

## **Konzept der hydromorphologischen-ökologischen Aue und Herleitung hierauf basierender Leitbilder für die obere Ems**

**Integration von dynamischen Prozessen in das Verständnis von Fließgewässern und die EU-WRRL**

Verfasst von Harald Grote







Inauguraldissertation

zur Erlangung des akademischen Grades eines Doktors

der Naturwissenschaft

durch den Fachbereich Geowissenschaften

der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster

Vorgelegt von

Harald Grote

Lüdenscheid, 2019

**Dekan:** Prof. Dr. Harald Strauß

**Erstgutachter:** Prof. Dr. Tillmann Buttschardt

**Zweitgutachter:** Prof. Dr. Elisabeth Irmgard Meyer

**Tag der mündlichen Prüfung:** 09. Juli 2019

**Tag der Promotion:** 09. Juli 2019....

In Dankbarkeit meiner Mutter gewidmet.



# Verzeichnisse

1	Einleitung .....	13
2	Motivation .....	17
2.1	Zielsetzung der Arbeit und Forschungsziel.....	21
2.2	Rechtlicher Hintergrund .....	24
2.3	Fachliche Grundlagen/Umweltqualitätsnormen der EU-WRRL.....	29
2.4	Fachliche nationale Grundlagen.....	31
2.5	Arbeitsthese.....	33
3	Erster Artikel: Das Konzept der hydromorphologischen-ökologischen Aue .....	35
4	Zweiter Artikel: Die hydromorphologischen Verhältnisse in der Westfälischen Bucht....	47
5	Dritter Artikel: Anwendung des Konzeptes der hydromorphologischen-ökologischen Aue am Beispiel Ems, Werse und Hessel .....	63
6	Synopse .....	101
6.1	Konzept der hydromorphologischen-ökologischen Aue.....	102
6.1.1	Nationale Maßnahmenplanung zur Umsetzung der EU-WRRL .....	103
6.1.2	Prognosetool zur Maßnahmenplanung .....	105
6.1.3	Prognosetool zum Vollzug des Wasserrechtes .....	105
6.1.4	Natürlicher Wasserkörper (NWB), erheblich veränderte Wasserkörper (HMWB).....	106
6.2	Ausblick .....	107
6.3	Schlussbemerkungen .....	109
7	Quellen.....	111
8	Danksagung .....	127
9	Curriculum Vitae .....	129
9.1	Wissenschaftliche Publikationsliste/Vorträge .....	131
9.2	Liste ausgewählter Projekte .....	133
10	Glossar.....	135



## Zusammenfassung

Die funktionale Einheit Fließgewässer wird durch die räumliche und zeitliche Verteilung des Abflusses, dem räumlichen und zeitlichen Vorhandensein von Wasser sowie dem räumlichen und zeitlichen Vorhandensein der jeweiligen Art bzw. deren Entwicklungs- und Erscheinungsform, deren Ökologie sowie dem Austausch mit dem Grund-, Stau- oder Schichtenwasser (Todd, Mays, 2004, DIN 2004 b) beschrieben. Dies wird im Konzept der hydromorphologischen-ökologischen Aue näher formuliert.

Aus der Betrachtung der lokalen hydromorphologischen Verhältnisse im Sinn der Wasserrahmenrichtlinie (EU-WRRL, 2000/60/EG) (Europäisches Parlament und Rat 2000) lassen sich die physikalisch-chemischen Parameter als Grundlage für die den ökologischen Zustand fassen (vgl. Schwerdtfeger, 1963). Hierzu ist es jedoch erforderlich die anthropogenen Überformungen der Abflüsse zu ermitteln und im Weiteren zu berücksichtigen. In der vorliegenden Arbeit werden die hydromorphologischen Verhältnisse in der Westfälischen Bucht gemäß Darstellung der Bezirksregierung Köln 2017 (Größe 9.753 km<sup>2</sup>) für sechs Einzugsgebiete Gewässerstrukturgütekartierung Version3C (Bezirksregierung Köln 2017) mit einer Gesamtfläche von 5.203 km<sup>2</sup> (53% der Westfälischen Bucht) betrachtet und für ein Teilgebiet mit einer Fläche von 2.842 km<sup>2</sup> (29% der Westfälischen Bucht) anhand von acht Teilzugsgebieten sowie acht Pegeln des LANUV NRW entsprechend nachpräzisiert. Bei dieser Betrachtung wird festgestellt, dass die hydromorphologischen Verhältnisse lokal sehr starken Abweichungen unterliegen können.

Die Dissertation fördert das Ergebnis, dass potenziell natürliche hydromorphologische Verhältnisse vor allem durch die Niederschlagsmenge, den geologischen Untergrund sowie dem Austausch mit dem Grundwasser (Todd, Mays, 2004) bestimmt wird. Zusätzlich zeigt sich, dass die Leitbilder wie in LUA NRW (2001) und die Artenzusammensetzung wie von Sommerhäuser, Schumacher (2009) vgl. UBA (2002) nicht verallgemeinert für einen Gewässertypen beschrieben werden können. Es ist erforderlich eine detaillierte Betrachtung der jeweiligen funktionalen Einheit durchzuführen, welche die zuvor genannten Parameter berücksichtigt.

Es wird die grundsätzliche Frage gestellt, ob die Definition der grundlegenden Begriffe der Wasserrahmenrichtlinie (EU-WRRL, 2000/60/EG) (Europäisches Parlament und Rat 2000), des natürlichen Wasserkörpers (NWB) sowie der des erheblich veränderten Wasserkörpers (HMWB), von denen die Erreichung der Ziele der EU-WRRL (Europäisches Parlament und Rat 2000) abhängig ist über die hydromorphologischen Verhältnisse, dem räumlichen und zeitlichen Wasserdargebot, neu erfolgen muss.

Dem Konzept der hydromorphologischen-ökologischen Aue folgend, muss die Herleitung der zuvor genannten zentralen Begriffe der EU-WRRL (Europäisches Parlament und Rat 2000) NWB und HMWB anhand der anthropogenen Überformung der hydromorphologischen Verhältnisse erfolgen. Hier ist eine eindeutige Schwelle zu definieren, ab der sich eine vom Leitbild abweichende Lebensgemeinschaft in der funktionalen Einheit Fließgewässer aufgrund der Veränderungen in den hydromorphologischen Verhältnissen einstellt.

## Summery

The functional unit running water is described by the spatial and temporal distribution of the discharge, the spatial and temporal presence of water as well as the spatial and temporal presence of the respective species or its development and appearance, its ecology as well as the exchange with groundwater, reservoir water or stratum water (Todd, Mays, 2004). This is formulated in more detail in the concept of the hydromorphological-ecological floodplain.

From the consideration of the local hydromorphological conditions in the sense of the EC WFD (European Parliament 2000), the physical-chemical parameters can be defined as the basis for the ecological status (cf. Schwerdtfeger, 1963). For this purpose, however, it is necessary to determine the anthropogenic deformations of the discharges. In the present study, the hydromorphological conditions in the Westphalian Bight are examined according to the description of the District Government of Cologne 2017 (size 9,753 km<sup>2</sup>) for six catchment areas GSGK 3C (District Government of Cologne 2017) with a total area of 5,203 km<sup>2</sup> (53% of the Westphalian Bight) and for a subarea with an area of 2,842 km<sup>2</sup> (29% of the Westphalian Bight) and eight gauges of the LANUV NRW are specified accordingly. This observation shows that hydromorphological conditions can be subject to very strong local variations.

The dissertation promotes the result that potentially natural hydromorphological conditions are determined mainly by the amount of precipitation, the geological subsoil and the exchange with groundwater (Todd, Mays, 2004). In addition, it can be seen that the models as described in LUA NRW 2001 and the species composition as described by Sommerhäuser, Schumacher 2009, see UBA 2002, cannot be described generally for a water body type. It is necessary to perform a detailed consideration of each functional unit, which takes into account the aforementioned parameters.

The fundamental question is raised as to whether the definition of the basic concepts of the EC WFD (European Parliament 2000), the natural water body (NWB) and the heavily modified water body (HMWB), on which the achievement of the objectives of the EC WFD (European Parliament 2000) depends, must be redefined via the hydromorphological conditions, the spatial and temporal water availability.

Following the concept of the hydromorphological-ecological floodplain, the derivation of the aforementioned central terms of the EC WFD (European Parliament 2000) NWB and HMWB must be based on the anthropogenic transformation of the hydromorphological conditions.

Here, a clear threshold must be defined above which a biocoenosis deviating from the model occurs in the functional unit running water due to changes in hydromorphological conditions.

# 1 Einleitung

In Europa werden Gewässer und ihre Auen seit der neolithische Revolution durch den Menschen überformt. Die erste intensive Nutzung der Aue in Europa als landwirtschaftlicher Produktionsstandort erfolgte in der Eisenzeit rund 800 Jahre vor Christi (Teegen et al., 2006). Seit dem Mittelalter in Europa werden Gewässer für diverse „Leistungen“ wie nachfolgend aufgezählt genutzt (vgl. BfN 2015, UBA 2019, Koller-Kreimel et al., 2016, Marikoá, 2015):

- Energieerzeugung/-gewinnung z. B. für Mühlen und Schmieden (vgl. Marikoá, 2015)
- Transportweg für Wirtschaftsgüter durch Flößen, Treideln sowie den Schwall-Sunk-Betrieb (vgl. Koller-Kreimel et al., 2016)
- Produktion von Nahrungsmitteln/landwirtschaftlichen Produktionsflächen und Trinkwasserversorgung, Fischzucht/Hälterung von Tieren sowie Bewässerung von landwirtschaftlichen Produktionsflächen (vgl. Teegen, et al., 2006).
- Ableitung von Abwässern
- Entwässerung zur Urbarmachung von Siedlungsbereichen, (vgl. Behre, 2012 und Engelen, 2007)
- Militärische Nutzung (Gräben und ähnliches)

Mit zunehmender Bevölkerungsdichte sowie Technisierung bis zum heutigen Stand sind weitere Anforderungen an Natur und Landschaft sowie an Oberflächengewässer und ihre Auen als einem Teil von Natur und Landschaft hinzugekommen, wie die Erholungsnutzung, der Hochwasserschutz, das Naturerlebnis, die Umweltbildung, die Verbesserung der Wasserqualität (BfN 2016) etc.. In der Zeitspanne von 1954 bis 2000 wurden insgesamt 43.352 Mio. Euro zur Sicherstellung der zuvor genannten Aufgaben bzw. gesellschaftlichen Anforderungen ausgegeben (Umweltbundesamt 2016). Zu beachten ist, dass die Gewässerunterhaltung mit rd. 8.418 Mio. Euro nicht in diese Summe eingeht.

Durch diese Nutzung von Oberflächengewässern und ihren Auen erfuhren diese mehrere Veränderungen wie zum Beispiel deren Ausbau und Verbau, die Begradigung des Gewässerlaufes, die Ableitung von Wasser in Teiche oder Gräben sowie der Aufstau der Gewässer, die Landgewinnung für Siedlungs- und Produktionsflächen (UBA 2019 a). Vor der Erfindung des Kunstdüngers Anfang des 20. Jahrhunderts (Haber-Bosch-Verfahren) waren die nährstoffreichen Auen, welche regelmäßig durch Hochwasser einen Nährstoffeintrag erfuhren, von besonderer Bedeutung. Dies führte in Deutschland zu einer sehr starken Überformung dieser funktionalen Einheit.

Nicht der einzelne Eingriff in die funktionale Einheit Fließgewässer/Oberflächengewässer und ihrer Auen bedingt die Verschlechterung ihres ökologischen Zustandes – erst in der Summation der Eingriffe in die funktionale Einheit Fließgewässer/Oberflächengewässer und ihrer Auen erfolgten so erhebliche Beeinflussung, dass diese nicht mehr den guten ökologischen Zustand im Sinn der Wasserrahmenrichtlinie (EU-WRRL 2000/60/EG) (Europäisches Parlament und Rat 2000) aufweisen, vgl. Status-quo-Theorie und Zustandsklassentheorie, (Natur und Recht 2017).

Mit in Kraft treten der EU-WRRL (Europäisches Parlament und Rat 2000) wurde ein gemeinsamer Ordnungsrahmen für Maßnahmen und Ziele der Europäischen Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik geschaffen (Zumbroich, 2013). Als Ziel der EU-WRRL (Europäisches Parlament und Rat 2000) wird in Artikel 4 Umweltziele Abs. 1 a ii sowie iii und in Abs. 1 b ii der gute ökologische Zustand für Oberflächen- und Grundwasser gefordert, in Artikel 1 werden die Ziele der EU-WRRL beschrieben.

Seit 2000 wurden in Deutschland große nationale Anstrengungen unternommen um diesem Ziel gerecht zu werden, allein in NRW wurden im Haushaltsjahr 2009 rd. 13.5 Millionen, 2010 rd. 32, 8 Millionen, 2011 rd. 43,2 Millionen, 2012 rd. 39,5 Millionen, 2013 rd. 58.3 Millionen und 2014 rd. 47,2 Millionen Euro zur Umsetzung der EU-WRRL ausgegeben (MKUNLV NRW 2015) hierzu wurde auf diverse Grundlagen wie:

- Typologien von Fließgewässern (LANUV NRW, 2003)
- Typologien von Auen (BfN, 2009)
- Ausweisungen von Fischgewässerregionen (MUNLV NRW, 2007)
- Erhebungsverfahren für den morphologischen Zustand des Gewässers (LANUV NRW, 2012)
- Methoden zur Ermittlung der Belastung mit biologisch abbaubaren Stoffen (DIN 2004 a)
- etc.

zurückgegriffen und/oder neue Methoden entwickelt vgl. LANUV NRW (2012). Trotz dieser Bemühungen werden die Ziele der Europäischen Union in der gemeinsamen Wasserpolitik bei den meisten Renaturierungen nicht erreicht (Gellert et al., 2015).

Die vorliegende Promotion befasst sich mit der funktionalen Einheit Fließgewässer. Sie liefert grundsätzliche Überlegungen wie die funktionale Einheit Fließgewässer definiert werden kann und welche Bereiche der Aue für den guten ökologischen Zustand des Gewässers von besonderer Bedeutung sind.

Es wird eine Grundlage für die Ableitung eines wissenschaftlichen Leitbildes entwickelt. Das Leitbild stellt eine wissenschaftliche Grundlage dar, die für die Zustandserfassung und –bewertung eine große Bedeutung hat, jedoch dem derzeitigen Gewässer in seiner Erscheinungsform nicht entsprechen muss. Auf dieser Basis wird der Frage nachgegangen, welche Überformung/en der funktionalen Einheit Fließgewässer so erheblich ist/sind, dass der gute ökologische Zustand des Fließgewässers nicht mehr erreicht werden kann. Es erfolgt ein grundlegender Beitrag zur Beurteilungs- und Bewertungspraxis des Zustandes der funktionalen Einheit Fließgewässer. Zusätzlich wird eine Grundlage für die Definition von Maßnahmen, des Maßnahmenumfangs und der Wirkungsräume zur Erreichung der Ziele der gemeinschaftlichen Wasserpolitik der Europäischen Union hergeleitet.

### **Struktur der Dissertation**

Die vorliegende Arbeit folgt dem Top-down Konzept. Zuerst wird das Konzept abstrakt erstellt, welches in der Folge an Beispielen heruntergebrochen wird. In der Einleitung/Motivierung, Zielsetzung der Arbeit und Forschungsziel, dem rechtlichen Hintergrund, den fachlichen Grundlagen/Umweltqualitätsnormen der EU-WRRL, der fachlichen nationalen Grundlagen sowie der Arbeitsthese werden die allgemeinen Hintergründe und die fachlichen Grundlagen beschrieben.

Im ersten Artikel wird das Konzept der hydromorphologischen-ökologischen Aue aufgestellt, in den weiteren Artikeln werden Teilaspekte des Konzeptes der hydromorphologischen-ökologischen Aue auf eine größere Anzahl an Oberflächengewässer übertragen. Weiterhin werden allgemein gültige Grundsätze zur Überformung des Abflusses durch die Einleitung von geklärtem kommunalem Abwasser, zur Abflussverteilung und zur Abhängigkeit des Abflusses von klimatischen, geologischen Verhältnissen und der Landnutzung in der Westfälischen Bucht hergeleitet. Im dritten Artikel wird für drei Gewässer im Einzugsgebiet der oberen Ems durch die Anwendung des Konzeptes der hydromorphologischen-ökologischen Aue je Gewässer ein Leitbild beschrieben.

Sämtliche Betrachtungen erfolgen für den 10-jährigen Zeitraum vom 01. Januar 2006 bis zum 31. Dezember 2015, im Folgenden als Zeitspanne von 2006 bis 2015 bezeichnet, für Teile des Naturraums der Westfälischen Bucht. Von der Betrachtung im zweiten und dritten Artikel ausgenommen ist das Einzugsgebiet der Berkel sowie das Einzugsgebiet der Lippe unterhalb des Pegels Kesseler ab Gewässerstation Version 3 C km 148,12 des LANUV NRW aus Bezirksregierung Köln 2017. Im Unterwasser des zuvor genannten Pegels der Lippe schließt sich das Ruhrgebiet an. Aufgrund der massiven anthropogenen Beeinflussung sowie Überformung im Ruhrgebiet, als Folge des Bergbaus und der daraus folgenden

Überformung der Topographie, Geohydrologie und hydraulischen Verhältnissen sowie der Entwässerungssituation, kann eine solche Betrachtung hier nicht erfolgen. Für das Einzugsgebiet der Issel, hier dem Einzugsgebiet der Berkel, liegen für die Betrachtungen nicht die entsprechenden Daten vor.

Die Auswertungen basieren auf den Pegeldaten des LANUV NRW. Hierbei handelt es sich in der Regel um ein 15 minütiges Messintervall. Somit besteht in der Regel ein Jahr aus rd. 35.000 Einzelmessungen. Bei der Landnutzung werden die unveröffentlichten Daten der Bezirksregierung Münster 2017 mit dem Stand 2006 verwendet.

## 2 Motivation

Durch die Verabschiedung der EU-WRRL (Europäisches Parlament und Rat 2000) erhielt der Gewässerschutz in der Europäischen Union einen einheitlichen Ordnungsrahmen sowie einen neuen Stellenwert. Diese Stellung spiegelt die soziokulturelle Bedeutung, der Mensch-Umweltbeziehung sowie den Stand der Wissenschaft und die wirtschaftliche Bedeutung wieder.

Jede soziokulturelle sowie wissenschaftlichen Bewertung und Beschreibung unterliegt einer subjektiven Sicht, welche dem jeweiligen soziokulturellen Hintergrund, der Mensch-Umweltbeziehung und dem jeweiligen Stand der Wissenschaft unterworfen ist. Nach Frohn, Rosenbrock beschrieb 1823 der Soziologe Otto Neurath das Mensch - Umweltverhältnis wie folgt: „Wenn früher ein Mensch und ein Sumpf zusammenkamen, verschwand der Mensch, jetzt der Sumpf“. Nach Hünemörder aus Brüggemeiern und Engels (2005 S.124), hat: „Joachim Radkau in seiner Reflektion über die Periodisierung der Umweltgeschichte wiederholt festgestellt, dass unterschiedliche Naturperspektiven historischen Veränderungen unterworfen und >die Natur kein Gegenpol zur Geschichte< sei, >sondern ein Element, das den Epochenwandel eher noch deutlich hervortreten lässt.<“.

Die ersten Darstellungen und Beschreibungen von Natur erfolgen vor allem in religiösen Texten. Hier jedoch überwiegend sinnbildlich, abstrakt oder metaphorisch überlagert wie „das Land in dem Milch und Honig fließen“. In der Kunst war vor dem Aufkommen der Moderne, die Natur neben dem Porträtieren von Herrschern sowie ausgewählten Szenen eines der wenigen Elemente. Ab dem 16. Jahrhundert befasste sich die Landschaftsmalerei im heutigen Sinn mit der Darstellung von Natur und Landschaft. Mit dem Aufkommen der Romantik sowie Naturforschern wie Alexander von Humboldt nahm die realistische, aber immer noch z. T. verklärte Darstellung von Natur in der Kunst zu. In dieser Epoche werden vor allem naturmonumentale Elemente und Naturdenkmäler dargestellt. Nach Frohn, Rosenbrock sind in der Kunst hier die Werke von Philipp Jakob Louthembourg sowie Christian Georg Schütz zu nennen. Aus der Romantik erwächst eine erste soziokulturell geprägte Naturschutzbewegung, die Heimat- und Naturschutzvereine. Die Hauptträgerschaft ist im 18. Jahrhundert das Bildungsbürgertum. Als ersten Akt dieses Naturverständnisses stellte König Friedrich Wilhelm III 1836 den Drachenfels im Siebengebirge, hier die Folgelandschaft eines Steinbruches, unter Schutz, um die als Ikone der Rheinromantik geltende Ruine auf dem Drachenfels zu erhalten. Faktisch stellt dies die erste Unterschutzstellung von Natur und Landschaft im denkmalpflegerischen Sinne dar.

Nach Oberkrome aus Brüggemeiern und Engels (2005), erfolgte die Institutionalisierung des Naturschutzes durch die Gründung des Bundes für Heimatschutz 1906. 1935 erlangte der Naturschutz erstmals durch das Reichsnaturschutzgesetz legislativen Status – jedoch erfuhr dieser u.a. bei dem Bau der Reichsautobahnen keine Berücksichtigung. Der Naturschutzgedanke ging in der BRD im Grundgesetz in § 20 a (Bundesgesetzblatt 1949) ein. Nach Köner aus Brüggemeiern und Engels (2005), lassen sich zwei diametral unterschiedliche Epochen im Naturschutz ausmachen. Der Epochenwechsel beginnt danach in den 1960er Jahren. Seit Beginn des Naturschutzes bis in die 1960er Jahre stand der konservierende/denkmalpflegerische Ansatz unter diversen soziokulturellen Beeinflussungen im Vordergrund. Ab den 1960er Jahren stand der Naturschutz einer neuen Herausforderung gegenüber – dieses zeigte sich zum Beispiel 1961 in einer Wahlkampfrede, in der Willy Brand forderte: „Der Himmel über dem Ruhrgebiet muss wieder blau werden.“. Durch den Gesellschaftswandel zur modernen Industrie- und Konsumgesellschaft entstanden für den Naturschutz neue Herausforderungen aus dem Hunger nach Energie, dem deutlich zunehmenden PKW Individualverkehr, den Folgen wie Smog und der damit einhergehenden weiter zunehmenden Belastung der Umwelt sowie der Gewässer mit Emissionen, hier auch den Abwässern einer modernen Industriegesellschaft. Daraus formulierte sich der Bedarf zu Bewahrung, Schutz und Wiederherstellung von Natur und Landschaft (Bundesgesetzblatt 1976, BNatSchG §1) sowie zur Bewertung und Kompensation von Eingriffen in Natur und Landschaft sowie dem Artenschutz.

Als eine der Folgen dieser neuen Herausforderungen des Naturschutzes entstanden u. a. die Teilbereiche, wie der des Gewässer- und Artenschutzes und der Eingriff-Ausgleichsbetrachtung.

Als ein Element zur Zustandserhebung und Beurteilung der zuvor genannten Umweltbelastungen einer moderne Industrie- und Konsumgesellschaft wurde auf dem Höhepunkt der chemisch-physikalischen Gewässerverschmutzung mit biologisch abbaubaren Substanzen in den 1970er Jahren der Saprobienindex DIN 38410 (DIN 2004 a) entwickelt und eingeführt. Der Saprobienindex (DIN 2004 a) zeigt anhand der biologischen Wasserqualität, basierend auf Bioindikatoren, den Zusammenhang zwischen Sauerstoff- und Redoxpotential an. Auskunft zu einer möglichen Belastung mit Schwermetallen oder weiterer chemischen Belastungen liefert der Saprobienindex (DIN 2004 a) nicht. Ein Ziel des Saprobienindex (DIN 2004 a) war eine pragmatische Identifikation des Ist-Zustandes und die Feststellung/Dokumentation von Handlungsbedarf, um u.a. Maßnahmen und Mittel zu lenken. 1976 wurde das erste Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) der BRD im Bundesgesetzblatt 35573 Teil 1 1976 in der Ausgabe Nr. 147 am 23. Dezember 1976 in Kraft (Bundesgesetzblatt 1976) gesetzt. Nach Zumbroich (1998) wurde dem Beispiel des

Saprobienindex (DIN 2004 a) folgend, die Gewässerstruktur(güte)kartierung durch die Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA 1999) entwickelt, mit dem Ziel, durch die Gewässerstruktur(güte)kartierung eine pragmatische Datenerhebung und Darstellung des Zustandes der Gewässer in ihrem Bett und dem unmittelbar angrenzenden Umfeld zu ermöglichen. Die Karte mit den Ergebnissen der Gewässerstruktur(güte)kartierung dokumentiert ausschließlich die Gewässerstrukturen und soll Handlungsbedarf u.a. für den Unterhaltungspflichtigen, die Rechtsaufsicht und die Maßnahmenträger aufzeigen. Bei dem Verfahren zur Erfassung der Gewässerstruktur(güte) handelt es sich um ein sogenanntes Vor-Ort-Verfahren welches auf definierten Leitbildern basiert.

Leitbilder spiegeln die jeweilige Epoche, deren soziokulturellen Hintergrund, die Mensch-Umweltbeziehung sowie den wissenschaftlichen Stand und vor allem auch die Datenverfügbarkeit wieder. Die ersten Ableitungen der Gewässertypologie fanden nach Koenzen (2005) ihren Anfang bei den reisenden Geographen des 18. und 19. Jahrhunderts. Beispielhaft nach Koenzen (2005) ist Davis (1850 – 1934) anzuführen, der sich als einer der Ersten mit der Geomorphologie beschäftigte.

Durch die sogenannten reisenden Geographen wie Davis flossen nach Koenzen (2005) für Fließgewässer vor allem hydrologisch-morphologische Aspekte in die Leitbilder ein, diese jedoch lediglich als „Zustandsdokumentation“ ohne weitere Berücksichtigung der Rahmenbedingungen wie Änderungen in der Landnutzung, klimatischen Daten usw.. In den folgenden Dekaden wurden weitere Konzepte zur Typologie entwickelt, wie ein hierarchisches durch Strahler (1957 und 1964). Durch Briem (2003) wurde erstmals eine für Deutschland flächendeckende Gewässerlandschaft unter Berücksichtigung von geologischen und topographischen Gegebenheiten und einer darauf beruhenden Ableitung von Gewässertypen entwickelt (vgl. LUA NRW 2002 und LANUV NRW 2015). Auf Grundlage der Arbeit von Briem (2003) erfolgte in den vergangenen zwei Dekaden die Ableitung von biozönotisch relevanten Fließgewässertypen und deren räumlicher Verbreitung, u. a. zur Bewertung des ökologischen Zustandes des Fließgewässers gemäß den Qualitätsanforderungen der WRRL. Beispielhaft anzuführen ist Umweltbundesamt (UBA 2008 A). Ergänzend erfolgte durch das Umweltbundesamt (UBA, 2014) eine weitere Beschreibung des hydromorphologischen Erscheinungsbildes von Fließgewässertypen.

Nach Sommerhäuser, Schumacher (2003), erfolgte die Längszonierung von Fließgewässern bereits sehr früh anhand des Gefälles durch Fritsch 1872, von dem Borne 1882, Thielemann 1925, die diese Zusammenhänge beschrieben und zu einer Einteilung des Fließgewässerlängsverlaufs in die Fischregionen der oberen und unteren Forellenregion, der Äschenregion, der Barbenregion, der Brachsenregion und der Kaulbarsch-Flunder-Region

zusammenfassten. Huet (1949) band dieses Konzept in ein reproduzierbares, vielfach noch heute verwendetes Modell. Illies (1961) und Illies, Botosaneanu (1963) postulierten schließlich das Konzept einer allgemeinen biozönotischen Gliederung der Fließgewässer. Danach werden von der Quelle bis zur Mündung ins Meer folgende Fließgewässerregionen unterschieden (in Klammern die analoge Region nach Huet): Epirhithral (obere Forellenregion), Metarhithral (untere Forellenregion), Hporhithral (Äschenregion), Epipotamal (Barbenregion), Metapotamal (Brachsenregion) und Hypopotamal (Kaulbarsch-Flunder-Region) (nach Verband Deutscher Fischereiverwaltungsbeamter und Fischereiwissenschaft e.V. (2009) verändert durch Grote 2018).

Erst aus der Betrachtung dieser Erkenntnisse und Entwicklungen über die letzten rd. 150 Jahre kann, vor allem mit den heute zur Verfügung stehenden Daten, versucht werden, naturwissenschaftlich hergeleitete Leitbilder zu entwickeln, welche den Anforderungen der EU-WRRL gerecht werden. Die vorliegende Arbeit hinterfragt die bekannten Leitbilder.

## 2.1 Zielsetzung der Arbeit und Forschungsziel

Die Arbeit liefert grundlegende Überlegungen und Beiträge zum Verständnis der funktionalen Einheit Fließgewässer und somit zur Umsetzung der EU-WRRL (Europäisches Parlament und Rat 2000). Im Besonderen wird der Austausch mit der Aue, dem Grundwasser (Todd, Mays, 2004) sowie die räumliche und zeitliche Verteilung des Abflusses und der Arten zur Erreichung des guten ökologischen Zustandes/Potenzials von Oberflächengewässern betrachtet.

Aktuell verfehlen die meisten Renaturierungen von Oberflächengewässern in Deutschland das Maßnahmenziel (Gellert et. al, 2015), die Verbesserung des ökologischen Zustandes. Hier muss die Frage gestellt werden, ist das Verfehlen des Maßnahmenzieles die Folge des derzeitigen Verständnisses der funktionalen Einheit Fließgewässers, seiner Wirkräume und seiner Wirkzusammenhänge?

Zur Klärung dieser Frage wird im ersten Artikel ein Konzept entwickelt, durch welches der funktionale Raum, das Wirkgefüge und die Wirkzusammenhänge des Fließgewässers gefasst werden. Für diese funktionale Einheit wird hergeleitet, welche Bestandteile für die Ökosystemgesundheit/ecosystem health bzw. ökologische Integrität (Karr 1981, Angermeier, Karr 1994, Karr 1999 und UBA 2014), für die Bewertung des biologischen, physikalisch-chemischen, morphologischen und hydromorphologischen Zustandes im Sinn der EU-WRRL (Europäisches Parlament und Rat 2000) betrachtet werden müssen und maßgeblich sind.

Im zweiten Artikel erfolgt für Teile der Westfälischen Bucht eine Betrachtung der hydromorphologischen Verhältnisse. Kern der Betrachtung ist die Ermittlung der Überformung des Abflusses des jeweiligen Fließgewässers, seine Beeinflussung durch anthropogene Überformungen, der zentralen Einleitung von geklärtem kommunalem Abwasser.

Im dritten Artikel wird für die obere Ems sowie je einem linken und rechten Nebengewässer der Ems ein auf einer Variantenbetrachtung basierendes, wissenschaftliches Leitbild auf Grundlage des Konzeptes der hydromorphologischen-ökologischen Aue hergeleitet.

Hierbei folgt die Arbeit den nachfolgenden Grundsatzfragen sowie Arbeitsthesen.

Frage 1:

1.1. Wie kann für den Lebensraum Fließgewässer die ökologische Integrität inklusive der Aue definiert werden, der für die Herleitung der ökologischen und hydrologischen Verhältnisse im Sinne der WRRL maßgeblich ist?

1.2. Wie ist der Raum/die räumliche und zeitliche Ausdehnung herzuleiten, damit eine Beurteilung des ökologischen Zustandes eines Oberflächengewässers erfolgen kann?

1.3. Welche Strukturen des zuvor hergeleiteten funktionellen Raumes sind maßgeblich für den ökologischen Zustand eines Oberflächengewässers im Sinne der EU-WRRL?

#### *Arbeitsthese*

*Funktional wird ein Fließgewässer aus einem räumlich und zeitlich variierendem kleinräumigen Mosaik unter Berücksichtigung der hydromorphologischen Verhältnisse, dem Austausch mit dem Grundwasser sowie einer hohen Struktur im Gewässer und seiner Aue beschrieben, bei dem das Vorhandensein von Wasser ein Minimum darstellen kann. Eine Bewertung ist immer nur auf Ebene der gesamten funktionalen Einheit unter Berücksichtigung der räumlichen und zeitlichen Verteilung der Umweltqualitätsnormen möglich.*

#### Frage 2:

2.1. Wie stellt sich das Wasserdargebot in Teilen der Westfälischen Bucht dar?

2.2. Sind Einzugsgebiete in der Westfälischen Bucht miteinander auf Ebene der Landnutzung zu vergleichen? Ist der Abfluss aus Einzugsgebieten mit einer ähnlichen Landnutzung vergleichbar?

2.3. Können aus der Betrachtung Kernaussagen zur Abhängigkeit des Abflusses hergeleitet werden?

2.4. Können Parameter hergeleitet werden, welche die gewonnenen Betrachtungsergebnisse bestätigen?

#### *Arbeitsthese*

*Das Wasserdargebot wird maßgeblich vom Niederschlag (Vischer, Hubert, 2002 sowie Bundesanstalt für Gewässerkunde, 2003), den lokalen geologischen Verhältnissen und dem Exfiltrationstypen, dem Austausch mit dem Grundwasser, geprägt (Todd, Mays, 2004). Die hydromorphologischen Verhältnisse sind derzeit häufig so stark verändert, dass diese nicht mehr mit „natürlichen“ Verhältnissen zu vergleichen sind.*

Frage 3:

3.1. Welche Einzelparameter sind im Einzugsgebiet der oberen Ems für die Lebensgemeinschaft Fließgewässer maßgeblich verantwortlich?

3.2. Verhalten sich die betrachteten Gewässer homogen?

*Arbeitsthese*

*Maßgeblich wird das Oberflächengewässer/die funktionale Einheit durch das mengenmäßige, räumliche und zeitliche Vorhandensein von Wasser bzw. dem Exfiltrationstypen geprägt. Das Wasserdargebot der betrachteten Oberflächengewässer ist von den lokalen geologischen und klimatischen Verhältnissen abhängig – somit reagiert das jeweilige Oberflächengewässer inhomogen.*

## 2.2 Rechtlicher Hintergrund

Die EU-WRRL (Europäisches Parlament und Rat 2000) spannt den rechtlichen sowie fachlichen Rahmen, hier die Grundsätze der guten fachlichen Praxis, des Gewässerschutzes in der Europäischen Union auf. Sie vereint in sich die rd. 30 nationalen Vorschriften zum Gewässerschutz (Zumbroich, 2013) und berücksichtigt u.a. die Themenkomplexe von Hydromorphologie, Ökologie, Hydrogeologie, Hydrologie, Sedimentologie und Biologie (Europäisches Parlament und Rat 2000). Weiterhin beschreibt sie für Grund- und Oberflächengewässer den chemischen, physikalischen, morphologischen, biologischen und mengenmäßigen Zustand (Europäisches Parlament und Rat 2000, Oberflächengewässerverordnung 2016, EWG 1991) sowie die Grundsätze einer „nachhaltigen“ Bewirtschaftung, die „gute fachliche Praxis“.

Die EU-WRRL umfasst sämtliche Oberflächengewässer (vgl. Natur und Recht 2017). Dabei nehmen die Oberflächengewässer mit einem Einzugsgebiet von mehr als 10 km<sup>2</sup> eine hervorgehobene Stellung ein – diese sind die sogenannten „Berichtspflichtigen Gewässer“ (Europäisches Parlament und Rat 2000).

Die EU-WRRL fordert unabhängig von nationalen, politischen Grenzen die Bewirtschaftung der Oberflächengewässer auf der Ebene ihrer Einzugsgebiete. Im jeweiligen Hoheitsgebiet sind durch die national zuständige Stelle die Flussgebietseinheiten nach Artikel 3 EU-WRRL (Europäisches Parlament und Rat 2000) zu definieren. Nach Artikel 4 EU-WRRL (Europäisches Parlament und Rat 2000) sind die sogenannten Maßnahmenprogramme/Bewirtschaftungspläne zu erstellen. In Artikel 13 Abs. 4 EU-WRRL wird der Mindestumfang der nach Artikel 4 EU-WRRL zu erstellenden Bewirtschaftungspläne in Anlage VII der EU-WRRL beschrieben. Durch die Bewirtschaftungspläne soll bis 2021 bzw. bis 2027 der gute ökologische Zustand bzw. das gute ökologische Potenzial erreicht werden.

