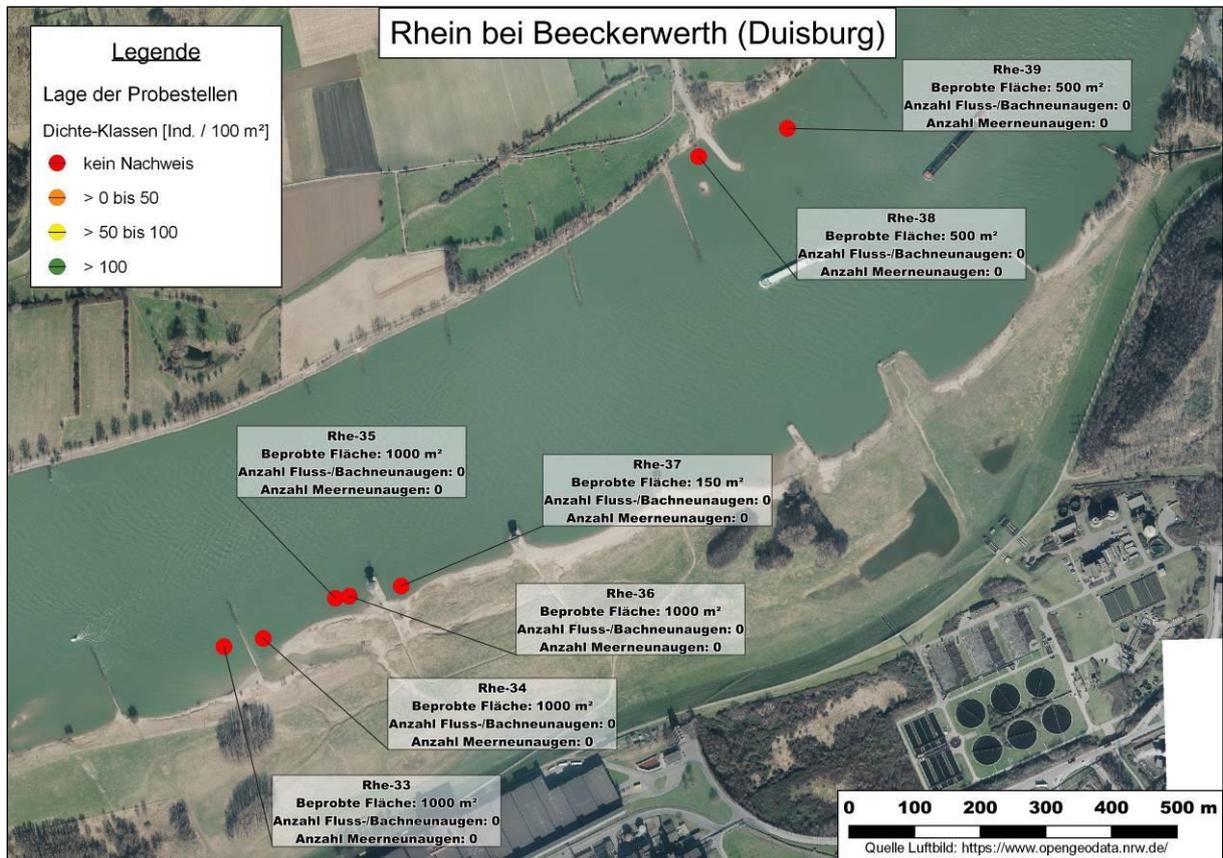




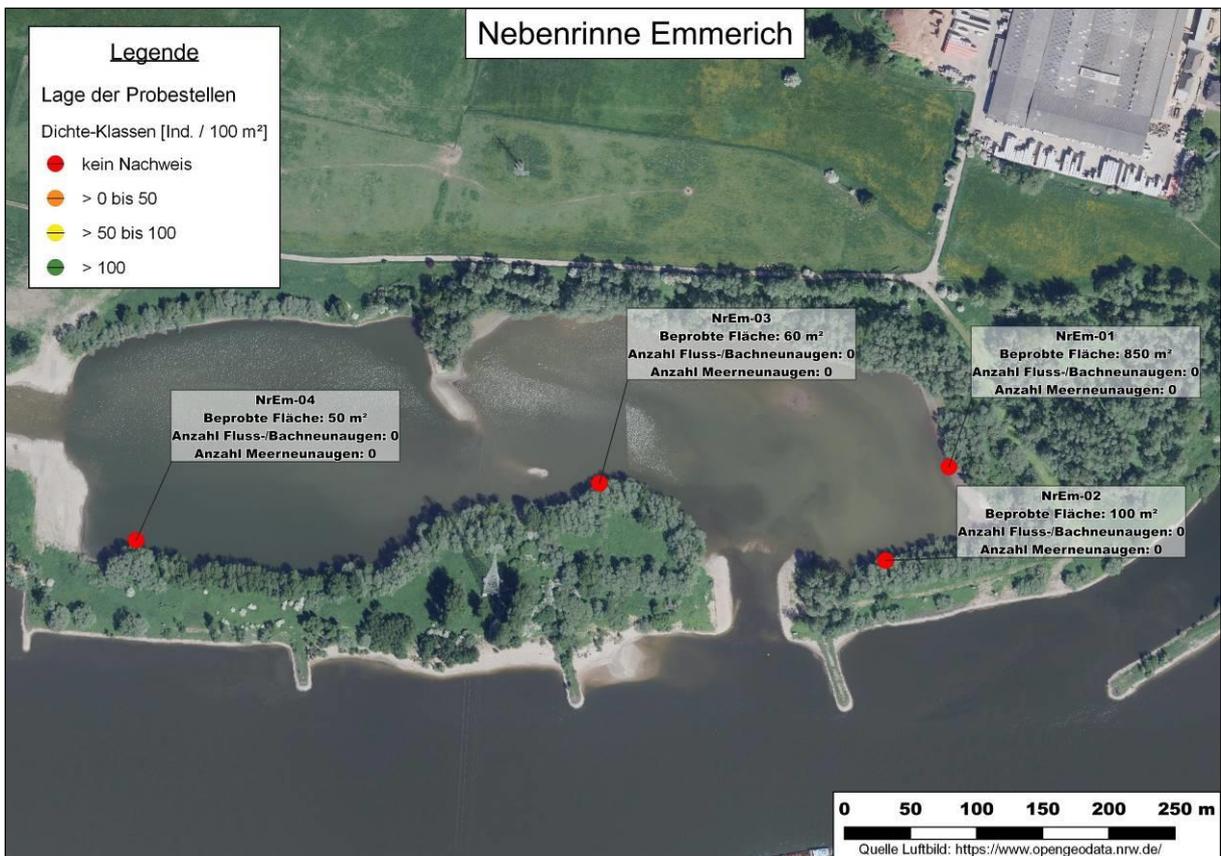
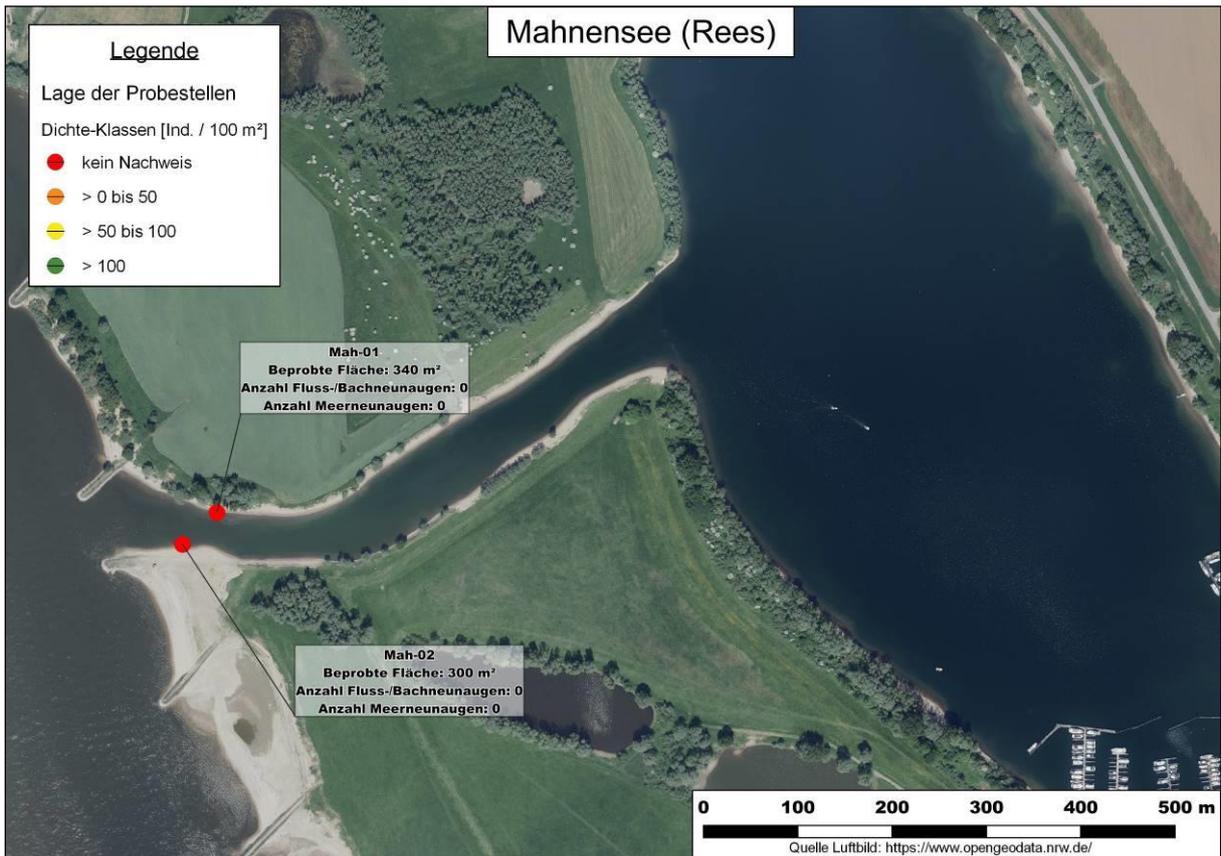


