

INHALTSVERZEICHNIS

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	4
LITERATURVERZEICHNIS	5
1 VERANLASSUNG UND TRÄGER DER MAßNAHME	7
2 PROJEKTGEBIET	10
2.1 ALLGEMEINES	10
2.2 GEOGRAPHISCHE UND GEOLOGISCHE VERHÄLTNISSE	10
2.3 FLÄCHENNUTZUNG UND VEGETATION	11
2.4 STÄDTISCHES ENTWÄSSERUNGSNETZ.....	11
2.5 OBERFLÄCHENGEWÄSSER.....	12
2.5.1 Allgemeines.....	12
2.5.2 Beschreibung der Wasserkörper.....	13
2.5.3 Probleme der Haaren.....	19
2.5.4 HMWB-Gewässer (Heavy Modified Water Body).....	20
3 DATENGRUNDLAGEN	22
3.1 VERMESSUNG DER GEWÄSSERPROFILE	22
3.2 GEWÄSSERBEGEHUNG	24
3.2.1 Gewässermorphologische Grundlagen (Leitbild).....	25
3.2.1.1 Geologie.....	25
3.2.1.2 Gewässermorphologisches Leitbild	25
3.2.2 Ergebnisse der Gewässerbegehung	26
3.2.2.1 Gewässergüte	27
3.2.2.2 Strukturgüte.....	27
3.2.2.3 Sohlbeschaffenheit.....	29
3.2.2.4 Von Einleitungen freizuhaltende Gewässerabschnitte	30
3.2.3 Ermittlung des Wiederbesiedlungspotenzials.....	31
3.3 ABFLUSS- UND NIEDERSCHLAGSMESSUNGEN	33
3.3.1 Durchführung der Messungen.....	33
3.3.2 Auswertung der Messergebnisse.....	34
3.4 CHEMISCH-PHYSIKALISCHE UNTERSUCHUNGEN.....	34
3.4.1 Durchführung der Messungen.....	34
3.4.2 Auswertung der Messergebnisse.....	36
3.5 GENERALENTWÄSSERUNGSPLANUNG	37
4 NACHWEISFÜHRUNG NACH BWK-M3	39
4.1 ANWENDUNGSGRENZEN DER NACHWEISVERFAHREN	39
4.2 GRENZWERTE DER NACHWEISVERFAHREN	39
4.3 ANWENDUNG DER NACHWEISVERFAHREN FÜR DIE HAAREN.....	41
4.3.1 Verfahrens- und Anwendungsgrenzen des vereinfachten Nachweises.....	41
4.3.2 Pilotprojekt „Haaren“.....	42
4.3.3 Charakteristische Teileinzugsgebiete.....	43
5 VEREINFACHTER NACHWEIS NACH BWK-M3	45
5.1 ERMITTLUNG DES GESCHLOSSENEN SIEDLUNGSGEBIETES	45
5.2 FESTLEGUNG DER NACHWEISSTELLEN	45
5.3 ERMITTLUNG DER GRUNDDATEN FÜR VERENA.M3.....	46

5.3.1	Modellbeschreibung VereNa.M3.....	46
5.3.2	Grunddaten Kanalisation.....	46
5.3.3	Berechnung der zulässigen Einleitungsmenge.....	51
5.3.3.1	Ermittlung der potentiell naturnahen Abflüsse $HQ_{1,pnat}$ und $HQ_{2,pnat}$	51
5.3.3.2	Modellbeschreibung Fluter.....	52
5.3.3.3	Eingangsparameter Fluter.....	52
5.3.3.3.1	Einzugsgebiet.....	52
5.3.3.3.2	Niederschlag.....	53
5.3.3.4	Ergebnisbetrachtung.....	53
5.3.4	Grunddaten Gewässer.....	54
5.4	ERGEBNISSE DES VEREINFACHTEN NACHWEISES – IST-ZUSTAND.....	58
5.4.1	Ergebnisse der hydraulischen Nachweise.....	58
5.4.1.1	Hauptgewässer Haaren.....	58
5.4.1.2	Nebengewässer Ofenerdieker Bäke.....	60
5.4.1.3	Nebengewässer Hausbäke.....	60
5.4.2	Ergebnisse der stofflichen Nachweise.....	61
5.4.2.1	Hauptgewässer Haaren.....	62
5.4.2.2	Nebengewässer Ofenerdieker Bäke.....	64
5.4.2.3	Nebengewässer Hausbäke.....	65
5.5	ERGEBNISSE DES VEREINFACHTEN NACHWEISES – SOLL-ZUSTAND.....	66
6	DETAILLIERTER NACHWEIS NACH BWK-M3 UND BWK-M7.....	71
6.1	MODELLAUSWAHL.....	71
6.2	ERMITTLUNG DES NACHWEISRAUMES UND DER NACHWEIS-ORTE.....	71
6.3	DURCHFÜHRUNG UND ERGEBNISSE DES HYDRAULISCHEN NACHWEISES.....	72
6.3.1	Berechnungsgrundlagen.....	72
6.3.2	Beschreibung des hydrodynamischen Kanalnetzmodells.....	72
6.3.2.1	Modelltheorie der Abflussvorgänge.....	72
6.3.2.2	Eingesetzte Programme / Programmtechnische Besonderheiten.....	73
6.3.2.3	Oberflächenabfluss.....	74
6.3.2.4	Betriebliche Parameter für die Haltungsprofile / Individualkonzept.....	74
6.3.3	Modelltechnische Simulation des Untersuchungsgebietes.....	75
6.3.3.1	Haltungsflächen.....	76
6.3.3.2	Systemauslässe.....	76
6.3.4	Grenzen der Modelltechnik.....	76
6.3.5	Modellkalibrierung.....	77
6.3.5.1	Kalibrierung und Validierung von Modellen.....	77
6.3.5.2	Datengrundlagen.....	78
6.3.5.3	Datenauswahl.....	78
6.3.5.4	Ergebnisse.....	80
6.3.5.5	Validierung der Ergebnisse.....	85
6.3.6	Detaillierter hydraulischer Nachweis.....	85
6.3.6.1	Hinweise zur Durchführung.....	85
6.3.6.2	Ermittlung des $HQ_{2,pnat}$	86
6.3.6.3	Durchführung und Ergebnisse des detaillierten hydraulischen Nachweises.....	87
6.3.7	Gegenüberstellung vereinfachter und detaillierter hydraulischer Nachweis.....	90
6.4	DURCHFÜHRUNG UND ERGEBNISSE DES STOFFLICHEN NACHWEISES.....	92
6.4.1	Berechnungsgrundlagen.....	92
6.4.2	Berechnungsergebnisse.....	93
7	DISKUSSION DER PARAMETER TOC UND P.....	94
8	INTERPRETATION DER ERGEBNISSE.....	95
8.1	URBANE EINFLÜSSE – STADTGEBIET.....	95
8.2	LÄNDLICHE EINFLÜSSE – OBERGEBIET.....	96
9	MAßNAHMENPLANUNG.....	99
9.1	ZUSAMMENSTELLUNG DER DEFIZITE.....	99
9.2	KONZEPTIONELLE MAßNAHMENPLANUNG.....	99

9.2.1	<i>Übergeordnete Maßnahmen und kleine Einzelmaßnahmen</i>	99
9.2.2	<i>Maßnahmen im Stadtgebiet</i>	101
9.2.3	<i>Maßnahmen im ländlichen Raum</i>	103
10	DISKUSSION DER PROJEKTBEARBEITUNG	105
10.1	ERFAHRUNGEN AUS DEM PILOTPROJEKT	105
10.2	ÜBERTRAGBARKEIT DER ERGEBNISSE	107
11	ZUSAMMENFASSUNG UND SCHLUSSBETRACHTUNG	111

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

A _E	Einzugsgebiet
A _k	kanalisiertes Einzugsgebiet
BWK	Bund der Ingenieure für Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft und Kulturbau
BWK-M3/7	Merkblatt 3, bzw. 7 des Bundes der Ingenieure für Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft und Kulturbau
D	Dauer (im Zusammenhang mit Regenereignissen)
DIN EN	Deutsches Institut für Normung, Europäische Norm
DWD	Deutscher Wetterdienst
E	Einwohner
EW	Einwohnerwerte (Kläranlage)
FFH	Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie der EU
GEP	Generalentwässerungsplan
GOK	Geländeoberkante
HMWB	Heavy modified waterbody
HQ1 _{pnat}	potentiell naturnaher jährlicher Hochwasserabfluss
mNN	Meter über Normal Null
MNQ	Mittlerer Niedrigwasserabfluss
MW	Mischwasser
n = 1/a	Ereignis der Häufigkeitsstufe 1 x jährlich
n = 0,5/a	Ereignis der Häufigkeitsstufe 1 x in 2 Jahren
N-A-Modell	Niederschlag-Abfluss-Modell
NLWKN	Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz
NWG	Niedersächsisches Wassergesetz
OMA	Ortsspezifische Maßnahme
OOWV	Oldenburgisch Ostfriesischer Wasserverband
Q _{E1,zul}	zulässiger jährlicher Einleitungsabfluss
RRB	Regenrückhaltebecken
RÜ	Regenüberlaufbauwerk
RW	Regenwasser
SW	Schmutzwasser
WBP	Wiederbesiedlungspotential
WRRL	Wasserrahmenrichtlinie der EU

LITERATURVERZEICHNIS

BWK, Merkblatt 3, 2. Auflage, Juli 2004

„Ableitung von immissionsorientierten Anforderungen an Misch- und Niederschlagswassereinleitungen unter Berücksichtigung örtlicher Verhältnisse“

BWK, Merkblatt 7, Gelbdruck, Februar 2007

„Detaillierte Nachweisführung immissionsorientierter Anforderungen an Misch- und Niederschlagswassereinleitungen gemäß BWK-Merkblatt 3“

BWK, Materialien, Mai 2003

Begleitband zu dem BWK-Merkblatt 3

NLWK Bezirksregierung Weser-Ems

„Bestandsaufnahme zur Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie – Bearbeitungsgebiet Hunte“ („C-Berichte“)

Bundesumweltamt, 2. Auflage, November 2004

„Die Wasserrahmenrichtlinie – Neues Fundament für den Gewässerschutz in Europa“

Bundesumweltamt, 1. Auflage, Januar 2005

„Die Wasserrahmenrichtlinie – Ergebnisse der Bestandsaufnahme 2004 in Deutschland“

Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz, 8 / 2007

Leitfaden Maßnahmenplanung Oberflächengewässer

Teil A Fließgewässer - Hydromorphologie

Niedersächsisches Landesamt für Ökologie, 1. Auflage 2001

Oberirdische Gewässer 13 / 2001

„Gewässergütebericht 2000“

Niedersächsisches Landesamt für Ökologie, 1. Auflage 2001

Gewässerschutz – Rasper, M.:

„Morphologische Fließgewässertypen in Niedersachsen – Leitbilder und Referenzgewässer“

Oldenburgisch-Ostfriesischer Wasserverband, Dezember 2007

Generalentwässerungsplan der Stadt Oldenburg, Titel 7: Schmutzfrachtberechnung mit Kosim für das Mischwassereinzugsgebiet

Schrabe, Joachim, Isensee 1997

„Die Haaren – 75 Jahre Haaren-Wasseracht“

Sieker, Friedhelm, 2005

„Dezentrale Regenwasserbewirtschaftungsmaßnahmen in Siedlungsgebieten ...“

Staatliches Amt für Umwelt und Arbeitsschutz OWL, Dezember 2005

Handlungsempfehlung: „Aufstellung einer Untersuchung zur Beeinflussung der Gewässerökologie durch Einleitungen eines Siedlungsgebietes gemäß BWK-M3“

Staatliches Amt für Wasser und Abfall Brake, Dezember 1997

Peter Suhrhoff und Dr. Ralph Gumprecht:

„Verbreitungsatlas der Fließgewässerfauna im nordöstlichen Weser-Ems-Gebiet“

1 VERANLASSUNG UND TRÄGER DER MAßNAHME

Als Auftakt zur regionalen Umsetzung der europäischen Wasserrahmenrichtlinie (EU-WRRL) in Niedersachsen kommen im Bearbeitungsgebiet Hunte 25 drei Modellprojekte zur Ausführung. Träger der vom Land Niedersachsen geförderten Maßnahme ist die Hunte Wasseracht.