In Artikel 1 Ziel der EU-WRRL (Europäisches Parlament und Rat 2000) werden folgende Ziele genannt:

„a) Vermeidung einer weiteren Verschlechterung (Verschlechterungsverbot) sowie Schutz und Verbesserung des Zustands der aquatischen Ökosysteme und (Verbesserungsgebot) der direkt von ihnen abhängenden Landökosysteme und Feuchtgebiete im Hinblick auf deren Wasserhaushalt,

b) Förderung einer nachhaltigen Wassernutzung auf der Grundlage eines langfristigen Schutzes der vorhandenen Ressourcen,

c) Anstreben eines stärkeren Schutzes und einer Verbesserung der aquatischen Umwelt, unter anderem durch spezifische Maßnahmen zur schrittweisen Reduzierung von Einleitungen, Emissionen und Verlusten von prioritären Stoffen und durch die Beendigung oder schrittweise Einstellung von Einleitungen, Emissionen und Verlusten von prioritären gefährlichen Stoffen;

e) Beitrag zur Minderung der Auswirkungen von Überschwemmungen und Dürren, womit beigetragen werden soll

- zu einer ausreichenden Versorgung mit Oberflächen- und Grundwasser in guter Qualität, wie es für eine nachhaltige, ausgewogene und gerechte Wassernutzung erforderlich ist;
- zu einer wesentlichen Reduzierung der Grundwasserverschmutzung;
- zum Schutz der Hoheitsgewässer und der Meeresgewässer;
- zur Verwirklichung der Ziele der einschlägigen internationalen Übereinkommen einschließlich derjenigen, die auf die Vermeidung und Beseitigung der Verschmutzung der Meeresumwelt abzielen, durch Gemeinschaftsmaßnahmen gemäß Artikel 16 Absatz 3 zur Beendigung oder schrittweisen Einstellung von Einleitungen, Emissionen oder Verlusten von prioritären gefährlichen Stoffen, und zwar mit dem Endziel, in der Meeresumwelt für natürlich anfallende Stoffe Konzentrationen in der Nähe der Hintergrundwerte und für anthropogene synthetische Stoffe Konzentrationen nahe Null zu erreichen.“

In Artikel 4 Umweltziele der EU-WRRL (Europäisches Parlament und Rat 2000) werden unter Abs. 1 a) unter ii und iii folgende Ziele für Oberflächengewässer definiert:

„ii) die Mitgliedstaaten **schützen, verbessern und sanieren** alle Oberflächenwasserkörper, vorbehaltlich der Anwendung der Ziffer iii betreffend künstliche und erheblich veränderte Wasserkörper, mit dem Ziel, spätestens 15 Jahre nach Inkrafttreten dieser Richtlinie gemäß den Bestimmungen des Anhangs V, vorbehaltlich etwaiger Verlängerungen gemäß Absatz 4 sowie der Anwendung der Absätze 5, 6 und 7 und unbeschadet des Absatzes 8 einen **guten Zustand** der Oberflächengewässer zu erreichen;

iii) die Mitgliedstaaten schützen und verbessern alle künstlichen und erheblich veränderten Wasserkörper mit dem Ziel, spätestens 15 Jahre nach Inkrafttreten dieser Richtlinie gemäß den Bestimmungen des Anhang V, vorbehaltlich etwaiger Verlängerungen gemäß Absatz 4 sowie der Anwendung der Absätze 5, 6 und 7 und unbeschadet des Absatzes 8 ein **gutes ökologisches Potential** und einen **guten chemischen Zustand** der Oberflächengewässer zu erreichen;“

und in Artikel 4 Umweltziele der EU-WRRL (Europäisches Parlament und Rat 2000) Abs. 1 b) i, ii und iii für das Grundwasser

„i ) die Mitgliedstaaten führen, vorbehaltlich der Anwendung der Absätze 6 und 7, unbeschadet des Absatzes 8 und vorbehaltlich der Anwendung des Artikels 11 Absatz 3 Buchstabe j), die erforderlichen Maßnahmen durch, um die Einleitung von Schadstoffen in das Grundwasser zu verhindern oder zu begrenzen und eine **Verschlechterung des Zustands aller Grundwasserkörper zu verhindern**;

ii) die Mitgliedstaaten **schützen, verbessern und sanieren alle Grundwasserkörper** und gewährleisten ein Gleichgewicht zwischen Grundwasserentnahme und -neubildung mit dem Ziel, spätestens 15 Jahre nach Inkrafttreten dieser Richtlinie gemäß den Bestimmungen des Anhangs V, vorbehaltlich etwaiger Verlängerungen gemäß Absatz 4 sowie der Anwendung der Absätze 5, 6 und 7, unbeschadet des Absatzes 8 und vorbehaltlich des Artikels 11 Absatz 3 Buchstabe j) einen **guten Zustand des Grundwassers** zu erreichen;

iii) die Mitgliedstaaten führen die erforderlichen Maßnahmen durch, um alle signifikanten und anhaltenden Trends einer Steigerung der Konzentration von Schadstoffen aufgrund der Auswirkungen menschlicher Tätigkeiten umzukehren und so die Verschmutzung des Grundwassers schrittweise zu reduzieren. Die Maßnahmen zum Erreichen einer Trendumkehr werden gemäß Artikel 17 Absätze 2, 4 und 5 unter Berücksichtigung der in den einschlägigen gemeinschaftlichen Rechtsvorschriften festgelegten Normen vorbehaltlich der Anwendung der Absätze 6 und 7 und unbeschadet des Absatzes 8 durchgeführt.“

Mit der Novelle des Wasserhaushaltsgesetzes von 2009 wurden die Grundsätze sowie die Ziele der EU-WRRL in nationales Recht überführt. So heißt es im Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz – WHG Bundesgesetzblatt (2016):

„§ 27 Bewirtschaftungsziele für oberirdische Gewässer

(1) Oberirdische Gewässer sind, soweit sie nicht nach § 28 als künstlich oder erheblich verändert eingestuft werden, so zu bewirtschaften, dass

1. eine Verschlechterung ihres ökologischen und ihres chemischen Zustands vermieden (Verschlechterungsverbot) wird und

2. ein guter ökologischer und ein guter chemischer Zustand erhalten oder erreicht (Verbesserungsgebot) werden.

(2) Oberirdische Gewässer, die nach § 28 als künstlich oder erheblich verändert eingestuft werden, sind so zu bewirtschaften, dass

1. eine Verschlechterung ihres ökologischen Potenzials und ihres chemischen Zustands (Verschlechterungsverbot) vermieden wird und

2. ein gutes ökologisches Potenzial und ein guter chemischer Zustand erhalten oder erreicht (Verbesserungsgebot) werden.“

### § 83 Bewirtschaftungsplan

„(1) Für jede Flussgebietseinheit ist nach Maßgabe der Absätze 2 bis 4 ein Bewirtschaftungsplan aufzustellen.

(2) Der Bewirtschaftungsplan muss die in Artikel 13 Absatz 4 in Verbindung mit Anhang VII der Richtlinie 2000/60/EG genannten Informationen enthalten. Darüber hinaus sind in den Bewirtschaftungsplan aufzunehmen:

1. die Einstufung oberirdischer Gewässer als künstlich oder erheblich verändert nach § 28 und die Gründe hierfür,

2. die nach § 29 Absatz 2 bis 4, den §§ 44 und 47 Absatz 2 Satz 2 gewährten Fristverlängerungen und die Gründe hierfür, eine Zusammenfassung der Maßnahmen, die zur Erreichung der Bewirtschaftungsziele innerhalb der verlängerten Frist erforderlich sind und der Zeitplan hierfür sowie die Gründe für jede erhebliche Verzögerung bei der Umsetzung der Maßnahmen,

3. abweichende Bewirtschaftungsziele und Ausnahmen nach den §§ 30, 31 Absatz 2, den §§ 44 und 47 Absatz 3 und die Gründe hierfür,

4. die Bedingungen und Kriterien für die Geltendmachung von Umständen für vorübergehende Verschlechterungen nach § 31 Absatz 1, den §§ 44 und 47 Absatz 3 Satz 1, die Auswirkungen der Umstände, auf denen die Verschlechterungen beruhen, sowie die Maßnahmen zur Wiederherstellung des vorherigen Zustands,

5. eine Darstellung

- a) der geplanten Schritte zur Durchführung von § 6a, die zur Erreichung der Bewirtschaftungsziele nach den §§ 27 bis 31, 44 und 47 beitragen sollen,
- b) der Beiträge der verschiedenen Wassernutzungen zur Deckung der Kosten der Wasserdienstleistungen sowie
- c) der Gründe dafür, dass bestimmte Wassernutzungen nach § 6a Absatz 2 nicht zur Deckung der Kosten der Wasserdienstleistungen beizutragen haben, sowie die Gründe für Ausnahmen nach § 6a Absatz 4.

(3) Der Bewirtschaftungsplan kann durch detailliertere Programme und Bewirtschaftungspläne für Teileinzugsgebiete, für bestimmte Sektoren und Aspekte der Gewässerbewirtschaftung sowie für bestimmte Gewässertypen ergänzt werden. Ein Verzeichnis sowie eine Zusammenfassung dieser Programme und Pläne sind in den Bewirtschaftungsplan aufzunehmen.

(4) Die zuständige Behörde veröffentlicht

1. spätestens drei Jahre vor Beginn des Zeitraums, auf den sich der Bewirtschaftungsplan bezieht, einen Zeitplan und ein Arbeitsprogramm für seine Aufstellung sowie Angaben zu den vorgesehenen Maßnahmen zur Information und Anhörung der Öffentlichkeit,
2. spätestens zwei Jahre vor Beginn des Zeitraums, auf den sich der Bewirtschaftungsplan bezieht, einen Überblick über die für das Einzugsgebiet festgestellten wichtigen Fragen der Gewässerbewirtschaftung,
3. spätestens ein Jahr vor Beginn des Zeitraums, auf den sich der Bewirtschaftungsplan bezieht, einen Entwurf des Bewirtschaftungsplans.

Innerhalb von sechs Monaten nach der Veröffentlichung kann jede Person bei der zuständigen Behörde zu den in Satz 1 bezeichneten Unterlagen schriftlich oder elektronisch Stellung nehmen; hierauf ist in der Veröffentlichung hinzuweisen. Auf Antrag ist Zugang zu den bei der Aufstellung des Bewirtschaftungsplans herangezogenen Hintergrunddokumenten und -informationen zu gewähren. Die Sätze 1 bis 3 gelten auch für zu aktualisierende Bewirtschaftungspläne.“

## 2.3 Fachliche Grundlagen/Umweltqualitätsnormen der EU-WRRL

In Anhang V der EU-WRRL (Europäisches Parlament und Rat 2000) werden die Umweltqualitätsnormen (UQN) beschrieben.

Die Qualitätskomponenten werden für:

- den ökologischen Zustand,
- die biologischen Qualitätskomponenten,
- die hydromorphologischen Qualitätskomponenten,
- die physikalisch-chemischen Qualitätskomponenten

in tabellarischer Form beschrieben.

Die biologischen Qualitätskomponenten umfassen die benthische wirbellose Fauna und die Fischfauna, die Makrophyten und Phytobenthos und Phytoplankton. Die biologischen Qualitätskomponenten werden weiter in natürliche Wasserkörper (NWB), in das gute ökologische Potenzial (göP) und für erheblich veränderte Wasserkörper (HMWB) in den guten ökologischen Zustand (göZ) untergliedert.

Die hydromorphologischen Qualitätskomponenten setzen sich aus dem Wasserhaushalt, der Durchgängigkeit des Oberflächengewässers und der Morphologie, der räumlichen und zeitlichen Verteilung des Abflusses usw. zusammen.

Die physikalischen Qualitätskomponenten setzen sich aus den allgemeinen Bedingungen, spezifischen synthetischen Schadstoffen und den spezifischen nicht synthetischen Schadstoffen zusammen.

Die Bewertungen in der EU-WRRL (Europäisches Parlament und Rat 2000) erfolgen nach dem one out – all out Prinzip. Hierdurch wird sichergestellt, dass alle relevanten Parameter für den entsprechenden Zustand erfüllt sein müssen. Bei der Bewertung liegt der Schwerpunkt auf dem biologischen Zustand des Gewässersystems und nur untergeordnet auf pot. angrenzenden Strukturen sowie den physikalisch-chemischen Verhältnissen im Gewässer selbst. Die Bewertung berücksichtigt jeweils den Zustand des einzelnen Teiles der jeweiligen Umweltqualitätsnorm. Sollte sich ein Parameter in einem schlechten Zustand befinden/einen schlechteren Zustand entwickeln, müssen bei Veränderung, gemäß dem Verschlechterungsverbot der EU-WRRL, die Auswirkungen auf sämtliche Umweltqualitätsnormen und Teilbestandteile/Teilbestandkomponenten betrachtet werden. Hier sind die Status-quo-Theorie sowie die Zustandsklassentheorie zu beachten, vgl. Urteil

des EuGH vom 01.07.2015 zum Weserausbau, Urteil des EuGH vom 04.05.2016 zur Schwarzen Sulm, sowie Urteil des BVerwG vom 11.08.2016 zum Weserausbau gemäß Art. 4 der EU-WRRL (Natur und Recht, 2017).

## 2.4 Fachliche nationale Grundlagen

Das Umweltrecht in Deutschland ist ein föderales Recht. Die nationale Grundlage bildet der § 20 a des Grundgesetzes (Bundesgesetzblatt 1949), der in den weiteren Fachgesetzen weiter ausformuliert wird. Zu nennen sind hier das Bundesnaturschutzgesetz sowie das Wasserhaushaltsgesetz. Die Legislative folgt dem Grundsatz, dass bei einer Präzisierung nicht den Vorgaben der Rahmengesetzgebung hier der EU-WRRL widersprochen werden darf. Hieraus ergibt sich, dass die nationale Umsetzung der EU-WRRL in dem jeweiligen Mitgliedsstaat sowie Bundesland etc. durch eigene Rechtsvorschriften mit einem abweichenden/unterschiedlichen Parameterset sowie differierenden Grenzwerten erfolgt. Nachfolgend wird dies für die BRD am Beispiel NRW dargestellt.

Die Festlegung der UQN gemäß (Europäisches Parlament und Rat 2000, EWG 1991) auf Landesebene für die chemisch-physikalischen und biologischen Parameter sowie die Intervalle zur Überprüfung und zur Erhebung der morphologischen/hydromorphologischen Parameter werden in der Oberflächengewässerverordnung (Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer (Oberflächengewässerverordnung – OgewV 2016) festgelegt.

Die Bewertung der biologischen UQN erfolgt bei der (Teil)Komponente Fische gemäß den in den Leitbildern (Sommerhäuser, Schumacher, 2003) beschriebenen Fischgesellschaften auf Basis des fischbasierten Bewertungssystems für Fließgewässer (fiBS). Hierzu werden durch das Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen die sogenannten Fischgewässertypen (MUNLV NRW, 2007) ausgewiesen. Bei der Ausweisung gehen u.a. der geologische Untergrund, die Topographie, usw. ein

Bei der (Teil)Komponente Makrozoobenthos erfolgt die Bewertung mit der saprobiengestützten Leitbildbewertung/Bewertungsmethode nach PERLODES mit dem EDV-Programm ASTERICS. Die Bewertung ist indirekt von den Fischgewässertypen abhängig.

Bei der (Teil)Komponente Morphologie/Hydromorphologie erfolgt die Beschreibung grundlegend durch die von der Bund-Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA, 1999) entwickelten Kartiermethodik. Aufgrund der regionalen Unterschiede sowie dem zuvor genannten Föderalismus erfolgte eine Anpassung an die Landesspezifika (vgl. LANUV NRW, 2012). Durch das Landesumweltamt NRW (LUA NRW, 2001 S. 11) erfolgte die Ausweisung entsprechender Oberflächengewässer u. a. durch Experteneinschätzung. Hierbei wird davon ausgegangen, dass „[...] Referenzgewässer sind in Bezug auf ihre

Gewässermorphologie, Wasserqualität, Wasserführung und Besiedlung zumindest auf Teilstrecken möglichst naturnahe Bäche oder Flüsse, die als Grundlage für die Ableitung von Gewässertypen und die Aufstellung von typspezifischen Leitbildern herangezogen werden. [...]“.

Bei dieser Betrachtung werden nur das Gewässerbett und das direkt angrenzenden Umfeld betrachtet. Die Auswirkungen der anthropogenen Überformungen auf die Geohydrologie, den Landeswasserhaushalt, die Hydrologie (Abflussregulierungen) sowie die Austauschprozesse mit dem Grundwasser werden nicht berücksichtigt. Als Kriterien für die Auswahl der Referenzgewässer werden nach LUA (2001 S. 15) u.a. angeführt eine naturnahe Gewässermorphologie, eine gute Wasserqualität (biologische Gewässergüte 2 oder besser) eine gewässertypische Besiedlung, eine naturnahe Wasserführung/ein naturnahes Abflussgeschehen (hier gemeint: keine Stau- oder Ausleitstrecken), das Vorhandensein von standortgerechter Vegetation usw.

### 3 Arbeitsthese

*Das nationale Verfahren zur Erfassung der hydromorphologischen Qualitätskomponenten, der Gewässerstruktur(güte), berücksichtigt lediglich die morphologischen Parameter. Bei dem Verfahren zu Erfassung der Gewässerstruktur(güte) handelt es sich um ein sogenanntes Vor-Ort-Verfahren welches auf definierten Leitbildern basiert. Die räumliche und zeitliche Verteilung des Abflusses und die Kommunikation mit dem Gewässer werden nicht erfasst. Im Grundsatz folgt es der Doktrin, dass das Vorhandensein der jeweiligen Habitate – eine gute Gewässerstruktur(güte) - das Vorkommen der jeweiligen Zielarten bedingt.*

*Bei der Bestimmung der saprobiengestützten Leitbildbewertung (DIN 2004 a), des Makrozoobenthos nach der Methode PEROLDES wird hingegen vollständig auf das Vorhandensein von Arten gesetzt. Rückschlüsse zwischen den zuvor genannten Verfahren sind nicht möglich, so dass ein koalisieren zur ökologischen Integrität bzw. die Gesundheit des Ökosystems Fließgewässer nach Karr (1981), Angermeier, Karr (1994), Karr (1999) und UBA (2014) nicht gegeben/nicht möglich ist.*

*Die Gesamtheit der zu betrachtenden Prozesse gemäß EU-WRRL (Europäisches Parlament und Rat 2000) werden unter dem Begriff der Hydromorphologie zusammengefasst. Sie beinhaltet u.a. die gestalt- und formgebenden Prozesse, welche sich aus geologischen, hydrologischen, hydrogeologischen und topografischen Gegebenheiten, unter Berücksichtigung der räumlichen und zeitlichen Verteilung des Oberflächen- und Grundwasserabflussverhaltens und der Abflussmenge ergeben sowie die physikalisch-chemischen Eigenschaften, deren räumliche und zeitliche Verteilung wie pH-Wert, Temperatur, Sauerstoffgehalt, Stofftransport und Nährstoffgehalt, usw. (vgl. EU-WRRL Anhang V) beschrieben werden. Die formgebenden Prozesse der Hydromorphologie beinhalten Erosions- und Abrasionsprozesse, sedimentologische Prozesse im Gewässer und seiner topographischen Primäraue. Die Gesamtheit dieser Prozesse bildet die Grundlage für die Besiedlung des Fließgewässers. Von besonderer Bedeutung ist das räumliche und zeitliche Vorhandensein von Wasser, die Grundlage für die räumliche und zeitliche Verbreitung der Arten, deren Entwicklungs- und Erscheinungsform im Gewässer sowie seiner Aue.*

*Aktuell erfolgt die Betrachtung einer Vielzahl der Problemstellungen, wie die Betrachtung von biologischen Fragestellungen und Parametern (vgl. Meier, 2006), vor allem aus der Sicht des Oberflächengewässers. Fragestellungen, u.a. des Stofftransports, des Sedimentationsverhaltens, werden unzureichend und unbefriedigend beantwortet. Sie*

*werden als singuläre Frage aus Sicht des Fließgewässers, longitudinal, aufgefasst. Ihre Bedeutung für das Gesamtsystem Fließgewässer im Längs- und Quercontinuum wird nicht betrachtet. Dies trifft auf hydrologische und hydrogeologische Fragestellungen, der Interaktion mit dem Grundwasser (Todd, Mays, 2004, DIN 2004 b) und deren Auswirkungen auf das Oberflächengewässer zu. Die Umsetzung der EU-WRRL ist in den vergangenen Dekaden als Zielwertfrage betrachtet worden.*

*Unter einer Zielwertfrage wird verstanden, dass alle Parameter des Ökosystems soweit bekannt sind, dass eine sichere Prognose über die Änderungen an einzelnen Parametern (wie hydraulischen Verhältnissen, Substrattransport, Morphologie und Ähnlichem) in ihrer Auswirkung vorhersehbar/berechenbar sind.*

*In der Physik werden zur Betrachtung von Fragestellungen Bezugssysteme verwendet. Es handelt sich dabei um gedachte räumlich-zeitlich begrenzte Gebilde, um Teile der Wirklichkeit und all ihre Beziehungen, die mit- und untereinander darzustellen sind. Jedem Bezugssystem liegt ein Bezugspunkt zugrunde. Der Bezugspunkt ist der Punkt, von dem aus das gedachte räumlich-zeitliche Gebilde betrachtet wird und die Veränderungen/Reaktionen in dem Bezugssystem beschrieben werden. Wird der Betrachtung ein anderer Bezugspunkt zugrunde gelegt, können sich andere Wirkzusammenhänge oder Kräfte oder Reaktionsschemata ergeben. Bezugssysteme sind so ausgelegt, dass der zu betrachtende Effekt unter definierten Ausgangsbedingungen in einem zuvor definierten Raum erfolgt. Grundvoraussetzung ist, dass die Anordnung wiederholt werden kann und der Versuch immer gleich verläuft.*

*Nach Gellert et. al. (2015) ergibt sich bei rd. 50% der betrachteten Renaturierungsmaßnahmen, eine Verbesserung im Artenspektrum des Makrozoobenthos. Jedoch stellen sich nur in den seltensten Fällen die Arten des Makrozoobenthos ein, die dem guten ökologischen Zustand entsprechen. Im Allgemeinen handelt es sich bei den sich einstellenden Arten vor allen um ubiquitäre Arten (Allerweltsarten, nach Smith, Smith, 2009). Nach Gellert et. al. (2015) kann ein Grund für das Fernbleiben der gewünschten Arten des Makrozoobenthos ggf. durch ihr Fehlen im gesamten Einzugsgebiet begründet werden. Die Betrachtung auf Makroebene erfolgt meist gar nicht.*

*Zu hinterfragen ist u.a.: wurden die hydromorphologischen Verhältnisse betrachtet bzw. entsprechen diese „natürlichen“ Verhältnissen? Entspricht der Stofftransport usw. „natürlichen“ Verhältnissen?*

*Es muss die Frage gestellt werden, ob das Verfehlen des Maßnahmenzieles Folge des Verständnisses der funktionalen Einheit Fließgewässers, seiner Wirkräume und seiner Wirkzusammenhänge sowie des der Betrachtung zugrundeliegenden Bezugssystems ist.*

#### **4 Erster Artikel:**

### **Das Konzept der hydromorphologischen-ökologischen Aue**

Der Artikel „Das Konzept der hydromorphologischen-ökologischen Aue“ wurde in der WasserWirtschaft Ausgabe 4/2018, Springer Vieweg Verlag, ISSN 0043 0978 D 10812, veröffentlicht.



## **Konzept der hydromorphologischen-ökologischen Aue**

Draught of the hydromorphological-ecological meadow

The WFD combines since 2000 the 28 national regulations of the European member states in regard of the to the water protection. Up to now in spite of the big national strains its aims are achieved only in a low extent. Is the miss of its aims possibly based on the underlying assessment procedures for the biological or ecological state? Is an adaptation of the bases of evaluation necessary within the scope of the check of the EC WRRL according to article 19 (2)? This paper presents the concept of the hydromorphological-ecological floodplain as a functional unit with the spatial and temporal distribution of species and their manifestations in different species compositions and stages. It has been shown that the status of the watercourse can only be described and evaluated in the overall view of the respective system, taking into account biological, morphological and geohydrological parameters. This approach therefore goes beyond the current WFD valuation methods.

Die Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) vereinigt in sich seit 2000 die 28 nationalen Vorgaben der europäischen Mitgliedsstaaten zum Gewässerschutz. Trotz der großen nationalen Anstrengungen werden ihre Ziele bisher nur im geringen Umfang erreicht. Beruht die Verfehlung ihrer Ziele möglicherweise auf den zugrunde liegenden Bewertungsverfahren für den biologischen bzw. ökologischen Zustand? Ist im Rahmen der Revision der WRRL gemäß Artikel 19 (2) eine Anpassung der Bewertungsgrundlagen erforderlich? In diesem Beitrag wird das Konzept der hydromorphologischen-ökologischen Aue als funktionale Einheit mit der räumlichen und zeitlichen Verteilung der Arten und ihrer Erscheinungsformen in unterschiedlichen Artenzusammensetzungen und Stadien vorgestellt. Es zeigt sich, dass erst in der Gesamtbetrachtung des jeweiligen Systems der Zustand des Fließgewässers unter Berücksichtigung von biologischen, morphologischen und geohydrologischen Parametern beschrieben und bewertet werden kann. Dieser Ansatz geht damit über die aktuellen WRRL-Bewertungsmethoden hinaus.

Die WRRL [vgl. Europäisches Parlament und Rat (2000)] vereinigt seit 2000 die 28 nationalen Vorgaben der europäischen Mitgliedsstaaten zum Gewässerschutz, welche seit den 1970er-Jahren entwickelt bzw. verabschiedet wurden. Neben der Bündelung der diversen nationalen Richtlinien wurde die WRRL stetig unter hydromorphologischen, chemischen, physikalischen und gewässerökologischen Gesichtspunkten weiter entwickelt bzw. durch ihre Schwesterrichtlinien ergänzt. In Artikel 19 (2) der WRRL ist die Überprüfung der Richtlinie für 2019 vorgesehen. Im Rahmen dieser Überprüfung können, sofern

erforderlich, Überarbeitungen und Änderungen vorgenommen werden. Die WRRL definiert anhand des Transekts der anthropogenen Überformung den guten ökologischen Zustand bzw. das gute ökologische Potential für natürliche Wasserkörper (NWB), erheblich veränderte Wasserkörper (HMWB) und künstliche Wasserkörper (AWB). In Deutschland erfolgt die Definition, von NWB, HMWB und AWB anhand der Morphologie bzw. der Gewässerstruktur [vgl. Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (2013)].

Die Qualitätskomponenten der WRRL untergliedern sich weiter in die biologischen, hydromorphologischen und chemisch-physikalischen Komponenten. Diese Komponenten verzweigen sich weiter in die diversen Umweltqualitätsnormen, anhand derer eine Bewertung erfolgt. Die Umsetzung der Inhalte der WRRL sowie ihre Definition und Umsetzung obliegt dem jeweiligen Mitgliedsstaat und erfolgt anhand der nationalen Bewertungsmethoden und Maßstäbe. In Deutschland erfolgt die WRRL-Umsetzung in nationales Recht u. a. durch das Wasserhaushaltsgesetz, die Oberflächengewässerverordnung, die Blaue Richtlinie sowie diverse nationale Bewertungsverfahren und -methoden für die Umweltqualitätskomponenten (UQN). Nachfolgendes Bild 1 zeigt den ökologischen Zustand aller berichtspflichtigen Wasserkörper in Deutschland.

### Anteil der Wasserkörper in Fließgewässern in mindestens gutem Zustand oder mit mindestens gutem Potenzial

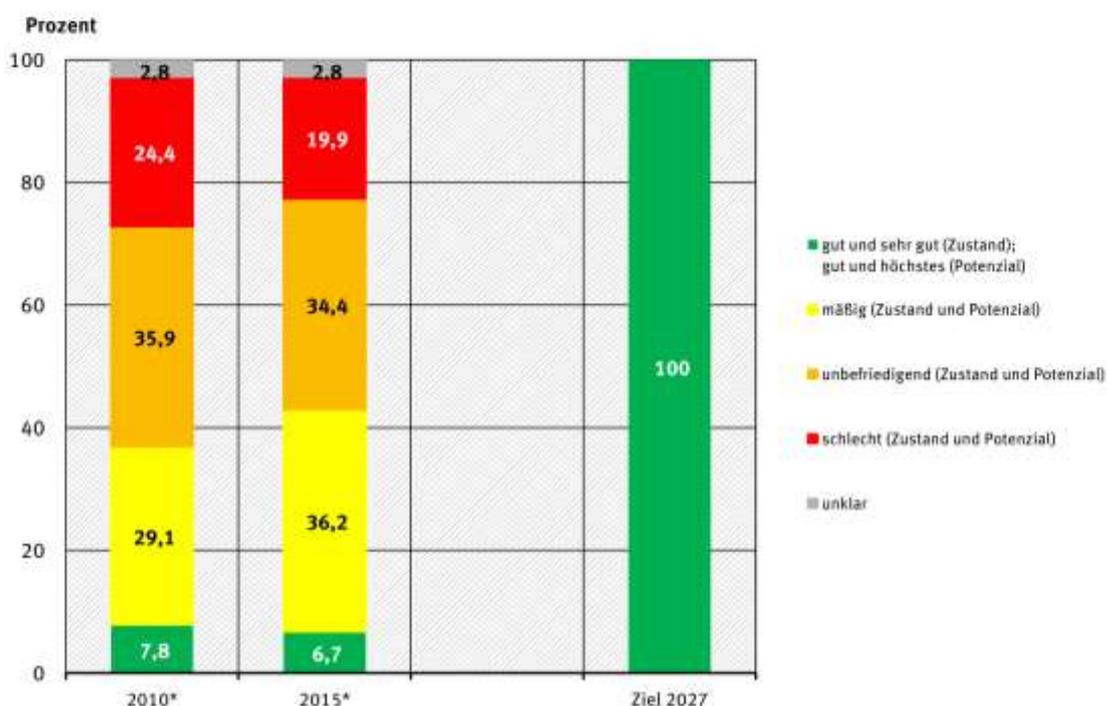


Bild 1: Ökologischer Zustand der berichtspflichtigen Wasserkörper, Bundesamt für Naturschutz (2016)

Ein berichtspflichtiges Gewässer ist im Sinne der WRRL ein Fließgewässer, dessen oberirdisches Einzugsgebiet größer als 10 km<sup>2</sup> ist.

Die Bewertung der WRRL erfolgt in der EU einheitlich nach dem „one out – all out“ Prinzip, beruhend auf den national entwickelten Bewertungsverfahren. Hierdurch soll sichergestellt werden, dass alle relevanten Parameter für den entsprechenden Zustand erfüllt sein müssen. Bei der Bewertung des ökologischen Zustandes liegt der Schwerpunkt auf den biologischen Parametern. Die Bewertung berücksichtigt jeweils den Zustand der Qualitätskomponente bzw. die des einzelnen Parameters der jeweiligen Qualitätsnorm. Sollte sich ein Parameter in einem schlechten Zustand befinden, müssen bei negativer Veränderung gemäß dem Verschlechterungsverbot der WRRL die Auswirkungen auf sämtliche Umweltqualitätsnormen und Teilbestandkomponenten bzw. Parameter betrachtet werden. Hier sind die Status-quo-Theorie sowie die Zustandsklassentheorie zu beachten.

## 1 Aktueller Zustand

Nach der derzeitigen Bewertung des ökologischen Zustandes für deutsche berichtspflichtige Wasserkörper [vgl. Bundesamt für Naturschutz (2016)] besteht lediglich für rd. 7,8 % (2010) bzw. 6,7 % (2015) kein konkreter Handlungsbedarf, um die Fließgewässer in einen guten ökologischen Zustand zu überführen. Es müssen jedoch Maßnahmen getroffen werden, um eine Verschlechterung zu verhindern. Für die restlichen rd. 90 % aller berichtspflichtigen Wasserkörper besteht akuter Handlungsbedarf. Bis 2021 (2027) müssen gemäß WRRL alle Fließgewässer den guten ökologischen Zustand aufweisen.

Der zuvor dargestellte ökologische Zustand der deutschen berichtspflichtigen Wasserkörper ist vor allem Folge der gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Anforderungen an die Wasserkörper bzw. Fließgewässer, wie z. B. zur Urbarmachung von Grundstücken, zur Entwässerung, zur Ableitung von Abwasser, zur Sicherstellung des Hochwasserschutzes, zur Versorgung mit Trinkwasser usw. In der Zeitspanne von 1954 bis 2000 wurden insgesamt 43 337 Mio. Euro zur Sicherstellung der zuvor genannten Aufgaben bzw. gesellschaftlichen Anforderungen ausgegeben [vgl. Bundesamt für Naturschutz (2016)]. Die Tabelle 1 gibt einen Überblick über die Zusammensetzung des zuvor genannten Betrages. Zu beachten ist, dass die Gewässerunterhaltung mit rd. 8.418 Mio. Euro nicht in dieser Summe enthalten ist.

Tabelle 1: Übersicht zu den Kosten von wasserwirtschaftlichen Maßnahmen (Quelle			
	1954-1989 <sup>1)</sup>	1990-2000 <sup>2)</sup>	Insgesamt
Entwässerung	22.438	807	34.245
Bewässerung	907	78	985
Gewässerausbau	9.722	1.967	11.689
Gewässerunterhaltung	5.398	3.020	8.418
Gesamt	38.465	5.872	44.337

Legende: 1) alte Bundesländer

2) alte und neue Bundesländer

3) alle Angaben in Preisen von 2010

Im Blueprint der europäischen Kommission 2012 [Europäische Kommission (2012)] wird festgestellt, dass sich die WRRL als umfassendes und flexibelstes Instrument bewährt hat. Als Hauptursachen für den allgemein schlechten Zustand des Wassers werden der Klimawandel, die Flächennutzung, die Wirtschaftstätigkeit bzw. Industrie, die Städteplanung und der Tourismus angeführt. Als zweithäufigste Umweltbelastung wird die übermäßige Wasserentnahme angesprochen. Hier wird die Ermittlung von ökologisch erforderlichen Mindestwassermengen gefordert.

## **2 Perspektive der aktuellen Umsetzungspraxis**

Die aktuelle Umsetzungs- bzw. Bewertungspraxis folgt der Maxime, dass Fließgewässer permanent wasserführend sind und sich die ökologisch bedeutenden Strukturen in Sohle sowie Gewässerbett bzw. -lauf oder dem direkten Umfeld befinden. Unter dem Begriff der Dynamik werden vor allem Umlagerungsprozesse in dem Gewässerbett und der Gewässersohle verstanden sowie die latente Nachlieferung von Sohlensubstrat aus dem Oberlauf. Die Bewertungssysteme beruhen auf dem Vorkommen von Arten im Fließgewässer, die permanent an Wasser gebunden sind.

Nicht berücksichtigt wird, dass nicht alle Fließgewässer in einem naturnäheren Zustand permanent für aquatische Arten durchgängig und wasserführend sind. Es ist bekannt, dass Nebengewässer beispielsweise des Rheins und der Ruhr keine Mündung in ihre Vorflut hatten, sondern in deren Aue versickerten. Bei diesen Fließgewässern war nur bei besonderen Abflusssituationen die biologische Durchgängigkeit, z. B. für Fische, gegeben. Inwieweit diese Nebengewässer natürlicherweise mit Fischen besiedelt waren und wie sich dies in der Artenzusammensetzung auswirkte, ist nicht bekannt und wird bisher nicht berücksichtigt.

## **3 Hydromorphologische Verhältnisse der Münsterländer Fließgewässer**

Die hydromorphologischen Verhältnisse von Gewässern sind gravierend durch

- die zentrale Abwasserklärung und Einleitung,
- die Flächennutzung inkl. der erfolgten Meliorationsmaßnahmen und
- die Gewässerunterhaltung überprägt worden.

Um die Bedeutung und den Umfang der anthropogenen Veränderungen im Wasserdargebot, vor allem durch die zuvor genannten Punkte zu ermitteln, wurde ein pragmatischer und

übertragbarer Ansatz gesucht, um die hydromorphologischen Grundlagen für typische Münsterländer Fließgewässer zu identifizieren. Hier soll ein erster Trend aufgezeigt werden, welcher die anthropogene Überformung der hydromorphologischen Verhältnisse aufzeigt. Es soll eine Grundlage geschaffen werden, um der Frage nachzugehen, ob Münsterländer Fließgewässer in einer naturnäheren Ausprägung permanent wasserführend wären.

Hierzu wurden die Pegeldata des LANUV NRW (2017 A), (2017 B, (2017 C) u. a. für das Jahr 2014 für die nachfolgend genannten Pegel und die Einleitmengen aus dem ELWAS-WEB an kommunalen Einleitstellen im Oberwasser der folgenden Pegel ermittelt und miteinander verschnitten.

- Dinkel, für den Pegel Gronau (9 286 455 000 200) mit einem Einzugsgebiet von 183,17 km<sup>2</sup> im Oberwasser.
- Werse, für den Pegel Albersloh (3 259 000 000 100) mit einem Einzugsgebiet von 321,58 km<sup>2</sup> im Oberwasser.
- Angel, für den Pegel Wollbeck (3 289 100 000 100) mit einem Einzugsgebiet von 161,21 km<sup>2</sup> im Oberwasser.

In einem weiteren Schritt wurde die ermittelte Einleitmenge mit den Abflüssen von 2006 bis 2015 verglichen. Diese Betrachtung erfolgte für Werse, Angel und Dinkel. Für die zuvor genannten Gewässersysteme hat sich gezeigt, dass die Dinkel im Mittel an drei Tagen vorwiegend in Sommer oder Spätsommer trocken fällt. Die Werse fällt im Mittel an 88 Tagen (ohne Extremwerte an 117 Tagen) trocken. Die Trockenheit erstreckte sich vom Frühling bis Herbst und hat ihren Schwerpunkt im Sommer. Gleiches trifft auf die Angel zu. Diese fällt im Mittel an 72 Tagen (ohne Extremwerte an 79 Tagen) trocken.