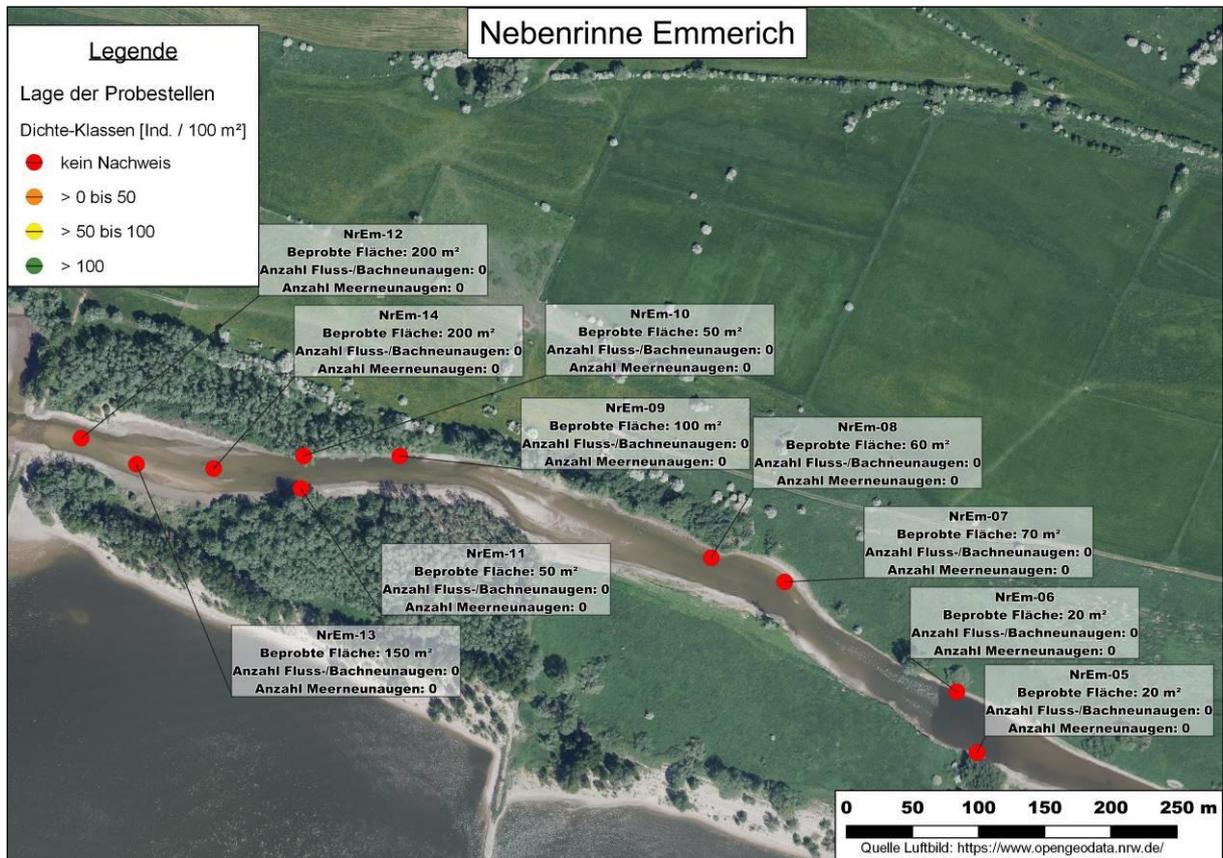


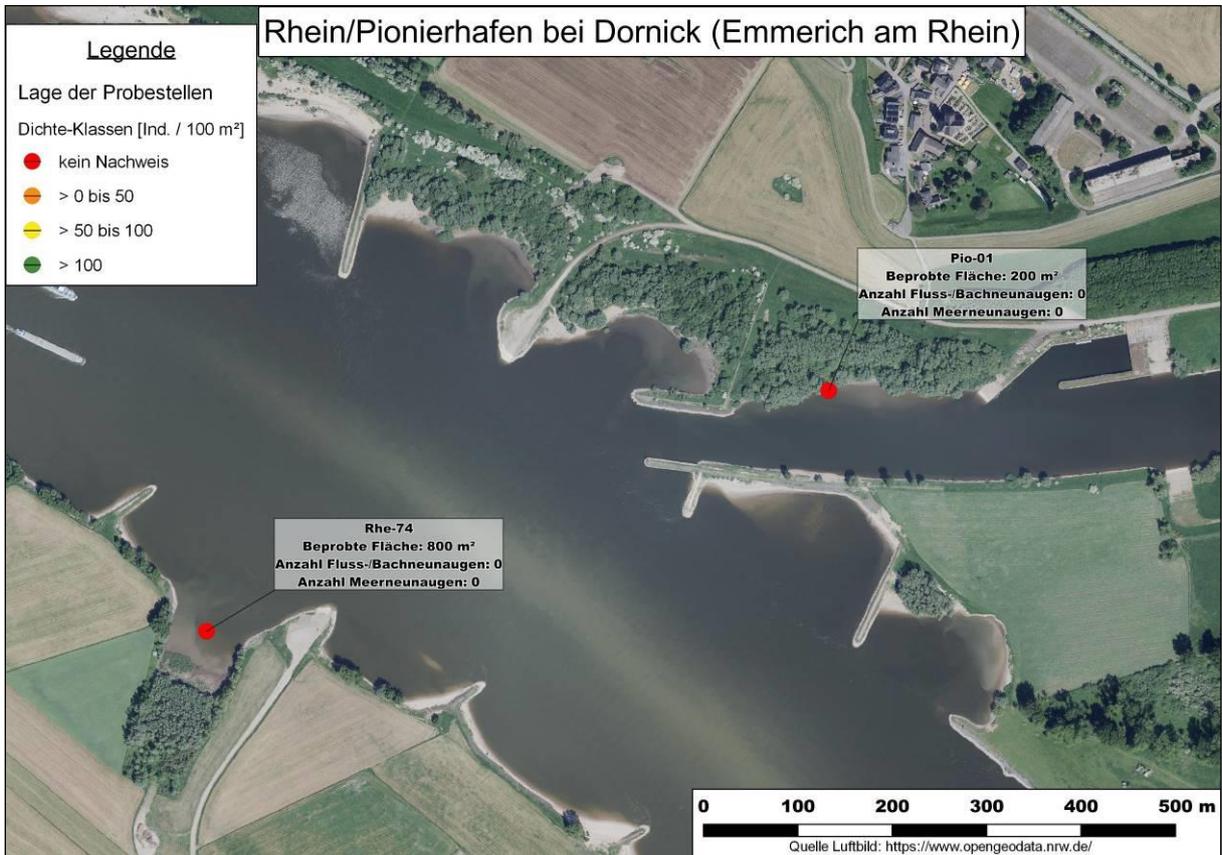
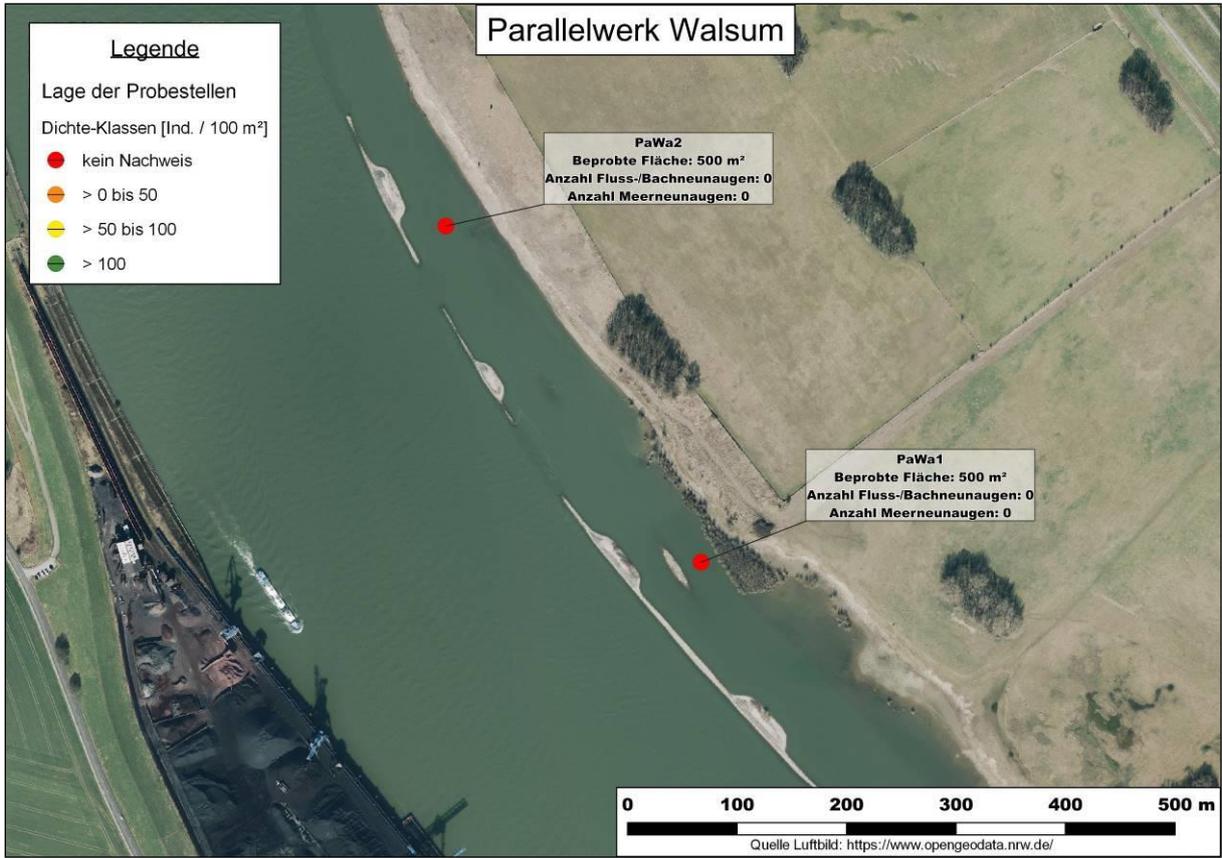