Das Modellprojekt Hunte 25 umfasst drei Teilregionen mit unterschiedlichen Schwerpunktthemen:

- Obere Lethe und Nebengewässer: Das Teilprojekt befasst sich mit der Aufstellung einer ganzheitlichen Mengen- und Gütebewirtschaftung von Oberflächengewässer und Grundwasser unter Einbeziehung der Verockerungsproblematik. Ferner wird der Aufbau und Betrieb eines integralen Monitoringnetzwerkes zur Verifizierung der Zieldefinitionen und Identifizierung von Maßnahmen erarbeitet. Darauf aufbauend erfolgt die Entwicklung eines Maßnahmenplanes mit Prioritätensetzung.
- Hunte von Diepholz bis Oldenburg und kleinere Nebengewässer: Exemplarische Auswahl von Maßnahmenvorschlägen zur Strukturverbesserung, insbesondere aus den Gewässerentwicklungsplänen, die eine hohe Wirksamkeit bzgl. der Verbesserung des ökologischen Zustands der Hunte und ihrer Nebengewässer erwarten lassen: Planung, Umsetzung, maßnahmenbezogenes Monitoring.
- Haaren und ihre Zuflüsse: Umsetzung der Ziele der WRRL im städtischen Raum. Untersuchung der immissionsorientierte Anforderungen an Mischwasser- und Niederschlagswassereinleitungen auf Basis des BWK - Merkblattes M3.

Die Laufzeit des Modellprojektes umfasst den Bearbeitungszeitraum von 2006 bis 2008.

Das hier vorgestellte Teilprojekt behandelt die Haaren samt Nebengewässer, die so genannte „Wasserkörpergruppe 25001“, Haaren und ihre Zuflüsse.

Der fachliche Schwerpunkt dieses Teilprojektes liegt in der Betrachtung des „Städtischen Raumes“ im Unterlauf der Haaren unter Berücksichtigung der intensiven landwirtschaftlichen Nutzung im Oberlauf. Die Anforderungen der EU-WRRL zur Wiederherstellung, bzw. Erhaltung ökologisch guter Gewässer führt neben der traditionellen Emissionsbetrachtung zur zusätzlichen immissionsbezogenen Bewertung der Gewässereinleitungen.

Im Zuge der Projektbearbeitung soll pilotartig für Niedersachsen eine detaillierte immissionsbezogene Beurteilung der Niederschlagswassereinleitungen aus Misch- und Regenwassernetzen in die Wasserkörpergruppe Haaren im Sinne der EU-WRRL erfolgen. Die Beurteilung basiert auf einer umfassenden Bestandsanalyse mit darauf aufbauenden Modellberechnungen und ist Grundlage für eine Maßnahmenentwicklung zur Verbesserung des Gewässerzustandes.

Die Maßnahmen haben zum Ziel, die aufnehmenden Gewässer stofflich und hydraulisch so zu entlasten, dass ein „guter ökologischer Zustand“ sowie ein „guter chemischer Zustand“ - auch unter dem Einfluss von Niederschlagswassereinleitungen - erreicht wird.

Ein weiterer Schwerpunkt des Projektes ist die Überprüfung der Anwendbarkeit des BWK-Merkblattes 3 („Ableitung von immissionsorientierten Anforderungen an Misch- und Niederschlagswassereinleitungen unter Berücksichtigung örtlicher Verhältnisse“; 2004) für die gleichen Gewässerabschnitte. Im Vergleich zum vorgeannten detaillierten Nachweis beschreibt das M3 eine vereinfachte Nachweisführung.

Im Rahmen des Projektes werden beide Bearbeitungswege (detaillierte und vereinfachte Nachweisführung) einschließlich ihrer Ergebnisse miteinander verglichen werden.

Die Bearbeitung detaillierter Nachweise erfordert als Grundlage eine umfangreiche Datenbasis. Unter anderem sind Kenntnisse der Abflussvorgänge in den Kanalnetzen unabdingbare Voraussetzung für die Durchführung dieser Nachweise. Für die Stadt Oldenburg lagen hierzu Untersuchungen und Berechnungen im Rahmen der Aufstellung des Generalentwässerungsplanes (GEP) vor. Der GEP wurde durch den OOWV als verantwortlicher Kanalnetzbetreiber in Auftrag gegeben. Der Bearbeitungsumfang gliedert sich in den Nachweis der hydraulischen Leistungsfähigkeit der Regenwasser-, Mischwasser- und Schmutzwasserkanalnetze (N-A-Modell mit dem hydrodynamischen Berechnungsprogramm Hystem-Extran) und die Schmutzfrachtberechnung (Programm Kosim).

Mit der Bearbeitung eines GEP liegen genaue Erkenntnisse über Emissionen aus hydraulischer Sicht vor (Abflussganglinien, Wasserstandsganglinien). Bislang endete an dieser Stelle der emissionsorientierte Nachweis der Entwässerungskanäle. Im Rahmen der immissionsorientierten Betrachtungsweise konnten diese Daten jedoch direkt als Belastungsabfluss auf die Gewässer übertragen werden. Da-

durch kann hinsichtlich der quantitativen Daten eine Nachweisführung im Sinne der WRRL erfolgen.

Durch die parallele Bearbeitung des GEP stand ein umfangreicher Datenpool über das Entwässerungssystem zur Verfügung. Darauf aufbauend lag es nahe, die Vorfluter mit einzubeziehen, um ein vollständiges Modell zu erhalten. Damit konnte in diesem Pilotprojekt ein detaillierter **hydraulischer** Nachweis nach BWK-M3/M7 geführt werden.

Für die Durchführung des detaillierten **stofflichen** Nachweises konnte nicht auf die Daten der Schmutzfrachtberechnung des GEP zurückgegriffen werden. Er wird mit Hilfe des Programms VereNa.M7 geführt. Die Anwendungstauglichkeit und Optimierung des Programms war ebenfalls Bestandteil des Pilotprojektes.

Die Projektergebnisse werden hinsichtlich ihrer Übertragbarkeit auf andere Gewässer in Niedersachsen mit vergleichbaren Belastungssituationen und Gewässertypen geprüft und bewertet.

Im Auftrag des Oldenburgisch-Ostfriesischen Wasserverbandes (OOWV) kommt hiermit der **Endbericht** zur Vorlage.

2 PROJEKTGEBIET

2.1 Allgemeines

Das Einzugsgebiet der Haaren liegt im linksseitigen Niederschlagsgebiet der Weser und umfasst eine Größe von 113 km². Davon werden über 40 km² von der Stadt Oldenburg gebildet. Die Haaren beginnt im ländlichen Gebiet ohne Quelle und mündet nach einer Lauflänge von 23,8 km über ein Siel- und Mündungsschöpfwerk in die tidebeeinflusste Hunte im Zentrum der Stadt Oldenburg. Im Oberlauf befindet sich das Hochwasserrückhaltebecken in Petersfehn. Durch diese beiden Bauwerke, das Siel- und Mündungsschöpfwerk und das Hochwasserrückhaltebecken, sowie durch einen massiven Ausbau der Haaren und ihrer Nebengewässer wird der Hochwasserschutz für die Stadt Oldenburg sichergestellt. Die zahlreichen Regulierungsmaßnahmen zur Abwehr der Hochwässer seit Anfang des 19. Jahrhunderts haben zur Folge, dass sich das gesamte Gewässersystem heute sehr wenig naturnah und strukturell stark überformt darstellt.

2.2 Geographische und geologische Verhältnisse

Das Gelände des Haaren-Einzugsgebietes fällt von Norden nach Süden zur Haarenniederung und diese von Westen nach Osten zum Stadtgebiet. Das höchste Gelände liegt im Raum Rastede mit +19 mNN, die niedrigsten Flächen befinden sich in der innerstädtischen Haaren- und Hausbäkenniederung mit +2,50 bis +2,75 mNN. Das Zentrum Oldenburgs liegt auf einem Geesthügel, welcher bis zu +7 m aus der Hunteniederung herausragt. Dadurch ergeben sich verhältnismäßig große Einschnittstiefen der Haaren im Stadtinneren. Südlich der Haarenniederung befinden sich das Eversten- und Wildenlohsmoor, welche zur naturräumlichen Großeinheit der Hunte-Leda-Moorniederung gehören.

Die Saale-Eiszeit prägte das Einzugsgebiet der Haaren geologisch als vorwiegende Geestlandschaft. In der Nacheiszeit entstanden in den zur Nordsee entwässernden Urstromtälern Moore, welche das Einzugsgebiet noch bis zu Beginn des 19. Jahrhunderts fast vollständig bedeckten. Die im Nordwesten auf der nordoldenburgisch-ostfriesischen Geest entspringenden Bäken Haaren, Putthaaren, Ofener Bäke und Ofenerdieker Bäke fließen den Urstromtälern folgend zunächst von Nordosten nach Südwesten, bevor die Haaren östlich des Zwischenahner Meeres ins niedriger gelegene Moorgebiet nach Osten abknickt und die oben genannten Bäken als Nebengewässer aufnimmt. Aus den südlich der Haaren gele-

genen Moorgebieten fließen abgesehen von der Hausbäke nur kleinere Gewässer der Haaren zu. Diese waren ursprünglich reine Moorentwässerungsgräben.

Die Zuflüsse aus der Geest bilden den Gewässertyp 16 (kiesgeprägter Tieflandbach), während die südlichen Zuflüsse sowie die Haaren im Mittel- und Unterlauf dem Gewässertyp 14 (sandgeprägter Tieflandbach) zugeordnet werden.