Die zuvor geführte Betrachtung zeigt auf, dass bei der heutigen Flächennutzung und ohne die Einleitung aus der kommunalen Abwasseraufbereitung Münsterländer Fließgewässer, wie Werse und Angel, jährlich für einen längeren Zeitraum trocken fallen würden. Bei einer naturnäheren Landnutzung in ihrem oberirdischen Einzugsgebiet ist aufgrund der damit einhergehenden höheren Evapotranspiration mit einer weiteren Reduktion des Abflusses in den Sommermonaten zu rechnen, so dass typische Münsterländer Fließgewässer in einem naturnahen Zustand während der Vegetationsperiode zyklisch für längere Perioden trocken fallen. Aufgrund der zuvor hergeleiteten hydromorphologischen Verhältnisse ist davon auszugehen, dass naturnahe Münsterländer Fließgewässer nicht permanent wasserführend sind und starken Schwankungen bei den chemisch-physikalischen Parametern, wie Temperatur und Sauerstoffgehalt, unterliegen. Es ist davon auszugehen, dass die Lebensgemeinschaft von Arten geprägt war, die in ihrer Ökologie an diese stark schwankenden Umweltbedingungen angepasst sind.

## **4 Konzept der hydromorphologischen-ökologischen Aue**

Das Konzept der hydromorphologischen-ökologischen Aue basiert auf mehreren räumlichen und zeitlichen Verbreitungs-, Verteilungs- und Austauschprozessen, dem dynamischen Denken, der Berücksichtigung der dynamischen Verteilung von Arten sowie der Annahme, dass eine permanente Wasserführung nicht gegeben sein muss. Anhand dieser Prozesse lässt sich eine funktionale ökologisch intakte Aue beschreiben. Diese Austauschprozesse umfassen u. a. den aktiven und passiven Austausch mit dem Grundwasser, chemisch-physikalisch sowie biologisch, und die Wechselwirkungen mit Arten der Aue und des Grundwassers. Bei den Wechselbeziehungen handelt es sich u. a. um Nahrungsbeziehungen und Fraßdruck sowie dem Überdauern von ungünstigen Lebensbedingungen im angrenzenden Lebensraum, wie Aue und Grundwasser, bzw. der Wiederbesiedlung aus diesen Lebensstätten. Hierbei haben die räumliche und zeitliche Verteilung der jeweiligen Art und des Wassers, d. h. die lokalen hydromorphologischen Verhältnisse eine besondere Bedeutung. Die funktionale Einheit der hydromorphologischen-ökologischen Aue wird durch das Vorkommen von Minimumhabitaten typischer Auearten, deren räumlichen und zeitlichen Verteilung sowie ihrer jeweiligen Ökologie, wie Geschlechtsreife und maximale Lebenserwartung, abgegrenzt.

### **4.1 Teilaspekt eins: Betrachtungsebene Aue**

Das Bild 2 zeigt das Gewässerprofil [vgl. LANUV NRW (2012)], welches im Rahmen der Strukturkartierung berücksichtigt wird. Bild 3 zeigt die morphologische Aue.

In Bild 4 sind schematisch die besonderen Auestrukturen räumlich verortet. Es gilt nun unter Berücksichtigung der lokalen hydromorphologischen Verhältnisse sowie dem lokalen Arteninventar die jeweilige lokal relevante Struktur zu identifizieren.

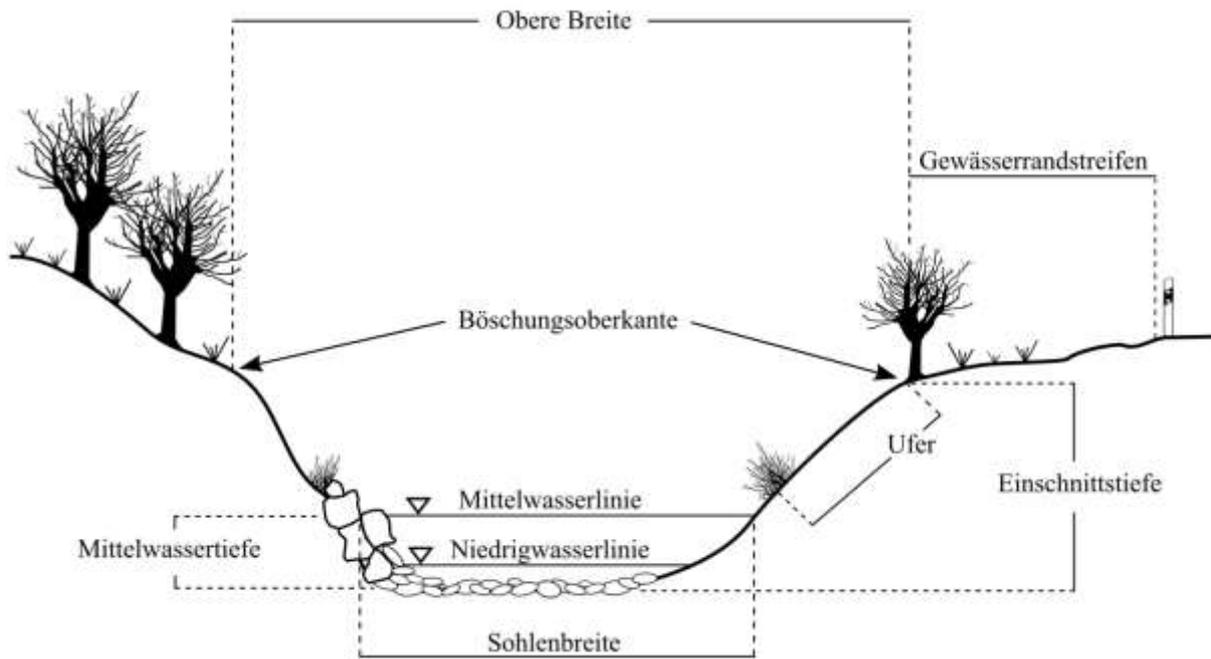


Bild 2 Gewässerprofil, das bei der Gewässerstrukturkartierung betrachtet wird

Zur Ermittlung der relevanten Strukturen erfolgt die Betrachtung von Arten u. a. aus den Artengruppen Amphibien, Vögel, des Grundwassers bzw. teilweise hyporheischen Arten und Flora, die in einer natürlichen ökologisch intakten Aue vorkommen.

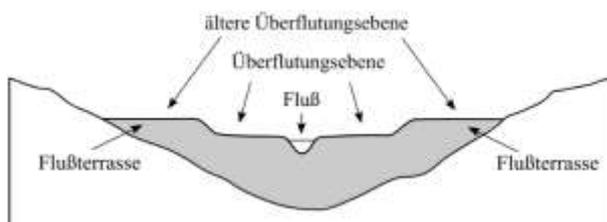


Bild 3: Morphologische Aue

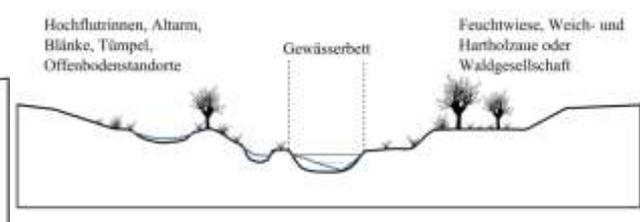


Bild 4: Gewässerprofil mit besonderen Auestrukturen

Im ersten Schritt wird das lokale Vorkommen ermittelt. Im zweiten Schritt wird auf Grundlage der Geschlechtsreife und der maximalen Lebensdauer ein Zeitfenster ermittelt, in dem eine erfolgreiche und die Art sichernde Reproduktion erfolgen muss. In der nachfolgenden Tabelle 2 sind exemplarisch für ausgewählte Arten der Artengruppen der Amphibien und der Fische deren ökologischen Kenngrößen angeführt.

Nach Karr (1981) ist die ökologische Integrität bzw. die ökologische Intaktheit gegeben, sofern eine erfolgreiche Reproduktion erfolgt, die eine dauerhafte Sicherstellung der Art ermöglicht.

Im dritten Schritt wird das so ermittelte Zeitfenster auf die hydromorphologischen Verhältnisse übertragen, um u. a. die räumliche Abgrenzung und Jährlichkeit des Abflusses usw. festzulegen. Bei der so ermittelten Maximalspanne handelt es sich um die hydraulisch anzunehmende Abflusssituation.

**Tabelle 2: ökologischen Kenngrößen für einige exemplarische Arten**

Deutscher Name	Wissenschaftlicher Name	Geschlechtsreife	Lebensdauer von adulten Tieren in Jahren
<b>Amphibien</b>			
Geburtshelferkröte	<i>Alytes obstetricans</i>	nach 2 bis 3 Jahren	max. 14 Jahre
Gelbbauchunke	<i>Bombina variegata</i>	nach 1 bis 2 Jahren	max. 14 Jahre im Freiland, max. 27 Jahre in Gefangenschaft
Kreuzkröte	<i>Bufo calamita</i>	nach 2 Jahren	max. 7 Jahre im Freiland; max. 18 Jahre in Gefangenschaft
Wechselkröte	<i>Bufo viridis</i>	nach (1-2) v.a. 3 Jahren	Max. 10 Jahre im Freiland bis zu 26 Jahren in Gefangenschaft
Knoblauchkröte	<i>Pelobates fuscus</i>	nach 1 bis 2 Jahren	max. 7 Jahre im Freiland, bis zu 11 Jahren in Gefangenschaft
Kammolch	<i>Triturus cristatus</i>	Keine Angabe	max. 18 Jahre im Freiland
Laubfrosch	<i>Hyla arborea</i>	nach 2 Jahren	max. 5 Jahre im Freiland, in Gefangenschaft bis zu 22 Jahren
Moorfrosch	<i>Rana arvalis</i>	nach 2 bis 3 Jahren	max. 12 Jahre im Freiland
Springfrosch	<i>Rana dalmatina</i>	nach 2 bis 3 Jahren	max. 10 Jahre im Freiland
Kleiner Wasserfrosch	<i>Rana lessonae</i>	nach 1 bis 2 Jahren	max. 12 Jahre im Freiland
<b>Fische</b>			
Deutscher Name	Wissenschaftlicher Name	Geschlechtsreife	Lebensdauer von adulten Tieren in Jahren
Forelle	<i>Salmo trutta fario</i>	2-4 Jahre	3-5 (8) Jahre
Dreistachlige Stichling	<i>Gasterosteus aculeatus</i>		3 (4) Jahre
Groppe	<i>Cottus gobio</i>	2 Jahre	8 Jahre
Steinbeißer	<i>Cobitis taenia</i>		3-5 Jahre
Aal	<i>Anguilla anguilla</i>	12-15 Jahre	bis zu 50 Jahre
Maifisch	<i>Alosa alosa</i>	3-8 Jahre	9 Jahre
<b>Vögel</b>			
Deutscher Name	Wissenschaftlicher Name	Geschlechtsreife	Lebensdauer von adulten Tieren in Jahren
Eisvogel	<i>Alcedo atthis</i>		1-3 (15 Jahre)
Teichrohrsänger	<i>Acrocephalus scirpaceus</i>		5-12 Jahre
Tafelente	<i>Aythya ferina</i>		5-12 Jahre
Uferschnepfe	<i>Limosa limosa</i>		bis 23 Jahre
Uferschwalbe	<i>Riparia riparia</i>		max. 9-10 Jahre

(nach LANUV NRW (2017 P bis ZH) und BfN (2017 A bis D))

#### 4.2 Teilaspekt zwei: Betrachtungsebene hydromorphologische Verhältnisse

Bei der Betrachtung der hydromorphologischen Verhältnisse ist vor allem das Vorhandensein von Wasser und seine Verteilung zu hinterfragen. Wie oben angeführt gilt es, die Minimumhabitate zu ermitteln. Hier ist auch die Wasserführung als mögliches Minimumhabitat zu betrachten. Um diese Fragestellung beantworten zu können, muss Berücksichtigung finden, dass der heutige Niedrigwasserabfluss maßgeblich durch die zentrale Abwasserbehandlung und die erfolgten Meliorationsmaßnahmen der Landwirtschaft sowie Stauhaltungen erheblich verändert worden ist.

#### 4.3 Teilaspekt drei: Grundwasser

Nach Todd, Mays (2004) lassen sich die Exfiltrationstypen von Fließgewässern wie folgt gliedern:

- das Grundwasser aufnehmende Fließgewässer,
- das in den Grundwasserkörper exfiltrierende Fließgewässer und
- das in das Benthal exfiltrierende Fließgewässer ohne Kontakt zum Grundwasserkörper.

Auf funktionaler Ebene des Fließgewässers kann es zu einer Durchmischung der unterschiedlichen Typen kommen. Der jeweilige Exfiltrationstyp ist maßgeblich von den hydromorphologischen Bedingungen abhängig. Weiterhin soll die Bedeutung des Exfiltrationstyps für das Vorkommen von Arten des Grundwassers bzw. teilweise hyporheischen Arten im Fließgewässer und das mögliche Überdauern von Fließgewässerarten im Grundwasser bzw. grundwassernahen Zonen dargestellt werden. Das Ökosystem Grundwasser unterliegt dem Gesetz des Minimums, so dass der Grenz- bzw. Übergangsbereich zum Fließgewässer potenziell wertvolle Teillebensräume für Arten des Grundwassers bzw. teilweise hyporheische Arten darstellen kann.

Der jeweilige Exfiltrationstyp wirkt sich auf die chemisch-physikalischen und biologischen Parameter wie folgt aus:

- Das Grundwasser aufnehmende Fließgewässer wird permanent in seiner chemisch-physikalischen und biologischen Zusammensetzung durch den Zustrom von Grundwasser verändert. Dies umfasst u. a. die Wassertemperatur, den Nährstoffgehalt und den Eintrag von Arten des Grundwassers.
- Das in den Grundwasserkörper exfiltrierende Fließgewässer wird permanent in seiner chemisch-physikalischen und biologischen Zusammensetzung durch den Abstrom ins Grundwasser geprägt. Dieser Typ neigt eher zum temporären Trockenfallen.
- Das in das Benthal exfiltrierende Fließgewässer ohne Kontakt zum Grundwasserkörper steht im Austausch mit dem Interstitial, Sicker- und Stauwasser. Eine Beeinflussung der chemisch-physikalischen und biologischen Parameter durch den Zustrom aus dem Grundwasser ist auszuschließen. Eine Beeinflussung durch Sicker- und Stauwasser ist zu erwarten. Ein aktiver oder passiver Austausch mit Arten des Grundwassers ist unwahrscheinlich.

Neben den oben genannten Austauschprozessen kann es bei Grobporengrundwasserleitern wie Sand bei Vollsättigung des Bodens, wie nach dem Winter, z. B. nach nasser Witterung oder bei lokalen kurzen Niederschlägen, zu hydraulischen Kurzschlüssen zwischen dem

Grund- und Fließgewässer kommen. Hierbei muss von einer passiven Verdriftung von Arten des Grundwassers in das Fließgewässer ausgegangen werden.

## **5 Fazit**

Wie beispielhaft für typische Münsterländer Fließgewässer hergeleitet wurde, sind diese ohne anthropogene Überformung nicht permanent wasserführend. Zunächst ist zu klären, ob dies nur auf typische Münsterländer Fließgewässer zutrifft oder auch weitere Landschaftsräume betroffen sind.

Es erscheint daher notwendig, die Definition der NWB, HMWB und AWB primär anhand der hydromorphologischen Verhältnisse und nicht anhand der Morphologie bzw. der Gewässerstruktur zu definieren. Die anthropogene Überformung der hydromorphologischen Bedingungen kann zu einer erheblichen Veränderung der Artenzusammensetzung im Lebensraum Gewässer führen.

Anschließend ist eine Überprüfung und Anpassung der aktuellen Bewertungsverfahren erforderlich. Hier ist vor allem das Vorkommen und die Bedeutung von Arten des Grundwassers bzw. von teilweise hyporheischen Arten zu berücksichtigen und in der ökologischen bzw. biologischen Zustandsbewertung zu berücksichtigen.

Aus der Summe der einzelnen Teilaspekte kann die räumlich funktionale Abgrenzung der hydromorphologischen-ökologischen Aue beschrieben und ihr Arteninventar ermittelt und abgegrenzt werden. Eine Betrachtung der Aue als ökologisches Integritätselement kann nur auf der Ebene der dynamisch funktionalen Einheit, hier der hydromorphologischen-ökologischen Aue, erfolgen. Die Bewertungen müssen auf Grundlage der funktionalen Einheit sowie der räumlichen und zeitlichen Verteilung der Arten und ihrer Erscheinungsformen in unterschiedlichen Artenzusammensetzungen und Stadien durchgeführt werden. Erst in der Gesamtbetrachtung des jeweiligen Systems kann der Zustand des Fließgewässers unter Berücksichtigung von biologischen, morphologischen und geohydrologischen Parametern beschrieben und bewertet werden.

Festzuhalten ist: Die biologische Umweltqualitätskomponente ist maßgeblich von den hydromorphologischen Verhältnissen, hier von der Niedrigwassersituation, abhängig sowie von der räumlichen und zeitlichen Verteilung der Arten selbst. Wie in den Beispielen zuvor gezeigt, fallen typische Münsterländer Fließgewässer trocken – eine Bewertung ihres ökologischen Zustands kann mit den aktuellen Bewertungsmethoden nicht im Sinn der WRRL erfolgen.

## **5 Zweiter Artikel:**

### **Die hydromorphologischen Verhältnisse in der Westfälischen Bucht**

Der Artikel „Die hydromorphologischen Verhältnisse der Westfälischen Bucht“ wurde im Juli 2018 zur Veröffentlichung bei der WasserWirtschaft, Springer Vieweg Verlag, eingereicht, und befindet sich derzeit in der vertieften Prüfung.



## Die hydromorphologischen Verhältnisse der Westfälischen Bucht

Despite major national efforts to achieve the objectives of the EC WFD, these are rarely achieved after the renaturation of surface waters. Is the failure to meet the remediation target related to the underlying hydromorphological conditions? The following article deals with the hydromorphological conditions, land use and the importance of the discharge of treated municipal wastewater in the Westphalian Bay described by the catchment areas (EZG) of the Ems (size 2,842 km<sup>2</sup>), the Lippe (size 2,002 km<sup>2</sup>), the Vechte (size 177 km<sup>2</sup>), the Steinfurter Aa (size 175 km<sup>2</sup>) and the Dinkel (size 183 km<sup>2</sup>) for the period from 2006 to 2015. For the EZG of Berkel, the analysis could not be made due to the data situation. For the Westphalian Bay it is questioned whether the surface waters are permanent or episodic water-bearing. Furthermore, an attempt is made to name the relevant parameters.

Trotz der großen nationalen Anstrengungen zum Erreichen der Ziele der EU-WRRL werden diese nur selten nach einer Renaturierung eines Oberflächengewässers erreicht. Steht das Verfehlen des Sanierungszieles mit den zugrunde gelegten hydromorphologischen Verhältnissen im Zusammenhang? Der nachfolgende Artikel setzt sich mit den hydromorphologischen Verhältnissen, der Landnutzung sowie der Bedeutung der Einleitung von geklärtem kommunalen Abwasser in großen Teilen der Westfälischen Bucht die durch die Teileinzugsgebiete (EZG) der Ems (Größe 2.842 km<sup>2</sup>), der Lippe (Größe 2.002 km<sup>2</sup>), der Vechte (Größe 177 km<sup>2</sup>), der Steinfurter Aa (Größe 175 km<sup>2</sup>) sowie dem der Dinkel (Größe 183 km<sup>2</sup>) beschrieben werden, für den Zeitraum von 2006 bis 2015 auseinander. Für das EZG der Berkel konnte die Betrachtung aufgrund der Datenlage nicht erfolgen. Es wird hinterfragt, ob die zuvor genannten Oberflächengewässer permanent oder episodisch wasserführend sind. Weiterhin wird versucht, die maßgeblichen Kenngrößen zu benennen.

- Der Abfluss, vor allem der Niedrigwasserabfluss, wird durch die zentrale Einleitung von geklärtem Abwasser überformt.
- Das Wasserdargebot in der Westfälischen Bucht ist inhomogen.
- Maßgebliche Bedeutung kommt den Niederschlagsmengen und Bodenverhältnissen zu.

In der aktuellen Planungs- und Bewertungspraxis des physikalisch-chemischen, hydromorphologischen, morphologischen, biologischen und ökologischen Zustands von Oberflächengewässern gemäß EU-WRRL wird davon ausgegangen, dass in Deutschland

fast sämtliche berichtspflichtigen Oberflächengewässer permanent wasserführend sind. Das Wasserdargebot/der Abfluss von Oberflächengewässern wird gravierend durch

- die zentrale Abwasserklärung und Einleitung
- die Flächennutzung inkl. der erfolgten Meliorationsmaßnahmen und
- die Gewässerunterhaltung

überprägt.

Um die Erheblichkeit, die Bedeutung und den Umfang der anthropogenen Veränderungen auf die hydromorphologischen Verhältnisse im Sinne der EG WRRL, vor allem durch die zentrale Einleitung von geklärtem kommunalem Abwasser zu identifizieren, wurde ein pragmatischer und übertragbarer Ansatz gesucht. Es soll ein erster Trend aufgezeigt werden. Als Grundlage für die Planungs- und Bewertungspraxis des ökologischen Zustandes von Fließgewässern soll ein potenziell naturnäheres hydromorphologisches Regime für Oberflächengewässer in der Westfälischen Bucht unter Beibehaltung der aktuellen Landnutzung ermittelt werden.

Hier muss deutlich darauf hingewiesen werden, dass die Betrachtung mit Ungenauigkeiten verbunden ist. Diese resultieren u. a. aus Erkenntnislücken zu Bodenarten, Bodenspeichervermögen/Wasserverfügbarkeit, Grundwasserneubildung, tatsächlicher Verdunstung, Berechnung von landwirtschaftlichen Nutzflächen, Änderungen in der Bevölkerungsentwicklung, Änderungen in Verhalten zur Wassernutzung sowie Änderungen in der Effektivität von Kläranlagen usw..

Es soll die Frage beantwortet werden, ob die Oberflächengewässer in einer naturnäheren Ausprägung permanent wasserführend wären. In Grote (2018) wurde für das Einzugsgebiet der Wese und der Angel dargestellt, dass diese Oberflächengewässer ohne die anthropogenen „Niedrigwasserstützungen“ nur temporär wasserführend wären. Bei der Dinkel hingegen konnte nur ein Trockenfallen im Mittel an drei Tagen ermittelt werden. Dieser Wert deckt sich mit den mittleren Angaben des Deutschen Gewässerkundlichen Jahrbuchs für die Dinkel nach Abzug der Niedrigwasserstützung durch die Einleitung von geklärtem kommunalem Abwasser für den Zeitraum vom 1969 bis 2016, siehe hierzu auch Tabelle 2.

Um die Vergleichbarkeit der Betrachtung und die Ermittlung eines potenziell naturnäheren hydromorphologischen Verhältnisses/Wasserdargebots zu gewährleisten, wurde dieselbe Methodik wie in Grote (2018) angewandt.

Die Betrachtung erfolgt für Ems, Lippe, Vechte, Steinfurter Aa, Dinkel, Werse, Angel, Ölbach, Dalkebach, Lutter und Hessel. Sie beruht auf den Pegel­daten des LANUV NRW (2017 A bis PP) für den Zeitraum von 2006 bis 2015 sowie auf den vom LANUV NRW zur Verfügung gestellten Auszügen des jeweiligen Deutschen Gewässerkundlichen Jahrbuchs für das entsprechende Oberflächengewässer. Es wird jeweils das Einzugsgebiet im Oberwasser der betreffenden Pegel betrachtet. Diese Betrachtung berücksichtigt alle natürlichen geohydrologische Prozesse wie Grundwasserneubildung oder den Interflow im Oberwasser des Pegels. Als weitere Grundlagen wurden die kommunalen Einleitmengen von geklärtem und eingeleitetem Abwasser an der jeweiligen Einleitstelle im entsprechenden Einzugsgebiet für das Referenzjahr 2014 im ELWAS WEB [LANUV NRW (2017 ZI und ZJ)] ermittelt. Anschließend wurde eine Summe der Einleitmengen für das jeweilige Einzugsgebiet gebildet. Im nächsten Schritt wurde überprüft, an welchen Tagen die zuvor gebildete Summe der Einleitmenge an dem jeweiligen Pegel größer/gleich dem Abfluss am entsprechenden Pegel ist. Die Betrachtung beruht auf einem 15 minütigen Messzyklus. Ein Gewässer gilt als „trocken“ bzw. „nicht permanent wasserführend“, wenn für ein Messinterwall der Abfluss minus der Summe der kommunalen Einleitmenge kleiner gleich Null ist. Hier ist davon auszugehen, dass geohydrologische Prozesse wie Grundwasserneubildung oder der Interflow in die Pegelmessdaten eingegangen sind. Eine Berücksichtigung der Einleitungen Dritter ist aufgrund von Erkenntnislücken nicht möglich.

**Tabelle eins** führt die Landnutzung 2004 im Stand 2006 [Bezirksregierung Münster (2017)] an. Erhebliche Änderungen in der Landnutzung sowie in der Menge des geklärten und eingeleiteten kommunalen Abwassers werden in der Zeitspanne von 2006 bis 2015 nicht erwartet.

Die Auswertung erfolgte für:

- die Ems, für den Pegel Greven (3 331 000 000 100) mit einem Einzugsgebiet von 2.842 km<sup>2</sup> im Oberwasser
- die Lippe, für den Pegel Kesseler 3 (2 785 790 000 300) mit einem Einzugsgebiet von 2.003 km<sup>2</sup> im Oberwasser
- die Vechte, für den Pegel Bilk (9 286 190 000 100) mit einem Einzugsgebiet von 178 km<sup>2</sup> im Oberwasser
- die Steinfurter Aa, für den Pegel Wettringen B 70 (92 86 291 000 300) mit einem Einzugsgebiet von 175 km<sup>2</sup> im Oberwasser
- die Dinkel, für den Pegel Gronau (9 286 455 000 200) mit einem Einzugsgebiet von 183,17 km<sup>2</sup> im Oberwasser

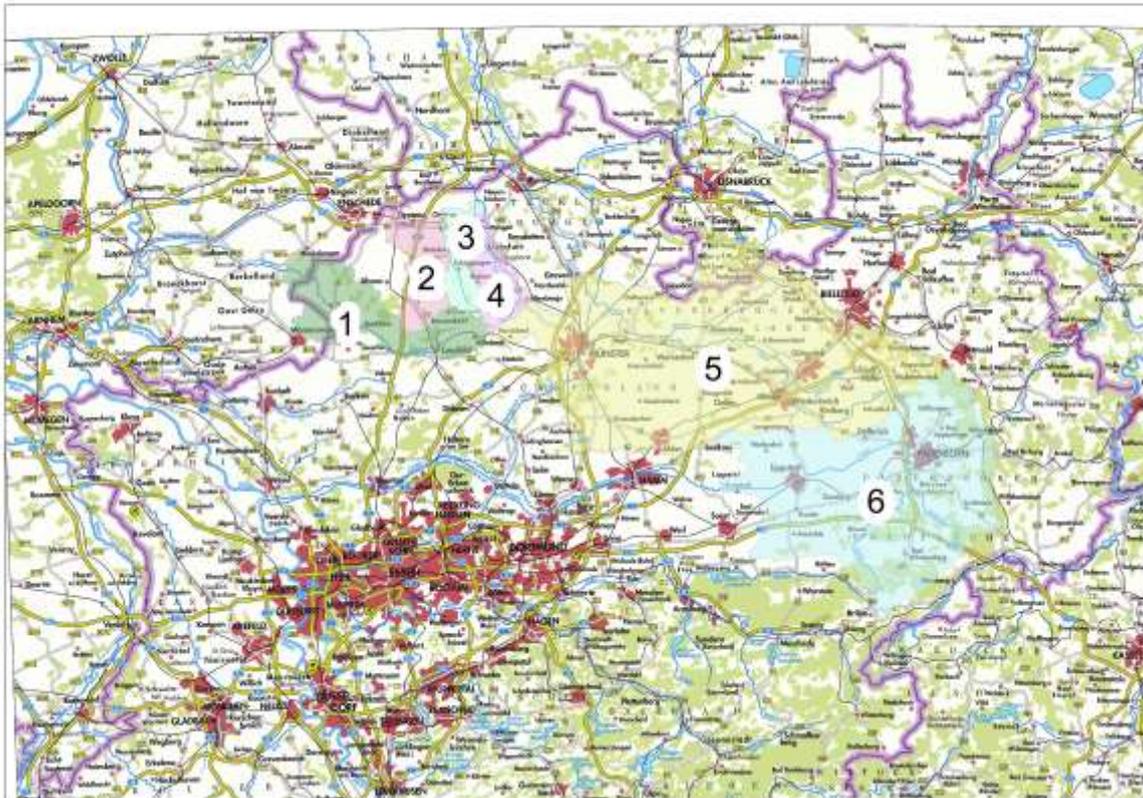


Bild 1 Einzugsgebiete der Oberflächengewässer in NRW. 1.Einzugsgebiet Berkel, 2. Einzugsgebiet Dinkel, 3. Einzugsgebiet Vechte, 4. Steinfurter Aa, 5. Einzugsgebiet Ems, 6. Einzugsgebiet Lippe

Neben diesen Einzugsgebieten erfolgte zur Präzisierung eine ergänzende Betrachtung für die Nebengewässer der Ems. Ausgewertet wurden:

- die Werse, für den Pegel Albersloh (3 259 000 000 100) mit einem Einzugsgebiet von 321,58 km<sup>2</sup> im Oberwasser
- die Angel, für den Pegel Wollbeck (3 289 100 000 100) mit einem Einzugsgebiet von 161,21 km<sup>2</sup> im Oberwasser
- der Ölbach, für den Pegel Verl (3 128 490 000 100) mit einem Einzugsgebiet von 53 km<sup>2</sup> im Oberwasser
- der Dalkebach, für den Pegel Avenwedde (3 125 000 000 100) mit einem Einzugsgebiet von 35 km<sup>2</sup> im Oberwasser
- die Lutter, für den Pegel Marienfeld (3 132 900 000 100) mit einem Einzugsgebiet von 133 km<sup>2</sup> im Oberwasser
- die Hessel, für den Pegel Mitte (3 169 000 000 100) mit einem Einzugsgebiet von 205 km<sup>2</sup> im Oberwasser.

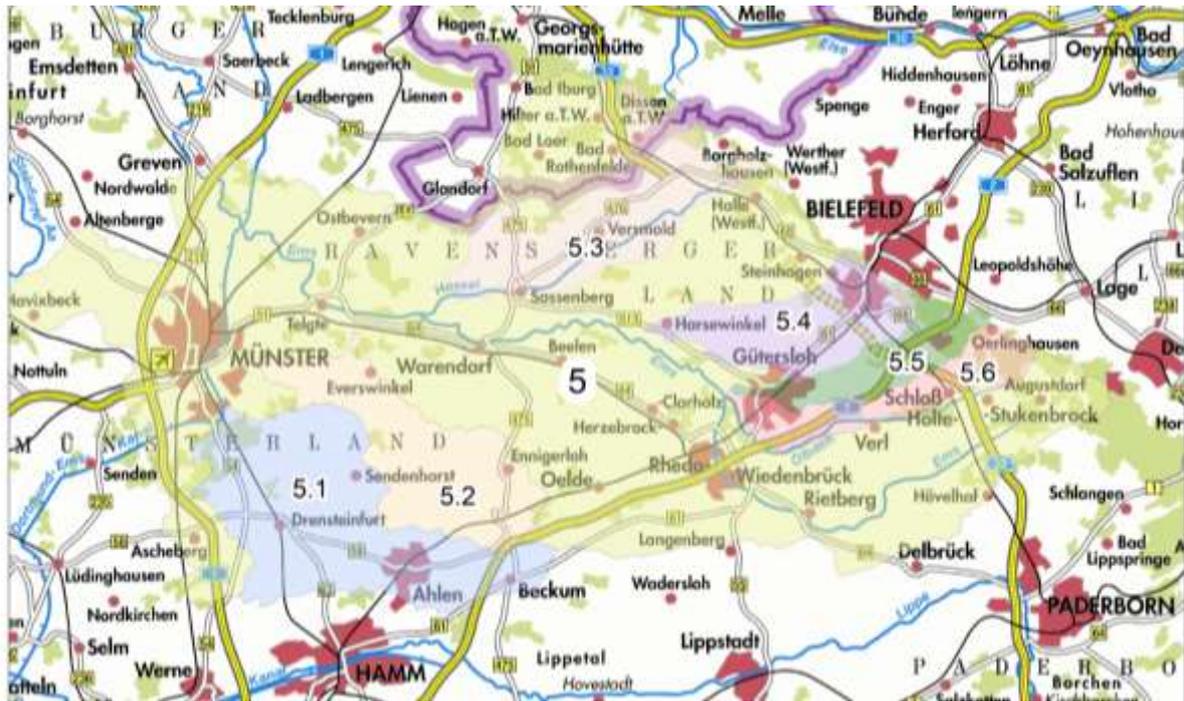


Bild 2: Einzugsgebiete der Nebengewässer der Ems

5. Einzugsgebiet Ems, 5.1. Einzugsgebiet Werse, 5.2. Einzugsgebiet Angel, 5.3 Einzugsgebiet Hessel, 5.4 Einzugsgebiet Lutter, 5.5 Einzugsgebiet Dalkebach, 5.6 Ölbach.

ausgewertet.

Tabelle eins

		Angaben zur Landnutzung in % Stand 2006 der Bezirksregierung Münster, unveröffentlicht 2017				
Summe der aggregierten Landnutzung	Landnutzungsart	Ems	Lippe	Dinkel	Vechte	Steinfurter Aa
	Durchgängige städtische Prägung	0,055	0,021	0,000	0,000	0,000
	Nicht durchgängige städtische Prägung	8,654	6,340	8,142	4,740	6,741
	Industrie- und Gewerbegebiet	1,499	0,871	0,482	0,903	0,000
	Straße und Eisenbahn	0,021	0,030	0,000	0,000	0,000
	Hafengebiet	0,017	0,000	0,000	0,000	0,000
	Flughafen	0,156	0,110	0,000	0,000	0,000
	Abbaufäche	0,241	0,611	0,000	0,000	0,000
	Deponien und Abraumhalden	0,029	0,013	0,000	0,000	0,000

	Baustelle	0,000	0,013	0,000	0,000	0,000
	Städtische Grünfläche	0,210	0,074	0,000	0,000	0,000
	Sport- und Freizeitanlage	0,418	0,199	0,000	0,000	0,000
	<b>Siedlung</b>	<b>11,300</b>	<b>8,283</b>	<b>8,623</b>	<b>5,642</b>	<b>6,741</b>
	nicht bewässertes Ackerland	60,466	50,754	71,968	77,663	76,152
	<b>Acker</b>	<b>60,466</b>	<b>50,754</b>	<b>71,968</b>	<b>77,663</b>	<b>76,152</b>
	Wiese und Weiden	3,501	8,979	3,220	0,175	0,370
	Komplexe Parzellenstruktur	9,288	5,219	7,174	4,746	4,695
	Landwirtschaft und natürliche Bodenbedeckung	4,250	1,400	3,869	4,697	4,637
	Natürliches Grünland	0,420	1,147	0,000	0,000	0,000
	<b>Grünland</b>	<b>17,459</b>	<b>16,746</b>	<b>14,264</b>	<b>9,619</b>	<b>9,702</b>
	Laubwald	3,721	11,831	2,351	2,945	5,558
	Nadelwald	4,319	8,596	1,256	0,000	1,217
	Mischwald	2,195	2,437	1,537	4,131	0,630
	Heiden und Moorheiden	0,093	0,660	0,000	0,000	0,000
	Wald, Strauch, Übergangsstadien	0,085	0,185	0,000	0,000	0,000
	Flächen mit spärlicher Vegetation	0,169	0,038	0,000	0,000	0,000
	Sümpfe	0,024	0,018	0,000	0,000	0,000
	Wasserflächen	0,167	0,454	0,000	0,000	0,000
	<b>Wälder</b>	<b>10,775</b>	<b>24,218</b>	<b>5,144</b>	<b>7,076</b>	<b>7,404</b>

Die Landnutzung in den Einzugsgebieten der Dinkel, Vechte und Steinfurter Aa ist als ähnlich zu bezeichnen. Die Differenz beträgt maximal 5 % voneinander. Dominiert wird die Landnutzung durch die des Ackerlandes mit mehr als 70 % sowie einem geringen Anteil von Wäldern und Siedlungsnutzung von jeweils kleiner 10%. Der resultierende Abfluss ist vor dem Hintergrund der Landnutzung miteinander vergleichbar. Die Landnutzung in den Einzugsgebieten der Ems und Lippe unterscheiden sich deutlich voneinander. Ähnlichkeiten zur Landnutzung in den weiteren Einzugsgebieten von Dinkel, Vechte und Steinfurter Aa sind nicht gegeben. Die Unterschiede bestehen vor allem im höheren Anteil der Nutzung als Siedlung sowie Wald und der deutlich geringeren Nutzung als Ackerland.

## Beschreibung der hydromorphologischen Verhältnisse in der Westfälischen Bucht

Die **Tabelle zwei** fasst die Ergebnisse für die Einzugsgebiete der Ems, der Lippe, der Steinfurter Aa, der Vechte sowie der Dinkel zusammen. Sie führt die in dem jeweiligen Deutschen Gewässerkundlichen Jahrbuch benannten Tage auf, an denen das jeweilige Gewässer bei zu Grunde legen der unteren Hüllkurve, oberen Hüllkurve sowie des mittleren Wertes statistisch trocken fallen würden, sofern die anthropogene Beeinflussung des Abflusses durch die Einleitung von geklärtem Abwasser entfallen würde. Für den Betrachtungszeitraum 2006 bis 2015 werden die Mittelwerte sowie die Maximalwerte angeführt. Tabelle eins führt die Landnutzung Stand 2006 in Prozent je Einzugsgebiet auf.