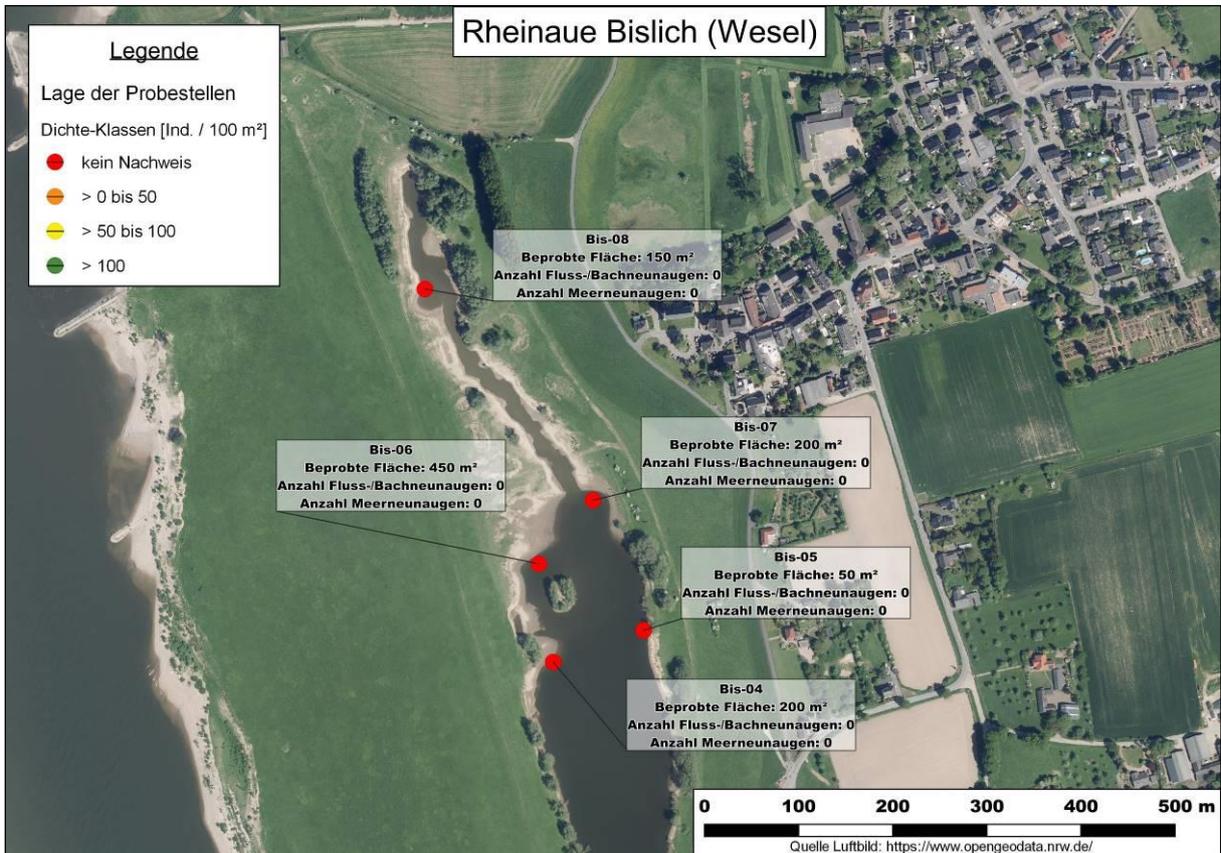
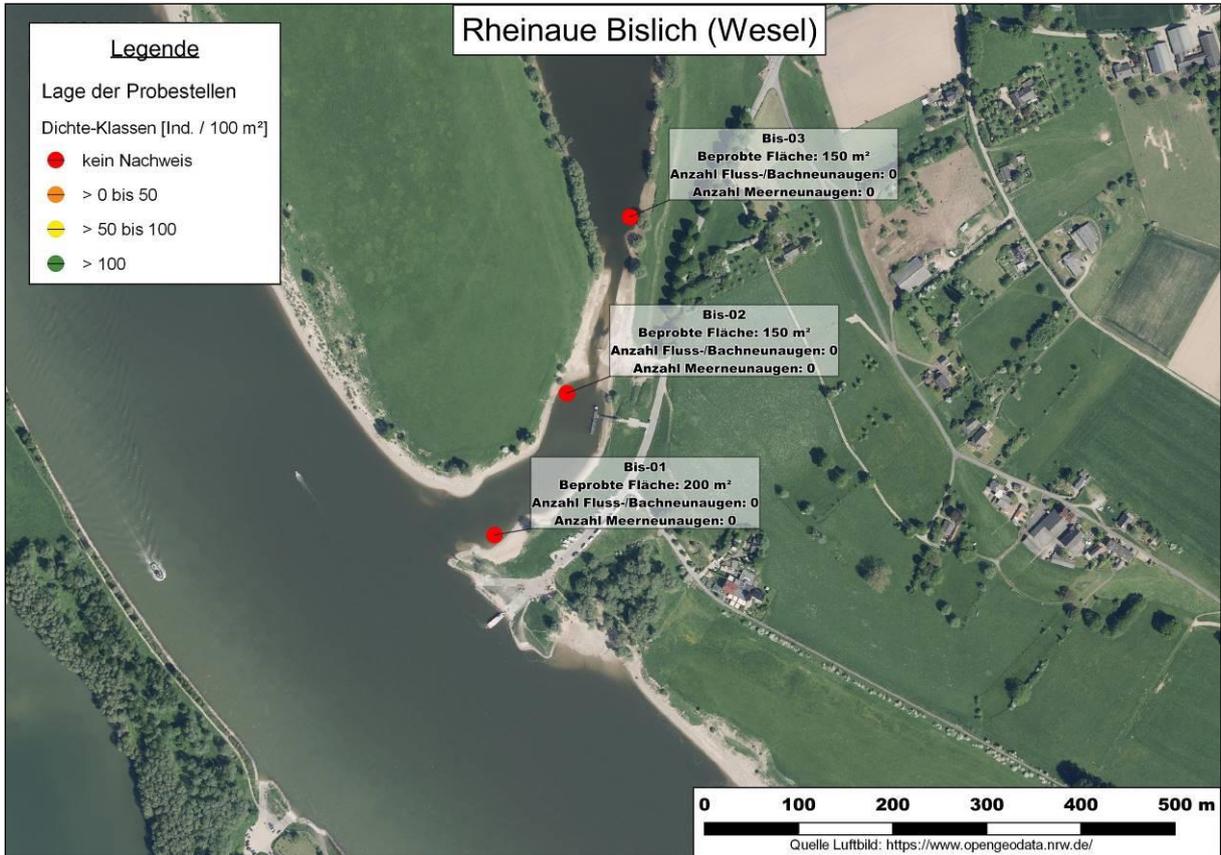


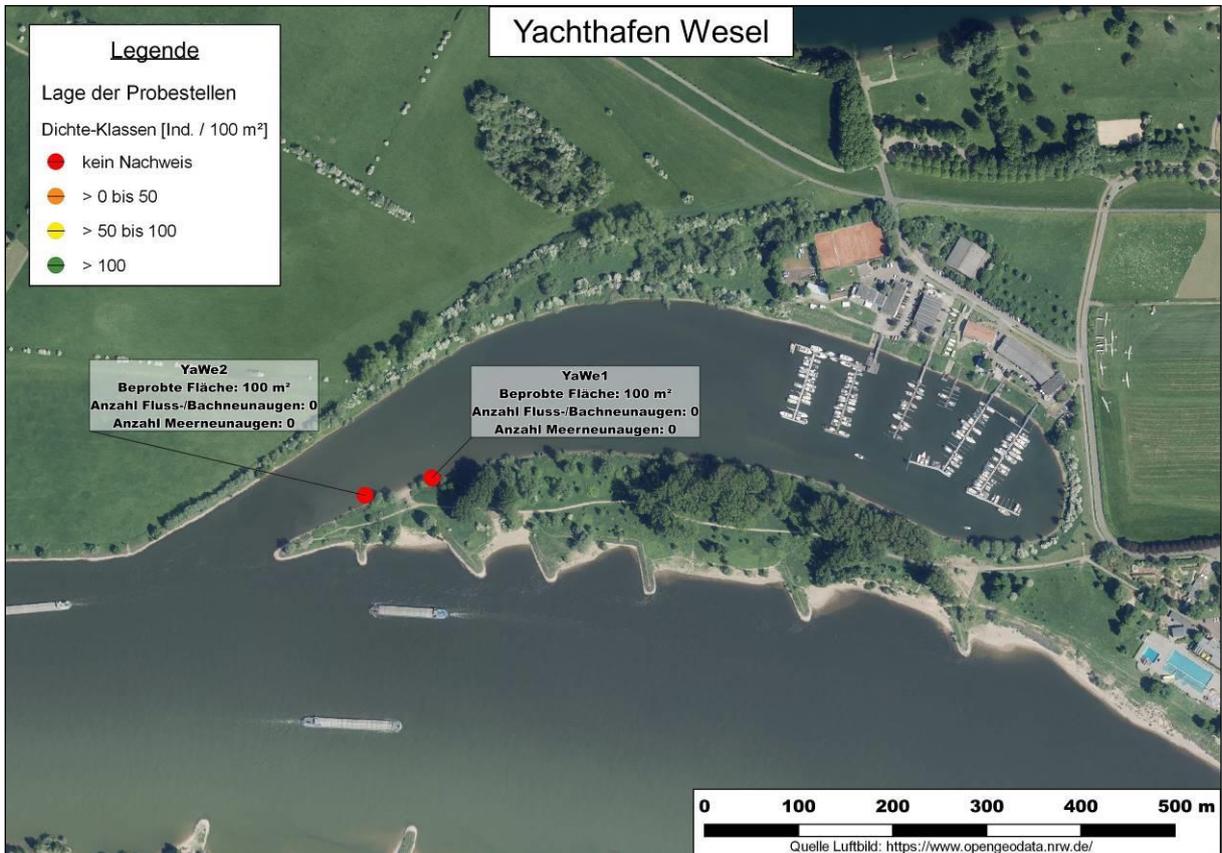
6.2 Detailkarten - Rhein (Nebengewässer)