2.3 Flächennutzung und Vegetation

Der Anteil an bebauten Gebieten macht rd. 40 % des Gesamteinzugsgebiet der Haaren aus. Dabei entfällt der überwiegende Anteil auf die Stadt Oldenburg. Neben der Siedlungsbebauung beherrschen auch etliche Grünflächen und kleine Seen das Stadtbild. Vom Gesamteinzugsgebiet der Haaren werden rd. 5 % von Waldflächen bedeckt, wobei der „Wold“ als Laubwald und der „Wildenloh“ als Nadelwald den größten Anteil bilden. Moorflächen machen noch einen Anteil von rd. 20 % aus. Dabei ist die ursprüngliche Moorvegetation jedoch nur noch in Relikten vorhanden. Vielmehr wird auf den z.T. gut entwässerten und abgetorften Hochmoorflächen überwiegend Grünlandwirtschaft, seltener Ackerbau betrieben. Das verbleibende Gebiet von 35 % wird intensiv landwirtschaftlich genutzt.

2.4 Städtisches Entwässerungsnetz

Die Stadt Oldenburg hat 158.600 Einwohner (Stand 2006, Quelle: Amt für Controlling und Finanzen, Stadt Oldenburg) mit einer Bevölkerungsdichte von rd. 147 E/km².

Der Stadtkern Oldenburgs ist im Mischwassersystem kanalisiert. Daher werden die Haaren und die Hausbäke bei Starkregenereignissen aus 9 Entlastungsbauwerken stoßweise belastet. Im Bereich des Haaren-Einzugsgebietes befinden sich weder kommunale Kläranlagen größer 2.000 EW noch gewerbliche oder industrielle Direkteinleiter. Da in der Stadt keine Starkverschmutzer angesiedelt sind, die direkt in das Mischwasserkanalnetz einleiten kann das Abwasser, welches bei Starkregen in verdünnter Form über die Mischwasserentlastungen in die Gewässer gelangt, als „normal kommunal verschmutzt“ betrachtet werden.

Die Stadtaußenbereiche werden im Trennsystem entwässert. Das Schmutzwasser wird zum größten Teil über die vorhandenen Mischwasserkanäle zur im Osten der

Stadt im Einzugsgebiet der Hunte liegenden Zentralkläranlage (Auslegung: 210.000 EW) geleitet.

Die Regenwasserkanalisation stellt sich als ein zusammengesetztes System aus den eigentlichen Kanalisationsrohren und den offenen bzw. verrohrten Vorflutern dar. Die kleineren Vorfluter können als offene Regenwassergräben bezeichnet werden und bilden dadurch mit der Kanalisation eine Entwässerungseinheit für das Regenwasser. Viele Nebengewässer der Haaren werden zudem von kleinen Seen, bzw. Teichen unterbrochen, die einen natürlichen Rückhalt für Abflussspitzen bieten. Darüber hinaus gibt es im gesamten Stadtgebiet ca. 95 Regenrückhaltebecken.

Im innerstädtischen Bereich der Haaren ist das Kanalnetz eingestaut, so dass sämtliche Einleitungen unter dem Wasserspiegel liegen und nicht sichtbar sind.

2.5 Oberflächengewässer

2.5.1 Allgemeines

Die Wasserkörpergruppe Haaren (WKG 25001) gehört zum Bearbeitungsgebiet Hunte und zum Flussgebiet Weser. Sie hat ein Einzugsgebiet von 113 km², welches in **Anlage 2** dargestellt ist.

Die Haaren Wasseracht unterhält 110 km Gewässer II. Ordnung und 80 km Gewässer III. Ordnung. Im Sinne der Wasserrahmenrichtlinie werden alle Gewässer mit einem Einzugsgebiet größer als 10 km² betrachtet. Über diese Vorgabe hinausgehend fließen im Rahmen dieses Pilotprojektes auch die Südbäke und der Bloherfelder Wasserzug in die Untersuchungen mit ein, da sie jeweils einen beträchtlichen Teil des dicht bebauten städtischen Einzugsgebietes entwässern.

Die Südbäke ist ein der Ofenerdieker Bäke zufließender Vorfluter. Die Südbäke mündet ca. 1.600 m oberhalb der Einmündungsstelle der Ofenerdieker Bäke in die Haaren in die Ofenerdieker Bäke. Die Südbäke bildet damit einen Teil des Wasserkörpers 25031 „Ofenerdieker Bäke“. Sie weist im Rahmen der Nomenklatur der Wasserkörperbezeichnungen keine eigenständige Bezeichnung auf.

Der Bloherfelder Wasserzug umfasst nahezu die Hälfte des Einzugsgebietes des Wasserkörpers 25081 „Haaren Stadtstrecke Oldenburg“. Eine Übersicht über die untersuchten Gewässer (Wasserkörper) findet sich in folgender Tabelle.

Übersicht der untersuchten Wasserkörper

Nr.	Wasserkörper – Bezeichnung	Länge des WK [km]	Einzugsgebiet [km ²]
25031	Ofenerdieker Bäke	7,7	11,21
(25031)	Südbäke	5,2	6,17
25032	Ofener Bäke	8,2	11,33
25033	Haaren Oberlauf / Putthaaren	23,2	40,85
25034	Haaren Unterl. und Unterl. Ofener Bäke	4,8	20,51
25081	Haaren Stadtstrecke Oldenburg	4,5	6,67
(25081)	Bloherfelder Wasserzug	3,4	5,66
25082	Hausbäke	5,8	10,48

Die grau hinterlegten Wasserkörper werden im Folgenden als die städtischen Gewässer angesprochen, während die anderen dem ländlichen Obergebiet zugeordnet werden.

Eine Gewässerbegehung im Sinne des BWK-M3 wurde ausschließlich an den städtischen Gewässern durchgeführt, da sie den Schwerpunkt des Projektes bilden. Die ländlichen Gewässer wurden im Zuge der Vermessungsarbeiten begangen. Hierbei wurden Besonderheiten im Verlauf sowie Querbauwerke mit aufgenommen. Auf dieser Grundlage, ergänzt um Daten aus vorhandenen Unterlagen, werden auch die Gewässer des ländlichen Obergebietes beschrieben, um ein umfassendes Bild des gesamten Einzugsgebietes darzustellen.

2.5.2 Beschreibung der Wasserkörper

Die nachfolgende Beschreibung der Wasserkörper erfolgt auf Grundlage der C-Berichte des Landes Niedersachsen (Bestandsaufnahme über den Zustand der Gewässer 2005) sowie der stattgefundenen Gewässerbegehung und Vermessung. Die zeichnerische Darstellung befindet sich in **Anlage 3, Blatt 1** „Lageplan: Übersicht Wasserkörper / Vorfluter“.

Haaren Oberlauf / Putthaaren – WK 25033

Im Zusammenfluss von Haaren und Putthaaren liegt das Hochwasserrückhaltebecken mit einem Speichervolumen von 650.000 m³. Das Becken hat einen flachen Dauerstaubereich, aus welchem eine ständige Wasserfläche von rd. 2 ha resultiert. Der Ablauf des Hochwasserrückhaltebeckens erfolgt über ein Auslassbauwerk mit Fischbauchklappe, welche ein unpassierbares Wanderhindernis darstellt. Aktuelle Planungen sehen vor, diesen Bereich so umzugestalten, dass er für Fische durchgängig wird.

Der Oberlauf der Haaren und die Putthaaren sind in ihrer Charakteristik direkt miteinander vergleichbar. Als kiesgeprägte Tieflandbäche (Gewässertyp 16) sind sie aus eiszeitlichen Ablagerungen entstanden. Die ursprünglich vorhandene feste Kiessohle wurde durch massive Regulierungsarbeiten (Laufverkürzung, Sohlvertiefung) zerstört. Stattdessen ist in den Bächen heute eine untypische Sandsohle vorherrschend. Teilweise bewirkt diese Treibsandumlagerungen, die immer wieder ausgehoben werden müssen.

Der Oberlauf der Haaren hat ein Einzugsgebiet von 27,1 km², das der Putthaaren umfasst 13,0 km². Beide Einzugsgebiete sind durch intensive Landwirtschaft und nur wenige Siedlungen geprägt. Die landwirtschaftliche Nutzung reicht i.d.R. bis an das Ufer heran, obwohl sich beide Gewässer südlich der Autobahn im Landschaftsschutzgebiet Haarenniederung befinden.

Bis zur Einmündung der Putthaaren hat die Haaren eine Länge von 14,7 km; die Putthaaren ist 8,75 km lang. Rd. 1 km oberhalb des Hochwasserrückhaltebeckens befindet sich in der Haaren der Pegel Düwelshoop sowie eine Sohlgleite mit einem Höhensprung von 1,0 m. In der Putthaaren wurde rd. 700 m oberhalb des Hochwasserrückhaltebeckens ein Sohlbauwerk aus Betonfertigteilen (kaskadenförmiger Sohlabsturz – System Pfeifenbrink) mit einem ebenso großen Höhensprung gebaut. Eine faunistische Durchgängigkeit ist in diesen Gewässern damit nicht gegeben.

Ofener Bäke – WK 25032

Die Ofener Bäke repräsentiert ebenfalls überwiegend den kiesgeprägten Tieflandbach mit einer heute stark versandeten Sohle. Ihr gesamtes Einzugsgebiet bis zur Einmündung in die Haaren umfasst 12,3 km². Im Vergleich zur Haaren (Oberlauf) und Putthaaren ist sie bereits stärker von Siedlungseinflüssen geprägt, hat aber

ebenfalls im Grunde ein ländlich strukturiertes Einzugsgebiet. Sie wird als mäßig ausgebauter Bach angesprochen. Auch hier ist ein Ufersaum meist nicht ausgebildet. Eine faunistische Durchgängigkeit wird durch eine Vielzahl kleinerer Querbauwerke verhindert. Im Verlauf der Ofener Bäke finden sich 2 Aufweitungen / Teiche (Stat. 5+800 u. 7+000), 2 "Fischtreppe" (Stat. 3+310 u. 3+485), 3 gleitenähnliche Sohlprünge und 4 offene Holzwehre mit Rechteckdurchlass.

Nach einer Lauflänge von 10,7 km mündet die Ofener Bäke in die Haaren. Im Bereich des Oldenburger Flugplatzes ist sie auf einer Länge von 770 m komplett als DN 1200 verrohrt. Im Bereich des Bahnüberganges wurde schon in den 30er Jahren ein Sandfang errichtet, der die Sandeinträge aus der alten Alexanderheide vor dem Einlauf in die Haaren zurückhalten sollte. Bis in diesen Bereich wirkte sich damals der Tideeinfluss aus. Die Ofener Bäke fließt hier über eine 8 m lange Überfallmauer. Der Sandfang wird jährlich ausgebagert.

Im Unterlauf wechselt der Gewässertyp vom kies- zum sandgeprägten Tieflandbach (Gewässertyp 14). Von da an wird die Ofener Bäke gemeinsam mit dem Unterlauf der Haaren zur Wasserkörper-Nr. 25034 zusammengefasst.