**Tabelle zwei**

Einzugsgebiet (Zeitspanne des Deutschen Gewässerkundlichen Jahrbuchs)	Anzahl der Tage an denen das Gewässer in Bezug auf das Deutsche Gewässerkundliche Jahrbuch trockenfällt			Anzahl der Tage an denen das Gewässer in der Zeitspanne von 2006 bis 2015 trocken fällt	
	Untere Hüllkurve	Mittlerer Wert	Obere Hüllkurve	Mittelwert	Maximalwert
Ems (1980-2016)	50-60	8	0	20	(64)
Lippe (1963-2016)	0	0	0	0	(0)
Vechte (1958-2015)	50	3	0	1	(11)
Steinfurter Aa (1979-2015)	110-120	25-30	0	15	(40)
Dinkel (1969-2016)	30	3	0	3	(9)

Im Vergleich der Aussagen des jeweiligen Deutschen Gewässerkundlichen Jahrbuchs mit den Ergebnissen der Betrachtung für den Zeitraum 2006 bis 2015 erscheinen die Aussagen vgl. Tabelle zwei plausibel.

Nach Grote (2018) fällt das linke Nebengewässer der Ems, die Werse, im Mittel an 88 Tagen und ihr Nebengewässer, die Angel, im Mittel an 72 Tagen trocken. Dies stellte eine deutliche Diskrepanz zur Tabelle eins dar. In der nachfolgenden **Tabelle drei** erfolgt analog zu **Tabelle zwei** ein Überblick über das Wasserdargebot in den Teileinzugsgebieten der Ems.

**Tabelle drei**

Einzugsgebiet (Zeitspanne des Deutschen Gewässerkundlichen Jahrbuchs)	Anzahl der Tagen an denen das Gewässer in Bezug auf das Deutsche Gewässerkundliche Jahrbuch trockenfällt			Anzahl der Tage an denen das Gewässer in der Zeitspanne von 2006 bis 2015 trocken fällt	
	Untere Hüllkurve	Mittlerer Wert	Obere Hüllkurve	Mittelwert	Maximalwert
linke Nebengewässer der Ems					
Werse (1960-2016)	150-183	70-80	0	88	(208)
Angel (1957-2016)	210-240	50-60	0	72	(198)
rechte Nebengewässer der Ems					
Ölbach (1968-2017)	15	2	0	2,7	(10)
Dalkebach (1968-2016)	0	0	0	0	(0)
Lutter (1994-2017)	1	1	0	2,3	(7)
Hessel (1970-2016)	6	1	0	0	(0)

**Tabelle vier** führt exemplarisch die Landnutzung in den Einzugsgebieten der Werse und Hessel an.

**Tabelle vier**

Angaben zur Landnutzung in % Stand 2006 der Bezirksregierung Münster, unveröffentlicht 2017				
Summe der aggregierten Landnutzung	Landnutzungsart	Werse		Hessel
	Durchgängig städtische Prägung	0,0		0,0
	Nicht durchgängige städtische Prägung	7,2		4,7
	Industrie- und Gewerbegebiet	1,3		0,6
	Straße und Eisenbahn	0,0		0,0
	Hafengebiet	0,0		0,0
	Flughafen	0,0		0,0
	Abbaufläche	0,9		0,1
	Deponien und Abraumhalden	0,1		0,0
	Baustelle	0,0		0,0
	Städtische Grünfläche	0,3		0,0
	Sport- und Freizeitanlage	0,0		1,1

<b>Siedlung</b>		<b>9,864</b>	<b>6,533</b>
	nicht bewässertes Ackerland	73,4	73,6
<b>Acker</b>		<b>73,396</b>	<b>73,617</b>
	Wiese und Weiden	2,7	3,5
	Komplexe Parzellenstruktur	6,0	5,4
	Landwirtschaft und natürliche Bodenbedeckung	1,7	3,0
	Natürliches Grünland	0,0	0,0
<b>Grünland</b>		<b>10,403</b>	<b>11,937</b>
	Laubwald	4,6	1,0
	Nadelwald	0,4	4,5
	Mischwald	1,3	2,4
	Heiden und Moorheiden	0,0	0,0
	Wald, Strauch, Übergangsstadien	0,0	0,0
	Flächen mit spärlicher Vegetation	0,0	0,0
	Sümpfe	0,0	0,0
	Wasserflächen	0,0	0,0
<b>Wälder</b>		<b>6,337</b>	<b>7,913</b>

Die Landnutzung des jeweiligen Teileinzugsgebietes der Nebengewässer der Ems, s. Tabelle vier, weicht lediglich geringfügig, maximal 3,3 % voneinander ab. Die Landnutzung ist weiterhin mit der in den Einzugsgebieten der Dinkel, Vechte und Steinfurter Aa vergleichbar. Die ähnliche/vergleichbare Landnutzung der Nebengewässer der Ems sowie den Einzugsgebieten der Dinkel, Vechte und Steinfurter Aa, deutet darauf hin dass diese nicht ursächlich für den stark differierenden resultierenden Abfluss verantwortlich sind. Maßgebliche Bedeutung könnte ggf. dem lokalen Niederschlag, den Bodenverhältnissen u. ä. zukommen.

### **Beschreibung des Abflussverhaltens**

Den nachfolgenden Beschreibungen ist stark vereinfacht, ihr liegt der Betrachtungszeitraum von 2006 bis 2015 zugrunde.

#### Lippe

Die Lippe weist eine klassische Verteilung des Wasserdargebotes auf. Das höchste Wasserdargebot herrscht im November und Dezember sowie im Januar und Februar vor. Im Sommer herrschen die niedrigsten Wasserstände vor, diese werden vereinzelt durch erhöhte Abflüsse unterbrochen. Die Amplitude dieser erhöhten Abflüsse reicht nicht an die Maximalamplitude im Winter heran. Im Vergleich mit

einem mittleren Abfluss, der statistisch an 30 Tagen nicht unterschritten wird, beträgt die Einleitmenge von geklärtem kommunalem Abwasser 16,30%.

#### Vechte

Die Vechte weist von Mitte Januar bis Mitte März sowie im November bis Dezember das größte Wasserdargebot auf. Im Sommer herrschen niedrige Abflüsse vor, welche nur für wenige Tage von erhöhten Abflüssen unterbrochen werden. Diese erreichen die Maximalamplitude des Wasserdargebotes im Winter. Im Vergleich mit einem mittleren Abfluss, der statistisch an 30 Tagen nicht unterschritten wird, beträgt die Einleitmenge von geklärtem kommunalem Abwasser 42,51%.

#### Steinfurter Aa

Die Steinfurter Aa weist von Mitte November bis Dezember sowie im Januar und Februar das größte Wasserdargebot auf. Im Sommer herrschen niedrige Abflüsse vor, diese werden z.T. von kurzen Sommerhochwässern im Juli bis September unterbrochen. Im Vergleich zu ihrem Nebengewässer, der Vechte, ist das Wasserdargebot im Sommer deutlich geringer. Die kurzen Episoden mit erhöhten Abflüssen weisen jedoch eine höhere Abflussspitze wie die der Vechte auf. Diese erreicht die Maximalamplitude des Wasserdargebotes im Winter. Im Vergleich mit einem mittleren Abfluss, der statistisch an 30 Tagen nicht unterschritten wird, beträgt die Einleitmenge von geklärtem kommunalem Abwasser 97,26%.

#### Dinkel

Die Dinkel fällt im Mittel an drei Tagen, vorwiegend in Sommer oder Spätsommer, trocken. Hierbei handelt es sich um einzelne Tage. Im Vergleich mit einem mittleren Abfluss, der statistisch an 30 Tagen nicht unterschritten wird, beträgt die Einleitmenge von geklärtem kommunalem Abwasser 30,38%.

#### **Ems**

Die Ems fällt im Mittel an 20 Tagen trocken. Das Trockenfallen erfolgt im Hoch- oder Spätsommer. In den meisten Fällen setzt es gegen Ende Juli ein und hat seinen mehrwöchigen Schwerpunkt im August. In besonders trockenen Jahren reicht diese Phase bis in den September. Im Allgemeinen weist die Ems die höchsten Abflüsse von Anfang bis Mitte Januar bis Mitte März auf. Selten reichen diese bis in den April. Bei 50% der betrachteten Jahre weist die Ems für wenige Tage größere Hochwasser in Februar oder März auf. Bei rd. 40 % der betrachteten Jahre kommt es ebenfalls von Mitte November bis Ende Dezember zu hohen Abflüssen. Bei 30 % der betrachteten Jahre kommt es zu kurzen

erwähnenswerten Hochwässern im August oder September. Im restlichen Jahr sind deutlich geringere Abflüsse zu beobachten. Im Sommer wird das Abflussverhalten der Ems von niedrigen Abflüssen dominiert. Tendenziell weist sie häufiger kurzzeitig erhöhte Abflüsse in der ersten Jahreshälfte auf, die rd.  $\frac{1}{4}$  der Maximalamplitude des Winters erreichen. Sie erreicht dann die Maximalamplitude des Wasserdargebotes des Frühlings und Winter. Weiterhin zeigt sich, dass die linken Nebengewässer der Ems durch ein langes Trockenfallen gekennzeichnet sind. Hervorzuheben ist, dass sich die Wese mit einem Einzugsgebiet von 321,58 km<sup>2</sup> im Oberwasser und die Angel mit einem Einzugsgebiet 161,21 km<sup>2</sup> im Oberwasser ähnlich verhalten. Die rechten Nebengewässer der Ems fallen nur an vereinzelt Tagen trocken. Aus der unten folgenden Kurzbeschreibung ist zu entnehmen, dass die rechten Nebengewässer der Ems unterschiedliche Neigungen im Frühjahr und Frühsommer bzw. Herbst für erhöhte Abflüsse im Betrachtungszeitraum vom 2006 bis 2015 aufweisen. Aus diesem Zusammenspiel der unterschiedlichen rechten Nebengewässer ergibt sich für den Pegel Greven (3 331 000 000 100) eine Reduktion des Trockenfallens.

Im Vergleich mit einem mittleren Abfluss, der statistisch an 30 Tagen nicht unterschritten wird, beträgt die Einleitmenge von geklärtem kommunalem Abwasser 66,86%.

### **Rechte Emszuflüsse**

#### Hessel

Die Hessel weist von Anfang Januar bis maximal Mitte März und von Mitte November bis Ende Dezember das hohe Wasserdargebot auf. Überwiegend kommt es von Mitte März bis Mitte Juni zu kurzen erhöhten Abflüssen an wenigen Tagen. Selten treten kurze Sommerhochwässer in der Zeit von Mitte Juli bis Anfang September auf. Im Vergleich mit einem mittleren Abfluss, der statistisch an 30 Tagen nicht unterschritten wird, beträgt die Einleitmenge von geklärtem kommunalem Abwasser 29,11%.

#### Ölbach

Der Ölbach weist im Januar bis Februar, selten bis in den März das höchste Wasserdargebot auf sowie von Mitte November bis Ende Dezember. Ähnlich wie der Dahlebach folgen hier zum Teil mehrere Hochwasserereignisse aufeinander. Mitte Mai bis Anfang Juni sowie im Hochsommer von Mitte August bis September treten häufig kurze (ca. 14 tägige) Sommerhochwässer auf. Im Vergleich mit einem mittleren Abfluss, der statistisch an 30 Tagen nicht unterschritten wird, beträgt die Einleitmenge von geklärtem kommunalem Abwasser 44,35%.

## Lutter

Die Lutter weist im das höchste Wasserdargebot von Januar bis Mitte März sowie im Dezember auf. Im Mai bzw. Juni und Juli bzw. August wird ihr Abfluss von kurzen Sommerhochwässern überprägt. Im Vergleich mit einem mittleren Abfluss, der statistisch an 30 Tagen nicht unterschritten wird, beträgt die Einleitmenge von geklärtem kommunalem Abwasser 46,00 %.

## Dalkebach

Der Abfluss des Dalkbachs wird im Allgemeinen von mehreren erhöhten Abflüssen von Mitte Januar bis Mitte März geprägt. Regelmäßig treten kurzfristig erhöhte Abflüsse von Juni bis August auf. Im Vergleich mit einem mittleren Abfluss, der statistisch an 30 Tagen nicht unterschritten wird, beträgt die Einleitmenge von geklärtem kommunalem Abwasser 23,39%.

## **Linke Emszuflüsse**

### Werse und Angel

Die Werse fällt im Mittel an 88 Tagen trocken. Die Trockenheit erstreckt sich vom Frühling bis Herbst und hat ihren Schwerpunkt im Sommer. Gleiches trifft auf die Angel zu. Für einzelne Tage wird die mehrwöchige Trockenheit unregelmäßig unterbrochen. Im Vergleich mit einem mittleren Abfluss, der statistisch an 30 Tagen nicht unterschritten wird, beträgt die Einleitmenge von geklärtem kommunalem Abwasser an der Werse 153,18% und an der Angel 131,52 %.

## **Einordnung**

Es soll ein erster Trend aufgezeigt werden, ob die Oberflächengewässer in der Westfälischen Bucht unter Berücksichtigung der aktuellen Landnutzung und ohne anthropogene Überformung des Wasserdargebotes permanent oder episodisch wasserführend sind und ob sie durch Niedrigwasserphasen geprägt werden. Im Rahmen von weiteren Betrachtungen ist zu hinterfragen, welche Bedeutung sich für die aktuelle Bewertungs- und Planungspraxis der EG WRRL ergibt.

## **Diskussion**

Die zuvor geführte Betrachtung des Wasserdargebots zeigt, dass die Oberflächengewässer in der Westfälischen Bucht bis auf Lippe und Ems nur an wenigen Tagen trockenfallen. Es wird vermutet, dass sie in einem naturnäheren Zustand durch das Niedrigwasser im Sommer in ihrer Morphologie und Ökologie geprägt sind. Nach Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (2002) beträgt die jährliche Verdunstung in Relation Grünland von Mais rd. 82%, von Grasbrache rd. 88%, von Wintergerste rd. 92%, von alten Buchen- und Eichenwald rd. 110%, von Buschbrachen rd. 112% und von mittelaltem Fichtenwald rd. 135%. Um einen potenziell natürlicheren ökologischen Zustand bzw. ein Leitbild als Grundlage zur Bewertung abzuleiten, ist eine vertiefende Betrachtung erforderlich.

Aus der Betrachtung der Landnutzung zeigt sich, dass diese maximal um 5% bei der Dinkel, Vechte, Steinfurter Aa, Werse und Hessel voneinander abweichen. Eine direkte Kopplung zwischen Landnutzung und Abflussverhalten scheint nicht zu bestehen.

Es wird vermutet, dass die Oberflächengewässer in der Westfälischen Bucht in einem naturnäheren Zustand durch niedrigere Abflüsse bzw. Trockenfallen im Sommer geprägt werden und hierdurch in ihrer Artenzusammensetzung im Vergleich zu dem aktuellen Leitbild verändert wären. Eine besondere Stellung nimmt das Einzugsgebiet der Ems ein.

## **Diskussion Ems**

Aus der Betrachtung des geologischen Untergrundes der Ems ist zu entnehmen, dass dieser im Einzugsgebiet der linken Nebengewässer der Ems vor allem aus Sanden mit geringen Anteilen an feinen Fraktionen wie Löss oder Lehm besteht. Die Quellbereiche der rechten Nebengewässer der Ems befinden sich hingegen in der Wasserscheide zur Weser, in einem vom Löss und Lehm geprägten bzw. dominierten Untergrund. Bei der Betrachtung der Jahresniederschläge zeigt sich zudem, dass im Einzugsgebiet der linken Nebengewässer der Ems rd. 200 mm weniger Niederschlag fällt. Es wird vermutet, dass das Trockenfallen der Ems sowie ihre Niedrigwasserprägung durch den geologischen Untergrund bzw. die Bodenart und seinem Puffervermögen von Niederschlägen sowie dem geringeren Jahresniederschlag verursacht wird. Im Allgemeinen nimmt in der Westfälischen Bucht der Anteil der feinen Bodenfraktion stetig zu. Zudem nimmt der Jahresniederschlag um rd. 200 mm zu.

## **Ausblick**

Es wird angenommen, dass dieses Zusammenwirken der zuvor genannten Faktoren zu dem Wasserdargebot im Einzugsgebiet der Ems führen. Es scheint sich bei dem hier beschriebenen potenziellen natürlicheren Wasserdargebot nicht um ein lokales Phänomen im Münsterland zu handeln, sondern um eine Fragestellung, die auch in weiteren Naturräumen mit ähnlichen Ausgangssituationen vorzufinden sein könnten, zu nennen ist hier u.a. das Norddeutsche Tiefland sowie die ostdeutschen Bördelandschaften.

Eine exakte Betrachtung des potenziell natürlicheren Wasserdargebotes ist bei der Ableitung von Leitbildern als Grundlage von Bewertungsverfahren und Planungszielen zur Umsetzung der EG WRRL zu berücksichtigen. Zugleich zeigt es auf, dass die maßgebliche anthropogene Überformung nicht die Morphologie sondern die Veränderungen in der Hydromorphologie, dem Wasserdargebot, im Sinne der EG WRRL zu sehen ist. Im Rahmen der Revision der EG WRRL sollte dies, soweit es sich bei weiteren Betrachtungen bestätigt, Berücksichtigung finden.

Bei der Bewertung des ökologischen Zustandes ist ein besonderes Augenmerk auf die Auswirkungen der zeitlichen Verteilung des jeweiligen Abflusses, hier dem potenziellen Trockenfallen, sowie die potenziellen Wechselwirkungen mit dem Grundwasser an dem jeweiligen Gewässer zu legen. Die Betrachtungsergebnisse für die linken Nebengewässer der Ems lassen die Vermutung zu, dass diese frei von adulten Großfischen wären, jedoch eine hohe Bedeutung als Reproduktionshabitat für die Artengruppe der Amphibien und Ähnliche haben können. Auch dies sollte Eingang in die Bewertung des ökologischen Zustandes finden.

Erst bei einem Trockenfallen eines Gewässers von mehreren Tagen bis Wochen in der Aktivitätsphase der jeweiligen Tiergruppe können die potenziellen Auswirkungen unterstellt und beschrieben werden. Bei dem Trockenfallen von nur wenigen Tagen kommt ggf. den Austauschprozessen mit dem anstehenden Boden, dem Stau-, Schichten- und Grundwasser eine besondere Bedeutung zu.

## **6 Dritter Artikel:**

### **Anwendung des Konzeptes der hydromorphologischen- ökologischen Aue am Beispiel Ems, Werse und Hessel**

Der Artikel „Anwendung des Konzeptes der hydromorphologischen-ökologischen Aue am Beispiel der Ems, Werse und Hessel“ ist im Dezember 2018 bei der WasserWirtschaft, Springer Vieweg Verlag zur Veröffentlichung eingereicht worden.



## **Anwendung des Konzeptes der hydromorphologischen-ökologischen Aue am Beispiel Ems, Werse und Hessel**

Based on the concept of the hydromorphological-ecological floodplain, a model for the Ems, Werse and Hessel catchment areas will be developed. The concept of the hydromorphological-ecological floodplain is intended to postprecise the existing patterns of suffering. The spatial and temporal distribution of the surface water and groundwater as well as the exchange processes with the groundwater and the resulting effects on the chemical-physical parameters of the surface water are decisive.

Beruhend auf dem Konzept der hydromorphologischen-ökologischen Aue wird für das Einzugsgebiet der Ems ein Leitbild für Ems, Werse und Hessel entwickelt. Es erfolgt eine Nachpräzisierung der bestehenden Leitbilder. Maßgeblich sind die räumliche und zeitliche Verteilung des Oberflächen- und Grundwassers sowie die Austauschprozesse mit dem Grundwasser und der hieraus resultierenden Auswirkungen auf die physikalisch-chemischen Parameter des Oberflächengewässers.

Auf Grundlage der bestehenden Leitbilder des LANUV NRW (2003), der Beschreibung des UBA (2008 A), den Pegelraten des LANUV NRW sowie der entwickelten Variantenbetrachtungen wird beruhend auf dem Konzept der hydromorphologischen-ökologischen Aue für das Einzugsgebiet der Ems sowie beispielhaft und stellvertretend für zwei ihrer Nebengewässer am Beispiel Hessel und Werse und deren Teileinzugsgebieten ein Leitbild entwickelt.

Bei der Nachpräzisierung der Betrachtungen der hydromorphologischen Verhältnisse in der Westfälischen Bucht, hier im Einzugsgebiet der Ems, zeigten sich die Besonderheiten in den hydromorphologischen Verhältnissen bei der räumlichen und zeitlichen Abflussverteilung. So fällt die Werse regelmäßig für längere Perioden trocken, die Hessel ist permanent wasserführend.

Kern bilden hier:

- Die hydromorphologischen Verhältnisse ohne die Niedrigwasserstützung durch die Einleitung von geklärtem kommunalem Abwasser sowie
- Variantenbetrachtungen zur Landnutzung.

## Zielsetzung:

Anhand der bestehenden Pegeldaten des LANUV NRW (LANUV NRW (2017 A,AA bis P,PP)), nach Abzug der Niedrigwasserstützung durch die kommunale Einleitung von geklärten Abwässern LANUV NRW (2017 ZI und ZJ) wird auf Grundlage der Zeitperiode vom 01.01.2006 bis 30.12.2015 LANUV NRW (2017 B, BB, D, DD, G, GG, L, LL, M, MM, N, NN, O, OO und P, PP) durch die Berechnung von vier Varianten (0%- ,33,3%-, 66,6%- und 100%-Waldanteil) ein Trend aufgezeigt, wie sich das hydromorphologische Verhalten der Ems und ihrer Nebengewässer bei einer naturnäheren/abweichenden Landnutzung verändern würde.

Diese Betrachtung erfolgt auf Grundlage der allgemeinen Wasserhaushaltsgleichung. Nach Vischer, Hubert (2002) wird die Wasserhaushaltsgleichung für einen längeren Zeitraum als  $N = A + V$  beschrieben. Hierbei ist  $N$  = Niederschlag,  $A$  = Abfluss und  $V$  = Verdunstung.  $V$  kann hier dann weiter zu  $V = ET + T$  aufgelöst werden, wobei  $ET$  = Evapotranspiration und  $T$  = Transpiration entspricht.

Die Bundesanstalt für Gewässerkunde (2003) führt ebenfalls aus, dass  $R = P_{kor} - ET_a$  ergibt, wobei  $R$  = Mittelwert der Gesamtabflusses,  $P_{kor}$  = korrigierter Niederschlag und  $ET_a$  = der tatsächlichen Verdunstung entspricht.

Zu berücksichtigen ist, dass der gewählte, stark vereinfachte Ansatz methodische und datenstrukturelle Ungenauigkeiten sowie Erkenntnislücken, hier das Fehlen von Daten für das Einzugsgebiet der Ems, hat. Es liegen für mehr als 98% des Einzugsgebietes die erforderlichen Daten vor. Da keine signifikanten Änderungen zu erwarten sind, erfolgt die Betrachtung und wird verallgemeinert auf das gesamte Einzugsgebiet der Ems übertragen.

Neben diesen Ungenauigkeiten können die Ergebnisse immer nur die Qualität der Eingangsdaten wiedergeben. Die Daten wurden vom LANUV NRW geprüft – eine erneute Prüfung durch den Autor erfolgte nicht.

Nicht betrachtet werden u.a. das Bodenpuffervermögen, die reale Verdunstung, die Reduktion des Abflusses durch Austausch mit den angrenzenden Bodenschichten, Wasserentnahme, Puffervermögen/Abflussstützung durch Teiche, Blänken in der Aue usw..

Die Ausgangssituation der Abflüsse wird durch die Flächennutzung im jeweiligen Einzugsgebiet/Landnutzung Stand 2006 Bezirksregierung Münster (2017), dem Abfluss aus dem Oberwasser des jeweiligen Pegels des entsprechenden Jahres sowie die in LANUV NRW (2017 ZI und ZJ) ermittelten Einleitmengen von geklärtem kommunalem Abwasser beschrieben.

Bei einem Pegel handelt es sich um einen gleichförmigen, ausgebauten Gewässerabschnitt, um so einen uniformen, exakten und gleichförmigen Abfluss sicherzustellen/zu ermöglichen. Pegel zeigen für das im Oberwasser befindliche Einzugsgebiet den u. a. aus dem Niederschlag, der Flächennutzung, der Wasserentnahme und der Einleitung usw. resultierenden Abfluss auf.

Der Abfluss des Pegels für die Zeitperiode 01.01.2006 bis 31.12.2015, ohne die Beeinflussung durch die Einleitung von geklärtem kommunalen Abwasser sowie die Landnutzung im dem jeweiligen Einzugs-/Teileinzugsgebiet, bilden die Variante 0. Durch Bildung von Faktoren wurden die Grundlagen der jeweiligen Nutzungsänderung für die Pegeldata des LANUV ermittelt.

Folgende Varianten wurden betrachtet:

Variante 1: 0 % Wald und 99,9 % Grünland

Variante 2: 33,3 Wald und 66,6 % Grünland

Variante 3: 66,6 % Wald und 33,3, % Grünland

Variante 4: 99,9 % Wald und 0 % Grünland.

Die Betrachtung erfolgte für:

- Ems Pegel Greven, Pegel Nr. 3 331 000 000 100
- Ems Pegel Einen, Pegel Nr. 3 171 000 000 100
- Ems Pegel Rheda, Pegel Nr. 3 119 000 000 200
- Ems Pegel Steinhorst, Pegel Nr. 3 113 000 000 100
- Werse Pegel Albersloh, Pegel Nr. 3 259 000 000 100
- Werse Pegel Ahlen, Pegel Nr. 3 211 000 000 300
- Hessel Pegel Milte, Pegel Nr. 3 169 000 000 100
- Hessel Pegel Versmold, Pegel Nr. 3 166 000 000 100

Nach Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (2002) beträgt die jährliche Verdunstung in Relation von Grünland zu alten Buchen- und Eichenwald rd. 110%, zu Buschbrachen rd. 112% und zu mittelaltem Fichtenwald rd. 135%. Durch die Variantenbetrachtung soll der maximale Unterschied dargestellt werden. Die nachfolgende Tabelle gibt einen ersten Überblick zu der prozentualen Veränderung des Abflusses.

Varianten Landnutz- Ung	Ems Pegel Greven	Ems Pegel Einen	Ems Pegel Rheda	Ems Pegel Steinhorst	Werse Pegel Albersloh	Werse Pegel Ahlen	Hessel Pegel Milte	Hessel Pegel Versmold
Einzugs-gebiet in km <sup>2</sup>	2.842	1485	342	38	321	46	204	66
% der Abflussmenge gegenüber der Landnutzung Stand 2006								
1. 0 % Wald	76,07	77,73	82,93	91,55	74,82	49,85	80,06	85,13
2. 33,3 % Wald	72,40	74,12	79,47	88,33	71,12	45,40	75,39	81,17
3. 66,6 % Wald	67,49	69,27	74,83	84,04	66,16	39,46	70,59	77,18
4. 99,9 % Wald	61,33	64,44	70,12	79,75	59,94	33,51	65,67	72,63

Basierend auf dieser Betrachtung werden das hydromorphologische Verhalten sowie die biologischen Komponenten betrachtet und, sofern möglich, eine entsprechende Artengemeinschaft beschrieben. Zur Visualisierung der statistischen Auswertungen wurden folgende Graphen und Tabellen erstellt:

1. **Minimum Abflusskurve (Q min):** Darstellung des Minimum Abflusses der Zeitperiode 2006 bis 2015
2. Anhand der Tabelle zu den Minimumswerten für die Zeitperiode von 2006 bis 2016 werden die Tage dargestellt, an denen das Gewässer in dem jeweiligen Jahr der realen Pegeldata des LANUV NRW nach Abzug der Niedrigwasserstützung durch die Einleitung von geklärten kommunalen Abwasser keinen Abfluss aufweist
3. **Mittlere Abflusskurve (MQ):** Darstellung des mittleren Abfluss je Variante und Pegel für die Zeitperiode 2006 bis 2015
4. **Mittlere Dauerlinie:** Darstellung des mittleren Abflusses für die Zeitperiode 2006 bis 2016 sowie
5. **Q30/Q330:** Darstellung des  $Q_{30}$  und  $Q_{330}$  der mittleren Abflusswerte.

Zu hinterfragen ist, welche Veränderung - die der hydromorphologischen Verhältnissen im Sinn der EG WRRL oder die der Morphologie – die maßgebliche Bedeutung für den guten Zustand eines Fließgewässers im Sinn der EG WRRL hat.

<b>Leitbild Einzugsgebiet Obere Ems</b>	
Administrative Daten	Lage: NRW
	Naturraum: Westfälische Bucht
	Länge: rd. 111,5 km
	Größe: 3.100 km <sup>2</sup>
	GWKZ: 3
	Gewässertyp NRW Typ 15
Geologischer Untergrund/Glaziale Formen-sprache	Teil des Zechstein Meeres  Endmoräne, Sander, Urstromtäler
Hauptsubstrat/Bodenart	Sand
Jahresniederschlag	500 – 700 mm
Karte  Legende: Das schwarze Dreieck stellt die Lage des Pegels dar.  Schwarze Schrift mit weißem Rand ist die Bezeichnung des Pegels.  In grün ist das Einzugsgebiet der Ems dargestellt.  In blau ist der jeweilige Gewässerverlauf dargestellt	
Hydromorphologische Verhältnisse/ Abflussverteilung	<p><b>Kurzbeschreibung Abflussverhalten</b></p> <p>Die Ems weist von Januar bis März sowie im Dezember an allen betrachteten Pegel den größten Abfluss auf (vgl. nachfolgende Graphen). In den Sommermonaten wird sie durch Niedrigwasser geprägt.</p> <p>Die Ems unterhalb des Pegels Rheda wird deutlich von den Niedrigwasserphasen beeinflusst. Mit steigender Entfernung zur Quelle nimmt die Neigung zum Trockenfallen und die Niedrigwasserprägung zu.</p>

Die Variantenbetrachtung zeigt, dass die Ems ab dem Pegel Eiden im Mittel der Varianten 1 bis 4 an 55 Tagen für mindestens einen Messinterwall im Sommer trocken fällt. Oberhalb des Pegels Eiden ist die Ems selbst bei der Betrachtung der Minimumsabflusswerte permanent wasserführend.

### Hydraulische Belastung

Aus der Betrachtung des  $Q_{30}$  bis  $Q_{330}$  Abfluss am Pegel Greven zeigt sich in der 0 Variante ein Faktor von 4,23. Aus der Variantenbetrachtung für den Pegel Greven ergibt sich ein Faktor von 6,22. Aktuell erfolgt eine Erhöhung der hydraulischen Belastungen im Vergleich mit natürlichen Verhältnissen.

Am Pegel Rheda zeigt sich in der 0 Variante ein Faktor von 10,75. Aus der Variantenbetrachtung ergibt sich ein Faktor von 4,22. Für den Pegel Rheda erfolgt aktuell eine Reduktion der hydraulischen Belastungen/natürlichen Verhältnisse.

Am Pegel Steinhorst zeigt sich in der 0 Variante ein Faktor von 3,49. Aus der Variantenbetrachtung ergibt sich ein Faktor von 2,34. Für den Pegel Steinhorst erfolgt aktuell eine Reduktion der hydraulischen Belastungen/natürlichen Verhältnisse.

In den nachfolgenden Tabellen wird die Anzahl der Tage angeführt, an denen die Ems an dem genannten Pegel bei den zugrunde gelegten 15 min Messwerten nach Abzug der Einleitung des geklärten kommunalen Abwassers für mindestens ein Messinterwall keinen Abfluss führt.

### Pegel Greven

Jahr	aktuell	v1	v2	v3	v4
2006	0	35	42	57	68
2007	0	0	0	0	0
2008	0	2	8	15	22
2009	27	81	87	101	107
2010	8	54	57	58	64
2011	0	49	58	85	114
2012	42	66	76	82	94
2013	53	76	81	90	100
2014	0	22	28	46	55

2015	9	44	49	59	67
Tage trocken	20	42,9	48,6	59,3	69,1
Tage trocken	20	43	49	59	69

### Pegel Einen

Jahr	aktuell	v1	v2	v3	v4
2006	0	0	0	1	1
2007	0	0	0	0	0
2008	0	1	2	2	3
2009	0	5	19	33	43
2010	19	34	39	44	44
2011	4	13	28	38	38
2012	8	30	39	46	46
2013	0	13	13	27	27
2014	0	0	0	0	0
2015	1	2	3	4	4
Tage trocken	3,2	9,8	14,3	19,5	20,6
Tage trocken	3	10	14	20	21

### Pegel Rheda

Jahr	aktuell	v1	v2	v3	v4
2006	0	0	0	0	0
2007	0	0	0	0	0
2008	0	0	0	0	0
2009	0	0	0	0	0
2010	0	0	0	0	0
2011	0	0	0	0	0
2012	0	0	0	0	0
2013	0	0	0	0	0
2014	0	0	0	0	0
2015	0	0	0	0	0
Tage trocken	0	0	0	0	0
Tage trocken	0	0	0	0	0

### Pegel Steinhorst

Jahr	aktuell	v1	v2	v3	v4
2006	0	0	0	0	0
2007	0	0	0	0	0
2008	0	0	0	0	0
2009	0	0	0	0	0
2010	0	0	0	0	0
2011	0	0	0	0	0
2012	0	0	0	0	0

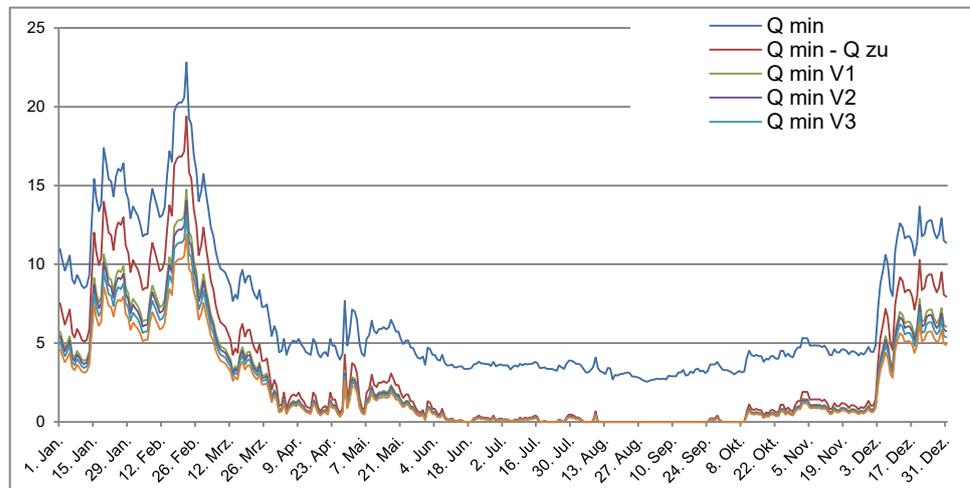
2013	0	0	0	0	0
2014	0	0	0	0	0
2015	0	0	0	0	0
Tage trocken	0	0	0	0	0
Tage trocken	0	0	0	0	0

### Minimum Abflusskurve des Zeitraumes 2006 bis 2015

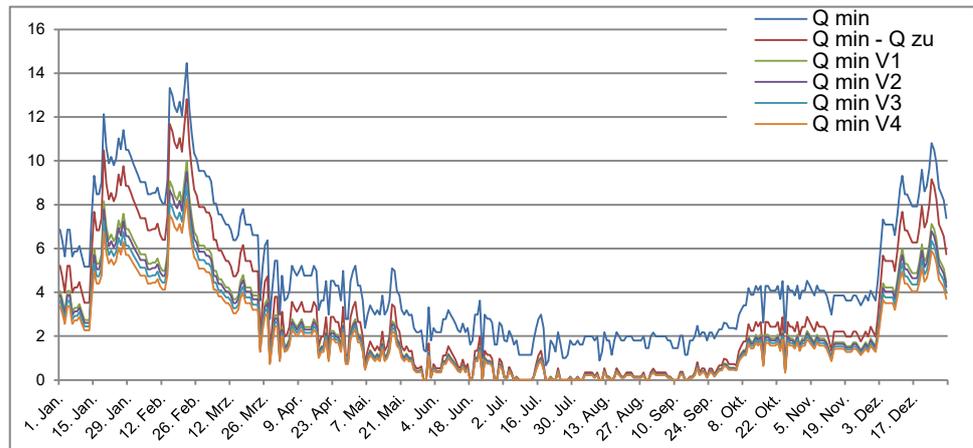
Die nachfolgenden Graphen stellen den Minimumsabfluss (Q min) für das jeweilige Jahr, des zuvor genannten Pegels, bei dem zugrunde gelegt 15 min Messwerten dar.

Der Wert min stellt die gemessenen Minimumswerte je Tag dar. Der Wert „Q min – Q zu“ stellt die gemessenen Minimumswerte nach Abzug der Beeinflussung durch die Einleitung von geklärtem kommunalem Abwasser dar. Unter den Bezeichnung Q min V 1 bis V4 wird die jeweilige Variante sowie der Anteil des Wertes von „min – Q zu“ dargestellt.