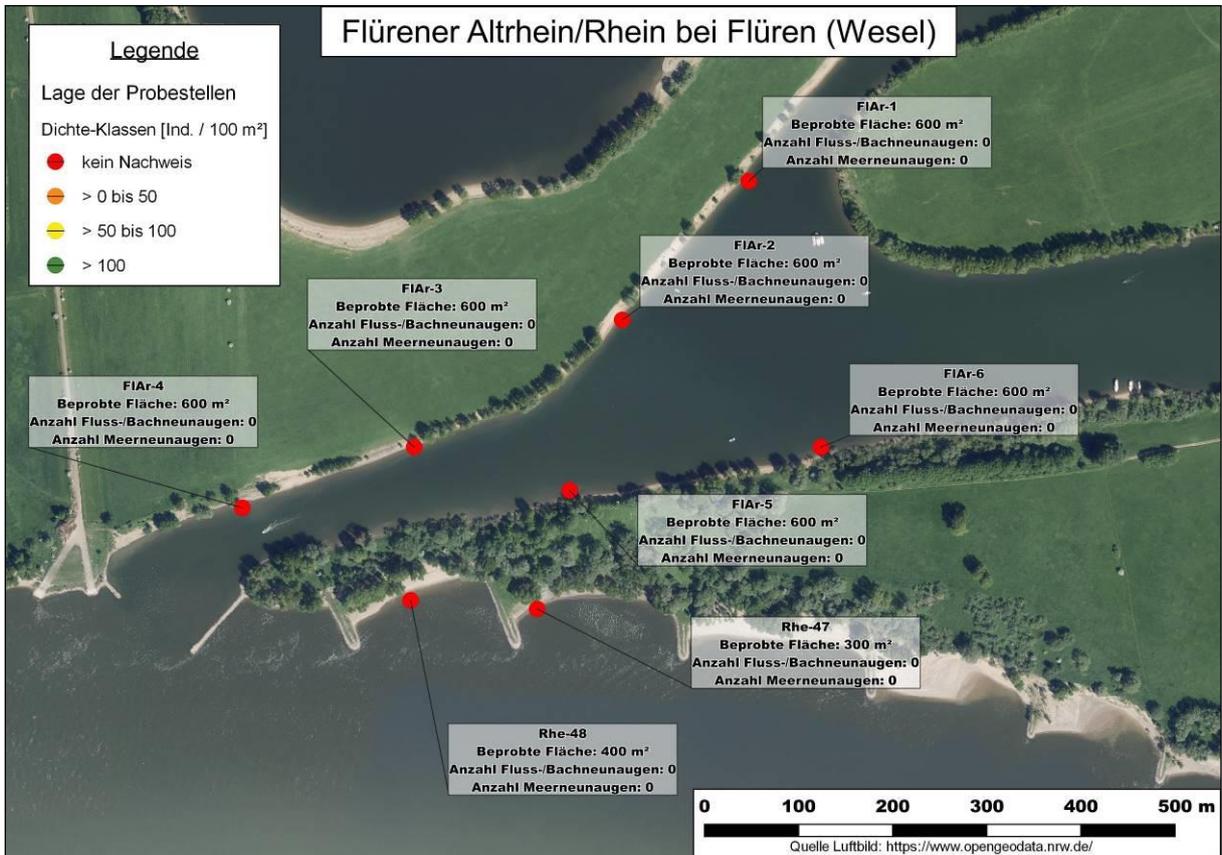
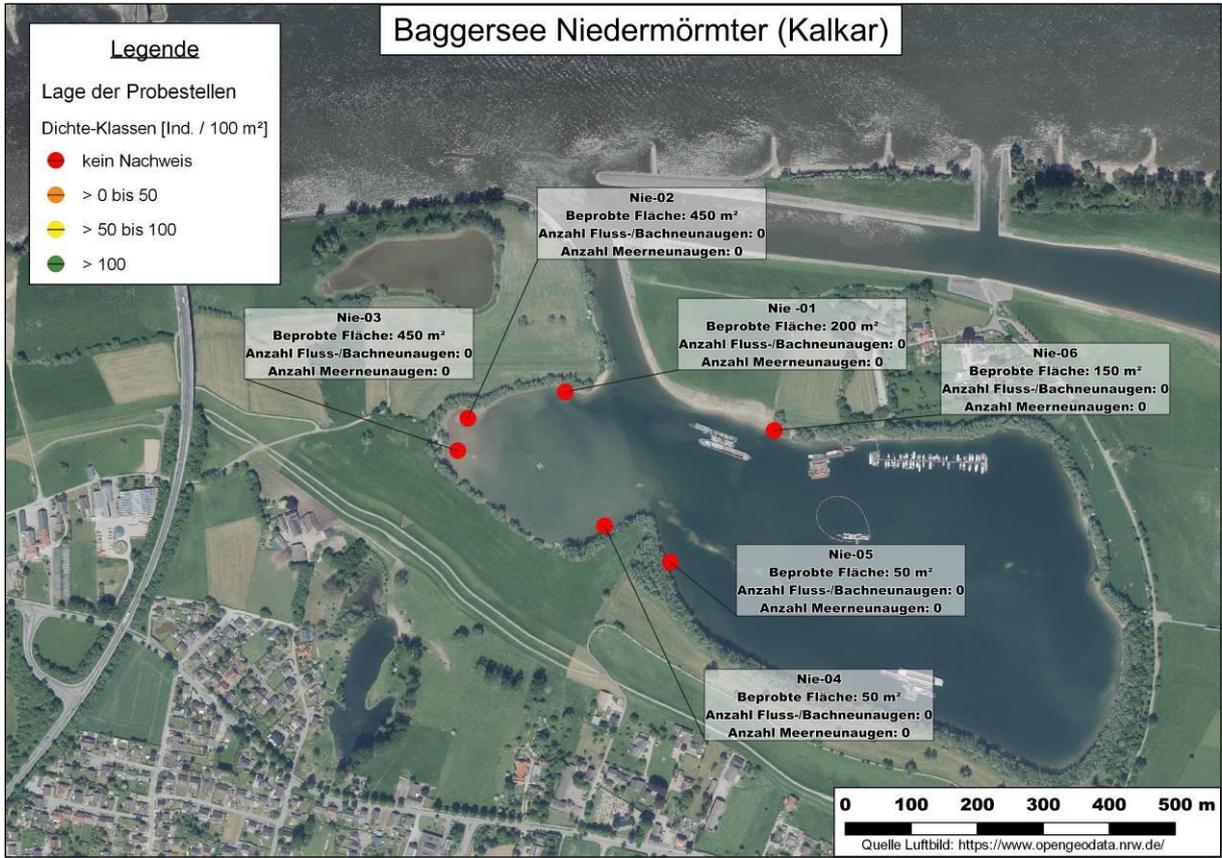


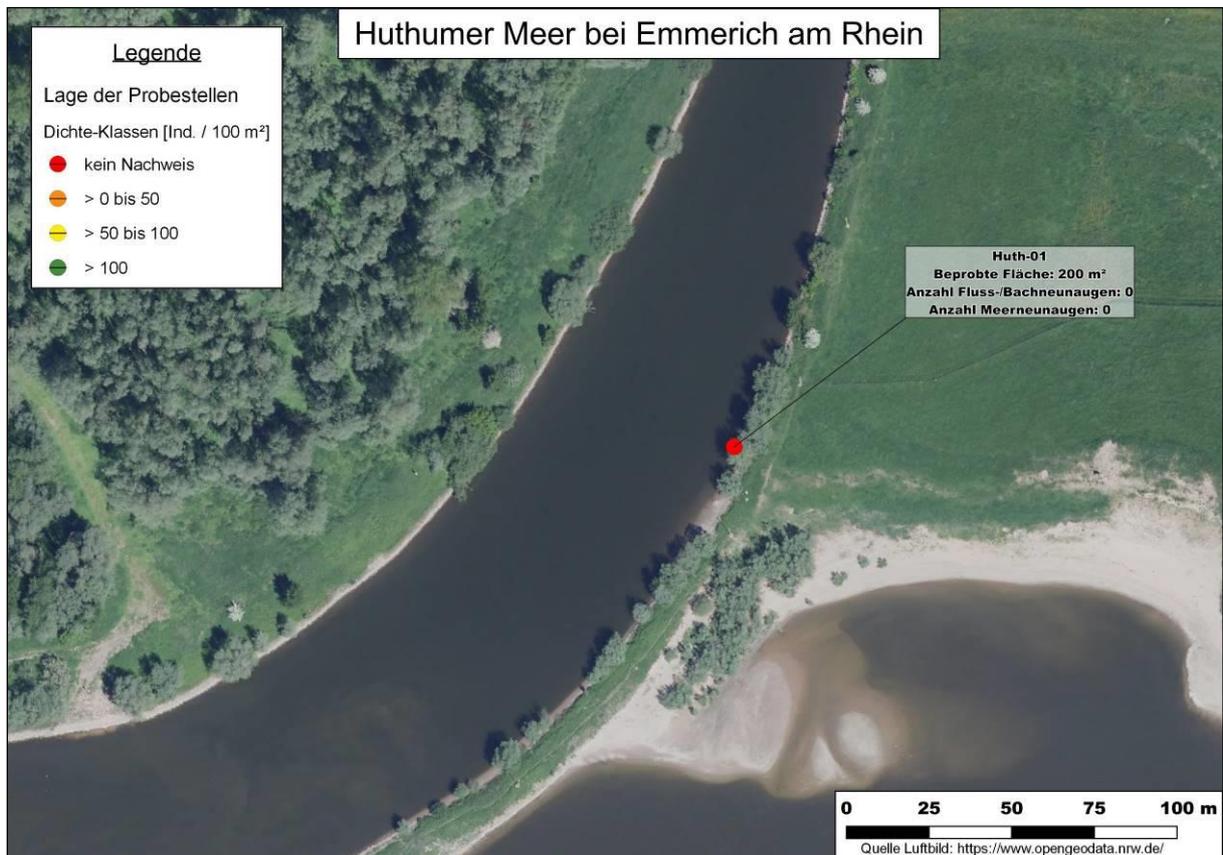
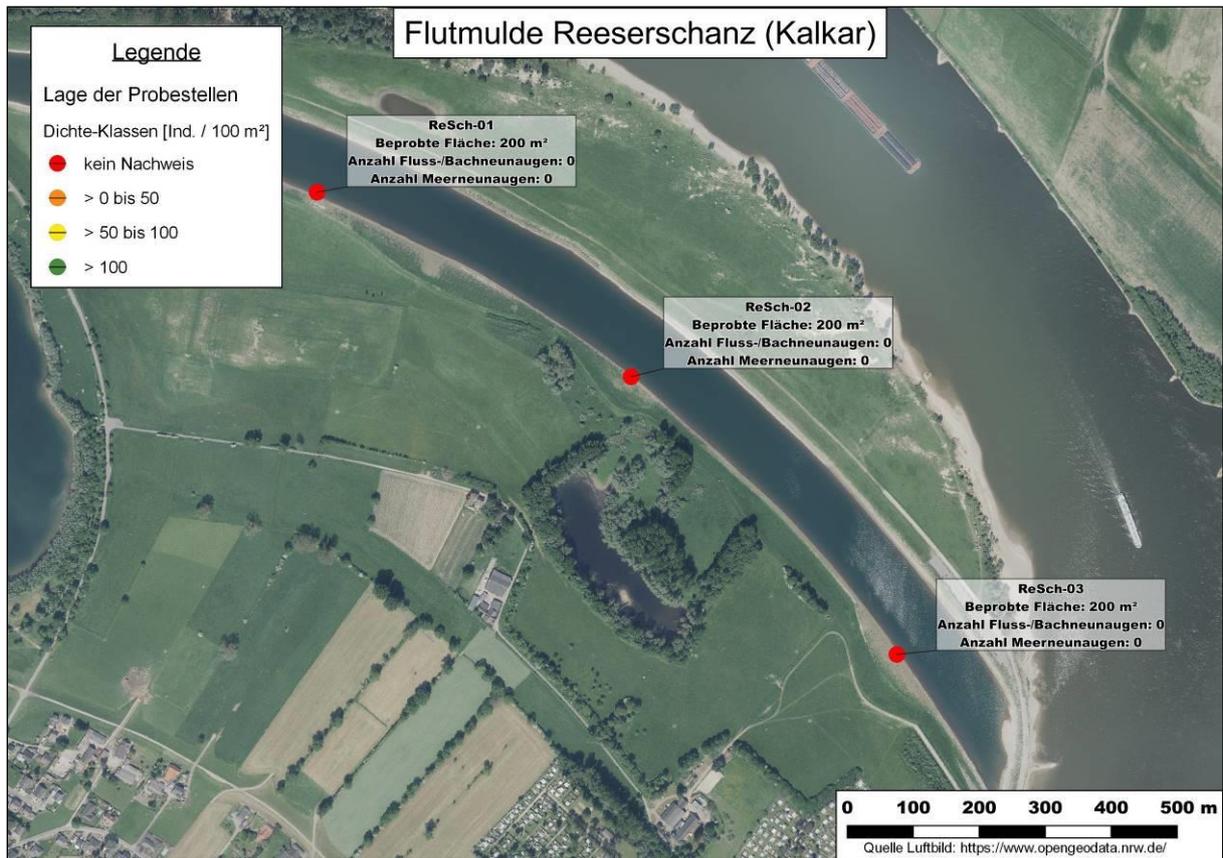