Haaren Unterlauf und Unterlauf Ofener Bäke – WK 25034

Dieser Wasserkörper ist in der Aufzählung der letzte ländlich geprägte Gewässerabschnitt. Die Haaren ist auch in diesem Abschnitt begradigt, jedoch nicht für den Hochwasserabfluss von 150 l/s*km² ausgebaut. Der Abschnitt wird als „ausgebauete Strecke mit einsetzender Regenerierung“ eingestuft [Beiträge zum Fließgewässerschutz in Niedersachsen 5/96]. Die Haarenniederung (Haaren und Wold bei Wechloy) wurde als FFH-Gebiet vorangemeldet. Grund ist das Vorkommen des Steinbeißers als Tierart gemäß Anhang II der FFH-Richtlinie. Darüber hinaus befinden sich zahlreiche prioritäre Lebensraumtypen gemäß Anhang I FFH im betrachteten Gebiet.

Beidseitig der Haaren befindet sich ein 50-200 m breiter Niederungstreifen (LSG Haarenniederung), der überwiegend als Grünland genutzt wird und auch bei kleineren jährlichen Hochwasserereignissen überschwemmt wird. Nördlich schließt sich der Laubwald „Wold“ an, südlich das Siedlungsgebiet Petersfehn mit seinen nährstoffreichen Moorentwässerungskanälen.

Das Einzugsgebiet dieses Wasserkörpers umfasst 20,5 km² und eine Fließlänge von 4,8 km. Der Gewässerabschnitt repräsentiert den sandgeprägten Tiefland-

bach (Gewässertyp 14). Durch die Regulierungsmaßnahmen hat sich die Sandsohle in Teilbereichen stark verlagert.

Ofenerdieker Bäke und Südbäke – WK 25031

Der Unter- und Mittellauf der Ofenerdieker Bäke wurden bereits vor dem Krieg so ausgebaut, dass ein „höchstes Hochwasser bordvoll abgeführt“ werden konnte. Der Oberlauf wurde im Zusammenhang mit der Nordbäke bereits vor dem 1. Weltkrieg im Zuge des Baus einer Munitionsanstalt reguliert.

Die Ofenerdieker Bäke repräsentiert ebenfalls den kiesgeprägten Tieflandbach mit einer heute stark versandeten instabilen Sohle. Ihr gesamtes Einzugsgebiet bis zur Einmündung in die Haaren umfasst 11,2 km². Im Vergleich zu Haaren (Oberlauf), Putthaaren und Ofener Bäke ist sie ausschließlich von Siedlungseinflüssen geprägt und hat ein rein städtisches Einzugsgebiet. Dieses äußert sich auch im starken Ausbau der Bäke. In ihrem Lauf wechseln Holzflechtzäune und Steinmauern mit verrohrten Abschnitten als Uferbefestigung ab. In großen Bereichen existiert kein Ufersaum. In ihrem Oberlauf übernimmt die Bäke teilweise die Funktion eines Straßen- und Bahnseitengrabens. Nur auf drei kurzen Abschnitten in kleinen baumbestandenen Gebieten hat sie inzwischen in ihrem Mittellauf wieder einen naturnahen Charakter. Hinzu kommt kurz vor der Mündung in die Haaren ein rd. 700 m langer renaturierter Abschnitt.

Neben unzähligen kürzeren Verrohrungen (5-50 m lange Überfahrten) finden sich eine 230 m lange Tunnelung sowie 2 Sohlabstürze im Verlauf der Ofenerdieker Bäke.

Als maßgeblicher Nebenarm mündet die Südbäke in den Unterlauf der Ofenerdieker Bäke. Des weiteren fließt im Oberlauf die Nordbäke von der Ofenerdieker Bäke ab und ihr später wieder zu. Rechtsseitig münden die Alexanderbäke und der Brokhauser Wasserzug (Flugplatzbäke). Alle zufließenden Nebengewässer sind ebenfalls stark überformt und von zahlreichen Regenwassereinleitungen geprägt.

Die Südbäke ist in ihrem Unter- und Mittellauf ebenso von dichter Besiedlung eingengt wie die Ofenerdieker Bäke. Sie durchfließt den Bürgerfelder Teich, der über einen Sohlabsturz ausläuft. Auf zwei längeren Abschnitten (160 und 400 m) ist sie komplett verrohrt. In ihrem Oberlauf hat die Südbäke jedoch bislang Raum, sich in ihrem Profil wieder naturnah zu entwickeln, da die Bebauung nicht an die

Bäke heranreicht. Mit der geringeren Besiedlungsdichte nehmen auch die Regenwassereinleitungen ab.

Haaren Stadtstrecke Oldenburg und Bloherfelder Wasserzug– WK 25081

Der Bloherfelder Wasserzug macht mit 5,66 km² annähernd die Hälfte des Wasserkörpers 25081 (insgesamt 12,33 km²) aus. Er entsprang ursprünglich in einer punktuellen Quelle am Rande des Wildenlohs Moor. Im Zuge wasserbaulicher Regulierungsmaßnahmen wurde sein Lauf verkürzt, so dass er heute nach rd. 3 km Fließlänge in die Haaren mündet. In seinem Lauf befindet sich eine Sohlgleite aus Betonfertigteilen (Schramperweg) sowie der Bloherfelder Teich (Regenrückhaltebecken) mit einem Überlauf. Bei der Kennedystraße engt eine alte Wehranlage das Profil seitlich ein, welche einen Höhenunterschied von ca. 20 cm überwindet. Die Sohle ist in diesem Bereich mit einer unebenen Ziegelsteinschüttung befestigt.

Das Einzugsgebiet des Bloherfelder Wasserzuges ist rein städtisch. Das Gewässer wird von zahlreichen Einleitungen aus der Regenwasserkanalisation beschickt. Nach halber Lauflänge mündet als maßgebliches Nebengewässer der Schramper Wasserzug in den Bloherfelder Wasserzug, welcher ebenfalls als offener Regenwassersammler typisiert werden kann. Aufgrund seiner Lage mitten in der Stadt ist der Bloherfelder Wasserzug stark ausgebaut. Sein Unterlauf ist auf einer Länge von rd. 750 m mit gewölbten Betonsohlschalen befestigt und damit zu einer besiedlungsfeindlichen Abflussrinne verbaut.

Die Stadtstrecke der Haaren umfasst ein Einzugsgebiet von 6,67 km². Der 4,5 km lange Gewässerabschnitt beginnt an der Stadtgrenze im Landschaftsschutzgebiet Haarenniederung (s. auch WK 25034) und endet im Siel- und Mündungsschöpfwerk am Stau. Auf dieser Strecke münden die maßgeblichen innerstädtischen Nebengewässer Ofenerdieker Bäke (WK 25031), Bloherfelder Wasserzug und Hausbäke (WK 25082) in die Haaren.

Zur Gewährleistung des Hochwasserschutzes befinden sich in der Haaren drei wesentliche Bauwerke:

- Siel- und Mündungsschöpfwerk am Stau
- Wehranlage oberhalb des Siel- und Mündungsschöpfwerkes zur Einhaltung einer Mindestwassertiefe in der Haaren

- Rechenreinigungsanlage gut 2 km oberhalb des Siel- und Mündungsschöpfwerkes

Der innerstädtische Haarenabschnitt vom Stau bis zur Ofenerdieker Bäke (Uhlhornsweg) ist im Mittelwasserbereich im Wesentlichen als Kastenprofil ausgebaut und entsprechend massiv befestigt. Die Befestigung reicht im ehemaligen „Stadtgraben“ von Stahlbeton- über Stahlspundwände bis zu Tunnelungen unter den Verkehrsknotenpunkten. Dort durchfließt die Haaren einen 165 m und einen 94 m langen Tunnel.

Die Stauhaltung durch das Siel- und Mündungsschöpfwerk wirkt sich bis in den Bereich des Landschaftsschutzgebietes Haarenniederung (Beginn bei Stat. 3+150) aus. Es hat stark wechselnde Fließbedingungen vom rückwärtigen Abfluss bei Einströmen eines Tidehochwassers aus der Hunte über Fließstillstand bis zu plötzlich einsetzendem Abfluss bei Anspringen der Pumpen zur Folge. Damit einher gehen neben der Beeinträchtigung der Gewässergüte starke Ablagerungen, die zu einer dicken Faulschlammschicht anwachsen können. Um die dadurch bedingte Erfordernis regelmäßiger Sohlaufreinigungen zu verringern, wurde im Verlauf der Haaren an der Stadtgrenze ein Sandfang angelegt.

Der Außenbereich der Stadt Oldenburg ist im Trennsystem kanalisiert. Die Regenwasserkanäle münden weitestgehend über die Nebengewässer in die Haaren, so dass es darüber hinaus nur 5 direkte Einleitstellen gibt. Im Innenstadtbereich, welcher im Mischsystem entwässert, wird die Haaren von 6 Regenüberläufen direkt und von 3 weiteren indirekt belastet. Die Regen- und Mischwasserkanäle sind weitgehend eingestaut.

Hausbäke – WK 25082

Das Einzugsgebiet der Hausbäke hat eine Größe von 10,5 km². Im Vergleich zu anderen städtischen Vorflutern, bspw. zur Ofenerdieker Bäke, ist das Gebiet auf langen Streckenabschnitten etwas lichter besiedelt, da die Bebauung meist nicht direkt an die Bäke heranreicht.

Mit ihrem Oberlauf entwässert die Hausbäke das Everstenmoor, das heute weitestgehend abgetorft ist. An den letzten größeren unkultivierten Hochmoorrest der Stadt Oldenburg (Naturschutzgebiet Everstenmoor) schließt die Niederung der Hausbäke an. Das Landschaftsschutzgebiet Hausbäkenniederung wird von weiten Moor- und Niederungsgrünlandflächen geprägt. Von ihrem Mittellauf an wird die

Hausbäke in Fließrichtung zunehmend immer stärker von der städtischen Besiedlung eingeengt, bis sie im Zentrum Oldenburgs durch den Stadtgraben fließt und in die Haaren mündet. In ihrem Lauf durchfließt sie auf einer Länge von insgesamt fast 1 km vier Teiche, welche zur Regenrückhaltung angelegt wurden. Trotz ihres etwas weitläufigen Bettes finden sich in der Hausbäke keine naturbelassenen oder naturnahen Abschnitte. Das Gewässer ist auf seiner gesamten Fließlänge gestreckt ausgebaut und befestigt. Vom Gewässertyp repräsentiert die Hausbäke den sandgeprägten Tieflandbach. Durch die Regulierungsmaßnahmen hat die Bäke jedoch ihre feste Sandsohle verloren.

Am Ende des Stadtgrabens wurde nach dem Krieg ein überspülbares Wehr (Verlaat) errichtet. Ein Stemmtorpaar verhinderte so das Einlaufen größerer Tiden in die niedrig gelegene Hausbäkenniederung. Im Lauf der Bäke finden sich nur wenige Sohlschwellen, wohl aber die Überläufe am Ende der Teiche. Im Bereich des Stadtgrabens befindet sich eine Mischwasserentlastung.