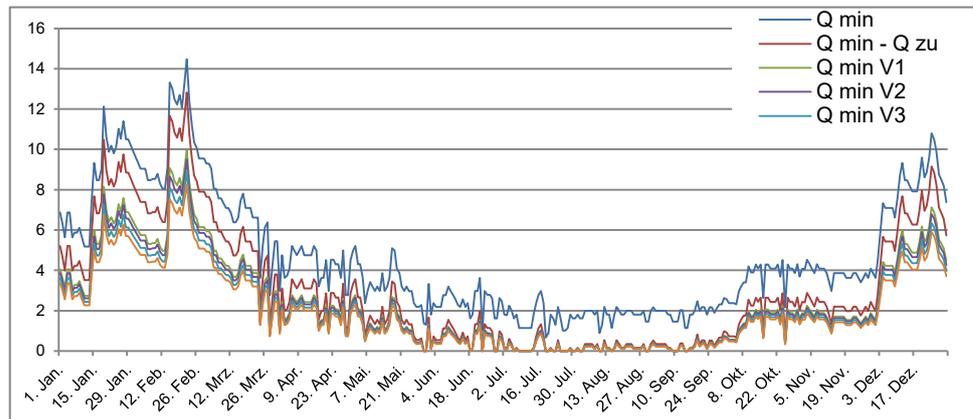
### Pegel Greven



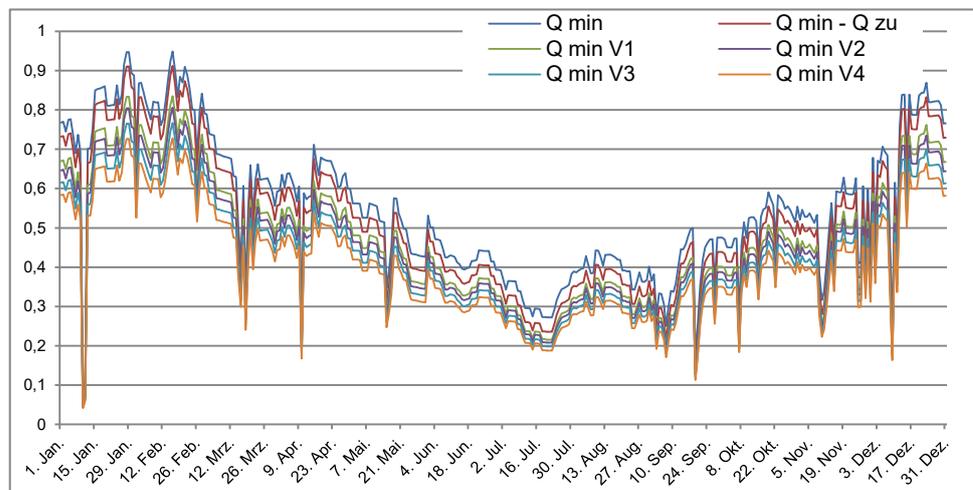
### Pegel Einen



### Pegel Rheda



### Pegel Steinhorst

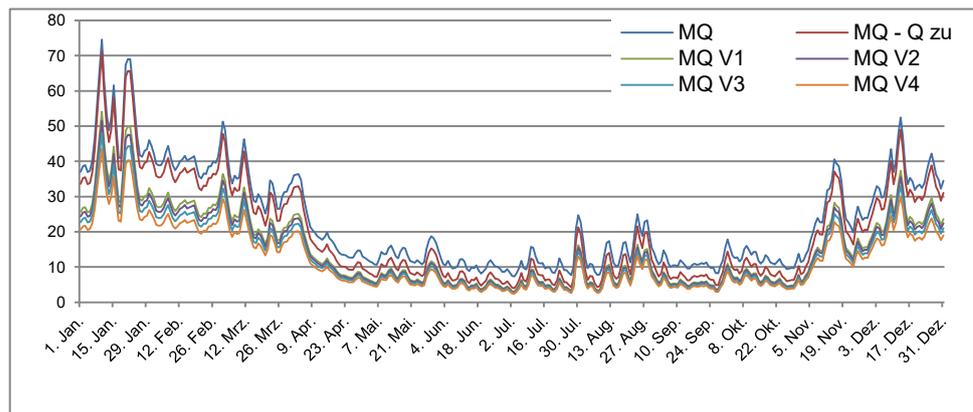


## Mittlere Abflusskurve des Zeitraumes 2006 bis 2015

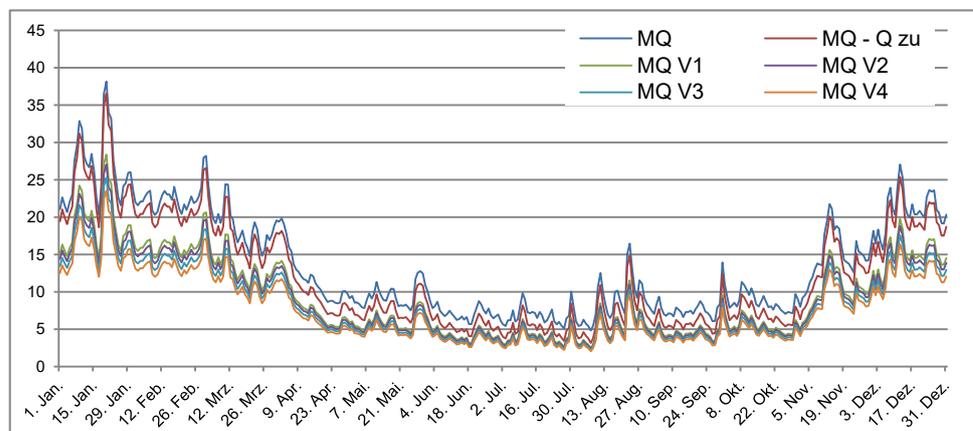
Die nachfolgenden Graphen stellen den mittleren Abfluss für die Zeitperiode von 2006 bis 2015 des zuvor genannten Pegels bei dem zugrunde gelegten 15 min Messwerten dar.

Der Wert MQ stellt den ermittelten Mittelwert des 10-jährigen Betrachtungszeitraumes je Tag dar. Der Wert „MQ – Q zu“ stellt den ermittelten Mittelwert des 10-jährigen Betrachtungszeitraumes nach Abzug der Beeinflussung durch die Einleitung von geklärtem kommunalem Abwasser dar. Unter den Bezeichnung MQ V 1 bis MQ V 4 wird die jeweilige Variante sowie der Anteil des Wertes von „MQ – Q zu“ dargestellt.

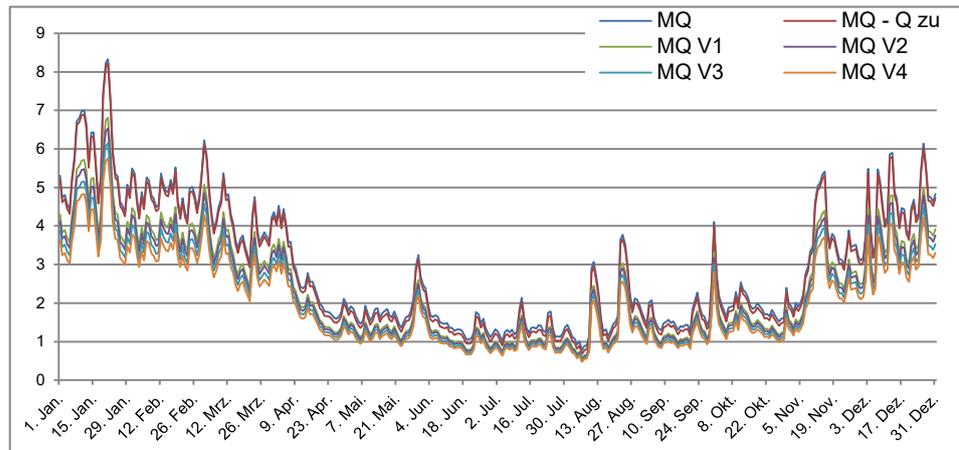
### Pegel Greven



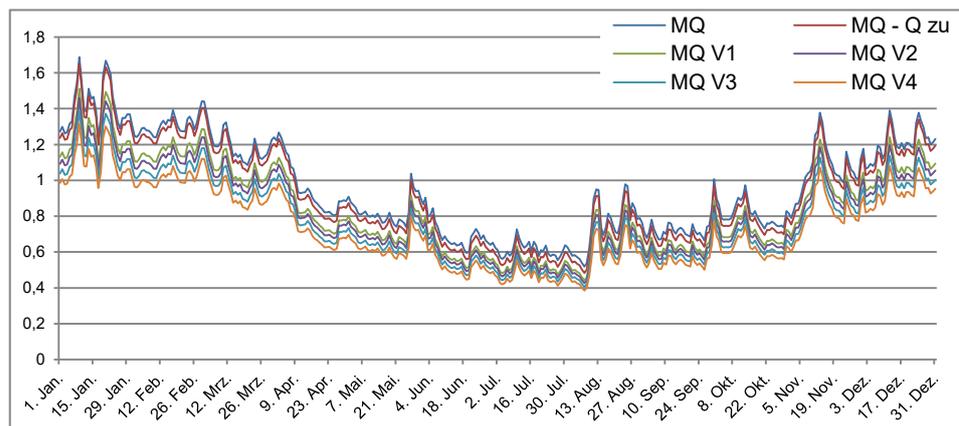
### Pegel Einen



## Pegel Rheda



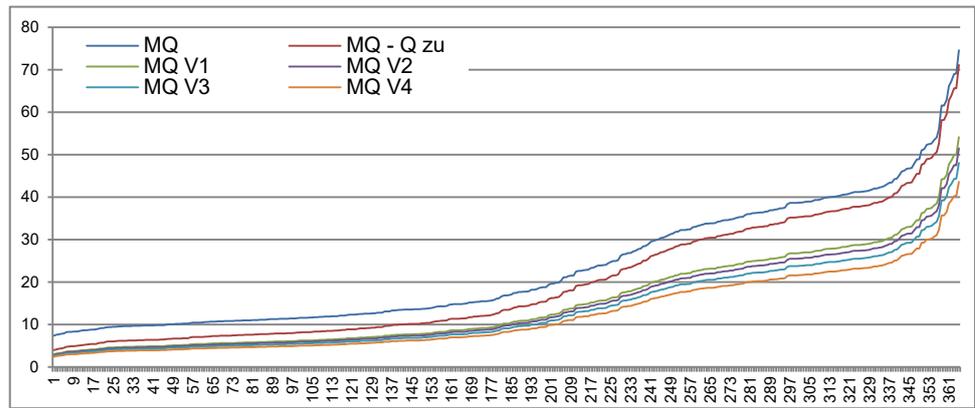
## Pegel Steinhorst



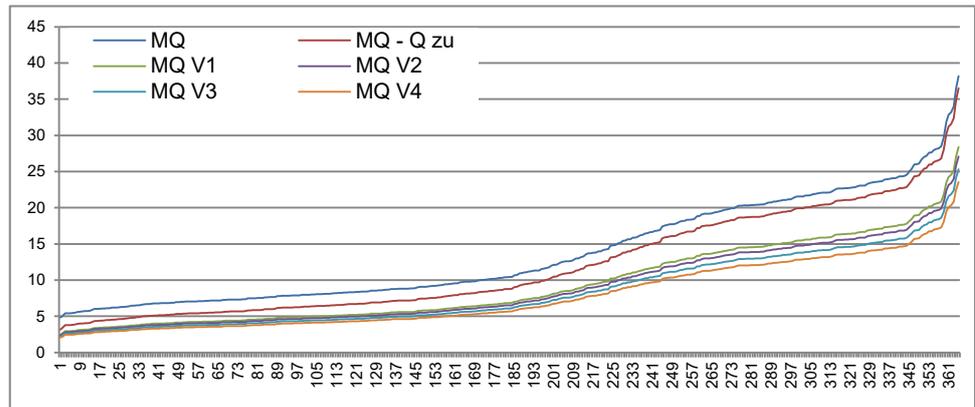
## Mittlere Dauerlinie für den Zeitraum 2006 bis 2015

Nachfolgende Graphen zeigen die mittlere Abflussverteilung basierend auf Grundlage des 10-jährigen Betrachtungszeitraumes von 2006 bis 2015. Analog zu der Darstellung zuvor wird unter MQ der Mittelwert der gemessenen Abflüsse dargestellt. Die Kurve „MQ – Q zu“ beschreibt den mittleren Wert ohne die Berücksichtigung der Niedrigwasserstützung durch die Einleitung von geklärtem kommunalem Abwasser. Unter QM V1 bis MQ V 4 werden die Mittelwerte der jeweiligen Varianten ohne Beeinflussung durch die Einleitung von geklärtem kommunalem Abwasser dargestellt.

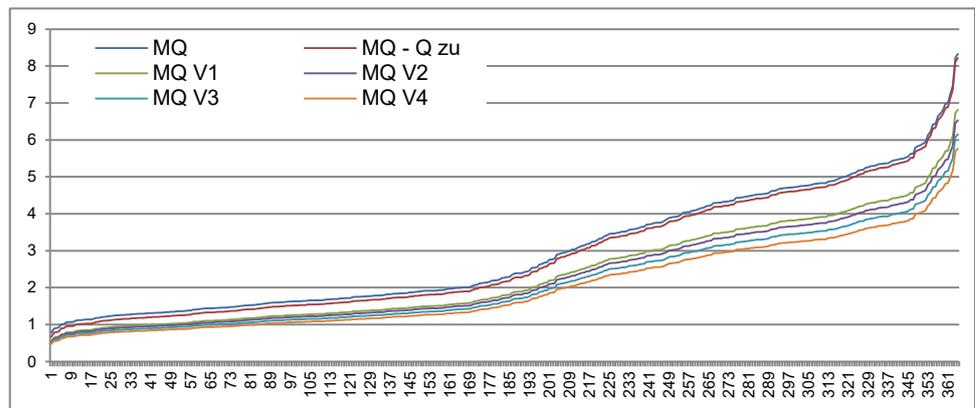
### Pegel Greven



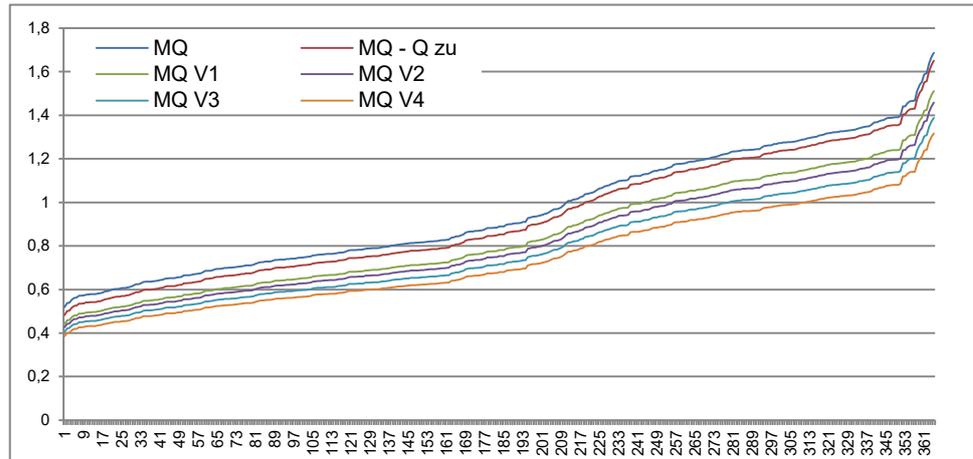
### Pegel Einen



### Pegel Rheda



### Pegel Steinhorst



$Q_{30}/Q_{330}$

Gewässer	V1		V2		V3		V4		MW ohne Q zu	
	Q <sub>30</sub>	Q <sub>330</sub>								
Pegel Greven	4,687	29,192	4,461	27,784	4,159	25,900	3,779	23,53	6,161	38,376
Pegel Einen	3,726	16,981	3,5545	16,191	3,322	15,132	3,090	14,077	4,796	21,849
Pegel Rheda	0,957	4,292	0,917	4,113	0,863	3,873	0,809	3,629	1,154	5,176
Pegel Steinhorst	0,422	1,012	0,404	0,970	0,381	0,913	0,357	0,856	0,509	1,221

Gewässer-  
morphologie

Wie es im Leitbild des LANUV NRW (LANUV NRW 2003) für das sandgeprägte Fließgewässer der Sander und sandigen Aufschüttungen/LAWA Typ 15 beschrieben wird.

Im Mittellauf, ab den Pegel Rheda, erfolgt ein Übergang in braided river systems mit mehreren Rinnen.

Neigung zu  
hydraulischen  
Kurzschlüssen

Bei Niederschlägen im Sommer sowie im Herbst und Frühjahr.

Exfiltrationstyp

Im Oberlauf:

Grundwasseraufnehmendes Fließgewässer bis in den Grundwasserkörper exfiltrierendes Fließgewässer.

Unterhalb Pegel Sendenhorst:

In den Grundwasserkörper exfiltrierendes Fließgewässer bis in das

	<p>Benthal exfiltrierende Fließgewässer ohne Kontakt zum Grundwasser jedoch mit Kontakt zu Stau- und Schichtenwasser. Im Herbst bis Frühling, je nach Witterung, grundwasseraufnehmendes Fließgewässer.</p>	
<p>Biotische Kenngrößen</p>	<p>Charakterisierung Flora</p>	<p>Die Aue sowie das Gewässerbett wird durch Arten besiedelt, die an die wechselnden Standortbedingungen angepasst sind wie: Erlen- oder Weidengebüsche/-wälder, Flutrasen, Binsen- und Seggenriede.</p>
	<p>Charakterisierung Amphibien</p>	<p>Wie aus der Betrachtung der mittleren Abflüsse zu entnehmen ist, nimmt das sommerliche Niedrigwasser mit steigender Entfernung von der Quelle zu.</p> <p>Optimale Habitatstrukturen für die Artengruppe der Amphibien die an Pionierstandorte gebunden sind, diese sind im Gewässerbett vorhanden.</p> <p>Ihr Vorkommen ist als wertgebend und als Indikatorartengruppe für das für die Ems typische hydromorphologische Regime zu werten.</p>
	<p>Charakterisierung Fische</p>	<p>Durch die Niedrigwasserprägung ist die Durchgängigkeit nur im Frühjahr und Herbst gegeben. Dies ist im Besonderen bei der Bewertung des biologischen Zustandes für die Artengruppe der Fische und Rundmäuler zu berücksichtigen. Weiterhin unterliegen die physikalisch-chemischen Parameter starken Schwankungen. Eine dauerhafte Besiedlung im Betrachtungsraum unterhalb des Pegels Rheda durch diese Artengruppe erfolgt nicht im großen Umfang.</p> <p>Die Besiedlung wird vor allem durch einzelne Exemplare von Arten mit einer großen ökologischen Amplitude sowie einer großen Toleranz bei Schwankungen in den physikalisch-chemischen Parametern erfolgen.</p>

		<p>In den Sommermonaten wird die Ems überwiegend nur die Jungfische von Großfischen (als Kinderstube) sowie sehr anspruchslose Kleinfische wie Stichling und Groppe usw. aufweisen. Dies ist auch bei der Bewertung zu berücksichtigen.</p> <p>Hier ist die Bedeutung der Ems Oberläufe im Besonderen als Reproduktionshabitat herauszustellen, da die Wassermenge zunimmt und vor allem auch bei der Betrachtung der Minimumswerte eine permanente Wasserführung gegeben ist.</p>
	<p>Charakterisierung Makrozoobenthos</p>	<p>Wie aus der Betrachtung der Verhältnisse der <math>Q_{30}</math> und <math>Q_{330}</math> zu entnehmen ist, weist die Ems in diesem Abfluss oberhalb der Pegel Greven und Pegel Einen in einem naturnäheren Zustand eine 1,47fach höhere hydraulische Belastung auf.</p> <p>An dem Pegel Rheda und Pegel Steinhorst, vertretend für den Oberlauf der Ems, weist die Ems in einem naturnäheren Zustand für das zuvor genannte Abflussspektrum eine um das 0,41fache bzw. 0,68fache niedrigere hydraulische Belastung auf.</p> <p>Aufgrund der geringeren hydraulischen Belastung wird die Besiedlung des Makrozoobenthos von Arten erfolgen, die in ihrem Habitus an diese Strömungsverhältnisse angepasst sind. Es ist davon auszugehen, dass hierdurch eine Zunahme der Generalisten erfolgt, die toleranter gegenüber physikalisch-chemischen Schwankungen sind.</p> <p>Nach Engelmann, Hahn (2004): ist ein Nachweis von <i>Branchipus schafferei</i> im 17. bzw. 18. Jahrhundert bekannt. Weiterhin wird ausgeführt, dass <i>Branchipus schafferei</i> in Vergesellschaftung mit <i>Lepidurus apus</i>, <i>Eubranchipu grubii</i> und <i>Triops cancriformis</i> vorkommen.</p>

		<p><i>Branchipus schafferei</i> ist hier als umbrella species für die Arten des Makrozoobenthos zu sehen.</p> <p>Das Makrozoobenthos wird vor allem aus Arten mit einer großen ökologischen Amplitude und mit einem hohen Reproduktions-/Wiederbesiedlungsvermögen bestehen.</p>
	Charakterisierung Austausch mit dem Grundwasser	<p>Mit zunehmender Quellentfernung ist ein Wechsel im Exfiltrationstypen von einem Grundwasser aufnehmenden Fließgewässer bis in den Grundwasserkörper exfiltrierendem Fließgewässer zu einem in das Grundwasser exfiltrierenden Fließgewässer mit oder ohne Kontakt zum Grundwasser zu unterstellen. Die Ems durchfließt hier das ehemalige Zechstein Meer bzw. dessen Sedimentbecken aus dem späten Perm vor etwa 258 – 250 Millionen Jahren.</p> <p>Aufgrund der Hauptbodenart/des geologischen Untergrundes kommen hydraulischen Kurzschlüsse zwischen Grund- und Oberflächengewässer vor.</p> <p>Hier sind vor allem stygoxene, stygophile und stygobionte Arten wie <i>Simuliidea (Diptera)</i>, <i>Ceanis sp.</i>, <i>Isocapina sp.</i>, <i>Acanthocyclops viridis</i>, <i>Nipargus rhenorthodanensis</i> sowie <i>Salentinella depamarei</i> zu finden/zu vermuten. Diese Arten werden im Oberlauf der Ems permanent aufgrund des angenommenen Exfiltrationstyps passiv durch Verdriftung in die Ems eingetragen. Im Bereich des Pegels Greven können diese Arten für längere Zeiträume vorkommen.</p>
Morphologie	<p>Laufkrümmung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- stark mäandrierend bis gestreckt in Abhängigkeit des Gefälles</li> </ul> <p>Talform:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- flaches Mulden- oder Sohlental</li> </ul> <p>Profilform:</p>	

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- wenig differenziertes Kastenprofil</li> </ul> <p>Im Mesorelief:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gewässer ohne Tal, ggf. mit Binnenlanddünen angenommen.</li> </ul> <p>Sohlsubstrat:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sande, Pflanzenteile, Wurzel</li> </ul> <p>Wie aus der Betrachtung der Dauerlinien zu entnehmen ist, verdoppelt sich der Abfluss der Ems in den ersten 150 bis 200 Tagen. Es ist davon auszugehen, dass sich ein oder mehrere sehr strukturarme Niedrigwasserbetten ausbilden. In den Fließabschnitten mit höherem Gefälle ist von stärker differenzierten Strukturen im Gewässerbett aufgrund der dynamischen Prozesse auszugehen. In den gefällearmen Fließabschnitten wird ein strukturarmes Profil vorherrschen.</p> <p>Neben den formgebenden Prozessen der Ems ist anzunehmen, dass die Aue der Ems vor allem durch Abrasionsprozesse geformt wird.</p>
--	--

### **Hydromorphologische-ökologische Aue der Ems**

Die Betrachtung basiert auf oben beschriebenen Grundlagen zur Hydromorphologie sowie auf den Angaben zu Arten aus LANUV NRW (2003), UBA (2008 A), Engelmann, Hahn (2004) und LANUV NRW (2017 Q bis ZH) und Bundesamt für Naturschutz (2017 A bis D). Dem Konzept der hydromorphologischen-ökologischen Aue folgend, ist der  $Q_{30}$  und als maximaler Abfluss das  $HQ_{3-4}$  für die Ems, für den Teilbereich zwischen den Pegeln Greven und Rheda, als hydromorphologische-ökologische Aue zu definieren. Die zuvor geführte Betrachtung des Abflusses LANUV NRW (2003), UBA (2008 A), Engelmann, Hahn (2004) und LANUV NRW (2017 Q bis ZH) und Bundesamt für Naturschutz (2017 A bis D) zeigen ebenfalls dem Konzept der ecosystem health sowie dem Konzept der hydromorphologischen-ökologischen Aue folgend, dass durch das Abflussspektrum von  $Q_{30}$  bis  $HQ_{3-4}$  das Lebensrauminventar sowie die Ökologie der in LANUV NRW (2003), UBA (2008 A), Engelmann, Hahn (2004) und LANUV NRW (2017 Q bis ZH) und Bundesamt für Naturschutz (2017A bis D) genannten/betrachteten Arten bereit gestellt werden und eine sichere Reproduktion, die den Erhalt des Bestandes sicherstellt, ermöglicht.

Das Niedrigwasser ist für das Makrozoobenthos sowie Arten des Grundwassers maßgeblich, das  $HQ_{3-4}$  ist für das Amphibienvorkommen maßgeblich. In einem mehrjährigen/überjährlichen Turnus ist eine Durchgängigkeit für wandernde Fische gegeben.

Im Oberwasser des Pegels Rheda wird die Ems durch das Niedrigwasser im Makrozoobenthos und die Artengruppe der Fische und Rundmäuler geprägt. Die Bedeutung als Lebensraum für stygoxene, stygophile und stygobionte Arten wird nicht mehr im Gewässerbett erfüllt. Diese Arten können zufällig in Oberflächengewässern, z.B. als Folge von hydraulischen Kurzschlüssen sowie dem Exfiltrationstypen des Gewässers, temporär auftreten. Die angrenzenden Strukturen in der Aue sind maßgeblich für das Vorkommen von stygoxen, stygophilen und stygobionten Arten und für die Artengruppe der Amphibien.

Der  $Q_{30}$  Abfluss und als maximaler Abfluss das  $HQ_{10}$  ist für die Ems, für den Teilbereich oberhalb des Pegels Rheda, als hydromorphologische-ökologische Aue anzusprechen.

<b>Leitbild Einzugsgebiet Werse</b>	
Administrative Daten	Lage: NRW
	Naturraum: Westfälische Bucht
	Länge: 66,6 km
	Größe: 762,47 km <sup>2</sup>
	GWKZ. 32
	Gewässertyp NRW: Typ 14
Geologischer Untergrund/Glaziale Formensprache	Teil des Zechstein Meeres  Endmoräne, Sander, Urstromtäler
Hauptsubstrat/Bodenart	Sand
Jahresniederschlag	Rd. 500-600 mm
Karte  Legende:  Das schwarze Fünfeck stellt die Lage des Pegels dar.  Schwarze Schrift mit weißem Rand ist die Bezeichnung des Pegels.  In grün ist das Einzugsgebiet der Ems dargestellt.  In blau ist der jeweilige Gewässerverlauf dargestellt	
Hydromorphologische Verhältnisse/ Abflussverteilung	<p><b>Kurzbeschreibung Abflussverhalten</b></p> <p>Die Werse weist von Januar bis März sowie im Dezember an allen betrachteten Pegeln den größten Abfluss auf (vgl. nachfolgende Graphen). In den Sommermonaten wird sie deutlich durch das Niedrigwasser geprägt. Bei der Betrachtung der Pegel Albersloh und Ahlen kann zum Teil mehrfach über längere Zeiträume am einem Tag kein oberflächlicher Abfluss festgestellt/ermittelt werden.</p>

Aus der Betrachtung der mittleren Abflusskurve sowie der Dauerlinie ist deutlich zu erkennen wie die Werse selbst hier deutlich im überwiegenden Jahresverlauf durch Niedrigwasser beeinflusst wird. Die Variantenbetrachtung zeigt, dass die Werse an dem Pegel Abersloh im Mittel der Varianten 1 bis 4 an 129,7 Tagen und am Pegel Ahlen im Mittel an 245,5 Tagen für mindestens einen Messinterwall im Sommer trocken fällt.

### **Hydraulische Belastung**

Bei der Betrachtung des  $Q_{30} - Q_{330}$  der entwickelten Varianten zeigt sich eine Schwankungsamplitude des 29-fachen am Pegel Abersloh und am Pegel Ahlen der Faktor 13,57.

Aus der Betrachtung des  $Q_{30}$  bis  $Q_{330}$  Abfluss am Pegel Abersloh zeigt sich in Vergleich der 0 Variante ein Faktor von 1,75. Aktuell erfolgt eine Erhöhung des hydraulischen Stress/der Belastungen im Vergleich mit natürlichen Verhältnissen.

Am Pegel Ahlen zeigt sich im Vergleich mit der 0 Variante ein Faktor von 0,45. Für den Pegel Ahlen erfolgt aktuell eine Reduktion des hydraulischen Stress/der Belastungen im Vergleich mit natürlichen Verhältnissen.

Durch das Entfallen der Niedrigwasserstützung ergibt sich am Pegel Abersloh eine Erhöhung und am Pegel Ahlen eine Reduzierung der Schwankungen.

In den nachfolgenden Tabellen wird die Anzahl der Tage angeführt, an denen die Werse an dem genannten Pegel bei den zugrunde gelegten 15 min Messwerten nach Abzug der Einleitung des geklärten kommunalen Abwassers für mindestens ein Messinterwall keinen Abfluss führt.

### Pegel Albersloh

Jahr	aktuell	v1	v2	v3	v4
2006	112	148	148	152	166
2007	11	26	26	32	36
2008	4	50	57	84	96
2009	133	149	160	163	172
2010	95	123	125	139	141
2011	185	209	213	218	227
2012	119	142	150	162	171
2013	101	140	149	160	168
2014	18	70	75	84	96
2015	105	134	141	142	148
Tage trocken	88	119,1	124,4	133,6	142,1
<b>Tage trocken</b>	<b>88</b>	<b>119</b>	<b>124</b>	<b>134</b>	<b>142</b>

### Pegel Ahlen

Jahr	aktuell	v1	v2	v3	v4
2006	113	252	253	254	301
2007	28	102	111	155	175
2008	68	230	249	277	295
2009	159	249	255	270	279
2010	177	226	236	258	270
2011	233	289	292	300	308
2012	123	260	271	284	299
2013*					
2014*					
2015*					
Tage trocken	128,71	229,71	238,14	256,86	275,29
<b>Tage trocken</b>	<b>129</b>	<b>230</b>	<b>238</b>	<b>257</b>	<b>275</b>

\* für diese Jahre liegen beim LANUV NRW keine Pegeldata vor.

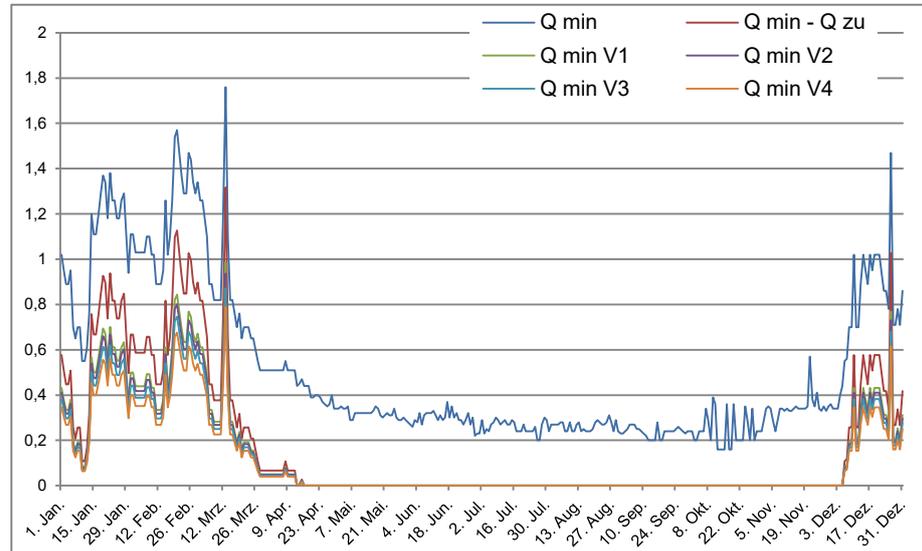
### Minimum Abflusskurve des Zeitraumes 2006 bis 2015/2013

Die nachfolgenden Graphen stellen die Minimumsabflüsse für das jeweilige Jahr des zuvor genannten Pegels bei dem zugrunde gelegen 15 min Messwerten dar.

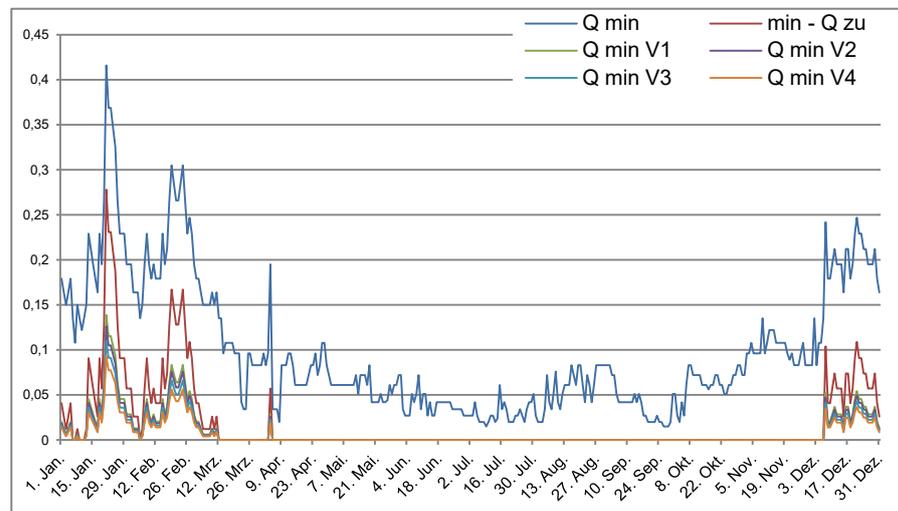
Der Wert min stellt die gemessenen Minimumswerte je Tag dar. Der Wert „Q min – Q zu“ stellt die gemessenen Minimumswerte nach Abzug der Beeinflussung durch die Einleitung von geklärtem kommunalen Abwasser dar. Unter den Bezeichnung Q min V1 bis V4 wird die jeweilige

Variante sowie der Anteil des Wertes von „min – Q zu“ dargestellt.

### Pegel Albersloh



### Pegel Ahlen



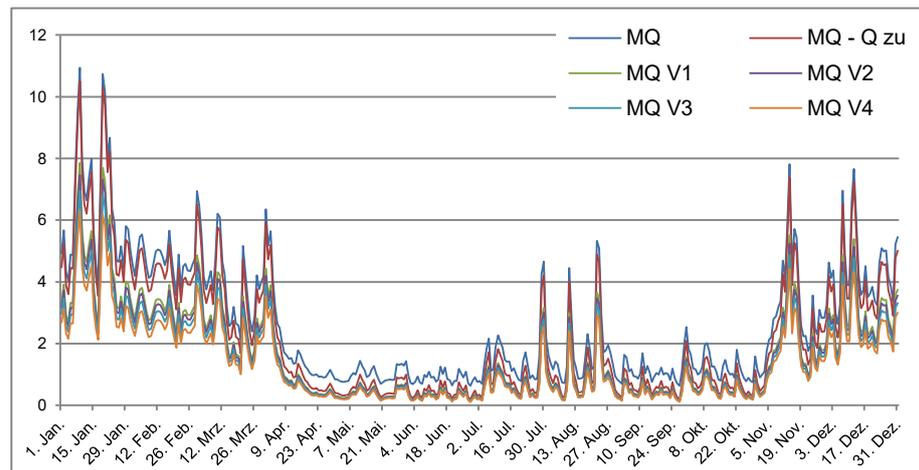
### Mittlere Abflusskurve des Zeitraumes 2006 bis 2015/2013

Die nachfolgenden Graphen stellen den mittleren Abfluss für die Zeitperiode von 2006 bis 2015 des genannten Pegels bei dem zugrunde gelegten 15 min Messwerten dar.

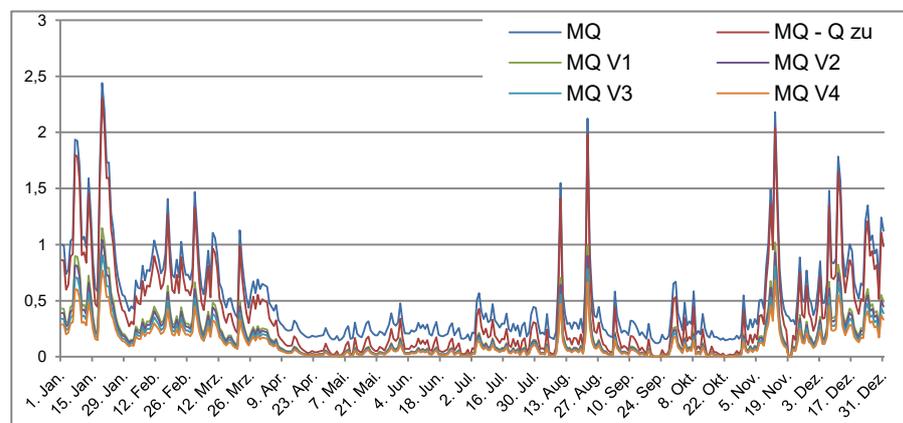
Der Wert MW stellt den ermittelten Mittelwert des 10-jährigen Betrachtungszeitraumes je Tag dar. Der Wert MQ – Q zu stellt den ermittelten Mittelwert des 10-jährigen Betrachtungszeitraumes nach

Abzug der Beeinflussung durch die Einleitung von geklärtem kommunalem Abwasser dar. Unter den Bezeichnung MQ V1 bis V4 wird die jeweilige Variante sowie der Anteil des Wertes von „MQ – Q zu“ dargestellt.