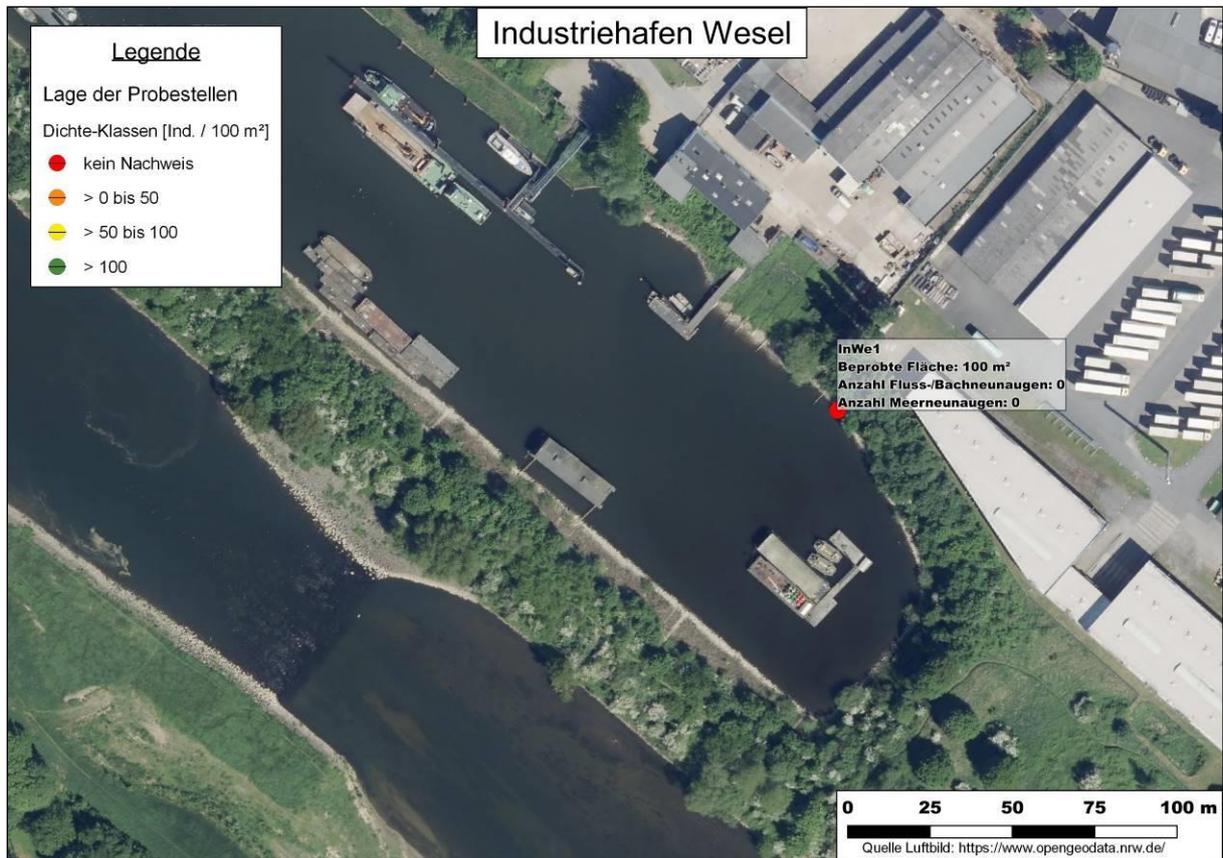




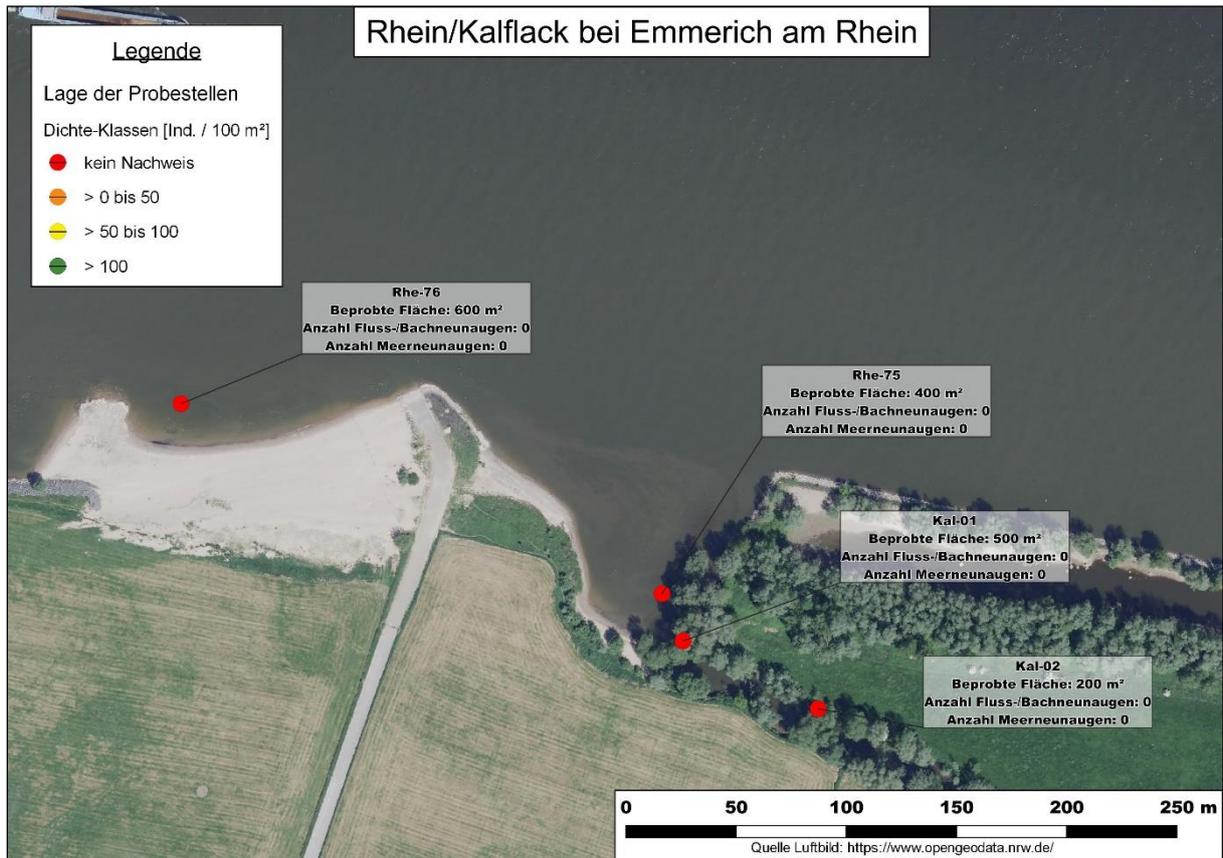




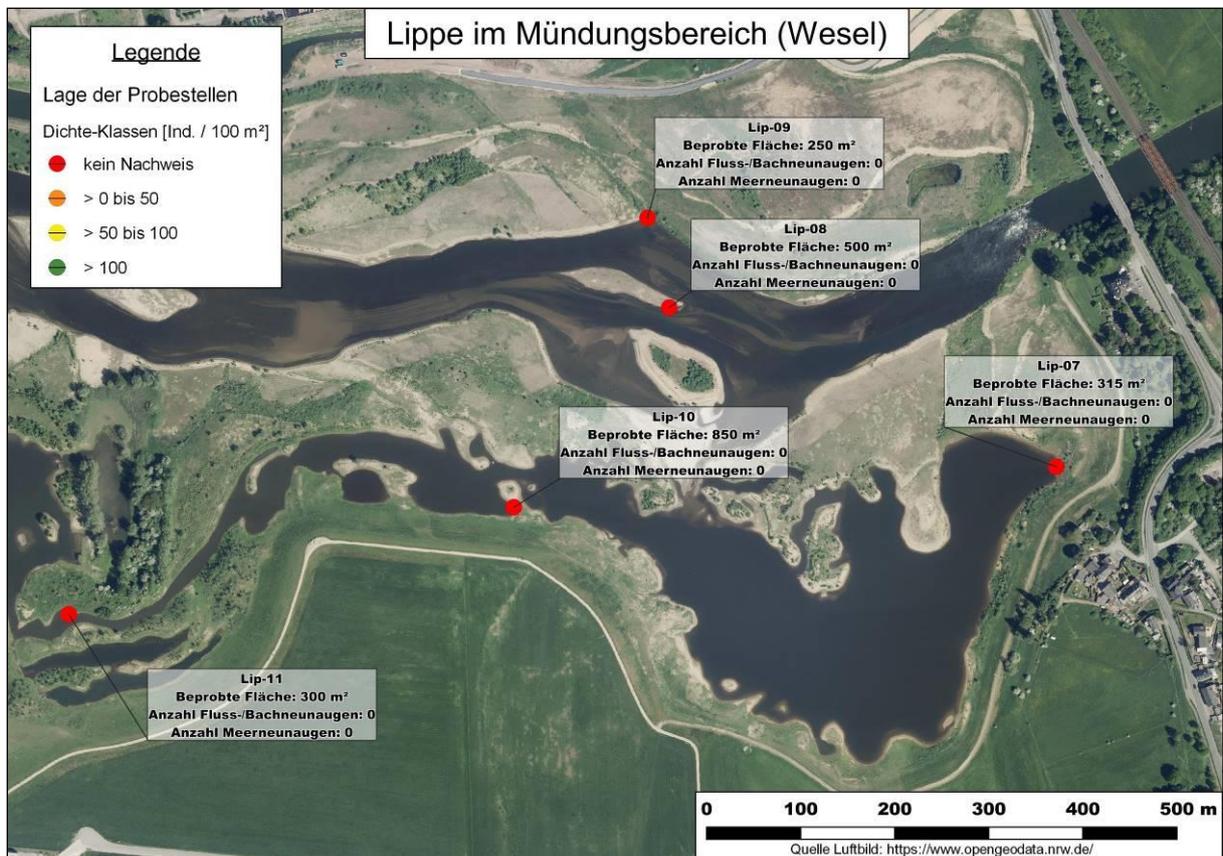