Der überwiegende Anteil der Regenwassereinleitungen werden der Hausbäke über ihre zahlreichen Nebengewässer zugeführt. Die Nebengewässer wie Kaspers-, Fuchs- und Wittebäke sowie der Ahlkenwegwasserzug sind weitestgehend „Funktionsgewässer“ für die Oberflächenentwässerung. Dieses äußert sich sowohl in ihrem Verlauf als auch im Ausbau der Gewässer.

2.5.3 Probleme der Haaren

In diesem Kapitel wird kurz auf die aktuellen Probleme der Haaren eingegangen. Selbige machten sich im Sommer 2006 ganz massiv durch ein Fischsterben in der Haaren und einigen Teichen bemerkbar. Die im folgenden beschriebenen Punkte beleuchten die wesentlichen Belastungsfaktoren der Haaren und geben somit Hinweise für die weitere Projektbearbeitung.

Sandbelastung

Nach Aussage der Haaren Wasseracht werden große Sandfrachten in die Gewässer eingetragen, die zum einen für die defizitäre Sohlstruktur mit verantwortlich sind, zum anderen aber auch Teiche und den Sandfang binnen kurzer Zeiträume verlanden lassen. Durch die organischen Belastungen aus anthropogenen Quellen entstehen Faulschlammschichten, die den ohnehin beeinträchtigten Sauerstoff-

haushalt bei ungünstigen Bedingungen im Sommer (Niedrigwasser und hohe Wassertemperaturen) noch weiter nachteilig beeinflussen. Im Extremfall führten diese Verhältnisse nach einem Starkregenereignis mit Mischwasserentlastung auf eine lange Trockenperiode folgend im Juni 2006 dazu, dass durch Eintrag und Aufwirbelung sämtlicher Ablagerungen der Sauerstoffgehalt in den Gewässern zu stark absank. Als Folge davon setzte ein Fischsterben ein.

Stillgewässer

In den Nebengewässern der Haaren sind zahlreiche Teiche im Hauptschluss angelegt, in der Haaren selbst befindet sich der Sandfang. Stillgewässer stellen jedoch völlig andere Lebensräume als Fließgewässer dar. Sie behindern die faunistische Durchgängigkeit für Wirbellose und wirken zudem als Nährstoff-Senke. Die entstehenden Ablagerungen rufen eine starke Sauerstoffzehrung hervor, verschlechtern also dauerhaft, insbesondere aber auch nach Aufwirbelungen durch erhöhte Abflüsse, die Gewässergüte.

Stauregulierung

Der Tideeinfluss aus der Hunte führt regelmäßig zu Rückstau. Das Siel- und Mündungsschöpfwerk verhindert ein Einfließen der Hunte in die Haaren, während die Wehranlage einen Mindestwasserstand in der Haaren hält. Durch diese Stauregulierung wird die Haaren zeitweise vom Fließgewässer zum Stillgewässer degradiert mit allen oben genannten negativen Folgen.

2.5.4 HMWB-Gewässer (Heavy Modified Water Body)

Alle städtischen Gewässer wurden als erheblich veränderte Wasserkörper (HMWB-Gewässer) voreingestuft. Die Ausweisung erfolgte auf Grund einer defizitären Strukturgüte, die zum überwiegenden Anteil die Strukturgüteklassen 6 und 7 aufweist. Die endgültige Ausweisung soll bis Ende des Jahres 2009 erfolgen. Bis dahin ist zu prüfen, inwieweit diese Gewässer durch Nutzungsänderungen oder strukturelle Eingriffe in der Lage sein könnten, den „guten ökologischen Zustand“ zu erreichen und damit nicht endgültig als HMWB-Gewässer eingestuft zu werden. Im Zuge der Bewirtschaftungspläne muss eine Ausweisung zum HMWB-Gewässer alle 6 Jahre erneut geprüft werden.

Für endgültig ausgewiesene erheblich veränderte Wasserkörper sieht die Richtlinie geringere Anforderungen vor. Hier gilt es, nur ein „gutes ökologisches Potential“ sowie einen „guten chemischen Zustand“ zu erreichen. Diese Begriffe sind bislang noch nicht eindeutig definiert. Aus diesem Grund erfolgt die weitere Bearbeitung dieses Projektes mit dem Ziel des „guten ökologischen und chemischen Zustandes“. Im Sinne der WRRL ist jedes Gewässer in Richtung des guten Zustandes zu bewegen, wenn sich auch letztendlich das Ziel unterscheiden kann.

3 DATENGRUNDLAGEN

3.1 Vermessung der Gewässerprofile

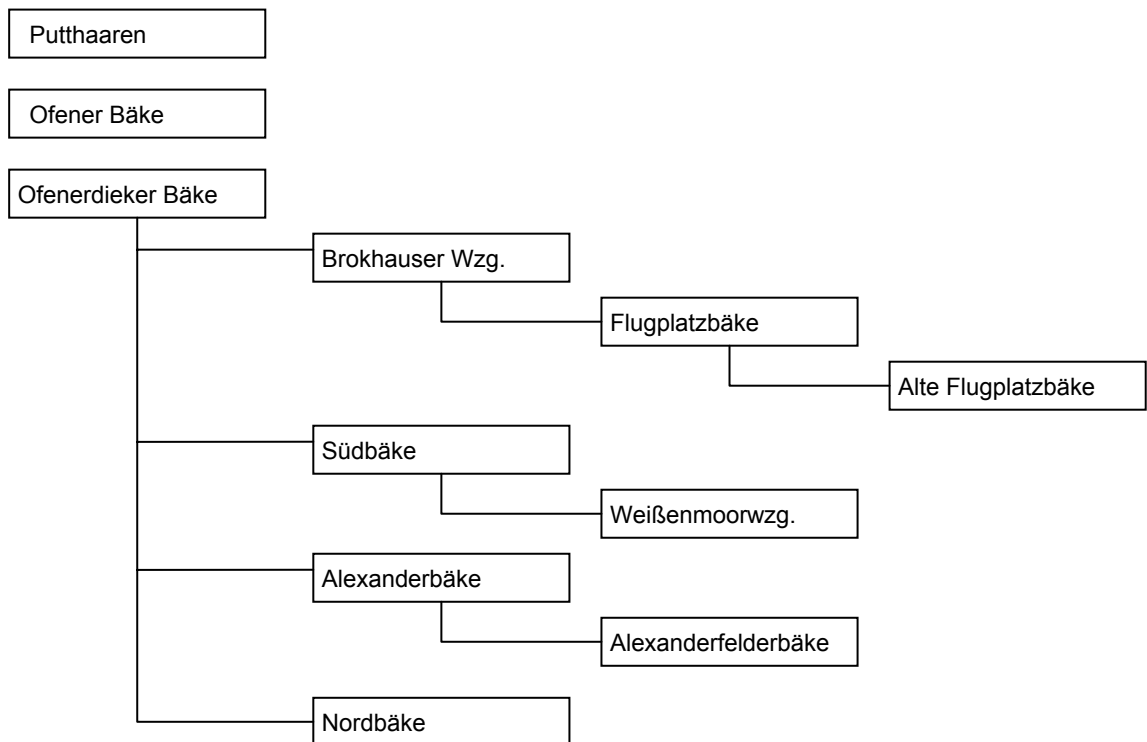
Im Januar / Februar 2006 wurden sämtliche Nebengewässer der Haaren im Stadtbereich topographisch vermessen. Diese umfassende Vermessung war erforderlich, um Erkenntnisse darüber zu erhalten, inwieweit die Vorfluter zu reinen Regenwassersammlern degeneriert sind oder aber ob sie als lebendige Wasserkörper auch funktionale Aufgaben der Selbstreinigung oder Abflussrückhaltung übernehmen können.

Außerdem wurden die Bächen des Obergebietes, Haaren Oberlauf, Putthaaren und Ofener Bäche vermessen, um dem Niederschlag-Abfluss-Modell aktuelle Profile zu Grunde legen zu können. Die Bächen und Wasserzüge wurden in einem mittleren Abstand von 200 m, bzw. bei Querschnittsveränderungen oder Bauwerken als Querprofile eingemessen. Die Vermessungsergebnisse wurden mit den im Hause vorliegenden Unterlagen, wie z.B. aktuellen Vermessungen der Haaren aus dem Jahre 2004, zusammengeführt und zeichnerisch dargestellt.

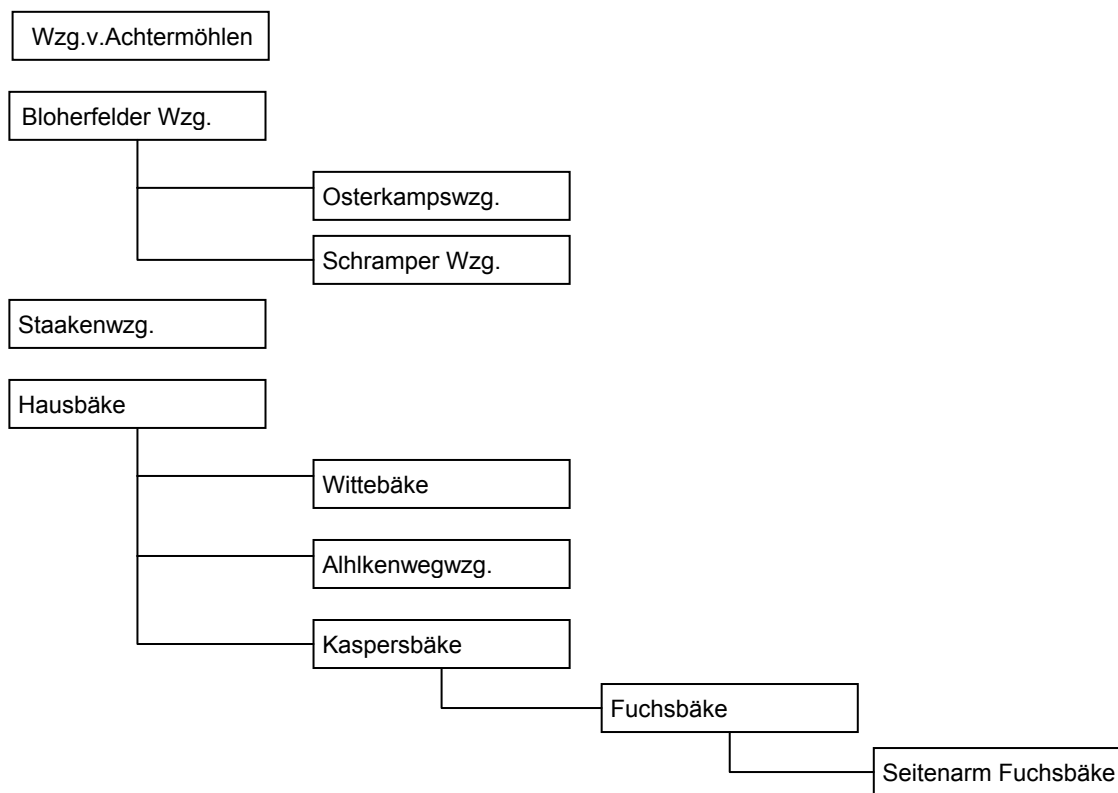
Die Pläne der Querprofile und Längsschnitte befinden sich in den Anlagen 4 und 5. Für die weitere Verarbeitung der Profile mit den verschiedenen Programmen (Hystem-Extran/GIPS und VereNa) war es im Innenstadtbereich für die Haaren erforderlich, die Querprofile in unterschiedlicher Art und Weise zu idealisieren (→Ersatzprofile).