### Pegel Abersloh



### Pegel Ahlen

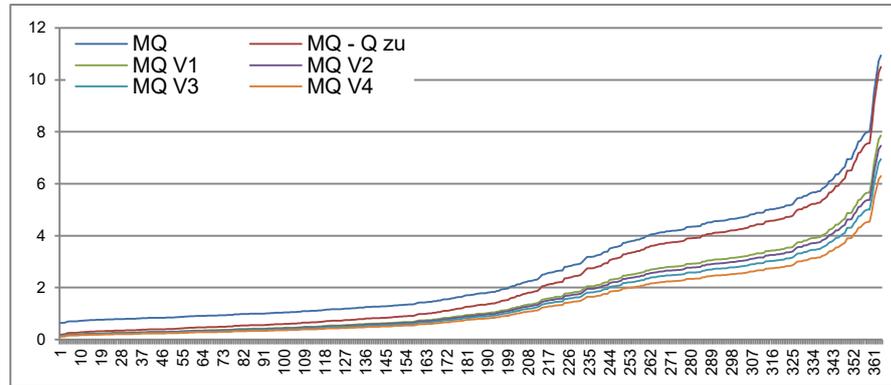


### Mittlere Dauerlinie für den Zeitraum 2006 bis 2015

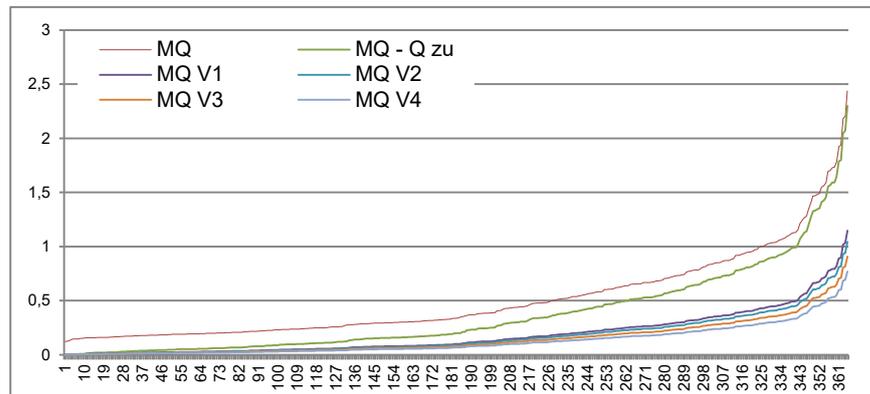
Nachfolgende Graphen zeigen die mittlere Abflussverteilung basierend auf Grundlage des 10-jährigen Betrachtungszeitraumes von 2006 bis 2015. Analog zu der Darstellung zuvor wird unter MQ der Mittelwert der gemessenen Abflüsse dargestellt. Die Kurve „MQ – Q zu“ beschreibt den mittleren Wert ohne die Berücksichtigung der Niedrigwasserstützung durch die Einleitung von geklärtem kommunalem Abwasser. Unter MQ

V1 bis V4 werden die Mittelwerte der jeweiligen Varianten ohne Beeinflussung durch die Einleitung von kommunalem geklärtem Abwasser dargestellt.

### Pegel Albersloh



### Pegel Ahlen



### Q<sub>30</sub>/Q<sub>330</sub>

Gewässer	V1		V2		V3		V4		MW ohne Q zu	
	Q <sub>30</sub>	Q <sub>330</sub>								
Pegel Albersloh	0,262	3,811	0,249	3,623	0,231	3,370	0,210	3,053	0,350	5,094
Pegel Ahlen	0,015	0,448	0,014	0,408	0,012	0,355	0,010	0,301	0,031	0,900

Gewässer-  
morphologie

Gewässer ohne Tal. Strukturarme Mulde mit ggf. geschlossener Vegetation, die lokal an die wechselfeuchten Verhältnisse angepasst ist. Fragmentarische Überreste von Pool-Riffel-Strukturen sowie Kolken und braided river systems, die von der hydraulischen Belastung gekennzeichnet sind. Weiterhin sind Abrasionsrinnen im

	Gewässerumfeld dominant. Das Gewässerbett ist strukturarm und weist die Morphologie eines sandgeprägten Fließgewässers auf.	
Neigung zu hydraulischen Kurzschlüssen	Im Herbst und Winter sowie bei starken Niederschlägen ist mit hydraulischen Kurzschlüssen zu rechnen.	
Exfiltrationstyp	In der Vegetationsperiode in den Grundwasserkörper exfiltrierendes Fließgewässer bis in das Benthale exfiltrierendes Fließgewässer ohne Kontakt zum Grundwasser, jedoch mit Kontakt zu Stau- und Schichtenwasser, im Herbst bis Frühling, je nach Witterung, ein Grundwasser aufnehmendes Fließgewässer.	
Biotische Kenngrößen	Charakterisierung Flora	Aufgrund des sehr geringen Abflusses für bis zu 200 Tagen im Jahr keine besonders an Fließgewässer angepasste Vegetation. In den Fließabschnitten mit Gefällereduktion anmoorige Verhältnisse, Moorcharakter oder Moore
	Charakterisierung Amphibien	Wie aus der Betrachtung der mittleren Abflüsse zu entnehmen ist, wird die Wiese durch Niedrigwasser geprägt. Im Gewässerbett sind/steht hierdurch entsprechende Lebensräume für Pionierarten dieser Artengruppe zur Verfügung.  Amphibien, die in ihrer Ökologie an Vegetation gebunden sind, kommen in Gewässerumfeld vor.  Ihr Vorkommen ist als wertgebend und als Indikatorartengruppe für das für die Ems typische hydromorphologische Regime zu werten.
	Charakterisierung Fische	Fischfrei, im geringen Umfang potentielle Wiederbesiedlung aus Blänken oder Kolken in der Aue. Die Durchgängigkeit ist nur im Frühjahr oder bei besonderen hydraulischen Verhältnissen möglich. Bei Hochwasserereignissen in der Ems dient die Wiese als Rückzugsraum für Kleinfische und schwimmschwache Arten.
	Charakterisierung	Wie von Engelmann, Hahn (2004) beschrieben ist ein

	Makrozoobenthos	<p>Nachweis von <i>Branchipus schafferei</i> im 17. bzw. 18. Jahrhundert bekannt. Weiterhin wird ausgeführt, dass <i>Branchipus schafferei</i> in Vergesellschaftung mit <i>Lepidurus apus</i>, <i>Eubbranchipu grubii</i> und <i>Triops cancriformis</i> vorkommt.</p> <p><i>Branchipus schafferei</i> ist hier als umbrella species für die Arten des Makrozoobenthos zu sehen.</p> <p>Das Makrozoobenthos wird vor allem von Arten mit einer großen ökologischen Amplitude mit einem hohen Reproduktions-/Wiederbesiedlungsvermögen besetzt. Hier nehmen teilweise hyporheische Arten eine wertgebende Stellung ein.</p>
	Charakterisierung Austauschmit dem Grundwasser	<p>Hier sind vor allem stygoxene, stygophile und stygobionte Arten wie <i>Simuliidea (Diptera)</i>, <i>Ceanis sp.</i>, <i>Isocapina sp.</i>, <i>Acanthocyclops viridis</i>, <i>Nipargus rhenorthodanensis</i> sowie <i>Salentinella depamarei</i> zu nennen.</p>
Morphologie	<p>Laufkrümmung:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- in Abhängigkeit des Gefälles</li> </ul> <p>Talform:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- flaches Mulden- oder Sohlental</li> </ul> <p>Profilform:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- wenig differenziertes Muldenprofil</li> </ul> <p>Im Mesorelief :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gewässer ohne Tal, ggf. mit Binnenlanddünen</li> </ul> <p>Sohlsubstrat:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sande, Pflanzenteile, Wurzeln</li> </ul> <p>Wie aus der Betrachtung der Dauerlinien zu entnehmen ist, verdoppelt sich der Abfluss der Werra in den ersten 150 bis 200 Tagen. Es ist davon auszugehen, dass bei höheren Abflüssen die Aue direkt</p>	

	<p>angesprochen wird. In den Fließabschnitten mit höherem Gefälle ist von stärker differenzierten Strukturen im Gewässerbett aufgrund der dynamischen Prozesse auszugehen. In den gefällearmen Fließabschnitten wird ein strukturarmes Profil vorherrschen.</p> <p>Neben den formgebenden Prozessen wird davon ausgegangen, dass die Werse vor allem durch Abrasionsprozesse geformt wird.</p>
--	--

### **Hydromorphologische-ökologische Aue der Werse**

Die Betrachtung basiert auf den oben beschriebenen Grundlagen zur Hydromorphologie sowie auf den Angaben zu Arten aus LANUV NRW (2003), UBA (2008 A), Engelmann, Hahn (2004) und LANUV NRW (2017 Q bis ZH) und Bundesamt für Naturschutz (2017 A bis D). Dem Konzept der hydromorphologischen-ökologischen Aue folgend, ist der  $Q_{30}$  und als maximaler Abfluss das  $HQ_1$  für die Werse als hydromorphologische-ökologische Aue zu definieren. Die zuvor geführte Betrachtung des Abflusses sowie LANUV NRW (2003), UBA (2008 A), Engelmann, Hahn (2004) und LANUV NRW (2017 Q bis ZH) und Bundesamt für Naturschutz (2017 A bis D) zeigen dem Konzept der ecosystem health sowie dem Konzept der hydromorphologischen-ökologischen Aue folgend, dass durch das Abflussspektrum von  $Q_{30}$  bis  $HQ_1$  das Lebensrauminventar sowie die Ökologie der in LANUV NRW (2003), UBA (2008 A), Engelmann, Hahn (2004) und LANUV NRW (2017 Q bis ZH) und Bundesamt für Naturschutz (2017 A bis D) genannten/betrachteten Arten bereit gestellt werden und eine sichere Reproduktion, die den Erhalt des Bestandes sicherstellt, ermöglicht.

Das Niedrigwasser ist für das Makrozoobenthos vor allem für Arten des Grundwassers maßgeblich, das  $HQ_1$  ist für Teile des Amphibienvorkommens relevant.

<b>Leitbild Einzugsgebiet Hessel</b>	
Administrative Daten	Lage: NRW
	Naturraum: Westfälische Bucht
	Länge: 39,3
	Größe: 212,528 km <sup>2</sup>
	GWKZ: 316
	Gewässertyp NRW: Typ 14
Geologischer Untergrund/Glaziale Formen-sprache	Endmoräne, Sander, Urstromtäler
Hauptsubstrat/Bodenart	Sand
Jahresniederschlag	700 – 900 mm
Karte	 <p><b>Legende:</b>  Das schwarze Fünfeck stellt die Lage des Pegels dar.  Schwarze Schrift mit weißem Rand ist die Bezeichnung des Pegels.  In grün ist das Einzugsgebiet der Ems dargestellt.  In blau ist der jeweilige Gewässerverlauf dargestellt</p>
Hydromorphologische Verhältnisse/Abflussverteilung	<p>Die Hessel ist permanent wasserführend, jedoch ist auch bei ihr eine Niedrigwasserbeeinflussung in den Sommermonaten zu erkennen.</p> <p><b>Kurzbeschreibung Abflussverhalten</b></p> <p>Die Hessel weist von Januar bis März sowie im Dezember an allen betrachteten Pegeln den größten Abfluss auf (vgl. nachfolgende Graphen). In den Sommermonaten wird sie durch Niedrigwasser beeinflusst.</p> <p>Die Variantenbetrachtung zeigt, dass die Hessel ab dem Pegel Milte im</p>

Mittel der Varianten 1 bis 4 an 0 Tagen für kein Messintervall im Sommer trocken fällt

### Hydraulische Belastung

Aus der Betrachtung des  $Q_{30}$  bis  $Q_{330}$  Abfluss am Pegel Milte und Versmold zeigt sich in der 0 Variante ein Faktor von 1,30 und 1,90. Die hydraulischen Belastung im Ist-Zustand ist höher als bei naturnäheren hydromorphologischen Verhältnissen.

In den nachfolgenden Tabellen wird die Anzahl der Tage angeführt, an denen die Hessel an dem genannten Pegel bei den zugrunde gelegten 15 min Messwerten nach Abzug der Einleitung des geklärten kommunalen Abwassers für mindestens ein Messintervall keinen Abfluss führt.

### Pegel Milte

Jahr	aktuell	v1	v2	v3	v4
2006	0	0	0	0	0
2007	0	0	0	0	0
2008	0	0	0	0	0
2009	0	0	0	0	0
2010	0	0	0	0	0
2011	0	0	0	0	0
2012	0	0	0	0	0
2013	0	0	0	0	0
2014	0	0	0	0	0
2015	0	0	0	0	0
Tage trocken	0	0	0	0	0
<b>Tage trocken</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

### Pegel Versmold

Jahr	aktuell	v1	v2	v3	v4
2006	0	0	0	0	0
2007	0	0	0	0	0
2008	0	0	0	0	0
2009	0	0	0	0	0
2010	0	0	0	0	2
2011	0	0	0	0	0
2012	0	0	0	0	0
2013	0	0	0	3	4
2014	0	0	0	0	0

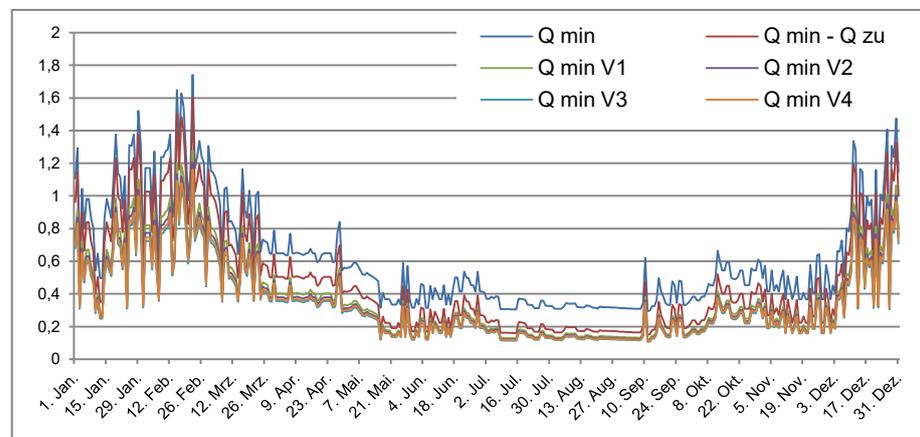
2015	0	0	0	0	0
Tage Trocken	0	0	0	0,3	0,6
Tage Trocken	0	0	0	0	1

### Minimum Abflusskurve des Zeitraumes 2006 bis 2015

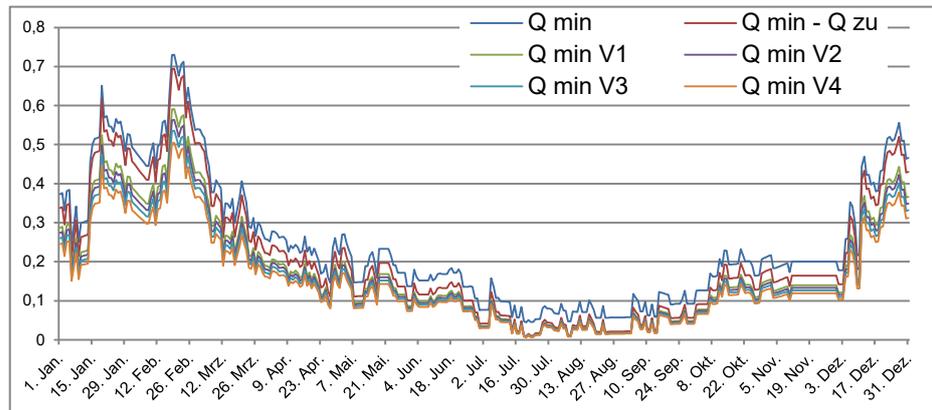
Die nachfolgenden Graphen stellen den Minimumsabfluss für das jeweilige Jahr des genannten Pegels bei dem zugrunde gelegten 15 min Messwerten dar.

Der Wert min stellt die gemessenen Minimumswerte je Tag dar. Der Wert „Q min – Q zu“ stellt die gemessenen Minimumswerte nach Abzug der Beeinflussung durch die Einleitung von geklärtem kommunalen Abwasser dar. Unter den Bezeichnung Q min V1 bis V4 wird die jeweilige Variante sowie der Anteil des Wertes von „min – Q zu“ dargestellt.

### Pegel Milte



## Pegel Versmold

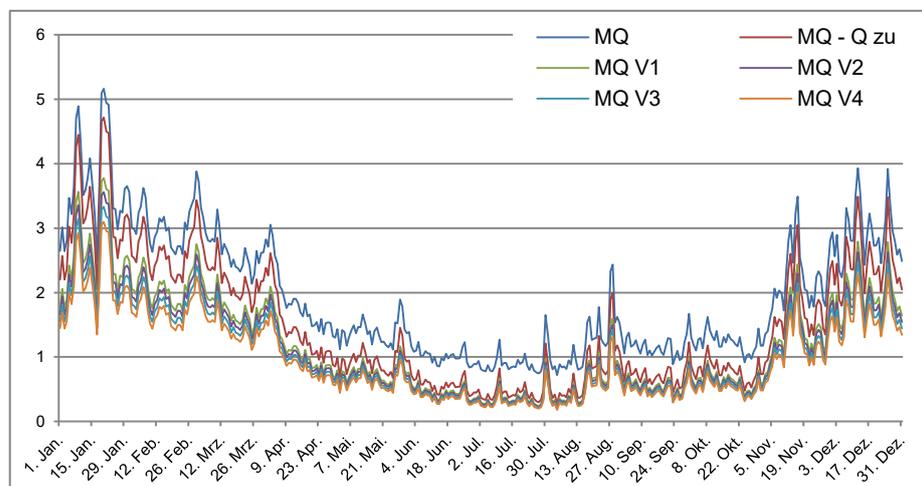


## Mittlere Abflusskurve des Zeitraumes 2006 bis 2015/2013

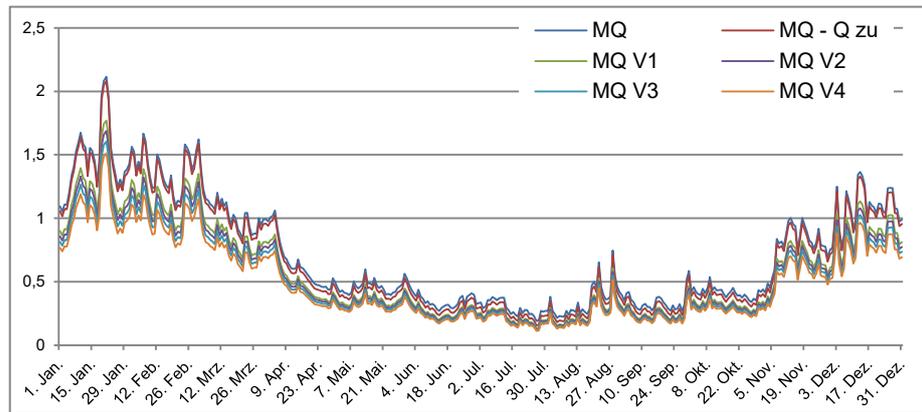
Die nachfolgenden Graphen stellen den mittleren Abfluss für die Zeitperiode von 2006 bis 2015 des zuvor genannten Pegels bei dem zugrunde gelegten 15 min Messwerten dar.

Der Wert MW stellt den ermittelten Mittelwert des 10-jährigen Betrachtungszeitraumes je Tag dar. Der Wert „MQ – Q zu“ stellt den ermittelten Mittelwert des 10-jährigen Betrachtungszeitraumes nach Abzug der Beeinflussung durch die Einleitung von geklärtem kommunalem Abwasser dar. Unter den Bezeichnung MQ V1 bis V4 wird die jeweilige Variante sowie der Anteil des Wertes von „MQ – Q zu“ dargestellt.

## Pegel Milte



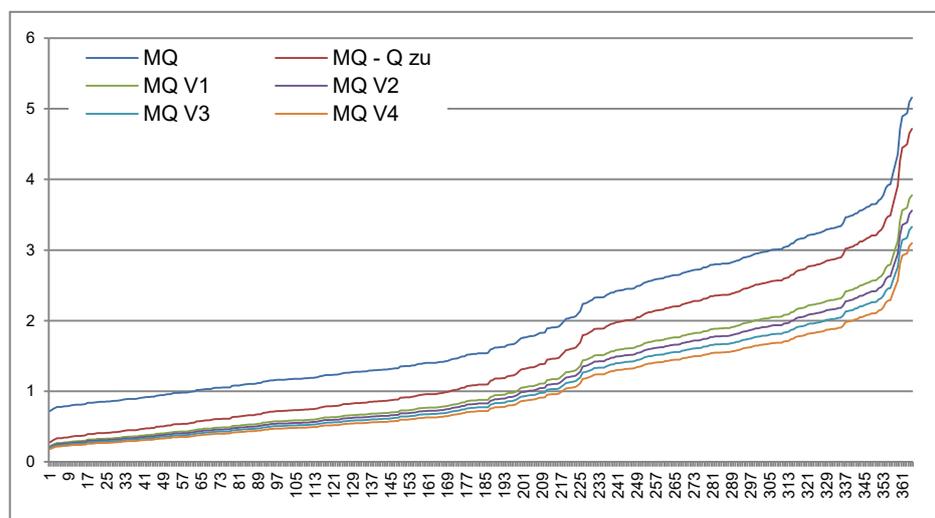
## Pegel Versmold



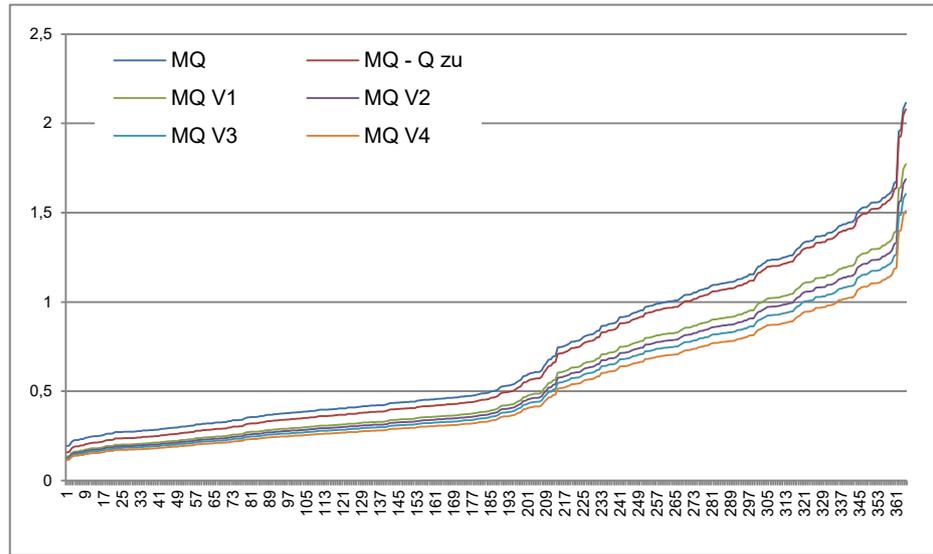
## Mittlere Dauerlinie für den Zeitraum 2006 bis 2015

Nachfolgende Graphen zeigen die mittlere Abflussverteilung basierend auf Grundlage des 10-jährigen Betrachtungszeitraumes von 2006 bis 2015. Analog zu der Darstellung zuvor wird unter MQ der Mittelwert der gemessenen Abflüsse dargestellt. Die Kurve „MQ – Q zu“ beschreibt den mittleren Wert ohne die Berücksichtigung der Niedrigwasserstützung durch die Einleitung von geklärtem kommunalem Abwasser. Unter MQ V1 bis V4 werden die Mittelwerte der jeweiligen Varianten ohne Beeinflussung durch die Einleitung von geklärtem kommunalem Abwasser dargestellt.

## Pegel Milte



### Pegel Versmold



### Q<sub>30</sub>/Q<sub>330</sub>

Gewässer	V1		V2		V3		V4		MW ohne Q zu	
	Q <sub>30</sub>	Q <sub>330</sub>								
Pegel Milte	0,342	2,285	0,322	2,152	0,302	2,015	0,281	1,875	0,427	2,854
Pegel Versmold	0,203	1,134	0,193	1,084	0,184	1,031	0,173	0,970	0,238	1,336

Gewässer- morphologie	Vgl. aktuelle Beschreibungen jedoch mit Niedrigwasserbeeinflussung und der damit einhergehenden Reduktion der Strukturvielfalt.	
Neigung zu hydraulischen Kurzschlüssen	In den Wintermonaten bei Vollsättigung des Boden.	
Exiltrationstyp	Grundwasseraufnehmendes Fließgewässer bis in den Grundwasserkörper exfiltrierendes Fließgewässer	
Biotische Kenngrößen	PNV Charakterisierung Flora	Wie in UBA (2008 A) beschrieben
	Charakterisierung Avifauna	Wie in UBA (2008 A) beschrieben
	Charakterisierung Amphibien	Vorkommen in Auenstrukturen
	Charakterisierung Fische	Wie in UBA (2008 A) beschrieben, jedoch ist die Durchgängigkeit in der Ems nur im Frühjahr, Winter und bei besonderen

		hydraulischen Verhältnissen gegeben. Weiterhin wird die Hessel durch Niedrigwasser geprägt.
	Charakterisierung Makrozoobenthos	Wie von UBA (2008 A) beschrieben
	Charakterisierung Austausch mit dem Grundwasser	Bei der Hessel handelt sich um ein Grundwasser aufnehmendes bzw. in den Grundwasserkörper exfiltrierendes Fließgewässer. Ein aktiver Austausch mit Arten des Grundwassers erfolgt nicht – jedoch ein passiver durch Verdriftung.
Morphologie	Beschreibung der Morphologie	Wie von UBA (2008 A) beschrieben

### Hydromorphologische-ökologische Aue der Ems

Die Betrachtung basiert auf den oben beschriebenen Grundlagen zur Hydromorphologie sowie auf den Angaben zu Arten aus LANUV NRW (2003), UBA (2008 A), Engelmann, Hahn (2004) und LANUV NRW (2017 Q bis ZH) und Bundesamt für Naturschutz (2017 A bis D). Dem Konzept der hydromorphologischen-ökologischen Aue folgend, ist das Mittelwasser (MQ) und als maximaler Abfluss das HQ<sub>3-4</sub> für die Hessel als hydromorphologische-ökologische Aue zu definieren. Die zuvor geführte Betrachtung des Abflusses sowie LANUV NRW (2003), UBA (2008 A), Engelmann, Hahn (2004) und LANUV NRW (2017 Q bis ZH) und Bundesamt für Naturschutz (2017 A bis D) zeigen dem Konzept der ecosystem health sowie dem Konzept der hydromorphologischen-ökologischen Aue folgend, dass durch das Abflussspektrum von MQ bis HQ<sub>3-4</sub> das Lebensrauminventar sowie die Ökologie der in LANUV NRW (2003), UBA (2008 A), Engelmann, Hahn (2004) und LANUV NRW (2017 Q bis ZH) und Bundesamt für Naturschutz (2017 A bis D) genannten/betrachteten Arten bereit gestellt werden und eine sichere Reproduktion, die den Erhalt des Bestandes sicherstellt, ermöglicht.

Das MQ ist für das Makrozoobenthos sowie die Artengruppe der Fische und Rundmäuler maßgeblich, das HQ<sub>3-4</sub> ist für das Amphibienvorkommen bedeutend. In einem mehrjährigen/überjährlichen Turnus ist die Durchgängigkeit für wandernde Fische in der Ems gegeben.

## Fazit

Die zuvor geführte Betrachtung der hydromorphologischen Verhältnisse im Sinn der EG WRRL sowie der erfolgten Ableitung der hydromorphologischen-ökologischen Aue zeigen:

- die hydromorphologischen Verhältnisse im Sinn der EG WRRL müssen Eingang in die Maßnahmenherleitung und die Umsetzung der EG WRL in Deutschland und darüber hinaus gleichfalls Eingang in die Planungs- und Bewertungspraxis finden.
- die Definition eines erheblich veränderten Gewässerkörpers (HMWB) kann nicht anhand der Morphologie des Gewässers erfolgen, sondern muss auf Grundlage der hydromorphologischen Verhältnisse erfolgen
- die Ableitungen von Leitbildern anhand natürlicher hydromorphologischer Verhältnisse, wie sie gemäß dem Konzept der hydromorphologischen-ökologischen Aue erfolgt sind, müssen für alle Oberflächengewässer durchgeführt werden.

Erst durch die zuvor erfolgte Betrachtung und Definition der hydromorphologischen-ökologischen Aue wird eine Grundlage geschaffen, um eine Bewertung des ökologischen Zustandes der funktionalen Einheit Fließgewässer im Sinne der EG WRRL durchzuführen und für ihre Umsetzung zu ermitteln, welche Maßnahmen umgesetzt werden müssen, welche Maßnahmen als prioritär anzusehen sind sowie welcher Maßnahmenraum und Maßnahmenumfang erforderlich ist, um die Ziele der EG WRRL zu erreichen.

Darüber hinaus trägt die zuvor geführte Betrachtung auch dazu bei, beurteilen zu können, ob weitere Einleitungen in ein Gewässer unter ökologischen Verhältnissen etc. zugelassen werden können.

Eine Überprüfung des Konzeptes der hydromorphologischen-ökologischen Aue sowie die Übertragung auf die deutsche Gewässerlandschaft ist zur Umsetzung der EG WRRL erforderlich. Es sollte geprüft werden, ob eine Anpassung der Leitbilder erfolgen sollte.



## 6 Synopse

Die vorliegende Dissertation besteht aus drei Artikeln: dem Konzept der hydromorphologischen-ökologischen Aue, den hydromorphologischen Verhältnissen in der Westfälischen Bucht und der Anwendung des Konzeptes der hydromorphologischen-ökologischen Aue am Beispiel der Ems, Werse und Hessel. Strukturell folgt sie dem Top-down Prinzip. Sie liefert Beiträge zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie (EU-WRRL 2000/60/EG) (Europäisches Parlament Rat, 2000) und zur aktuellen Forschung, hier vor allem dem Verständnis von Oberflächengewässern wie:

- einem Grundverständnis von potenziell natürlichen hydromorphologischen Verhältnissen in Fließgewässern der Westfälischen Bucht,
- die Herleitung/Ableitung von Leitbildern vor allem unter Berücksichtigung der hydromorphologischen Faktoren
- die Beschreibung der Artenzusammensetzung im guten ökologischen Zustand bzw. guten ökologischen Potenzial,
- die kritische Auseinandersetzung mit dem Thema Durchgängigkeit von Oberflächengewässern für die Artengruppe Fische
- einem dynamischen Verständnis des Lebensraums Fließgewässer
- die kritische Auseinandersetzung mit der aktuellen Definition der zentralen Begriffen (NWB und HMWB) der EU-WRRL gemäß der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (2013)
- die kritische Auseinandersetzung mit Bemessungsgrundlagen ( $Q_{30-300}$ ) in der Planungspraxis für Fischaufstiegsanlagen

Im Kapitel 8.1.2. wird der grundsätzliche Bedarf eines Prognosetools für die Maßnahmenplanung dargestellt. In Kapitel 8.1.3 werden die Grundlagen für den rechtlichen Vollzug des Wasserrechtes, hier vor dem Hintergrund des Verschlechterungsverbotes der EU-WRRL, und dem hieraus erwachsenden Bedarf eines Prognosetools dargestellt. In Kapitel 8.3, in den Schlussbemerkungen, erfolgt die Synthese der Kapitel 8.1.2 und 8.1.3. Diese verdeutlicht den Bedarf des zuvor genannten Prognosetools. Es erfolgt eine thematische Einordnung der vorliegenden Arbeit. Der weitere Forschungsbedarf wird herausgestellt.

Durch das Konzept der hydromorphologischen-ökologischen Aue sowie seiner Anwendung liefert die Arbeit:

1. Antworten, warum es bei einem Großteil der umgesetzten Maßnahmen nicht zu einer Verbesserung des ökologischen Zustandes des Gewässers kommt, obwohl kleinräumig ein guter morphologischer Zustand durch die Maßnahmenumsetzung erreicht wurde.
2. einen Beitrag zu Umsetzung der EU-WRRL und
3. zeigt den weiteren Forschungsbedarf auf.

## **6.1 Konzept der hydromorphologischen-ökologischen Aue**

Das Konzept der hydromorphologischen-ökologischen Aue befasst sich im Kern mit den Wirkzusammenhängen im Gewässer und seiner Aue, der räumlichen und zeitlichen Verteilung des Abflusses, den jeweiligen Arten und deren Entwicklungsformen sowie den Wechselbeziehungen mit dem Grundwasser (Todd, Mays, 2004). In Abhängigkeit von den an das Fließgewässer und seine Aue gebundenen Arten, deren lokaler Verbreitung, wird losgelöst von der morphologischen Aue, eine Überflutungshäufigkeit, somit auch eine räumliche Abgrenzung, ermittelt, die dem Konzept der Ecological health (Karr 1981, Angermeier, Karr 1994, Karr 1999 und UBA 2014) folgend eine stabile die Reproduktion sichernde Population ermöglicht. Das Konzept der hydromorphologischen-ökologischen Aue, stellt zum ersten Mal überhaupt diese Definition eines Teilbereiches der morphologischen Aue dar, der von besonderer Bedeutung für die funktionale Einheit Fließgewässer, den ökologischen Zustand, ist. Hierdurch werden Grundlagen für die Beschreibung der Zusammensetzung der Taxa des guten ökologischen Zustandes hergeleitet.

Für die betrachteten Gewässer im dritten Artikel wird gemäß des Konzeptes der hydromorphologischen-ökologischen Aue ein Leitbild entwickelt. Eine besondere Bedeutung kommt der räumlichen Verteilung von Wasser, dem Minimum-Gesetz in der Tierökologie (Schwerdtfeger, 1963), zu. Im Vergleich zu UBA (2008 A) sowie LANUV NRW (2003) wird erstmals der räumliche und zeitliche Austausch mit dem Grundwasser (Todd, Mays, 2004) und der Aue, die Verteilung des oberirdischen Abflusses sowie der Arten und deren Entwicklungsformen im Leitbild beschrieben. Abweichend von der aktuellen Praxis des MUNLV NRW (2007) scheint eine verallgemeinerte Beschreibung der Taxa vgl. UBA (2002) für einen Fließgewässertypen in Deutschland derzeit nicht möglich zu sein. Die zuvor geführten Betrachtungen heben in der vorliegenden Arbeit die lokalen Unterschiede und deren großen Einfluss auf das jeweilige Leitbild deutlich hervor. Die Beschreibung im dritten Artikel zur Taxa des Makrozoobenthos sowie der stygoxen, stygophilen und stygobionten

Arten (Griebler, Mösslacher, 2003) ist nicht abschließend, da sie nur anhand von umbrella species (Simberloff, 1998) oder exemplarisch anhand von einzelnen Arten oder Artengruppen erfolgt. Somit ist eine weitere Präzisierung erforderlich bzw. wünschenswert.

### **6.1.1 Nationale Maßnahmenplanung zur Umsetzung der EU-WRRL**

In der Vergangenheit und aktuell wurde/wird bei Renaturierungen von Fließgewässern in der BRD, hier in NRW, der Maxime von Großnaturschutzprojekten (BfN 2015, STUA Lippstadt 2002, 2005), wie zum Beispiel bei der Renaturierung der Klostermersch oder der Lippe bei Paderborn-Sande gefolgt. Die Maßnahmenplanung orientiert sich zum Teil an historischen Zuständen, hydraulischem Dimensionieren des aktuellen Abflusses oder folgt Experteneinschätzungen. Eine Ermittlung, entsprechend wertvolle Bereiche der funktionalen Einheit Fließgewässer zur ermitteln, des Maßnahmenumfangs sowie eine Prognose zur Verbesserung des ökologischen Zustandes, erfolgt nicht. In der aktuellen Planungspraxis von Renaturierungsmaßnahmen, hier von Fischaufstiegsanlagen, nimmt gemäß Handbuch Querbauwerke MUNLV NRW (2005) der  $Q_{30}$ - $Q_{330}$  Abfluss eine besondere Bedeutung nach Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall M509 (DWA) (2014), ein.

Im zweiten Artikel „Die hydromorphologischen Verhältnisse in der Westfälischen Bucht“ werden die hydromorphologischen Verhältnisse von 53% Flächenanteil der Westfälischen Bucht mit Hilfe von 11 Pegeln betrachtet.

Bei der Betrachtung werden zwei Fragestellungen betrachtet:

1. in welchem Maß ist der Abfluss der Oberflächengewässer durch die zentrale Einleitung von geklärtem kommunalem Abwasser in der Westfälischen Bucht überformt?
2. können für den zuvor genannten Naturraum Parameter benannt werden, die einen unterschiedlichen Abfluss verursachen können?