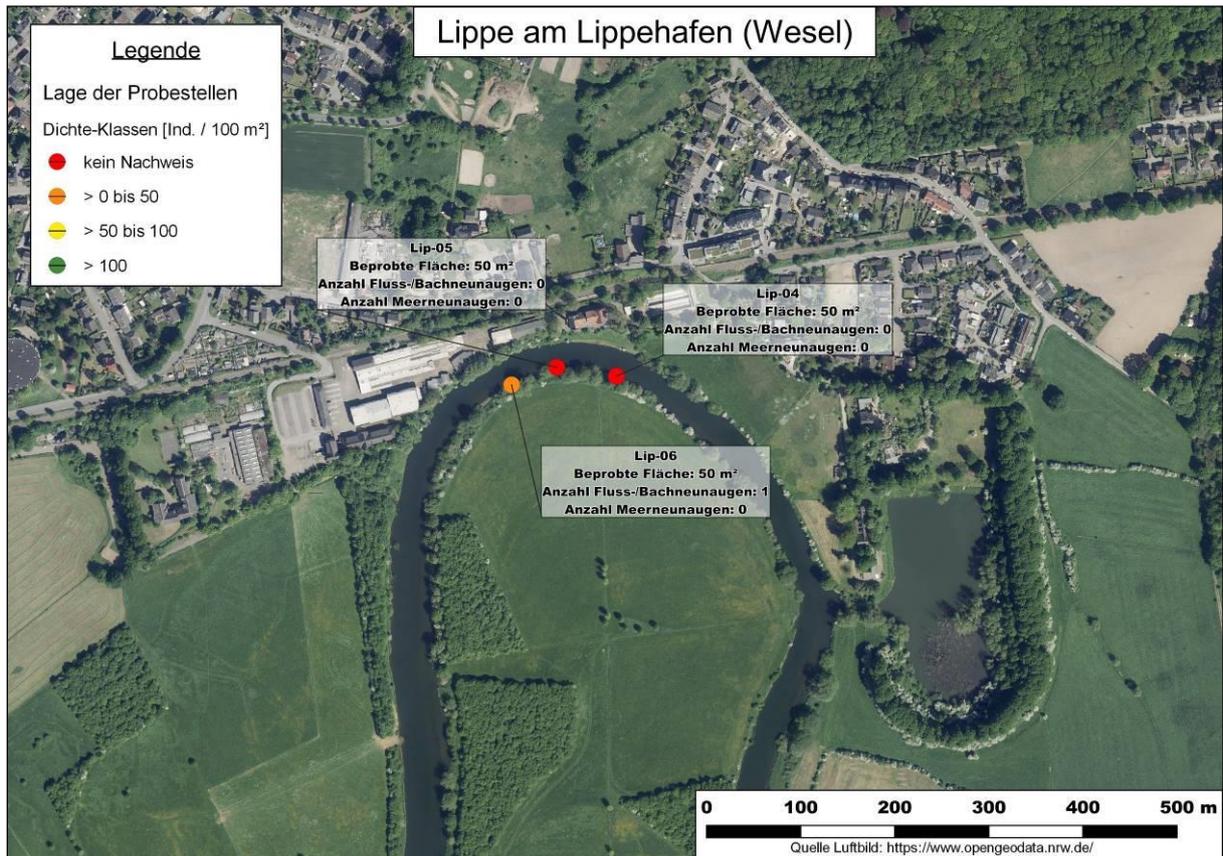


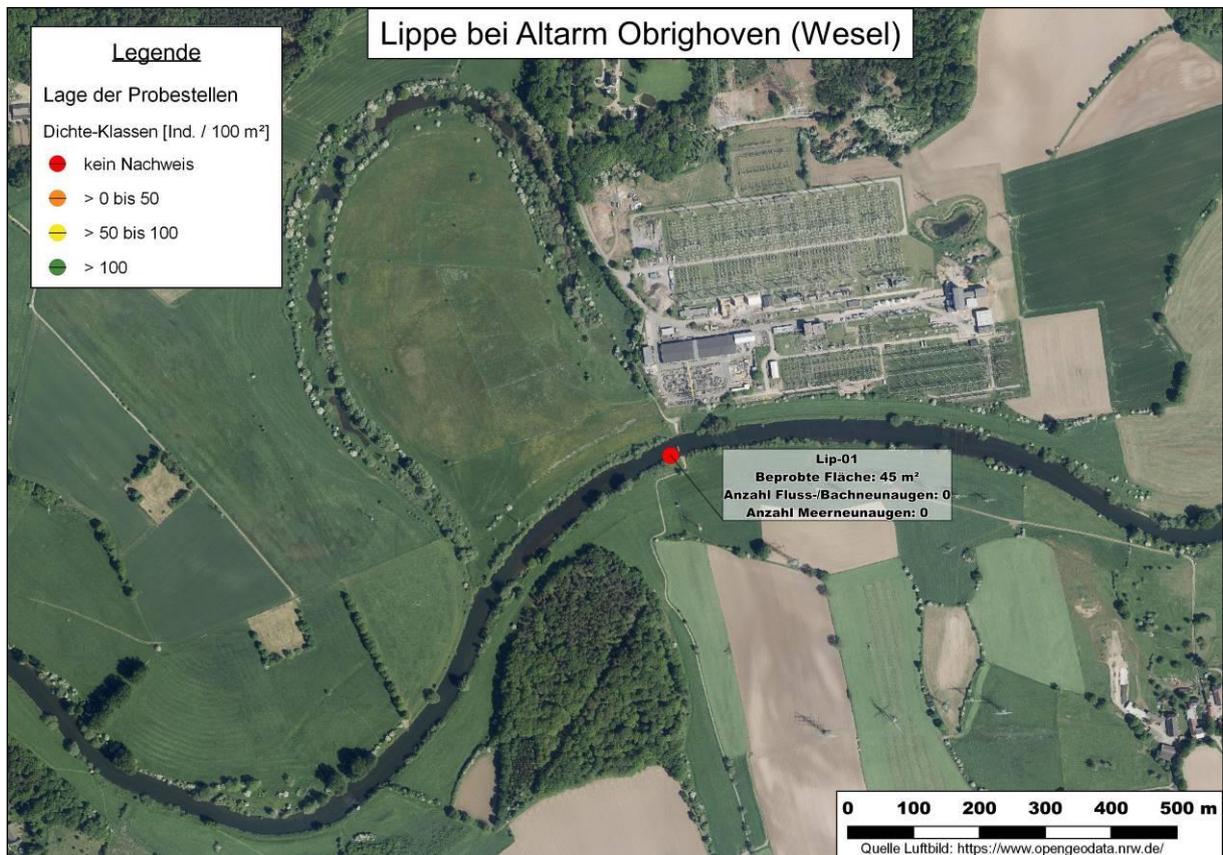
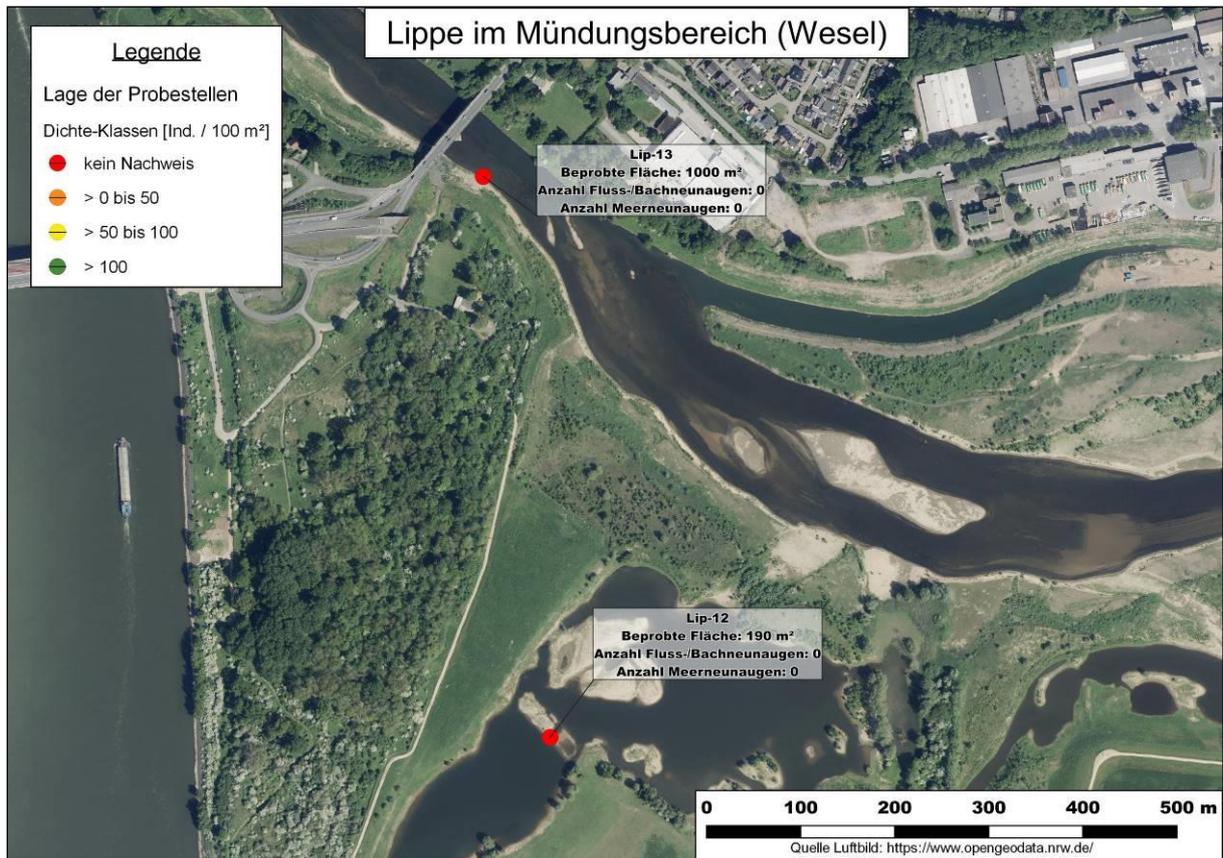