Zur Vermessung wurde aus Gründen der Übersichtlichkeit eine Einteilung der städtischen Vorfluter in Einzugsgebiete nördlich und südlich der Haaren vorgenommen. In den folgenden Flussdiagrammen ist darüber hinaus der Fließverlauf der Nebengewässer bzw. der Bezug der Gewässer zueinander zu erkennen.

Gewässer, die der Haaren nördlich zufließen



Gewässer, die der Haaren südlich zufließen



3.2 Gewässerbegehung

Ein wesentlicher Bestandteil des BWK-M3 ist die Gewässerbegehung und insbesondere die Aufnahme der Gewässersituation im Einleitungsumfeld. Ökologisch gute Gewässer, die nach Extremabflüssen regenerationsfähig sind, können sich nur auf der Grundlage einer guten vielfältigen Gewässerstruktur entwickeln. Darum müssen im Sinne der WRRL Maßnahmen zur Verbesserung der Gewässerstruktur mit Maßnahmen zur Rückhaltung der Einleitmengen mindestens gleichgesetzt werden.

Die Gewässerbegehung der Nebengewässer der Haaren wurde im April / Mai 2006 durchgeführt. Sie beschränkt sich auf die Wasserkörper, die in der Tabelle unter Punkt 2.5.1 aufgeführt sind.

3.2.1 Gewässermorphologische Grundlagen (Leitbild)

3.2.1.1 Geologie

Die untersuchten Gewässer befinden sich am Südrand der Oldenburger Geest, die die Südwestabdachung des Ostfriesisch-Oldenburgischen Geestrückens bildet. Geologisch ist die Oldenburger Geest eine Grundmoränenplatte, deren tertiäre und quartäre Ablagerungen aus feinkörnigen Vorschüttsanden, lehmig-sandiger Grundmoräne und Flugdecksanden bestehen. Nördlich der Haaren tritt die Grundmoräne an die Oberfläche und wird nur stellenweise von Talsanden (Schmelzwassersande der Urstromtäler) gesäumt oder von Flugsand überlagert. Südlich der Haaren überwiegen die Talsande, die den Rand der Oldenburger Geest bilden.

Die Ofenerdieker Bäke befindet sich im Bereich fluviatiler (Sand-) Ablagerungen der Weichsel-Kaltzeit, die teilweise nur flachgründig über der Grundmoräne aus der Saale-Kaltzeit liegen (km 1+300 bis km 3+250, km 5+650 bis km 7+640). Die fluviatilen Sande können örtlich von einer Torfdecke überlagert sein.

Vor der Einmündung in die Ofenerdieker Bäke durchfließt die Südbäke ebenfalls die flachgründig über der Grundmoräne liegenden Schmelzwassersande (km 0+000 bis km 1+150). Von km 1+150 bis km 1+470 und von km 3+050 bis km 3+700 finden sich Flugsanddecken über der Grundmoräne. Dazwischen (km 1+470 bis km 3+050) und stromaufwärts zum (ehemaligen) Quellgebiet der Südbäke hin (km 3+700 bis etwa km 5+200) tritt die Grundmoräne zutage.

Haaren, Bloherfelder Wasserzug und Hausbäke befinden sich im Bereich fluviatiler Ablagerungen der Weichsel-Kaltzeit mit Schmelzwassersanden (Fein- bis Grobsand), die örtlich mit Torf überdeckt sein können. Im Bereich des Schlossparks (Hausbäke km 0+000 bis km 0+750) kann der Sand auch von Auelehm überdeckt sein.

3.2.1.2 Gewässermorphologisches Leitbild

Die Ofenerdieker Bäke ist von der Mündung in die Haaren bis etwa km 5+600 der Fließgewässerlandschaft der Sandgebiete zuzuordnen. Zum Quellgebiet hin durchfließt sie Geschiebelehm- und Schmelzwasserablagerungsgebiet. Danach

wäre im Oberlauf ein kiesgeprägtes Fließgewässer und im Unterlauf ein sandgeprägtes Fließgewässer zu erwarten. Wegen der teilweise nur dünnen Talsanddecken über der Grundmoräne kann auch der Unterlauf bei tiefer eingeschnittenem Gewässerbett kiesgeprägt sein (ab km 1+300).

Die Südbäke ist von der Mündung in die Ofenerdieker Bäke bis km 3+700 nach der Karte der „Fließgewässerlandschaften im niedersächsischen Tiefland“ bei RASPER (2001) der Fließgewässerlandschaft der Sandgebiete zuzuordnen. Wie die Ofenerdieker Bäke durchfließt sie zum Quellgebiet hin Geschiebelehm- und Schmelzwasserablagerungsgebiet. Danach wäre im Oberlauf ein kiesgeprägtes Fließgewässer und im Unterlauf ein sandgeprägtes Fließgewässer zu erwarten. Die Südbäke durchfließt allerdings zwischen km 1+470 und 3+050 ein Grundmoränengebiet, so dass in diesem Bereich eine Kiesprägung wahrscheinlich ist. Auch in den sich ober- und unterhalb anschließenden (Flug-) Sandbereichen ist wegen der geringmächtigen Sandauflagen über der Grundmoräne und des heute vertieften Gewässers (Anschnitt der Grundmoräne) eine Kiesprägung möglich und auch erkennbar. Insofern kann die Südbäke in ihrer vollen Länge funktional dem kiesgeprägten Fließgewässer zugeordnet werden.

Haaren, Bloherfelder Wasserzug und Hausbäke sind nach RASPER (2001) der Fließgewässerlandschaft der Sandgebiete zuzuordnen. Auch aufgrund der Geologie handelt es sich um sandgeprägte Fließgewässer, die aufgrund örtlicher Torfauflagen eine geringe organische Prägung aufweisen können. Im Unterlauf kann die Hausbäke wegen der vorhandenen Lehmdecke auch lehmgeprägt sein (km 0+000 bis 0+750).

3.2.2 Ergebnisse der Gewässerbegehung

Die Ergebnisse der Gewässerbegehung sind in **Anlage 3, Blatt 2** dargestellt. Die Begehungsprotokolle finden sich in **ANHANG 2**. Die Gewässermorphologie kann den Querprofilen und Längsschnitten in den **Anlagen 4 und 5** entnommen werden.

3.2.2.1 Gewässergüte

Die Haaren und ihre Hauptnebegewässer sind nach der Gewässergütekarte 2000 [NLÖ 2001] der Güteklasse II – III (kritisch belastet) zuzuordnen, was durch die Begehung grundsätzlich bestätigt wurde. In der Karte sind Hausbäke und Bloherfelder Wasserzug nicht bewertet. Sie können nach den bisher vorliegenden Daten ebenfalls der Güteklasse II – III zu geordnet werden. In Teilbereichen des Bloherfelder Wasserzuges ist die Zuordnung zur Güteklasse III (stark verschmutzt) wahrscheinlich.

Im Gegensatz zu allen anderen betrachteten Gewässern konnte im Unterlauf der Südbäke ein hoher Besatz an Kleinfischen festgestellt werden.

3.2.2.2 Strukturgüte

In allen untersuchten Gewässern sind Querbauwerke vorhanden, die die Durchgängigkeit verhindern, bzw. verringern (siehe nachfolgende Tabelle).

Die sehr stark bis vollständig veränderten Gewässerabschnitte der Haaren im innerstädtischen Bereich müssen den Strukturgüteklassen 6 und 7 zugeordnet werden. Flussaufwärts „verbessert“ sich die Struktur auf Güteklasse 5 (stark veränderte Gewässerabschnitte).

Die betrachteten Nebengewässer sind überwiegend sehr stark bis vollständig verändert (Strukturgüteklasse 6 und 7). Lediglich der Unterlauf der Ofenerdieker Bäke und kleinere Abschnitte der Hausbäke können der Strukturgüteklasse 5 (stark verändert) zugeordnet werden. Eine Ausnahme bildet ein Abschnitt der Südbäke, der mit deutlichen Veränderungen in die Güteklasse 4 eingestuft werden kann.

Querbauwerke			
Station	Querbauwerk	Bauart	Durchgängigkeit
Hausbäke			
0+020	altes Verlaat (*)	Beton	nicht durchgängig
0+700	Sohlabsturz	Holzwehr	nicht durchgängig
1+440	Sohlabsturz	Holzwehr	nicht durchgängig
Bloherfelder Wasserzug			
0+776	Sohlabsturz	Beton	nicht durchgängig
1+450	altes Wehr	Beton	durchgängig
2+250	Sohlabstürze	Betonkaskade	nicht durchgängig
2+570	Sohlabsturz	Holz	nicht durchgängig
Ofenerdieker Bäke			
0+520	Sohlgleite	Steinschüttung	schwer durchgängig
4+160	Sohlabsturz	Holzwehr	nicht durchgängig
6+640	Sohlabsturz gegen Fließrichtung	Beton	nicht durchgängig
Südbäke			
0+415	Sohlgleite	Steinschüttung	durchgängig
1+890	Sohlabsturz	Holzwehr	nicht durchgängig
2+710	2 Sohlabstürze	Holz	nicht durchgängig
4+940	Sohlabsturz	Beton	nicht durchgängig
Haaren			
0+000	Siel- und Mündungsschöpfwerk	Beton, Stahl	nicht durchgängig
2+300	Rechenanlage	Beton, Stahl	Schwer durchgängig
9+200	Auslass HRB	Beton, Stahl	nicht durchgängig
10+300	Sohlrampe	Steinschüttung	nicht durchgängig
10+965	Sohlrampe	Steinschüttung	schwer durchgängig
Putthaaren			
0+732	Sohltreppe	Betonfertigteile	nicht durchgängig
Ofener Bäke			
0+900	Sohlabsturz SF	Beton	nicht durchgängig
2+150	Sohlgleite	Steinschüttung	schwer durchgängig
2+295	Sohlgleite	Steinschüttung	schwer durchgängig
3+310	Sohltreppe	Betonfertigteile	nicht durchgängig
3+485	Sohltreppe	Betonfertigteile	nicht durchgängig
5+735	altes Wehr	Holz	durchgängig
6+018	altes Wehr	Holz	durchgängig

(*) Der Begriff „Verlaat“ stammt aus dem Niederländischen. Im vorliegenden Fall wird damit ein Querbauwerk zur Abflussregulierung bezeichnet (Verkleinerung des Abflussquerschnittes).

3.2.2.3 Sohlbeschaffenheit

Bei den meisten untersuchten Gewässern ist das Sohlsubstrat mehr oder weniger durch Schlammablagerungen und Feinsandeintrag beeinträchtigt (siehe nachfolgende Tabelle). Eine Ausnahme bildet die Südbäke, bei der in weiten Bereichen die Kiesprägung im Sohlsubstrat noch erkennbar ist.