Diese Betrachtung zeigt:

zu 1.: die Niedrigwassersituation wird maßgeblich durch die Einleitung von geklärtem kommunalem Abwasser überformt. Der Anteil des eingeleiteten geklärten kommunalen Abwassers in der Westfälischen Bucht am  $Q_{30}$ -Abfluss beträgt von 16,30% an der Lippe bis zu 97,26% an der Steinfurter Aa. Im Mittel der betrachteten Pegel liegt dieser Wert bei rd. 62% des  $Q_{30}$  Abflusses. Somit ist die Überformung als erheblich zu bezeichnen. Aus der Beschreibung der zeitlichen Verteilung der pot.

natürlichen hydromorphologischen Verhältnisse im zweiten und dritten Artikel wird deutlich, dass sämtliche Oberflächengewässer in der Westfälischen Bucht im Sommer durch Niedrigwasserphasen oder episodischem Trockenfallen in ihrer Morphologie und Ökologie geprägt werden. Als Maßstab für die Einstufung „trockenfallen“ wird ein Messinterwall von 15 Minuten ohne Abfluss bzw. prognostizierten Abfluss angenommen. Auch auf den Ebenen des Naturraumes der Westfälischen Bucht können Unterschiede im Abfluss festgestellt werden. Bestimmt wird dies vor allem durch den Niederschlag, den geologischen Untergrund sowie die Interaktion mit dem Grundwasser.

zu 2.: Einzugsgebiete mit einer vergleichbaren Landnutzung mit einer Abweichung von 3,3 % bis 5% weisen zum Teile deutliche Unterschiede in ihrem Abflussverhalten auf. Dafür wird eine Begründung in den abiotischen Faktoren, wie geologische und klimatische Verhältnisse, gesehen. Aus der Betrachtung der Einzugsgebiete, hier des geologischen Untergrundes, der klimatischen Verhältnisse sowie der Hydrogeologie, wird deutlich, dass diese maßgeblich als Ursache für die starken Abflussschwankungen bei vergleichbarer Landnutzung sind. Um den oder die maßgeblichen Parameter zu ermitteln sind weitere Betrachtungen im Nachgang zu dieser Arbeit erforderlich

Im dritten Artikel „Anwendung des Konzeptes der hydromorphologischen-ökologischen Aue“ wird exemplarisch für Teile des Einzugsgebietes der oberen Ems für rd. 29 % des Naturraumes der Westfälischen Bucht ein wissenschaftlich hergeleitetes Leitbild entwickelt. Es wird nachgewiesen, dass die hydromorphologischen Verhältnisse kleinräumig signifikant im selben Einzugsgebiet differieren (vgl. Leitbild der Ems). Als Ergebnis des dritten Artikels wird aufgezeigt, dass

- a) jede Änderung der Landnutzung zu einer naturnäheren Nutzungsform führt, hier zu einem häufigeren Trockenfallen. In der Variante mit dem höchsten Grünlandanteil (99,9%) können die Schwankungen 91,55% bis 49,85% des aktuellen Abflusses betragen. In der Variante mit Waldanteil (99,9%) können diese Schwankungen 78,75% bis 33,51% des aktuellen Abflusses betragen.
- b) die Ems sowie die Werse sind nur zu bestimmten hydraulischen Situationen für Fische durchgängig bzw. wasserführend.

Aus diesem Grund sollte in weiteren Betrachtungen hinterfragt werden, ob sich die Anforderungen des DVWK Merkblatts-M509 der Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall (DWA) (2014), mit der Durchgängigkeit eines nicht anthropogen

überformten Fließgewässer decken. Sind grundsätzliche Bemessungsgrundlagen für die Maßnahmenplanung neu herzuleiten?

### **6.1.2 Prognosetool zur Maßnahmenplanung**

Aktuell berücksichtigt der methodische und fachliche Stand, vgl. beispielsweise Patt, Jüring (2005), Deutscher Rat für Landschaftspflege (2008) und LANUV NRW (2010) und LANUV NRW (2011) zur Umsetzung der Ziele der EU-WRRL (Europäisches Parlament und Rat 2000) nur die vorhandenen Daten, wie die Gewässerstrukturgütekartierung LANUV NRW (2012), oder statistische Werte, wie den zuvor angeführten  $Q_{30} - Q_{330}$  Abfluss, und zielt auf eine Optimierung dieser Daten bzw. Strukturen ab. Hierbei wird der zuvor genannten Maxime der Naturschutzgroßprojekte sowie Optimierung der Vorhandenen Strukturen gefolgt. Die konzeptionellen Bewirtschaftungspläne/Maßnahmenprogramme in der BRD, am Beispiel NRW gemäß Artikel 4 EU-WRRL sowie §83 WHG, erfolgen anhand des sogenannten „Strahlwirkungskonzeptes“ LANUV NRW (2011), welches auf der Gewässerstruktur(güte)/morphologischen Beschreibung der Gewässerbettes basiert. Jedoch erfolgt keine konkrete Maßnahmenplanung.

Eine Wirksamkeitsprognose erfolgt ebenfalls nicht. Für zukünftige Konzepte und Maßnahmenplanungen zur Umsetzung der EU-WRRL (Europäisches Parlament und Rat 2000) ermöglicht das Konzept der hydromorphologischen-ökologischen Aue erstmals eine räumliche Abgrenzung von Mindestumfängen bei der Maßnahmenplanung, die Herleitung von Wirkbeziehungen sowie Wirkprognosen zu den Effekten der umgesetzten Maßnahmen abzuleiten.

### **6.1.3 Prognosetool zum Vollzug des Wasserrechtes**

Es muss hier die Frage gestellt werden, ob die Ziele der EU-WRRL (Europäisches Parlament und Rat 2000) bei Beibehalten der historisch gewachsenen zentralen Wasseraufbereitung und dem Wasserrecht zu erreichen sind? Werden hierfür neue multifunktionale Prognosetools benötigt?

Durner (2019) führt in „Natur und Recht“ aus, dass das deutsche Wasserrecht nahezu nicht mehr unter Würdigung des EU-WRRL Verschlechterungsverbots vollzogen werden kann. Vereinfacht verdeutlicht nach Durner (2019): soll eine bestehende Kläranlage aufgegeben werden, ist vor dem Verschlechterungsverbot der EU-WRRL (Europäisches Parlament und Rat 2000) zu prüfen, ob durch das Entfallen der Einleitmenge des geklärten Brauchwassers

eine Verschlechterung des Zustandes des Oberflächengewässers gemäß Status-quo-Theorie und Zustandsklassentheorie, hier vor allem der chemisch-physikalischen UQN aber auch der biologischen UQN (vgl. Natur und Rechte 2017), des Oberflächengewässers gemäß EU-WRRL (Europäisches Parlament und Rat 2000) erfolgt.

Das Entfallen der Einleitung kann dazu führen, dass die Konzentration einer weiteren genehmigten Wassernutzung im Oberwasser nicht mehr soweit verdünnt wird, dass diese unter dem Grenzwert der EU-WRRL (Europäisches Parlament und Rat 2000) liegt. Die Aufgabe der Kläranlage oder der Entzug der Einleiterlaubnis kann somit zu einer Verschlechterung des aktuellen Zustandes führen.

Gemäß WHG § 82ff sind durch die zuständige Wasserbehörde die weiteren genehmigten Wassernutzungen zu prüfen und, sofern erforderlich, anzupassen. Gleichfalls muss die Verzögerung zwischen der Zustandserfassung, dem Beginn von behördlichem Handeln, die Dauer von Planungen über Genehmigung und Umsetzung Eingang finden. Dies trifft gleichfalls auf die Bewirtschaftungsplanung nach Artikel 4 der EU-WRRL zu.

#### **6.1.4 Natürlicher Wasserkörper (NWB), erheblich veränderte Wasserkörper (HMWB)**

Im Kern wird festgestellt, dass die grundlegende Definition der Begriffe der EU-WRRL (Europäisches Parlament und Rat 2000) des guten ökologischen Zustandes und des guten ökologischen Potenzials, anhand der anthropogenen Überformung der hydromorphologischen Verhältnisse erfolgt müsste.

Die Arbeit liefert Ansätze für eine Definition zur den maßgeblichen Begriffen NWB und HMWB der EU-WRRL (Europäisches Parlament und Rat 2000) und hinterfragt die aktuellen Empfehlungen der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (2013) zur Ausweisung von NWB und HMWB. Die Arbeit formuliert die Notwendigkeit, dass die Definition der zuvor genannten maßgeblichen Begriffe der EU-WRRL, des „natürlichen“ sowie des „erheblich veränderten“ Fließgewässers anhand der Überformung der hydromorphologischen Verhältnisse im Sinne der EU-WRRL erfolgen muss.

## 6.2 Ausblick

Das Konzept der hydromorphologischen-ökologischen Aue leitet ein wissenschaftliches Leitbild sowie Grundlagen zum Verständnis der funktionalen Einheit Fließgewässer her. Dieser Ansatz kann u.a. als Grundlage zur Ableitung von Kartier- und Bewertungsmethoden usw. genutzt werden. Hierbei steht die Frage im Vordergrund, wie die Begriffe NWB und HMWB definiert werden - gemäß Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (2013) anhand von morphologischen Parametern oder entlang eines Transektes der anthropogen Überformung der hydromorphologischen Verhältnisse im Sinne der EU-WRRL. Der Autor geht davon aus, dass diese Definition nur anhand der hydromorphologischen Verhältnisse möglich ist.

Wie aus UBA (2002) zu entnehmen ist, unterscheidet sich die aktuelle bei den Ländern bekannte Taxa des Makrozoobenthos so gering, dass lediglich die Alpen und das Norddeutsche Tiefland eindeutig identifiziert werden können. Dies lässt zwei Rückschlüsse zu:

1. die hydromorphologischen Verhältnisse sind aktuell soweit überformt / vereinheitlicht, dass keine lokalen Unterschiede zu ermitteln sind
2. die Artenzusammensetzung wird nicht von der Gewässerlandschaft sondern potenziellen Wiederbesiedlungsprozessen sowie weiteren abiotischen Minimumsfaktoren (Schwerdtfeger, 1963) bestimmt. Es ist bekannt, dass die Artenzusammensetzung verschiedener Trockenrasen vor allem vom Vermögen der Pflanzenarten geprägt wird, die Trockenheit zu ertragen, sowie von der Nutzungsform und nicht maßgeblich von der Azidität des Bodens (Kümmel, 1950).

Die funktionale Einheit Fließgewässer liefert hier einen grundlegenden Beitrag. Sie benennt ebenfalls wichtige Teilaspekte. Zugleich wird der noch erhebliche Forschungsbedarf zur Interaktion mit dem Grundwasser, zur Entwicklung von Typologien und zur Entwicklung von Prognosetools dargestellt. Damit die Aussagen der vorliegenden Arbeit auf weitere Naturräume übertragen werden können, ist eine Übertragung und Überprüfung der Methodik an einer größeren Anzahl von Oberflächengewässern in diversen Naturräumen erforderlich. Es ist davon auszugehen, dass Gewässer, die wie der Rhein permanent von einem Gletscher gespeist werden, von anderen Parametern in ihrer Ökologie abhängig sind und die zuvor aufgezeigten Zusammenhänge nicht bestätigt werden können.

## **Konflikt zwischen erheblich veränderten geohydrologischen Verhältnissen, Siedlungsnutzung und Produktionsstandort und den Zielen der EU-WRRL**

Kann die EU-WRRL umgesetzt werden und zur Erreichung der ökologischen Ziele mit den Anforderungen des Wohnraums sowie der Wasserversorgung und Abwasserentsorgung und den wirtschaftlichen Aktivitäten in Einklang gebracht werden?

Zur Urbarmachung wurde zum Teil künstlich Land im Norden von Deutschland oder in Teilen der Niederlande (vgl. Behre, 2012) gewonnen oder die lokalen hydromorphologischen Verhältnissen in Polen (vgl. Engelen, 2007) erheblich verändert. Potenziell natürliche Verhältnisse können nicht ohne Aufgabe der Siedlungsflächen usw. umgesetzt werden. Hieraus ergibt sich die Frage, wie dies bei der Umsetzung der EU-WRRL zu berücksichtigen ist. Grundsätzlich sollte dies Eingang bei der Herleitung der Umweltziele gemäß EU-WRRL finden, wobei hier das gesamte System zu betrachten ist.

Um diese Frage beantworten zu können ist es erforderlich, dass eine allgemeine Schwelle definiert wird, ab der ein Oberflächengewässer hydromorphologisch/in seinem Abflussverhalten als so stark überformt gilt, dass es als erheblich verändert eingestuft werden muss. Ebenfalls ist die Frage zu beantworten wie sich eine erhebliche Veränderung der Abflussmenge auf die Wirkzusammenhänge und Wirkräume eines Fließgewässers auswirkt. Können auf Grundlage des Konzeptes der hydromorphologischen-ökologischen Aue UQN so beschrieben werden, dass:

- das gesamten Oberflächengewässer den guten Zustand bzw. das gute Potenzial erreicht,
- die Ziele UQK für erheblich veränderte Wasserkörper in ihrer Art und Weise abgeleitet werden, so dass das gesamte Oberflächengewässer den guten Zustand bzw. das gute Potenzial erreichen kann?

### **6.3 Schlussbemerkungen**

Der Natur- und Artenschutz, hier im Besondern die Umsetzung der EU-WRRL, steht aufgrund der Hypothesen der Vergangenheit sowie den gesellschaftlichen Anforderungen großen Herausforderungen gegenüber. Diese manifestieren sich in der nachhaltigen Nutzung und Bewirtschaftung von natürlichen Ressourcen sowie Oberflächengewässern, dem Erfüllen der Ziele der EU-WRRL und den Bedürfnissen der Volkswirtschaft.

Als Anforderungen an das Ökosystem ist u.a. die Versorgung mit Trinkwasser, die Entsorgung von Abwasser, die sichere Produktion von Nahrungsmitteln und Wirtschaftsgütern, das Erzeugen von Energie sowie der Bedarf an Wohnraum etc. anzuführen. Wegen des Klimawandels kommt der Versorgung mit Trinkwasser und aus wirtschaftlichen und volkswirtschaftlichen Gründen dem Schutz vor Hochwässern und Dürren eine große Bedeutung zu.

Um diesen Zielen gerecht werden zu können, ist jedoch ein Tool erforderlich, welches all diese Anforderungen umsetzen kann, siehe Kapitel 8.1.3.. Hier besteht beispielsweise weiterer Forschungsbedarf zur Etablierung eines integrierten Wasser Ressourcen Managementsystems (IWRMS). Basis hierfür könnte zum Beispiel ein Integriertes Landnutzungsmanagementsystem, wie das der UNI Jena darstellen, welches durch ein Decision Support System (DSS) ergänzt wird. Hierdurch können die unterschiedlichen Ökosystemleistungen abgebildet und den Grundsätzen der jeweiligen guten fachlichen Praxis gefolgt und Handlungsoptionen und deren Auswirkungen auf Natur und Landschaft abgebildet werden.

Die vorliegende Arbeit liefert fachliche Grundlagen zum funktionalen Verständnis von Oberflächengewässern sowie einen Beitrag zur Umsetzung der EU-WRRL, gleichfalls auch Grundlagen für ein zuvor genanntes IWRMS. Sie benennt für eine der EU-WRRL entsprechende Bewirtschaftung Rahmenparameter und trägt so zur nachhaltigen Bewirtschaftung und dem Erreichen des guten ökologischen Zustandes bzw. des guten ökologischen Potenzials gemäß EU-WRRL bei.



## 7 Quellen

- Angermeier, Karr (1994): Ecosystem Management, Biological Integrity Versus Biological Diversity as Policy Directives, BioScience; November 1994; Vol. 44, 10; Research Library pg. 690 - 697, Oxford University Press
- Bahlburg, H., Breitzkreuz, C., (1998): Grundlagen der Geologie, Verlag Ferdinand Enke, Münster und Potsdam
- Baumgartner und Reichel (1975): Die Wasserbilanz. Niederschlag, Verdunstung und Abflüsse über Land und Meere sowie auf der Erde im Jahresdurchschnitt, Oldenbourg-Verlag, München
- Behre K., R., (2012): Geschichte der Landschaft um den Jadebusen, Wilhelmshaven, ISBN 978-3-941929-02-9, S. 136–148
- Bezirksregierung Münster (2017): Landnutzung 2004, Stand 2006, unveröffentlicht,
- Bezirksregierung Köln (2017): Datenlizenz Deutschland – BR Köln Version 2 ([www.govdate.de/dl-de/by-2-0](http://www.govdate.de/dl-de/by-2-0))
- Briem (2003): Gewässerlandschaft der Bundesrepublik Deutschland. ATV-DVWK Arbeitsbericht. Mappe mit Textband, Steckbriefe, Kurzfassung, 4 Karten, Hennef.
- Brüggemeiern, F., J. und Engels J. I., (2005): Natur- und Umweltschutz nach 1945, Campus Verlag Frankfurt / New York
- Bundesanstalt für Gewässerkunde Koblenz (2003): Wasserhaushaltsverfahren zur Berechnung vieljähriger Mittelwerte der Tatsächlichen Verdunstung und des Gesamtabflusses, BfG-Bericht 1342
- Bundesamt für Naturschutz (2009): Flussauen in Deutschland Erfassung und Bewertung des Auenzustandes, Bonn- Bad Godesberg ISBNN 978-3-7843-3987-0
- Bundesamt für Naturschutz (2016): Gewässer und Auen – Nutzen für die Gesellschaft. 2016, Bonn
- Bundesamt für Naturschutz (2017 A): <https://ffh-anhang4.bfn.de/arten-anhang-iv-ffh-richtlinie/saeugetiere-sonstige/weissseitendelfin-lagenorhynchus-acutus/oekologie-lebenszyklus.html>

- Bundesamt für Naturschutz (2017 B): <https://www.bfn.de/themen/natura-2000/lebensraumtypen-arten/arten-der-anhaenge/fische/alosa-alosa-linnaeus-1758.html>
- Bundesamt für Naturschutz (2017 C): [https://www.bfn.de/fileadmin/BfN/natura2000/Dokumente/Fis\\_Cobitaen.pdf](https://www.bfn.de/fileadmin/BfN/natura2000/Dokumente/Fis_Cobitaen.pdf)
- Bundesamt für Naturschutz (2017 D): <https://www.bfn.de/themen/natura-2000/lebensraumtypen-arten/arten-der-anhaenge/fische/cottus-gobio-linnaeus1758.html>
- Bundesgesetzblatt (1976): Bundesnaturschutzgesetz, veröffentlicht Teil 1 1976 in der Ausgabe Nr. 147, 23. Dezember 1976
- Bundesgesetzblatt (1949): Grundgesetz für die Bundesrepublik Deutschland, veröffentlicht in Teil III- 1
- Bundesgesetzblatt (2016): Wasserhaushaltsgesetz, Teile I Nr. 17, ausgegeben zu Bonn am 18. April 2016
- Bund der Ingenieure für Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft und Kulturbau [BWK] e.V. (2007): Ableitung von immissionsorientierten Anforderungen an Misch- und Niederschlagswassereinleitungen unter Berücksichtigung örtlicher Verhältnisse und Bund der Ingenieure für Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft und Kulturbau [BWK] e.V. Merkblatt BWK\_M7 Detaillierte Nachweisführung immissionsorientierter Anforderungen an Misch- und Niederschlagswassereinleitungen gemäß BWK Merkblatt 3
- Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (2013): Empfehlungen zur Ausweisung HMWB/AWB im zweiten Bewirtschaftungsplan in Deutschland
- Chad D., Huff et al., in PNAS (2010): Band 107, Nr. 5, S. 2147–2152, Mobile elements reveal small population size in the ancient ancestors of Homo sapiens. doi: 10.1073/pnas.0909000107
- Dahm, V. et al. (2014): UBA. Hydromorpologische Steckbriefe der deutschen Fließgewässertypen - Anhang 1 von "Strategien zur Optimierung von Fließgewässer-Renaturierungsmaßnahmen und ihrer Erfolgskontrolle", Reihe: Texte 43/2014
- Davis, William M. (1899): "The geographical cycle", Geographical Journal, Vol. 14, S. 481–504, 1899), Verlag Forgotten Books, 2017

- Deutsches Institut für Normung e. V. (2004 a): Deutsches Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung – Biologische-ökologischen Gewässeruntersuchung (Gruppe M) – Teil 1 Bestimmung des Saprobienindex in Fließgewässern (M1) DIN 38410
- Deutsches Institut für Normung e.V. (2004 b): Hydrologie: Grundbegriffe DIN 4049
- Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall e.V. (2002): ATV-DVWK Regelwerk, Merkblatt ATV-DVWK-M 504 Verdunstung in Bezug zu Landnutzung, Bewuchs und Boden, DVWA Hennef, September 2002
- Deutscher Rat für Landschaftspflege (2008): Kompensation von Strukturdefiziten in Fließgewässern durch Strahlwirkung, Schriftenreihe Nr. 81, 2008, Bonn – Bad Godesberg, ISSN 0930-5165,
- Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall (DWA) (2013): Themen HW 1.4.- Wechselwirkungen zwischen Grund- und Oberflächenwasser - T2/2013
- Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall (DWA) (2014): Merkblatt DWA-M 509 Fischaufstiegsanlagen und fischpassierbare Bauwerke – Gestaltung, Bemessung, Qualitätssicherung
- Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall (DWA) (2015): Merkblatt DWA-M 526 Grundlagen morphodynamischer Phänomene in Fließgewässern
- Durner W. (2019): Natur und Recht, 41:1-10 Das „Verschlechterungsverbot“ und das „Verbesserungsgebot“ im Wasserwirtschaftsrecht <https://doi.org/10.1007/s10357-018-3459-3>
- Ellwanger et.al. (2012): Natur und Landschaft, Ausgabe April 2012: Gefährdungssituation von Lebensräumen und Arten der Gewässer und Auen in Deutschland, Kohlhammer Verlag Stuttgart
- Engelmann, M., Hahn, T., (2004): Faunistische Abhandlungen 25. Seite 3-67, Vorkommen von *Lepidurus apus*, *Triops cancriformis*, *Eubbranchipus* (*Siphonophanes*) *grubii*, *Tanymastix stagnalis* und *Branchipus schafferi* in Deutschland und Österreich (Crustacea: Notostraca und Anostraca) ISSN 0375-2135, Dresden
- Europäische Kommission (2012): Europäische Kommission, Brüssel, Ein Blueprint für den Schutz der europäischen Wasserressourcen, Mitteilung der Kommission an das

Europäische Parlament, den Rat den Europäischen Wirtschafts- und  
Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen, Brüssel 2012

Europäisches Parlament und Rat (2000): WRRL, 2000/60/EG)

Europäische Wirtschaftsgemeinschaft (1991): Richtlinie 91/676/EWG des Rates vom  
12.Dez.1991 zum Schutz der Gewässer vor Verunreinigungen durch Nitrat aus  
landwirtschaftlichen Quellen; Brüssel

Frohn, H. W., und Rosenbrock J., Stiftung Naturschutzgeschichte Königswinter, Museum zur  
Geschichte des Naturschutzes in Deutschland

Gellert et al. (2015): Natur in NRW, Heft 2/15., Wiederbesiedlung von Makrozoobenthos in  
Fließgewässern, LANUV

Griebler, C., Mösslacher, F. (2003): Grundwasser-Ökologie, Facultas Verlag- und  
Buchhandels AG, Berggasse 5, A1090 Wien,

Grote, H., (2018): WasserWirtschaft 04/2018 - Konzept der hydromorphologischen -  
ökologischen Aue, Springer Verlag

Huet, M., (1949): Aperçu des relations entre la pente et les populations piscicoles des eaux  
courantes – Z. Hydrol. 11 (o.A.): 3330351

Illies, J., (1961): Versuch einer allgemeinen biozönotischen Gliederung der Fließgewässer –  
Int. Revue ges. Hydrobiol. 46 : 205-213, doi: 10.1002/iroh.19610460205

Illies, J., Botosaneanu, L. (1963): Internationale Vereinigung für theoretische und  
angewandte Limnologie, Mitteilung No. 12, Komitee für limnologischen  
Methoden, Problèmes et méthodes de la classification et de la zonation  
écologique des eaux courantes, considérées surtout du point de vue faunistique,  
Schweizerbart, Stuttgart

Jede, H., (2012): Natur und Landschaft, 87. Jahrgang, Heft 9/10 2012, Die  
Wasserrahmenrichtlinie – ein neuer Ansatz der Gewässerbewirtschaftung in  
Europa, The Water Framework Directive – a new approach in European water  
management , Kohlhammer Verlag, Stuttgart

Karr, J. R., (1981): Fisheries Magazine 1981, Nr. 11-12, S. 21-27, Assessment of Biotic  
Integrity Using Fish Communities.

Karr, J. R., (1999): Freshwater Biology, Volume 41, Issue 2, March 1999, Pages 221 – 234,  
Defining and measuring river health, doi: 10.1046/j.1365-2427.1999.00427.x

- Keller, A., (1975): Schweizerische Zeitschrift für Hydrologie, September 1975, Volume 37, Issue 2, pp 294 – 331, Die Drift und ihre ökologische Bedeutung – Experimentelle Untersuchungen an Ecdyonurus venosus in einem Fließwassermodell in Aquatic Sciences, doi: 10.1007/BF02503409
- Koenzen, U., (2005): Bundesamt für Naturschutz, Angewandte Landschaftsökologie Heft 65, Fluss- und Stromauen in Deutschland, Typologie und Leitbilder
- Konold, W., (2004): Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege, Heft 28, Seite 5 -15, Traditionen und Trends im Naturschutz
- Koller-Kreimel, V., et al. (2016): Schwall und Sunk: Forschungsstand & Ausblick (Schriftenreihe für Ökologie und Ethologie), Verein für Ökologie und Umweltforschung, WienKutschera, U., (2008): UTB, Evolutionsbiologie 3. Auflage.
- Kümmel, K., (1950): Das mittlere Ahrtal, Eine pflanzengeographische-vegetationskundliche Studie, S.192, Jena, Gustav Fischer Verlag
- LANUV NRW (2003): Handbuch zur naturnahen Entwicklung von Fließgewässern
- LANUV NRW (2010): Richtlinie für die Entwicklung naturnaher Fließgewässer in Nordrhein-Westfalen, Ausbau und Unterhaltung (Blaue Richtlinie) Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen.
- LANUV NRW (2011): Strahlwirkung- und Trittsteinkonzept in der Planungspraxis, LANUV-Arbeitsblatt 16
- LANUV NRW (2012): Gewässerstruktur in Nordrhein-Westfalen, Kartieranleitung für die kleinen bis großen Fließgewässer. In: LANUV-Arbeitsblätter (2012), Nr. 18
- LANUV NRW (2015): LANUV-Arbeitsblatt 25, Recklinghausen, Fließgewässertypenkarten Nordrhein-Westfalen
- LANUV NRW (2017): Geschützte Arten in Nordrhein-Westfalen, 2017 (<http://artenschutz.naturschutzinformationen.nrw.de/artenschutz/de/arten/gruppe>; Abruf 12.03.2017).
- LANUV NRW (2017 A): Tageswerte des Pegels Wolbeck, Pegelnr. 3 289 100 000 100, für den Zeitraum von 1957 bis 2016 (unveröffentlicht).

LANUV NRW (2017 AA): Auszüge Deutsches hydrologisches Jahrbuch, Dauerlinie und Dauertabelle für den Pegel Wolbeck, Pegelnr. 3 289 100 000 100, für den Zeitraum von 1957 bis 2016 (unveröffentlicht).

LANUV NRW (2017 B): Tageswerte des Pegels Albersloh, Pegelnr. 3 259 000 000 100, für den Zeitraum von 1960 bis 2016 (unveröffentlicht).

LANUV NRW (2017 BB): Tageswerte des Pegels Albersloh, Pegelnr. 3 259 000 000 100, für den Zeitraum von 1960 bis 2016 (unveröffentlicht).

LANUV NRW (2017 C): Tageswerte des Pegels Gronau, Pegelnr. 9 286 455 000 200, für den Zeitraum von 2005 bis 2016 (unveröffentlicht).

LANUV NRW (2017 CC): Auszüge Deutsches hydrologisches Jahrbuch, Dauerlinie und Dauertabelle für den Pegel Gronau, Pegelnr. 9 286 455 000 200, für den Zeitraum von 2005 bis 2016 (unveröffentlicht).

LANUV NRW (2017 D): Tageswerte des Pegels Milte, Pegelnummer 3 169 000 000 100, für den Zeitraum von 1970 bis 2016. (unveröffentlicht).

LANUV NRW (2017 DD): Auszüge Deutsches hydrologisches Jahrbuch, Dauerlinie und Dauertabelle für den Pegel Milte, Pegelnummer 3 169 000 000 100, für den Zeitraum von 1970 bis 2016. (unveröffentlicht).

LANUV NRW (2017 E): Tageswerte des Pegels Avenwedde, Pegelnummer 3 125 000 000 000 100, für den Zeitraum von 1968 bis 2016 (unveröffentlicht).

LANUV NRW (2017 EE): Auszüge Deutsches hydrologisches Jahrbuch, Dauerlinie und Dauertabelle für den Pegel Avenwedde, Pegelnummer 3 125 000 000 000 100, für den Zeitraum von 1968 bis 2016 (unveröffentlicht).

LANUV NRW (2017 F): Tageswerte des Pegels Bilke, Pegelnummer 9 286 190 000 100, für den Zeitraum von 1958 bis 2015 (unveröffentlicht).

LANUV NRW (2017 FF): Auszüge Deutsches hydrologisches Jahrbuch, Dauerlinie und Dauertabelle für den Pegel Bilke, Pegelnummer 9 286 190 000 100, für den Zeitraum von 1958 bis 2015 (unveröffentlicht).

LANUV NRW (2017 G): Tageswerte des Pegels Greven, Pegelnummer 3 331 000 000 100, für den Zeitraum von 1980 bis 2016 (unveröffentlicht).

- LANUV NRW (2017 GG): Auszüge Deutsches hydrologisches Jahrbuch, Dauerlinie und Dauertabelle für den Pegel Greven, Pegelnummer 3 331 000 000 100, für den Zeitraum von 1980 bis 2016 (unveröffentlicht).
- LANUV NRW (2017 H): Tageswerte des Pegels Kelleler 3, Pegelnummer 2 785 790 0003 000, für den Zeitraum von 1963 bis 2016 (unveröffentlicht).
- LANUV NRW (2017 HH): Auszüge Deutsches hydrologisches Jahrbuch, Dauerlinie und Dauertabelle für den Pegel Kelleler 3, Pegelnummer 2 785 790 0003 000, für den Zeitraum von 1963 bis 2016 (unveröffentlicht).
- LANUV NRW (2017 I): Tageswerte des Pegels Marienfeld, Pegelnummer 3 132 900 000 100, für den Zeitraum von 1994 bis 2017 (unveröffentlicht).
- LANUV NRW (2017 II): Auszüge Deutsches hydrologisches Jahrbuch, Dauerlinie und Dauertabelle für den Pegel Marienfeld, Pegelnummer 3 132 900 000 100, für den Zeitraum von 1994 bis 2017 (unveröffentlicht).
- LANUV NRW (2017 J): Tageswerte des Pegels Verl, Pegelnummer 3 128 490 000 100, für den Zeitraum von 1968 bis 2017 (unveröffentlicht).
- LANUV NRW (2017 JJ): Auszüge Deutsches hydrologisches Jahrbuch, Dauerlinie und Dauertabelle für den Pegel Verl, Pegelnummer 3 128 490 000 100, für den Zeitraum von 1968 bis 2017 (unveröffentlicht).
- LANUV NRW (2017 K): Tageswerte des Pegels Wettring B70, Pegelnummer 9 286 291 000 300, für den Zeitraum von 1979 bis 2015 (unveröffentlicht).
- LANUV NRW (2017 KK): Auszüge Deutsches hydrologisches Jahrbuch, Dauerlinie und Dauertabelle für den Pegel Wettring B70, Pegelnummer 9 286 291 000 300, für den Zeitraum von 1979 bis 2015 (unveröffentlicht).
- LANUV NRW (2017 L): Tageswerte des Pegels Ahlen, Pegelnummer 3 211 000 000 300, für den Zeitraum von 1978 bis 2013 (unveröffentlicht).
- LANUV NRW (2017 LL): Auszüge Deutsches hydrologisches Jahrbuch, Dauerlinie und Dauertabelle für den Pegel Ahlen, Pegelnummer 3 211 000 000 300, für den Zeitraum von 1978 bis 2013 (unveröffentlicht).

LANUV NRW (2017 M): Tageswerte des Pegels Eiden, Pegelnummer 3 171 000 000 100, für den Zeitraum von 1955 bis 2016 (unveröffentlicht).

LANUV NRW (2017 MM): Auszüge Deutsches hydrologisches Jahrbuch, Dauerlinie und Dauertabelle für den Pegel Eiden, Pegelnummer 3 171 000 000 100, für den Zeitraum von 1955 bis 2016 (unveröffentlicht).

LANUV NRW (2017 N): Tageswerte des Pegels Rheda, Pegelnummer 3 119 000 000 200, für den Zeitraum von 1951 bis 2016 (unveröffentlicht).

LANUV NRW (2017 NN): Auszüge Deutsches hydrologisches Jahrbuch, Dauerlinie und Dauertabelle für den Pegel Rheda, Pegelnummer 3 119 000 000 200, für den Zeitraum von 1951 bis 2016 (unveröffentlicht).

LANUV NRW (2017 O): Tageswerte des Pegels Steinhorst, Pegelnummer 3 113 000 000 100, für den Zeitraum von 1975 bis 2016 (unveröffentlicht).

LANUV NRW (2017 OO): Auszüge Deutsches hydrologisches Jahrbuch, Dauerlinie und Dauertabelle für den Pegel Steinhorst, Pegelnummer 3 113 000 000 100, für den Zeitraum von 1975 bis 2016 (unveröffentlicht).

LANUV NRW (2017 P): Tageswerte des Pegels Versmold, Pegelnummer 3 166 000 000 100, für den Zeitraum von 1982 bis 2016 (unveröffentlicht).

LANUV NRW (2017 PP): Auszüge Deutsches hydrologisches Jahrbuch, Dauerlinie und Dauertabelle für den Pegel Versmold, Pegelnummer 3 166 000 000 100, für den Zeitraum von 1982 bis 2016 (unveröffentlicht).

LANUV NRW (2017 Q):

[http://artenschutz.naturschutzinformationen.nrw.de/artenschutz/de/arten/gruppe/amph\\_rept/steckbrief/102323](http://artenschutz.naturschutzinformationen.nrw.de/artenschutz/de/arten/gruppe/amph_rept/steckbrief/102323). Abgerufen am 12. März 2017

LANUV NRW (2017 R):

[http://artenschutz.naturschutzinformationen.nrw.de/artenschutz/de/arten/gruppe/amph\\_rept/steckbrief/102324](http://artenschutz.naturschutzinformationen.nrw.de/artenschutz/de/arten/gruppe/amph_rept/steckbrief/102324). Abgerufen am 12. März 2017

LANUV NRW (2017 S):

[http://artenschutz.naturschutzinformationen.nrw.de/artenschutz/de/arten/gruppe/amph\\_rept/steckbrief/102328](http://artenschutz.naturschutzinformationen.nrw.de/artenschutz/de/arten/gruppe/amph_rept/steckbrief/102328). Abgerufen am 12. März 2017

LANUV NRW, (2017 T):

[http://artenschutz.naturschutzinformationen.nrw.de/artenschutz/de/arten/gruppe/amp\\_h\\_rept/steckbrief/102329](http://artenschutz.naturschutzinformationen.nrw.de/artenschutz/de/arten/gruppe/amp_h_rept/steckbrief/102329). Abgerufen am 12. März 2017

LANUV NRW (2017 U):

[http://artenschutz.naturschutzinformationen.nrw.de/artenschutz/de/arten/gruppe/amp\\_h\\_rept/steckbrief/102330](http://artenschutz.naturschutzinformationen.nrw.de/artenschutz/de/arten/gruppe/amp_h_rept/steckbrief/102330). Abgerufen am 12. März 2017

LANUV NRW (2017 V):

[http://artenschutz.naturschutzinformationen.nrw.de/artenschutz/de/arten/gruppe/amp\\_h\\_rept/steckbrief/102331](http://artenschutz.naturschutzinformationen.nrw.de/artenschutz/de/arten/gruppe/amp_h_rept/steckbrief/102331). Abgerufen am 12. März 2017

LANUV NRW (2017 W):

[http://artenschutz.naturschutzinformationen.nrw.de/artenschutz/de/arten/gruppe/amp\\_h\\_rept/steckbrief/102335](http://artenschutz.naturschutzinformationen.nrw.de/artenschutz/de/arten/gruppe/amp_h_rept/steckbrief/102335). Abgerufen am 12. März 2017

LANUV NRW (2017 X):

[http://artenschutz.naturschutzinformationen.nrw.de/artenschutz/de/arten/gruppe/amp\\_h\\_rept/steckbrief/102343](http://artenschutz.naturschutzinformationen.nrw.de/artenschutz/de/arten/gruppe/amp_h_rept/steckbrief/102343). Abgerufen am 12. März 2017

LANUV NRW (2017 Y):

[http://artenschutz.naturschutzinformationen.nrw.de/artenschutz/de/arten/gruppe/amp\\_h\\_rept/steckbrief/151917](http://artenschutz.naturschutzinformationen.nrw.de/artenschutz/de/arten/gruppe/amp_h_rept/steckbrief/151917), Abgerufen am 12. März 2017

LANUV NRW (2017 Z):

[http://artenschutz.naturschutzinformationen.nrw.de/artenschutz/de/arten/gruppe/amp\\_h\\_rept/liste](http://artenschutz.naturschutzinformationen.nrw.de/artenschutz/de/arten/gruppe/amp_h_rept/liste). Abgerufen am 12. März 2017

LANUV NRW (2017 ZA):

[http://artenschutz.naturschutzinformationen.nrw.de/artenschutz/de/arten/gruppe/amp\\_h\\_rept/steckbrief/102328](http://artenschutz.naturschutzinformationen.nrw.de/artenschutz/de/arten/gruppe/amp_h_rept/steckbrief/102328), Abgerufen am 12. März 2017

LANUV NRW (2017 ZB):

[http://artenschutz.naturschutzinformationen.nrw.de/artenschutz/de/arten/gruppe/amp\\_h\\_rept/steckbrief/102333](http://artenschutz.naturschutzinformationen.nrw.de/artenschutz/de/arten/gruppe/amp_h_rept/steckbrief/102333), Abgerufen am 12. März 2017

LANUV NRW (2017 ZC):

[http://artenschutz.naturschutzinformationen.nrw.de/artenschutz/de/arten/gruppe/v\\_oegel/steckbrief/102951](http://artenschutz.naturschutzinformationen.nrw.de/artenschutz/de/arten/gruppe/v_oegel/steckbrief/102951), Abgerufen am 12. März 2017

LANUV NRW (2017 ZE):

<http://artenschutz.naturschutzinformationen.nrw.de/artenschutz/de/arten/gruppe/vogel/steckbrief/102969>, Abgerufen am 12. März 2017

LANUV NRW (2017 ZF):

<http://artenschutz.naturschutzinformationen.nrw.de/artenschutz/de/arten/gruppe/vogel/steckbrief/103112>, Abgerufen am 12. März 2017

LANUV NRW (2017 ZG):

<http://artenschutz.naturschutzinformationen.nrw.de/artenschutz/de/arten/gruppe/vogel/steckbrief/103136>, Abgerufen am 12. März 2017

LANUV NRW (2017 ZH):

<http://artenschutz.naturschutzinformationen.nrw.de/artenschutz/de/arten/gruppe/vogel/steckbrief/103148>, Abgerufen am 12. März 2017

LANUV NRW (2017 ZI): elektronisches wasserwirtschaftliches Verbundsystem für die Wasserwirtschaftsverwaltung in NRW, Elwasweb, (<https://www.elwasweb.nrw.de/elwas-web/index.jsf>), Abruf 10.12.2017.