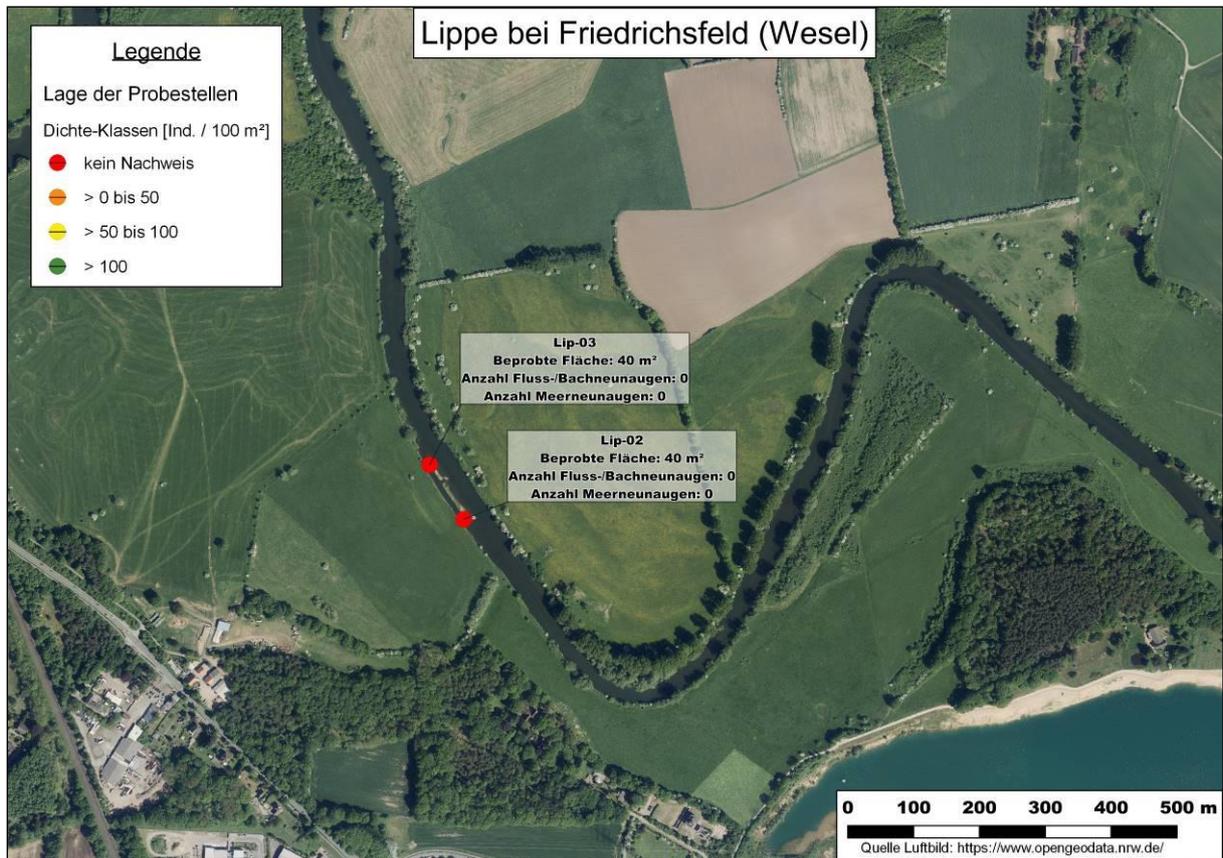
6.3 Detailkarten – Kalflack



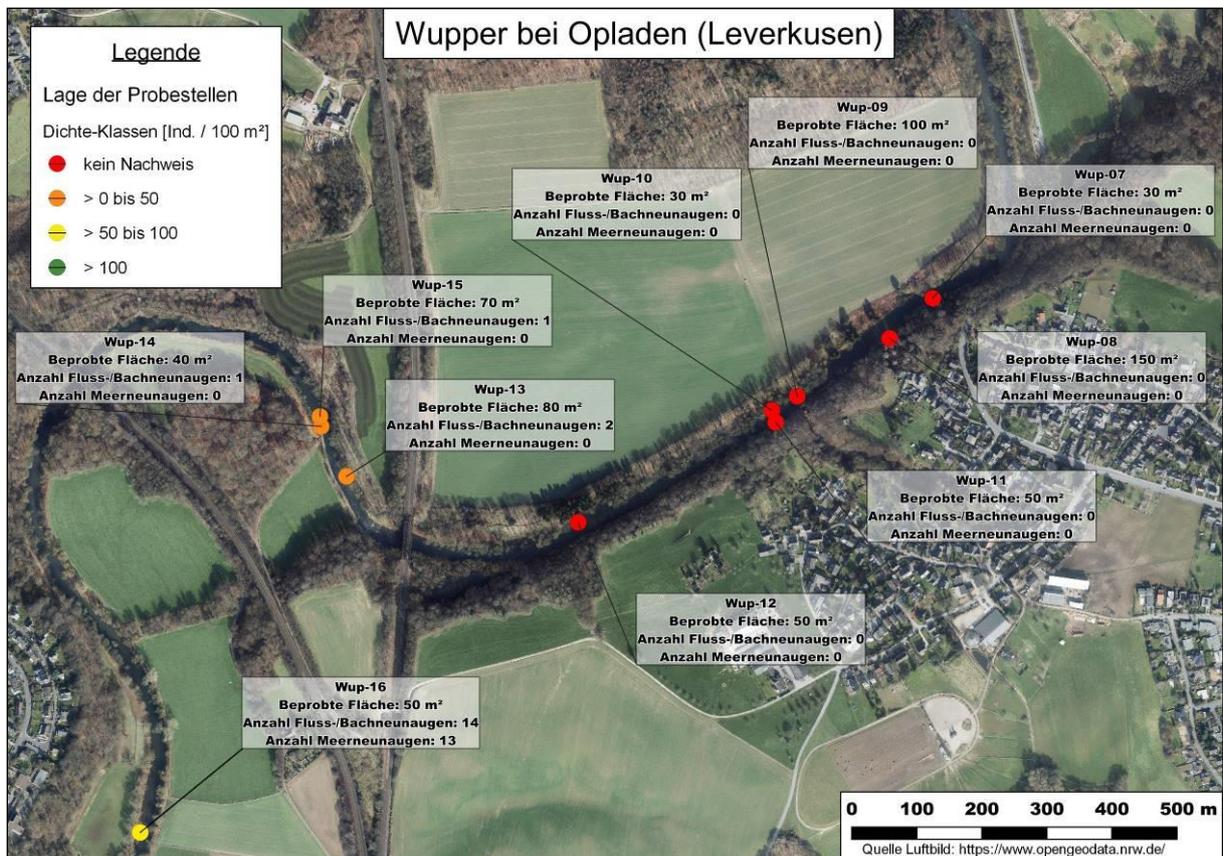
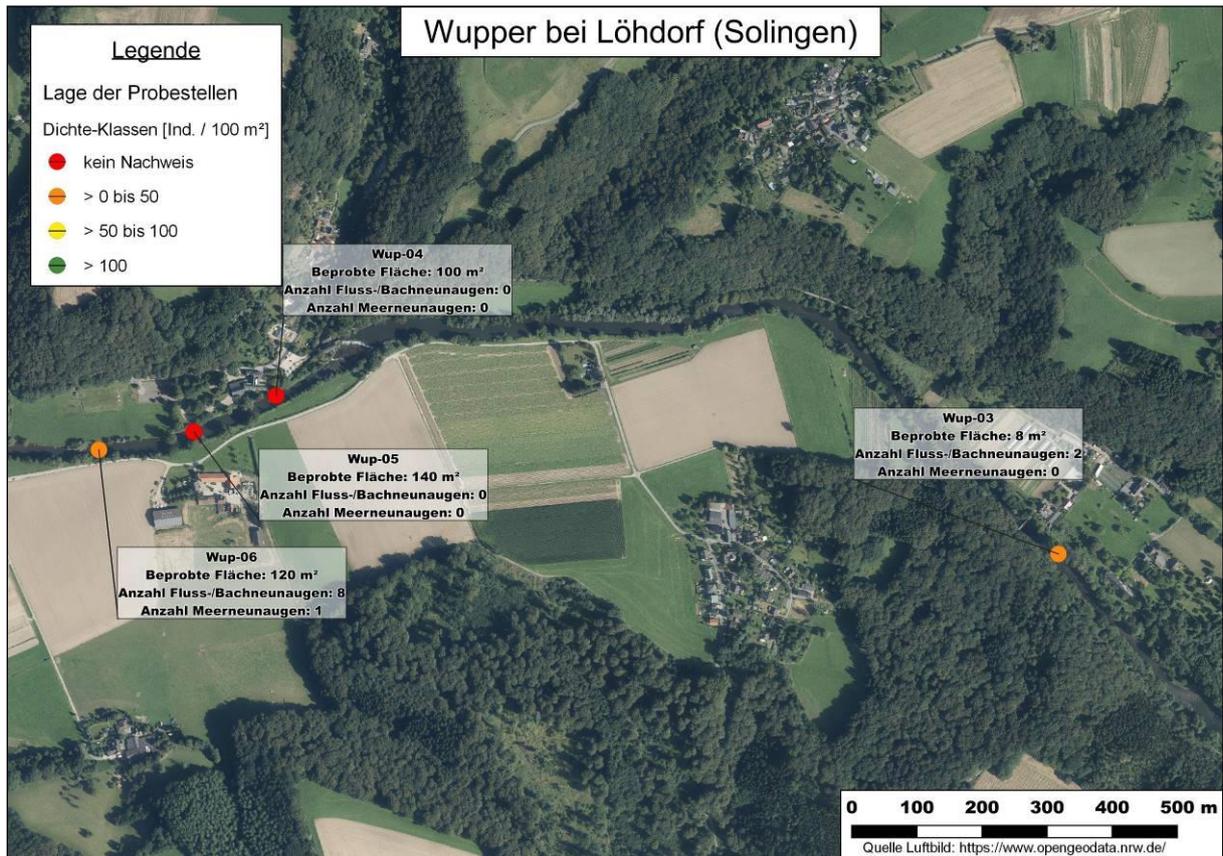
6.4 Detailkarten – Lippe