Sohlsubstrat, Sohlbewuchs			
Station	Sohlsubstrattyp	Sohlbewuchs	Eutrophierung
<i>Hausbäke</i>			
0+000 - 3+040	Schlamm, Schlick	keine Wasserpflanzen	keine Anzeichen von Algen/ Pflanzenbewuchs
1+600 - 1+670	Betonspundwand, Bö. Steinschüttung		
3+040 - 3+540	Feinsand mit Riffeln		
3+540 - 5+300	Schlamm, Feinsand	mäßig verkrautet	
<i>Bloherfelder Wasserzug</i>			
0+000 - 0+690	Sohlverbau 100 %	Kein	brauner Algenüberzug
0+690 - 1+230	Schlamm, Feinsand	Kein	Massenaufreten Grünalgen
1+230 - 1+470	Feinsand mit Riffeln	Kein	grünbraune Beläge
1+470 - 1+820	Schlamm, Feinsand	Kein	grünbraune Beläge
1+820 - 2+350	Feinsand	Kein	grünbraune Beläge
2+350 - 3+130	Feinsand	wenige Wasserpflanzen	fädige Grünalgen
3+130 - 3+350	Schlamm, Feinsand	stark verkrautet, trockenfallend	
<i>Ofenerdieker Bäke</i>			
0+000 - 1+100	Feinsand mit Riffeln, tw. Schlamm	Kein	grünbraune Beläge
1+100 - 1+400	Feinsand mit Riffeln	Kein	keine Anzeichen von Algen/ Pflanzenbewuchs
1+400 - 3+100	Feinsand, Feinkies, Grobkies	Kein	grünbraune Beläge
3+100 - 3+525	Feinsand mit Riffeln	Kein	grünbraune Beläge
3+525 - 3+750	Verrohrung		
3+750 - 4+730	Feinsand, tw. mit Feinkies, Steine	Kein	grünbraune Beläge, tw. mit Grünalgen
4+730 - 5+220	Feinsand mit Riffeln, Feinkies	Kein	grünbraune Beläge
5+220 - 5+600	Feinsand	kein	grünbraune Beläge

Sohlsubstrat, Sohlbewuchs			
Station	Sohlsubstrattyp	Sohlbewuchs	Eutrophierung
5+600 - 6+350	Schlamm	Kein	grünbraune Beläge
6+350 - 6+640	Schlamm	Kein	starke Verkrautung
6+640 - 7+640	Feinsand	Kein	grünbraune Beläge
Südbäke			
0+000 - 1+180	Feinsand, tlw. mit Riffeln, Feinkies und Schutt	Kein	keine Anzeichen von Al- gen/Pflanzenbewuchs
1+180 - 1+440	Feinsand mit Riffeln	Kein	keine Anzeichen von Al- gen/Pflanzenbewuchs
1+440 - 1+670	Verrohrung		
1+670 - 1+910	Feinsand, tlw. mit Riffeln und Feinkies	Kein	keine Anzeichen von Al- gen/Pflanzenbewuchs
1+910 - 2+350	Schlamm, Feinsand	Kein	keine Anzeichen von Al- gen/Pflanzenbewuchs
2+350 - 2+710	Verrohrung		
2+710 - 2+840	Feinsand	Kein	keine Anzeichen von Al- gen/Pflanzenbewuchs
2+840 - 4+050	Feinkies	Kein	wenige Grünalgen
4+050 - 4+240	Schlamm	Kein	keine Anzeichen von Al- gen/Pflanzenbewuchs
4+240 - 4+360	Feinkies	Kein	keine Anzeichen von Al- gen/Pflanzenbewuchs
4+360 - 4+940	Verrohrung		
4+940 - 5+200	Schlamm	Kein	grünbraune Beläge, tro- ckenfallend
Haaren			
0+000 - 3+300	Schlamm, Feinsand	Kein	grünbraune Beläge
3+300 - 5+500	Schlamm, Feinsand	wenige Wasser- pflanzen	grünbraune Beläge

Zeitraum der Gewässerbegehung: Mai/Juni 2006

3.2.2.4 Von Einleitungen freizuhaltende Gewässerabschnitte

Streng von Niederschlagswassereinleitungen freizuhaltende Gewässerabschnitte kommen im Stadtgebiet von Oldenburg nicht vor. Ein Teilabschnitt der Südbäke (km 2+840 bis km 4+240) könnte jedoch als Referenzabschnitt für das gute ökologische Potential eines HMWB dienen und sollte deshalb von Einleitungen freigehalten werden.

3.2.3 Ermittlung des Wiederbesiedlungspotenzials

Die Fließgewässerorganismen sind auf Bereiche verminderter Strömungsgeschwindigkeiten (z.B. Steine, Totholz, etc.) angewiesen und werden durch verstärkte Abflüsse abgedriftet. Diese Verluste werden durch die Wanderbewegungen der Organismen ausgeglichen – vorausgesetzt, in unmittelbarer Nähe befinden sich Habitate, aus denen eine Zuwanderung erfolgen kann und die Strecke ist faunistisch durchgängig. Diese Faktoren finden im Verfahren zur Ermittlung der möglichen Wiederbesiedlung im BWK-M3 Berücksichtigung.

Die zur Bestimmung des Wiederbesiedlungspotenzials erforderlichen Daten wurden im Rahmen der Gewässerbegehung erhoben. Das Wiederbesiedlungspotenzial (WBP) wird nach Verfahren I des BWK-M3 auf Grundlage der Strukturgüte ermittelt. Die Berechnung erfolgt für jede Nachweisstelle in der Haaren K1 bis K19 (s. **Anlage 3, Blatt 3**) sowie für die Ofenerdieker Bäche und die Hausbäche.

Bei einem geringen WBP wird nur eine geringe Abflussverschärfung zugelassen; gemäß Tab. 7 des BWK-M3 beträgt die zulässige Überlaufhäufigkeit 0,5/a. Die Reduzierung der Einleitungsabflüsse kann durch den Einbau ortsspezifischer Maßnahmen, wie beispielsweise Regenrückhaltebecken erreicht werden. Für mittlere und hohe WBP steigt die zulässige Überlaufhäufigkeit der Regenrückhaltebecken auf 1 bis 2/a. Im Umkehrschluss kann durch eine verbesserte Strukturgüte, mit welcher ein höheres WBP einhergeht, das Volumen für die erforderlichen Rückhaltemaßnahmen reduziert werden.

Das Merkblatt BWK-M3 weist ausdrücklich darauf hin, dass im Falle eines fehlenden oder geringen WBP strukturverbessernde Maßnahmen zur Erhöhung des WBP Vorrang vor emissionsseitigen Maßnahmen zur Erhöhung des Rückhaltevolumens haben.

In der folgenden Tabelle sind die ermittelten WBP und die daran gekoppelte zulässige Überlaufhäufigkeit für Regenrückhaltebecken für die Nachweisstellen zusammengestellt.

Ermittlung des Wiederbesiedlungspotenzials und der zulässigen Überlaufhäufigkeit für RRB			
Bereich		WBP	n [1 / a]
Haaren			
K19	Mdg. Hasenbäke	Mittel	1,0
K18	Bremers Weg	Mittel	1,0
K17	Mdg. Wechloyer Wzg.	Mittel	1,0
K16	Hartenscher Damm	Mittel	1,0
K15	Quellenweg	Mittel	1,0
K14	Mdg. Ofenerdieker Bäke	Mittel	1,0
K13	Uhlhornsweg	Mittel	1,0
K12	Mdg. Bloherfelder Wzg.	Gering	0,5
K11	Haarenfeld	Gering	0,5
K10	Wechloyer Weg	Gering	0,5
K09	Mdg. Staakenwzg.	Gering	0,5
K08	Prinzessinweg	Gering	0,5
K07	Rummelweg	Gering	0,5
K06	Ratsherr-Schulze-Str.	gering	0,5
K05	Auguststraße	gering	0,5
K04	Mdg. Hausbäke	gering	0,5
K03	Heiligengeistwall	gering	0,5
K02	Heiligengeiststraße	gering	0,5
K01	Staulinie	gering	0,5
Ofenerdieker Bäke			
Ofenerdieker Bäke		mittel	1,0
Hausbäke			
Hausbäke		gering	0,5

Aus der Zusammenstellung wird deutlich, dass mit einer abnehmenden Strukturgüte zur Stadtmitte hin auch das WBP abnimmt.

Eine Untersuchung der „IBL-Umweltplanung“, Oldenburg gibt Auskünfte über die Lebensgemeinschaften des Makrozoobenthos, für welche das Wiederbesiedlungspotenzial ermittelt wurde. Nach einer Bestandsaufnahme im Jahr 1999 ist die Artenzahl in der Haaren im Stadtbereich relativ gering. Das nachgewiesene Artenspektrum ist ökologisch wenig anspruchsvoll und faunistisch kaum bedeutsam. Weder Rote-Liste-Arten noch Großmuscheln kommen vor. Die Ermittlung des Saprobienindex weist die Haaren mit der Güteklasse II – III als kritisch belastetes Fließgewässer aus.

3.3 Abfluss- und Niederschlagsmessungen

3.3.1 Durchführung der Messungen

Zur Kalibrierung des Niederschlag-Abfluss-Modells (siehe Abschnitt 6.7) werden 5 Abflussmessungen und 2 Niederschlagsmessungen ausgewertet. Die 5 temporären Abflussmessstellen (M1-5) befinden sich in den Nebengewässern Ofener Bäche, Ofenerdieker Bäche, Bloherfelder Wasserzug, Hausbäche (Stadtgraben) und Südbäche.

Im Obergebiet der Haaren und im Stadtgebiet wurden 2 Niederschlagsmessstellen (RM1 und RM2) installiert.

Die Lage der temporären Messstellen ist **Anlage 3.3** – Lageplan Messstellen zu entnehmen.

Die Durchführung der ½-jährigen Messkampagne von Mai bis Dezember 2006 wurde komplett an Fa. Nivus, 75031 Eppingen (www.nivus.com) vergeben. Eine Beschreibung der Messstellen sowie der Abschluss-Messdatenbericht befinden sich in **ANHANG 3**.

Die Messergebnisse wurden als Minuten-, Stunden- und Tageswerte aufgezeichnet. Dabei wird der Abfluss aus der Füllstandsmessung und dem hinterlegten Profil ermittelt. Im Minutentakt werden der Füllstand, die Fließgeschwindigkeit, der Abfluss und die Temperatur gemessen. Als Stunden- und Tageswerte werden Q_{ges} in [m^3], $Q_{min-mittel-max}$ in [m^3/s] und die Niederschlagshöhe in [mm] ausgewertet. Für

die weitere Verarbeitung in der EDV wurden die Niederschlagsdaten außerdem im MD-Format (Massendatenformat) aufgezeichnet.

In dieser Art und Weise sind rd. 2,5 Mio. Datensätze aufgezeichnet worden, welche ausschließlich in digitaler Form anliegen. Im ANHANG 3 findet sich eine Auswertung und grafische Darstellung der gesammelten Daten.