LANUV NRW (2017 ZJ): elektronisches wasserwirtschaftliches Verbundsystem für die Wasserwirtschaftsverwaltung in NRW, Elwasweb, (<https://www.elwasweb.nrw.de/elwas-web/index.jsf>), Abruf am 10.03.2018

LANUV NRW (2017 ZK): elektronisches wasserwirtschaftliches Verbundsystem für die Wasserwirtschaftsverwaltung in NRW, Elwasweb, (<https://www.elwasweb.nrw.de/elwas-web/index.jsf>) 2018.

LANUV NRW (2018): Elwasweb LANUV NRW, 2018 (<http://www.elwasweb.nrw.de/elwas-web/map/index.jsf>, Abruf 10.03.2018)

LAWA (2000): Bund-Länderarbeitsgemeinschaft Wasser, Mainz, Gewässerstrukturgütekartierung in der Bundesrepublik Deutschland. Verfahren für kleine und mittelgroße Fließgewässer, ISBN 978-3889612335

LUA NRW (2001): Landesumweltamt NRW, Referenzgewässer der Fließgewässertypen Nordrhein-Westfalen, LUA Merkblatt 29, Essen

LUA NRW (2002): Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, Fließgewässertypenatlas Nordrhein-Westfalen, LUA Merkblatt 36, Essen

- LUBW (2006): Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz in Baden-Württemberg, Grundwasser-Überwachungsprogramm, Erhebung und Beschreibung der Grundwasserfauna in Baden-Württemberg Kurzbericht, Grundwasserschutz, Band 33
- MacArthur und Wilson (1963): (Hrsg.), Society for the Study of Evolution, Evolution, Vol. 17, No. 4 (Dec., 1963), pp. 373-387 An Equilibrium Theory of Insular Zoogeography "Inseltheorie"
- Marikoá M. (2015): Wassermühlen und Wassernutzung im mittelalterlichen Ostmitteleuropa (Forschungen zur Geschichte und Kultur des östlichen Mitteleuropa), Franz Steiner Verlag
- Meier et. al. (2006): Handbuch zur Untersuchung und Bewertung von Fließgewässern auf der Basis des Makrozoobenthos vor dem Hintergrund der EG-Wasserrahmenrichtlinie“.
- MKUNLV NRW (2015): Vorlage 16/3369 A17, Entwurf des Haushaltes für das Haushaltsjahr 2016, Düsseldorf; Vorlage für den Landtag
- MUNLV NRW (2005): Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landschaftspflege und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, Handbuch Querbauwerke, ISBN 3-9810063-2-1
- MUNLV NRW (2006): Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landschaftspflege und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, Leitfaden zur wasserwirtschaftlich-ökologischen Sanierung von Salmonidenlaichgewässern in NRW
- MUNLV NRW (2007): Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, NZO, ifö Fischgewässertypen und –referenzen <https://www.flussgebiete.nrw.de/fischgewaessertypen-5585>, Zugriff 2016
- Natur und Recht (2017): Springer Verlag, DOI 10.1007/s10357-017-3183-3
- Oberflächengewässerverordnung (OgewV) (2016): Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer (Oberflächengewässerverordnung, Ausfertigungsdatum 20.06.2016 (BGBl.I.S 13737)

- Patt, H., Jüring, P., (2005): Fließgewässer- und Auenentwicklung, Grundlagen und Erfahrungen, Springer Verlag, Berlin Heidelberg New York, ISBN: 978-3-662-48448-7
- Patt, H., Jüring P., Kraus W., (2004): Naturnaher Wasserbau, Entwicklung und Gestaltung von Fließgewässern, 2., überarbeitete und aktualisierte Auflage, Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York, ISBN 3-540-20095-9
- PERLODES, <http://www.fliessgewaesserbewertung.de/gewaesserbewertung/interpretation/>
- Raven, P.J., et al. (2002): "Towards a harmonized approach for hydromorphological assessment of rivers in Europe: A qualitative comparison of three survey methods." *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 12(4): pp 405-424.
- Reichel, B., et al. (1975): Die Weltwasserbilanz. Niederschlag, Verdunstung und Abflüsse über Land und Meere sowie auf der Erde im Jahresdurchschnitt. Oldenbourg-Verlag München Wien
- Reiss, M., und Zipprich, N., (2014): Ökologische Durchgängigkeit von Verrohrungen kleiner Fließgewässer, Eine gewässerstrukturelle Erfassungsmethodik Naturschutz und Landschaftsplanung Heft 46 (5), Seite 153-159
- Remmert, H., (1985): Was geschieht im Klimax-Stadium? *Naturwissenschaften* 72, S. 505 – 512, Springer Verlag
- Remmert, H., (1991): Das Mosaik-Zyklus-Konzept und seine Bedeutung für den Naturschutz - eine Übersicht, *Laufener Seminarbeitrag* 5/91, Bayerische Akademie für Naturschutz und Landschaftspfleg.
- Remmert, H., (1992): *Ökologie: ein Lehrbuch*, 5. Auflage, Springer Verlag, ISBN 9783540547327
- Rolauffs, P., Dr. Hering, Sommerhäuser, Rödiger, Jähning (2003): *Forschungsbericht* 200 24 227, Entwicklung eines leitbildorientierten Saprobienindex für die biologische Fließgewässerbewertung, UBA, Reihe Texte 11/2003
- Rumm, P., Keitz, St. v., Schmalholz, M. (2006): *Handbuch der EU-Wasserrahmenrichtlinie*. Erich Schmidt Verlag, Berlin

- Scherzinger, W., (1991): Das Mosaik-Zyklus-Konzept aus der Sicht des zoologischen Artenschutzes. Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege, 1991, Laufener Seminarbeitrag, 5/91, Laufen / Salzbach
- Scherzinger, W., (1996): Naturschutz im Wald - Qualitätsziele einer dynamischen Waldentwicklung, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart
- Schwerdtfeger, F., (1963): Zeitschrift für Morphologie und Ökologie der Tiere , Vol. 53, No. 2, pp. 166-184, Das Minimum-Gesetz in der Tierökologie, Springer Verlag
- Simerloff, D., (1998): Conservation Biology and Biodiversity Strategies Volume 83, Issue 3, March 1998, Pages 247-257, Flagships, umbrellas, and keystones: Is single-species management passé in the landscape era?, [https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(97\)00081-5](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(97)00081-5)
- Smith, T. M., Smith, R. L., (2009): Ökologie. 1. Deutsche Auflage. Pearson Studium, München u.a., ISBN-10: 3827373131, ISBN-13: 978-3827373131
- Sommerhäuser, M., Schumacher, H., (2003): Handbuch der Fließgewässer Norddeutschland - Typologie – Bewertung – Management Atlas für die limnologische Praxis, WILEY-VCH Verlag GmbH & Co.KGaA, Weinheim
- Staatliches Umweltamt STUA Lippstadt (2005): Lippeauenprogramm, Die Lippe bei Paderborn-Sande, Lippstadt; Herausgegeben und Druck STAU Lippstadt
- Staatliches Umweltamt STUA Lippstadt (2002): Lippeauenprogramm, Die Klostermersch, Lippstadt; Herausgegeben und Druck STAU Lippstadt
- Stahler, D., et al. (2006): Foraging and Feeding Ecology of the Gray Wolf (*Canis lupus*): Lessons from Yellowstone National Park, Wyoming, USA1–3. American Society for Nutrition, doi: 10.1093/jn/136.7.1923S
- Strahler, A. N., (1957): American Geophysical Union. Transcription No 38 913-920, Quantitive analysis of watershed geomorphology, doi:10.1029/TR038i006p00913
- Strahler, A. N., (1964): Quantitative geomorphology of drainage basins and channel networks - Handbook of applied Hydrologie. Mcgraw Hill Book Company, NewYork, 1964
- Teegen., W., R et al. (2006): Studien zur Lebenswelt der Eisenzeit: Festschrift für Rosemarie Müller, Walter de Gruyter, Berlin, New York, ISBN- 13: 978-3-11-019010-6, ISBN -10: 3-11-019010-9

- Todd, K. D., Mays, L. W., (2004): Groundwater Hydrology. 3. A., John Wiley & Sons, Hoboken, ISBN: 978-0-471-05937-0
- UBA (2002): Umweltbundesamt, Berlin, Leitbildbezogenes biozönotisches Bewertungsverfahren für Fließgewässer in der Bundesrepublik Deutschland -Ein erster Beitrag zur integrierten ökologischen Fließgewässerbewertung Forschungsbericht 298 24 777 UBA-FB 000348
- UBA (2008 A): Umweltbundesamt, Dessau, BEGLEITTEXT Aktualisierung der Steckbriefe der bundesdeutschen Fließgewässertypen (Teil A) und Ergänzung der Steckbriefe der deutschen Fließgewässertypen um typspezifische Referenzbedingungen und Bewertungsverfahren aller Qualitätselemente (Teil B), 2008
- UBA (2008 B): Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, Ökologische Effektivität hydromorphologischer Maßnahmen an Fließgewässern, Ergebnisse des UBA-Workshops vom 14./15. Februar 2008, Reihe Texte 21/2008
- UBA (2014): Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau, Hydromorphologische Steckbriefe der deutschen Fließgewässer, Reihe Texte 43/2014
- UBA (2019 a): Umweltbundesamt,  
<https://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/gewaesser/fluesse/nutzung-belastungen#textpart-1>, Zugriff am 06.04.2019
- UBA (2019 b): Umweltbundesamt (2019 b):  
<https://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/gewaesser/fluesse/ueberwachung-bewertung/chemisch#textpart-1>, Zugriff am 11.04.2019
- Uni Jena (2016): <http://ilms.uni-jena.de/5220.0.html> Zugriff am 01. Februar 2014
- Verband Deutscher Fischereiverwaltungsbeamter und Fischereiwissenschaft e.V. (2009): Handbuch zu fiBS, Hilfestellung und Hinweise zur sachgerechten Anwendung des fischbasierten Bewertungsverfahrens fiBS, Heft 15
- Verdonschot, R. C. M., Didderen K., & Verdonschot P. F. M., (2012): Importance of habitat structure as a determinant of the taxonomic and functional composition of lentic macroinvertebrate assemblages., *Limnologica* 42(1): 31-42., doi: 10.1016/j.limno.2011.07.004
- Vischer, D., Hubert, A., (2002): Wasserbau, Hydrologische Grundlagen, Elemente des Wasserbaus, Springer Verlag Berlin Heidelberg, doi:10.1007/978-3-662-10852-9

- Wiens, J.A., et al. (2007): Foundation Papers in landscape Ecology - Historical land use in hydrology. A case study from eastern Noord-Brabant. Columbia University Press, New York
- Zumbroich, T., (1998): Strukturgüte von Fließgewässern, Grundlagen und Kartierung Springer Verlag Berlin Heidelberg, doi: 10.1007/978-3-642-58594-4
- Zumbroich, T., (2013): EG-Gewässerrichtlinien, Meilensteine der Wasserwirtschaft Geographische Rundschau, Heft 7/8, Seite 34 - 41



## 8 Danksagung

Gerade als externer Doktorand ist das Band zum Doktorvater, zur Uni sowie zur Arbeitsgruppe nicht so eng, wie ich es mir gewünscht hätte - auch weil ich aus beruflichen Gründen häufig nicht präsent sein konnte.

Umso mehr gilt mein Dank Herrn Prof. Dr. Tillmann Buttschardt, an den ich mich immer mit einer E-Mail oder einem Anruf wenden konnte. Er verstand es immer, mir weiter zu helfen und in der Bearbeitung der Dissertation neue Impulse zu geben.

Ebenfalls möchte ich mich herzlich bei Frau Prof. Dr. Elisabeth Irmgard Meyer, bedanken. Die kurzen und wenigen Gespräche war sehr inhaltsdicht und haben mir stets weitere Facetten gezeigt und mich bei der Formulierung der Arbeit bestärkt und unterstützt.

Zuletzt möchte ich mich bei der AG Angewandte Landschaftsökologie der WWU bedanken, die mich immer freundlich aufgenommen hat und mir mit Rat, Tat und helfenden Händen zur Seite gestanden hat.







## 9.1 Wissenschaftliche Publikationsliste/Vorträge

### Vorträge

Internationale Association for Landscape Ecology Region Deutschland	20.09.2017	Integration von dynamischen Prozessen in die EU-WRRL durch das Konzept der hydrologischen-ökologischen Aue
---	------------	--

### Veröffentlichungen

WasserWirtschaft	04/2018	Konzept der hydromorphologischen- ökologischen Aue
------------------	---------	---

WasserWirtschaft unveröffentlicht		Die hydromorphologischen Verhältnisse der Westfälischen Bucht
--------------------------------------	--	--

WasserWirtschaft Unveröffentlicht		Anwendung des Konzeptes der hydromorphologischen-ökologischen Aue am Beispiel Ems, Werse und Hessel
--------------------------------------	--	---



## 9.2 Liste ausgewählter Projekte

2016 - heute	Federführender Sachbearbeiter	Erfassung von Grundlagendaten sowie Erstellen von Maßnahmenplanungen auf Liegenschaften der Bundeswehr mit Natura2000 Betroffenheit
2016	Sachbearbeiter Stellvertretender Projektleiter	Vorplanung bis Vorbereitung der Genehmigungsplanung für das Regionale Projekt „Werne neu Verknüpft“, von Stufe C bis B bearbeitet
2013 - 2016	Sachbearbeiter Stellvertretender Projektleiter	Vorplanung bis Vorbereitung der Genehmigungsplanung für das Regionale Projekt „Natur Berkel“, von Stufe B bis A bearbeitet
2013 - 2015	Sachbearbeiter Stellvertretender Projektleiter	Gewässerzustandsbericht Mülheim an der Ruhr
2013 - 2014	Sachbearbeiter	Grenzübergreifendes Gewässerentwicklungsprojekt Schlinge/Boven Slinge
2011 – 2012	Sachbearbeiter	Machbarkeitsprüfung/Vorstudie für eine Gewässerplanung des ersten grauwassergespeisten Fließgewässers als Entwässerung eines Neubaugebietes in Bochum Hafkenscheld
2011-2012	Sachbearbeiter	Umweltbericht für die Umsetzung einer städtebaulichen Rahmenplanung im Großraum Köln
2010	Sachbearbeiter	Konzeptionelle Betrachtung eines Fließgewässers mit 12 Fließkilometern im Bergischen Land mit drei Details und Entwicklung eines Strahlwirkungskonzeptes
2009 bis 2011	Sachbearbeiter	Planung der Renaturierung eines Fließgewässers im Ruhrgebiet mit einer Fließstrecke von 5 km
2009-2011	Sachbearbeiter	Ökologische Baubegleitung zur Sanierung eines Hochwasserschutzdeiches mit einer Länge von 3 km
2009 bis 2010	Sachbearbeiter	Leistungsphase 1 - 7 für ein Regionale 2010 Projekt im Großraum Königswinter



## 10 Glossar

### Abfluss

Der Begriff umfasst allgemein das Vorhandensein von Wasser im Gewässerbett. Im Allgemeinen wird der Abfluss mit Q bezeichnet. Ist ein bestimmtes Hochwasser gemeint wird ein H vor das Q gestellt und die entsprechende Jährlichkeit des Abflussereignisses tiefgestellt angefügt, z.B.  $HQ_{10}$  (hier das statistisch alle 10 Jahre auftretende Hochwasserereignis).

### Abrasionsprozesse

Lösen von Bodenteilchen aus dem Bodengefüge sowie Transport und Umlagerung von Bodenteilchen/Substrat durch die Bewegungsenergie des zurückfließenden Wassers, z. B. aus Auen nach Hochwässern .

### Arten und deren Entwicklungsformen

Dieser Begriff umfasst die eigentliche Art, die adulten Tiere, deren Ei, Larven usw. Bei Pflanzen beinhaltet dies ebenfalls den Samen sowie sämtliche Entwicklungsformen.

### Aue

Morphologische **Aue**:

Die Aue/das Tal, welches sich in Folge von formgebenden glazialen Prozessen sowie der Umlagerung von Substrat bei Hochwasser u.a. herausgebildet hat. Bei größeren Gewässern kann die Weichholzaue und die Hartholzaue unterschieden werden. Hierbei handelt es sich um eine horizontale Zonierung der Aue. Die Weichholzaue wird durch Baumarten dominiert, die in ihrer Ökologie an ein langes 90 Tage bis 180 Tage Überstauen durch Wasser angepasst sind. Zu nennen sind hier unter anderem Weiden und Erlen. Die Hartholzaue wird im Allgemeinen durch Eichen dominiert. Im Vergleich zur Weichholzaue tritt hier nur selten ein Einstau auf.

Speziell:

Der Teil der morphologischen **Aue**, der funktional mit dem Gewässer und den terrestrischen Landökosystemen und dem Grundwasser in Verbindung steht.

### **Artifizieller Wasserkörper/AWB**

Künstliches Gewässer wie Kanäle ohne ein eigenes Einzugsgebiet. Gewässer, die durch den Menschen geschaffen worden sind (Vgl. Europäisches Parlament und Rat, 2000, S. 9).

### **Benthal/hyporheisches Interstitial, Bodenhorizont,**

Der Begriff des **Benthals** ist aus der Limnologie entliehen. Das Benthal ist der Grund eines Gewässers mit einer Tiefe von rd. 30 cm, welches die belebte Bodenschicht beinhaltet.

Das **hyporheische Interstitial** umfasst den In- und Exfiltrationsbereich des Bodens, der sich seitlich und unterhalb an das Gewässer anschließt. Im Allgemeinen wird dieser von typischem Lockergerstein des Gewässers gebildet. Bei Feinsubstraten (Lehm, usw.) ist dies nicht zu unterscheiden.

Der Begriff **Bodenhoizont** ist der Bodenkunde entliehen. Dieser beschreibt eine bestimmte Schicht im Boden. Im Allgemeinen besteht ein Boden aus dem A, B und C Horizont. Der A-Horizont wird aus der organischen Substrat sowie die dem Oberboden gebildet. Im B-Horizont erfolgt eine Durchmischung mit dem Ausgangsgestein des Bodens. Der C-Horizont wird von dem Ausgangsgestein gebildet. Weiterhin wird zwischen dem mit Grund-/Schichtenwasser gesättigtem und dem ungesättigtem Bodenhorizont unterschieden. Diese Unterscheidung erfolgt anhand der Sättigung mit Wasser. Je nach Bodenart (vgl. Gley) können diese Bereiche auch variabel sein.

### **braided river systems**

Ein Fluss, der mehrere miteinander verflochtene Abflussrinnen bei Mittel- oder Niedrigwasser aufweist. Bei Hochwasser ist das gesamte Tal/die Aue mit Wasser bespannt. Die Uferbänke sind im Allgemeinen vegetationsfrei, da sie häufigen Umlagerungsprozessen unterliegen, können jedoch auch höheren Bewuchs aufweisen.

## **Eingriffe**

Sämtliche Veränderungen an Gestalt und Bewuchs der Erscheinungsform der Erdoberfläche sowie Änderungen des Naturhaushaltes (Vgl. Bundesgesetzblatt (1976) §1 sowie §13, §14 und § 15) wie zum Beispiel im Wasserdargebot, u.a. durch Ausleitung, Aufstau oder Entnahme.

## **Erosionsprozesse**

Umlagerungsprozesse von Bodenteilchen/Sohlsubstrat bzw. dessen Herauslösen aus dem Bodengefüge und Umlagerung durch die Bewegungsenergie des Gewässers im Gewässer Bei Hochwässern sowie bei „normalen“ Abflusssituationen.

## **Flößen/Flößerei**

Transport von Wirtschaftsgütern ab dem Mittelalter mit Flößen. Unter anderem auf hierfür aufgestauten natürlichen Oberflächengewässern wurde mit Flößen das Wirtschaftsgut transportiert.

## **Folgelandschaft**

Die Erscheinungsform von Natur und Landschaft, die sich an eine bestimmte Nutzung anschließt, wird als **Folgelandschaft** bezeichnet.

Allgemein wird diese auch durch die Kulturlandschaft beschreiben, jedoch handelt es sich bei der militärischen Nutzung, der Nutzung als Steinbruch oder der Rohstoffgewinnung nicht um eine Kulturlandschaft. Bei der Kulturlandschaft steht das Kultivieren (die landwirtschaftliche Nutzung) im Vordergrund,

## **Funktionale Einheit Fließgewässer**

Der Bereich des Gewässers, des Benthals/hyporheischen Interstitial/Bodenhorizontes sowie die Teile der Aue, die für eine den Fortbestand sichernde Reproduktion der jeweiligen Art erforderlich ist bzw. für die Reproduktion der Gesamtheit aller Arten der jeweiligen Aue erforderlich ist.

Ein Gewässerabschnitt im Längsverlauf, der nach dem Konzept der hydromorphologischen-ökologischen Aue dieselben Zielarten aufweist, wodurch die Bewertung nur auf Grundlage einer sumerischen Betrachtung möglich ist. Hierbei ist jedoch auch die räumliche und zeitliche Verbreitung der jeweiligen Art bzw. Entwicklungsform zu berücksichtigen.

### **Gewässerbett**

Synonym für Gewässerprofil. Der Bereich, der episodisch oder permanent mit Wasser bespannt ist (Vgl. Bundesgesetzblatt (2016)).

Nach LANUV NRW (2012) wird das **Gewässerbett** aus der Sohle und den Ufern gebildet.

### **Gewässerlauf**

Der gesamte Lauf des Gewässers von der Quelle bis in seine Vorflut.

Im Sinne von LANUV NRW (2012) der Grad der Krümmung des Gewässers.

### **Gewässerprofil**

Synonym für Gewässerbett. Der Bereich, der episodisch oder permanent mit Wasser bespannt ist.

Nach LANUV NRW (2012) beschreibt das Gewässerprofil/der Profiltyp den Grad der Naturnähe des jeweiligen Profils (wie Naturprofil, annäherndes Naturprofil, Erosionsprofil usw.).

### **Gewässersohle**

Teil des Gewässerbettes, - profils, das „waagrecht“ in der Regel mit Wasser bespannt ist.

### **Gewässerstruktur(güte)kartierung**

Bis 2012 wurde unter dem Begriff der **Gewässerstruktur(güte)kartierung** und ab 2012 unter dem Begriff der Gewässerstruktur die Zustandsbeschreibung für Fließgewässer gefasst.

## **Grundwasser**

Nach DIN 2004 a: Als **Grundwasser** wird das unterirdische Wasser bezeichnet, das die Hohlräume des Bodens zusammenhängend ausfüllt und dessen Bewegungsmöglichkeit ausschließlich durch die Schwerkraft bestimmt wird. Dieser Teil des Wassers kann im Weiteren in Sicker-, Schichten und Grundwasser unterteilt werden.

Sickerwasser ist das Wasser, das vertikal durch den nicht gesättigten Bodenhorizont abfließt.

Schichtenwasser ist Wasser, welches durch wasserstauende Schichten oberhalb des Grundwassers am Versickern gehindert wird. Befindet sich darunter eine nicht wassergesättigte Zone, spricht man von schwebendem Grundwasser.

**Grundwasser** (allgemein) Ein für sich abgrenzbares Wasservorkommen, welches durch stauende Bodenschichten oder Ähnlichem von dem folgenden Grundwasserkörper getrennt ist.

Nach Europäischem Parlament und Rat (2000, S. 9) „ist **Grundwasser**: alles unterirdische Wasser in der Sättigungszone, das in unmittelbarer Berührung mit dem Boden oder dem Untergrund steht;“

## **Erheblich veränderte Wasserkörper/HMWB**

Nach Europäischem Parlament und Rat (2000, S. 9) „„ein Oberflächenwasserkörper, der durch physikalische Veränderungen durch den Menschen in seinem Wesen erheblich verändert wurde, entsprechend der Ausweisung durch den Mitgliedstaat gemäß Anhang II“

Nach Bund/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (2013) ein Gewässer, dessen Gewässerstruktur/güte: von 30 % mit der GSK 6 oder 7

oder

von 50 % mit der GSK 5, 6 und 7 erfasst wurde.

## **HQ1**

Ein statistisch einmal pro Jahr auftretender Abfluss.

## **HQ10**

Ein statistisch alle 10 Jahre auftretender Abfluss.

## **HQ3-4**

Ein statistisch alle drei/vier Jahre auftretender Abfluss.

## **Hydraulische Belastung**

Schwankung in dem Wasserdargebot. In der vorliegenden Arbeit wurde im dritten Artikel die maximale Abflussschwankung des  $Q_{30}$  zu  $Q_{330}$  betrachtet.

## **Hydromorphologische Verhältnisse**

Allgemein

Beschreibung der tatsächlichen Formsprache der vorhandenen Gewässerstruktur.

Im Sinn der EU-WRRRL:

Gemäß Europäischem Parlament (2000) werden in Anlage V folgende Begriffe als Beschreibung der hydromorphologischen Verhältnisse angeführt:

- Wasserhaushalt
- Abfluss und Abflusssdynamik,
- Verbindung zu Grundwasserkörpern;
- Durchgängigkeit des Flusses
- Morphologische Bedingungen
- Tiefen- und Breitenvariation,
- Struktur und Substrat des Flussbetts,
- Struktur der Uferzone.

## **Interflow**

Abfluss im Boden, der aus einem Niederschlagsereignis oder aus der Exfiltration aus dem Fließgewässer resultiert in der nicht gesättigten Bodenschicht und nicht nur von der Schwerkraft bewegt wird. Ein Teil des Interflow kann wieder von dem Gewässer aufgenommen wird.

## **Küstengewässer**

„Die Oberflächengewässer auf der landwärtigen Seite einer Linie, auf der sich jeder Punkt eine Seemeile seewärts vom nächsten Punkt der Basislinie befindet, von der aus die Breite der Hoheitsgewässer gemessen wird, gegebenenfalls bis zur äußeren Grenze eines Übergangsgewässers;“ (Europäisches Parlament und Rat 2000, S. 9)

## **Längscontinuum**

Das **Längscontinuum** umfasst den gesamten Verlauf des Gewässers von seiner Quelle bis zu seiner Mündung. In Fließgewässern werden u.a. Sohlsubstrate und Nährstoffe immer in Fließrichtungen - im **Längscontinuum** - transportiert.

## **Lebensraum Fließgewässer**

Der Bereich des Gewässers, des Benthals/hyporheischen Interstitial sowie die Teile der Aue, die für eine den Fortbestand sichernde Reproduktion für die jeweilige Art bzw. für die Reproduktion der Gesamtheit aller Arten der jeweiligen Aue erforderlich sind.

## **Leitbild**

Naturschutzfachlicher Idealzustand von Natur und Landschaft sowie eines Gewässers für den jeweiligen Naturraum.

## **Maßnahmenziel**

Ergebnis des Planungsprozesses unter Berücksichtigung des Leitbildes, der lokalen Restriktionen sowie der Flächenverfügbarkeit.

### **Minimum Abfluss**

Der niedrigste Abfluss, der für den jeweiligen Betrachtungszeitraum auf Grundlage der zur Verfügung stehenden Daten ermittelt werden kann.

### **Mittlerer Abfluss**

Der **mittlere Abfluss**, der für den jeweiligen Betrachtungszeitraum durch Mittelwertbildung ermittelt werden kann.

### **Morphologische Parameter**

Formgebende Strukturen, die aus glazialen (Eiszeiten), äolischen (Umlagerungen, Veränderungen durch Luft) oder fluvialen (Umlagerungen, Veränderungen durch fließendes Wasser) Prozessen resultieren.

Gemäß LANUV NRW 2012 werden hier folgenden Strukturen aufgeführt:

Laufkrümmung, Krümmungserosion, Längsbänke, besondere Laufstrukturen (wie Totholzverkläuserungen, Sturzbäume u. ä.), Querbänke, Tiefenvarianz, mineralische und organische Substrate, besondere Sohlstrukturen, Profiltyp, Profiltiefe, Breitenvarianz, besondere Uferstrukturen (wie Baumumlauf, Sturzbaum u.ä.) sowie Gewässerrandstreifen.

### **Natürlicher Wasserkörper/NWB**

Jedes oberflächlich abfließende Gewässer im Sinne gemäß EU-WRRL, sofern dieses nicht als erheblich verändertes Oberflächengewässer oder artifizielles Gewässer ausgewiesen worden ist.

In Anlehnung an die Vorgaben der Bund/Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (2013) ein Gewässer, dessen Gewässerstrukturgüte nicht mit von 30 % mit der GSK 6 oder 7

oder

von 50 % mit der GSK 5, 6 und 7 erfasst wurde.

## **Oberflächengewässer**

Jedes temporär oder permanent vorkommende Gewässer an der Oberfläche (vgl. Bundesgesetzblatt (2016))

Nach Europäischem Parlament und Rat (2000, S. 9) „Oberflächengewässer“: die Binnengewässer mit Ausnahme des Grundwassers sowie die Übergangsgewässer und Küstengewässer, wobei im Hinblick auf den chemischen Zustand ausnahmsweise auch die Hoheitsgewässer eingeschlossen sind.

## **one out – all out Prinzip**

Sobald eine bewertungsrelevante Teilkomponente oder Komponente mit schlecht bewertet wird, wird diese Bewertung für sämtliche Teilkomponenten/Komponenten angenommen. Somit erfolgt eine sehr strenge Bewertung für die UQN der EU-WRRL.

## **Pegel**

Ein über eine bestimmte Länge ausgebauter Gewässerabschnitt, durch den ein gleichförmiger Abfluss erzeugt wird. Dies ermöglicht eine Abflussmessung. Die Abflussmessung ist der aus der oberhalb liegenden Gewässernutzung resultierende Abfluss.

## **Physikalisch-chemische Parameter**

Europäisches Parlament und Rat (2000, S. 44)

Allgemein: Temperaturverhältnisse, Sauerstoffhaushalt, Salzgehalt, Versauerungszustand, Nährstoffverhältnisse.

Spezifische Schadstoffe:

Verschmutzung durch alle prioritären Stoffe, bei denen festgestellt wurde, dass sie in den Wasserkörper eingeleitet werden, Verschmutzung durch sonstige Stoffe, bei denen festgestellt wurde, dass sie in signifikanten Mengen in den Wasserkörper eingeleitet werden.

Für BRD sind diese in der Oberflächengewässerverordnung (OgewV) (2016) angeführt. Zu den prioritären Stoffen zählen gemäß Oberflächengewässerverordnung (2016, S. 62 bis 64) nachfolgende Stoffe:

Alachlor, Anthracen, Atrazin, Benzol, Bromierte Diphenylether, Cadmium und Cadmiumverbindungen, C10-13 Chloralkane, Chlorfenvinphos, Chlorpyrifos (Chlorpyrifos-Ethyl), 1,2-Dichlorethan, Dichlormethan, Bis(2-ethyl-hexyl)phthalat (DEHP), Diuron, Endosulfan, Fluoranthen, Hexachlorbenzol, Hexachlorbutadien, Hexachlorcyclohexan, Isoproturon, Blei und Bleiverbindungen, Quecksilber und Quecksilberverbindungen, Naphthalin, Nickel und Nickelverbindungen, Nonylphenol (4-Nonylphenol), Octylphenol, Pentachlorbenzol, Pentachlorphenol, Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK), Simazin, Tetrachlorethylen, Dichlorethylen, Tributylzinnverbindungen (Tributylzinn-Kation), Trichlorbenzol, Trichlormethan, Trifluralin, Dicofol, Perfluoroktansulfansäure Und ihre Derivate (PFOS), Quinoxifen, Dioxine und dioxinähnliche Verbindungen, Aclonifen, Bifenox, Cybutryn, Cypermethrin, Dichlorvos, Hexabromcyclododecan (HBCDD), Heptachlor und Heptachlorepoxyd, Terbutryn, Nitrat

### **Pool-Riffel-Strukturen/System**

Abfolge von Stillen und Schnellen in einem Fließgewässer.

### **Primäraue**

Die natürliche Aue des Oberflächengewässers welche sich durch glaziale, äolische oder fluviale Prozesse gebildet hat und durch den Abfluss des Gewässers ausgeformt wurde.

### **Q30**

Ein Abfluss, der an 29 Tagen im Jahr nicht unterschritten wird.

### **Q30/Q330**

Ein Abflussspektrum, das an 305 Tagen erfüllt wird.

## **Quercontinuum**

Die Lage des Gewässers quer zur Fließrichtung in der Aue und die dort erfolgenden Umlagerungsprozesse von Substrat sowie Austauschprozesse mit Grundwasser gemäß DIN 2004 a oder der von Gewässer abhängigen Landlebensräumen usw.

## **Renaturierungen**

Eine geplante aktive sowie passive Umgestaltung eines naturfernen Gewässers, Waldes oder Ähnlichem in einen naturnäheren Zustand. Hierbei handelt es sich um einen geplanten Prozess, durch den ggf. bestimmte Arten gefördert werden sollen.

## **Schwall-Sunk-Betrieb**

Ausleitungen eines Wassersschalles aus einer Stauhaltung um kurzfristig den Wasserstand zu erhöhen und so das Flößen oder die Schiffbarkeit (Surfen auf dem Wellenkamm) zu ermöglichen.

## **Status-quo-Theorie**

Ist eine Theorie zur Beurteilung einer Verschlechterung im Sinn der EU-WRRL. Der aktuelle Zustand ist zu erhalten, auch innerhalb der jeweiligen Zustandsklasse.

## **Stygobionte Arten**

Arten, die ausschließlich im Grundwasser vorkommen und sich auf diesen Lebensraum in ihrer Morphologie und Ökologie spezialisiert haben – echte Grundwasserarten

## **Stygophile Arten**

Arten, die bevorzugt im Grundwasser vorkommen, sich jedoch nicht an diesen Lebensraum besonders angepasst haben und in weiteren aquatischen Lebensräumen vorkommen können - grundwassernahe Arten

### **Stygoxene Arten**

Arten, die in anderen Gewässertypen (Oberflächengewässer, Still- und Fließgewässer) und nur gelegentlich im Grundwasser vorkommen - zufällig im Grundwasser vorkommende Arten.

### **Treideln/Treidelwirtschaft**

Historischer Transport von Wirtschaftsgütern bei dem das Floß oder das Schiff mit Hilfe von Tieren oder Menschen gezogen wurde.

### **Übergangsgewässer**

„Die Oberflächenwasserkörper in der Nähe von Flussmündungen, die aufgrund ihrer Nähe zu den Küstengewässern einen gewissen Salzgehalt aufweisen, aber im Wesentlichen von Süßwasserströmungen beeinflusst werden“. Europäisches Parlament und Rat (2000. S. 9)

### **umbrella species**

Eine Art mit einer weiten/großen Anforderung an die Habitatausstattung, die für Vorkommen erforderlich ist. Aufgrund des Vorkommens dieser Art ist das Vorkommen von weiteren Arten sicher, da diese anderen Arten für ihr Vorkommen nur einen Teil der Habitatausstattung benötigen. (Simberloff, 1998)

### **Verschlechterungsverbot**

gemäß EU-WRRL das Verbot sämtlicher Maßnahmen/Veränderungen, die zu einer dauerhaften Verschlechterung des biologischen oder des chemisch-physikalischen Zustandes oder einer Teilkomponente führen könnten.

### **Wassernutzung/genehmigte Wasserbenutzung**

Einleitungen, Wasserentnahmen, Aufstau von Gewässern, usw,

## **Zustandsklassentheorie**

Ist eine Theorie zur Beurteilung einer Verschlechterung im Sinn der EU-WRRL. - Es sind Veränderungen innerhalb der jeweiligen Zustandsklasse zulässig, jedoch nur in dem Maß, dass keine Verschlechterung der Zustandsklasse erfolgt.