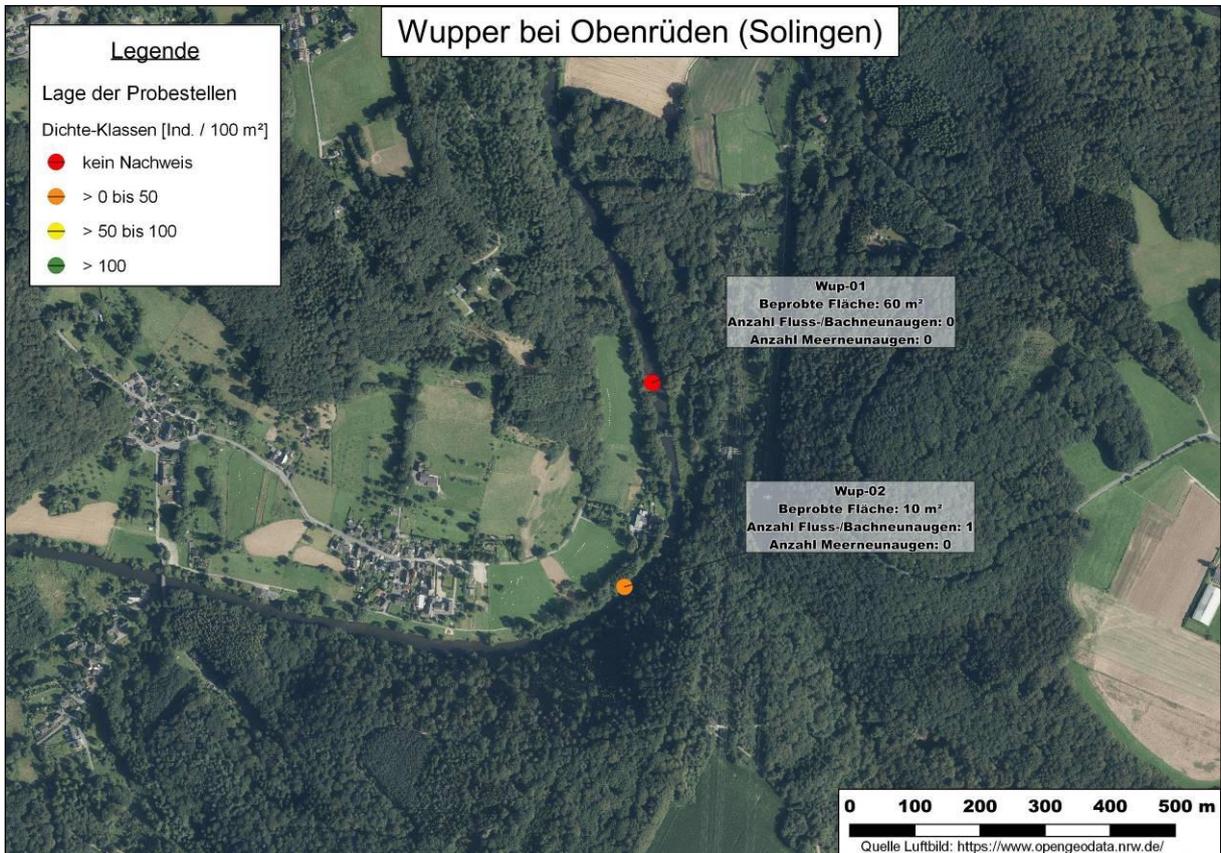
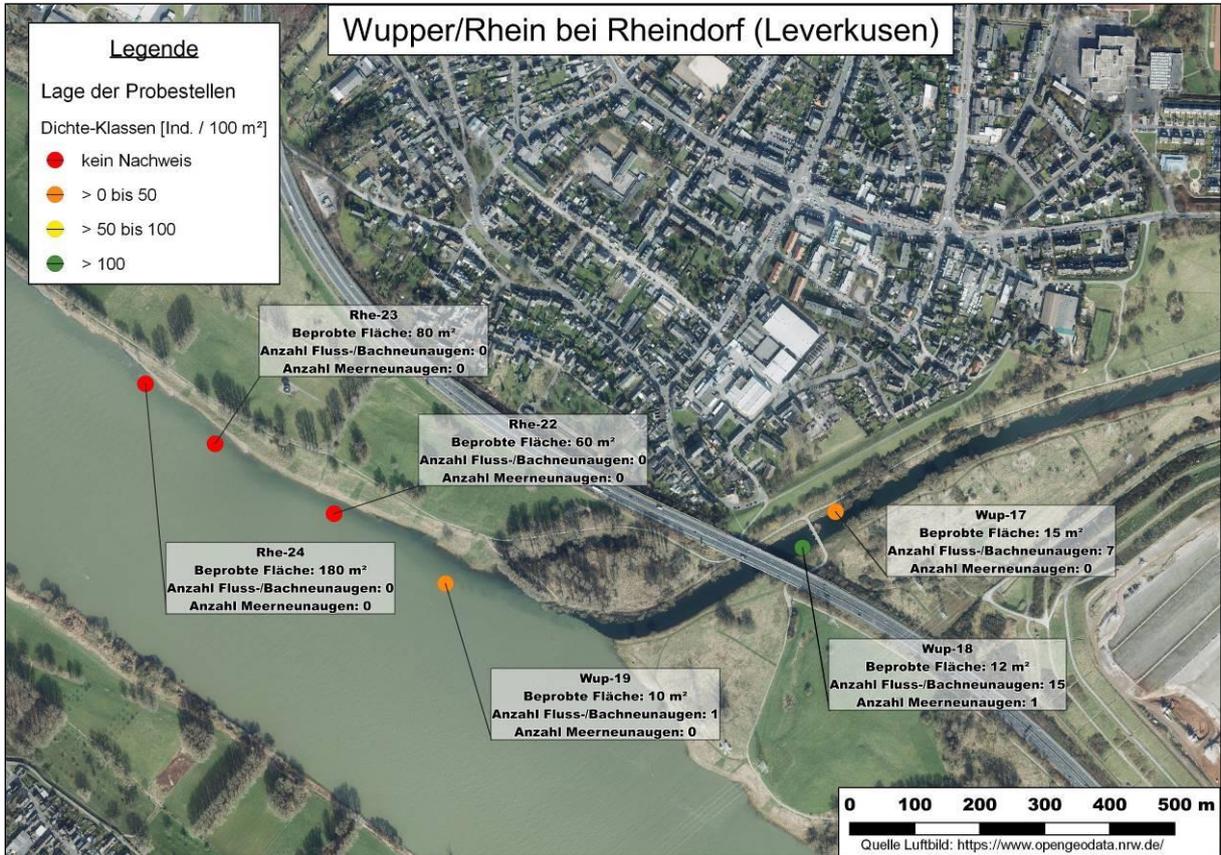






6.5 Detailkarten – Wupper





6.6 Detailkarten – Sieg