3.3.2 Auswertung der Messergebnisse

Für jede Messstelle wurden 31 Wochendiagramme angefertigt. Jedes Diagramm hat einen für den jeweiligen Messbereich optimierten Maßstab.

Die Bezeichnung des jeweiligen Diagramms entspricht der dargestellten Messwoche, z.B. enthält „Dia23“ die Daten der 23. Messwoche. Die Gesamtheit aller 155 Wochendiagramme liegt in digitaler Form vor. Im ANHANG 3 wurde exemplarisch ein Teil der Wochendiagramme abgebildet.

Die Datenauswertung für die weitere Verwendung im Rahmen der Kalibrierung erfolgte auf Grundlage der Wochendiagramme im Rahmen des detaillierten hydraulischen Nachweises (s. ANHANG 8, Anlage 2).

Zur groben Übersicht wurden Tagesdiagramme erstellt, in welchen die tägliche Abflussmenge dem gefallenem Tagesniederschlag gegenübergestellt wird. Dabei wurden den innerstädtischen Messstellen M2 bis M5 die Niederschlagsmessung RM1 zugeordnet, der Messstelle M1 der Mittelwert von RM1 und RM2.

Die Datenvalidierung der Fa. Nivus liegt ebenfalls in digitaler Form vor. Sie ist unter dem Begriff „Netzmessung“ auf dem Datenträger zu finden.

Auf Basis der Niederschlags- und Abflussmessungen und des Generalentwässerungsplanes wird im Rahmen dieses Pilotprojektes ein Niederschlag-Abfluss-Modell erstellt, um den hydraulischen Nachweis detailliert zu führen. Die Unterlagen dazu befinden sich in ANHANG 8.

3.4 Chemisch-physikalische Untersuchungen

3.4.1 Durchführung der Messungen

Zur Feststellung der stofflichen Gewässereigenschaften werden im Einzugsgebiet der Haaren 11 Probenahmestellen für die chemisch-physikalischen Untersuchungen eingerichtet. Diese befinden sich im Wesentlichen an den „Einleitstellen“ der

maßgeblichen Nebengewässer der Haaren. Sie sind **Anlage 3, Blatt 3** – Lageplan Messstellen zu entnehmen. Es wurden jeweils beide Gewässer vor dem Zusammenfluss sowie die Haaren nach der Durchmischung beprobt. Weitere Probenahmestellen befinden sich in der Haaren an den Knotenpunkten der charakteristischen Teileinzugsgebiete, d.h. an der Stadtgrenze (C1), nach der ersten Mischwasserentlastung (C7) und vor der Mündung in die Hunte (C11).

Die Durchführung der Beprobung und Analyse wurde komplett an die LUFA Nord-West, 26121 Oldenburg (www.lufa-nord-west.de) vergeben.

Die Probennahme erfolgt stichprobenartig in Abhängigkeit relevanter Ereignisse wie Niedrigwasser, Starkregen auf eine Trockenperiode folgend sowie bei einem Hochwasserabfluss.

Insgesamt wurden 7 Probenreihen untersucht, welche im Zuge der Nachweisführung weiterverarbeitet wurden.

Folgende Parameter werden untersucht:

- Geruch, Farbe, Trübung
- Wassertemperatur T in [°C]
- pH-Wert
- Leitfähigkeit in [μ S/cm]
- Sauerstoff O₂ in [mg/l]
- Abfiltrierbare Stoffe AFS in [mg/l]
- Gesamtalkalinität in [mmol/l]
- BSB₅ in [mg/l]
- Nitrat NO₃-N in [mg/l]
- Ammonium-Stickstoff NH₄-N in [mg/l]
- Löslicher Gesamtstickstoff N in [mg/l]
- Org. Kohlenstoff TOC in [mg/l]
- Gesamtphosphat P in [mg/l]
- Orthophosphat PO₄ in [mg/l]

Relevant für die Nachweisführung im BWK-M3 sind lediglich die Parameter pH, T, O₂, BSB₅, NH₄-N und AFS. Der Parameter TOC wurde zusätzlich aufgenommen,

da in der Wasserkörpergruppe Haaren eine deutliche Belastung vorhanden ist (C-Berichte). Die reinen Nährstoffparameter N und P werden mit beprobt, um den anthropogenen Einfluss aus kommunalen Abwässern und landwirtschaftlichen Einträgen fassen zu können.

Die gesammelten Daten dienen der Verifizierung der Standardvorgaben für die Gewässer, die das BWK-M3 anbietet, und darüber hinaus einer allgemeinen Bewertung im Sinne der WRRL.

3.4.2 Auswertung der Messergebnisse

Die Messergebnisse sind im ANHANG 4 tabellarisch und grafisch zusammengefasst worden. Für eine tatsächliche Beurteilung der Nährstoffverhältnisse in der Haaren wären kontinuierliche Messungen über eine repräsentative Zeitspanne von mindestens einem Jahr erforderlich. Die hier versuchte Datenauswertung der Stichproben kann also nur einen richtungsweisenden Charakter haben.

Neben den wechselnden Fließzuständen in der Haaren sind ferner die zu Grunde liegenden Wetterverhältnisse zum Tag der Probenahme zu beachten, die nachfolgend für eine grobe Einordnung aufgeführt sind.

- 13.06.2006: Trockenwetterperiode
- 23.06.2006: ca. 2 Tage nach Regenereignis
- 19.07.2006: Trockenwetterperiode
- 27.07.2006: Regenereignis mit Entlastung
- 30.08.2006: Tag nach Regenereignis
- 25.10.2006: Tag nach leichtem Regen
- 03.11.2006: Regenwetterperiode

Die Grafik „Nährstoffbelastung der Haaren“ stellt die Nährstoffbelastungen der Haaren an der Stadtgrenze und an der Mündung dar. Zum Vergleich sind die Grenzwerte für die chemische Gewässergüteklasse II angegeben, welche im Ziel der WRRL implementiert ist. Das „Diagramm Stadtgrenze“ zeigt eine deutliche Vorbelastung der Haaren aus dem landwirtschaftlich geprägten Einzugsgebiet (s. auch Pkt. 8.2). Demgegenüber ist eine deutliche Verschlechterung der Nährstoff-

parameter durch die Siedlungseinflüsse nicht erkennbar. Vermutlich tragen auch Absetzungsprozesse durch die langsame Fließgeschwindigkeit zu dieser Erscheinung bei.

In der Grafik „Chemische und physikalische Parameter im Verlauf der Haaren“ wurde versucht, den Einfluss der zulaufenden Nebengewässer und Mischwasserentlastungen / Regenüberläufe im Verlauf der Haaren darzustellen. Abgebildet sind die gemessenen Daten an den Probenahmestellen im Verlauf der Haaren von der Stadtgrenze (C1) bis zur Mündung (C11). Eine deutliche Aussage zu wiederkehrenden problematischen Belastungen (z.B. hoher Eintrag abfiltrierbarer Stoffe aus der Ofenerdieker Bäke) kann aus den Diagrammen nicht abgeleitet werden. Dabei ist auch zu berücksichtigen, dass die Probenahmezeiten an den einzelnen Messstellen nicht unbedingt mit der Fließgeschwindigkeit der Haaren korrelieren. Anschaulich dargestellt werden jedoch die starken Schwankungsbreiten der gemessenen Parameter an den verschiedenen Probenahmetagen und der oft erhöhte TOC-Wert.

3.5 Generalentwässerungsplanung

Für die Stadt Oldenburg stellt der OOWV als Kanalnetzbetreiber derzeit einen Generalentwässerungsplan (GEP) auf. Dieser gliedert sich in den Nachweis der hydraulischen Leistungsfähigkeit des Kanalnetzes (N-A-Modell mit Hystem-Extran) und die Schmutzfrachtberechnung (Programm Kosim).

Nach Fertigstellung liegen damit genaue Emissionen in hydraulischer Sicht vor (Abflussganglinien, Wasserstandsganglinien). Bislang endete an dieser Stelle der emissionsorientierte Nachweis der Entwässerungskanäle. Im Rahmen der immisionsorientierten Betrachtungsweise können diese Daten jedoch direkt als Belastungsabfluss auf die Gewässer übertragen werden. Dadurch kann hinsichtlich der quantitativen Daten eine Nachweisführung im Sinne der WRRL erfolgen.

Die Schmutzfrachtberechnung beschränkt sich auf den Parameter CSB. Nachweisziel ist es hierbei, eine jährliche Entlastungsfracht von 250 kg CSB/(ha*a) einzuhalten. Dieser emissionsorientierte Berechnungsansatz berücksichtigt keineswegs den Zustand des Gewässers, in welches der Mischwasserabschlag erfolgt. Lediglich über das Mindestmischverhältniss nach M177 (Merkblatt ATV-DVWK-M177, Bemessung und Gestaltung von Regenentlastungsanlagen in Mischwasserkanälen, Juni 2001) wird nachgewiesen, dass kein Mischwasser mit zu hohen

Verschmutzungskonzentrationen in das Gewässer eingeleitet wird. Auf Grund der unterschiedlichen Berechnungsansätze wird deutlich, dass die Ergebnisse der Schmutzfrachtberechnung des GEP nicht zur Nachweisführung im Sinne der WRRL herangezogen werden können.

Durch die parallele Bearbeitung des GEP steht ein umfangreicher Datenpool über das Entwässerungssystem zur Verfügung. Darauf aufbauend liegt es nahe, die Vorfluter mit einzubeziehen, um ein vollständiges Modell zu erhalten. Auf diese Art und Weise kann in diesem Pilotprojekt ein detaillierter hydraulischer Nachweis nach BWK-M3/M7 geführt werden (s. Pkt. 6.3).

Für die Durchführung des detaillierten stofflichen Nachweises kann nicht auf die Daten der Schmutzfrachtberechnung des GEP zurückgegriffen werden. Er wird mit Hilfe des Programms VereNa.M7 geführt (s. Pkt. 6.4).

Nachdem im folgenden Kapitel allgemeine Bearbeitungshinweise zum Umgang mit dem BWK-M3 und insbesondere zum Pilotprojekt „Haaren“ dargestellt werden, wird unter Punkt 5 der immissionsorientierte Nachweis nach BWK-M3 vereinfacht geführt. Zur Ermittlung der Grundlagen und Eingangsparameter für das Programm VereNa.M3 war die in den vorderen Abschnitten beschriebene Bestandsaufnahme erforderlich.

4 NACHWEISFÜHRUNG NACH BWK-M3

4.1 Anwendungsgrenzen der Nachweisverfahren

Mit Anwendung des BWK-Merkblattes M3 „Ableitung von immissionsorientierten Anforderungen an Misch- und Niederschlagswassereinleitungen unter Berücksichtigung örtlicher Verhältnisse“ werden die Gewässer mit ihren Einleitungen einer gesamtheitlichen Betrachtung unterzogen und Maßnahmen zur Verbesserung der Gewässersituation entwickelt. Der vereinfachte Nachweis ist bewusst einfach konzipiert und beinhaltet entsprechend große Sicherheiten.

Dem vereinfachten Nachweisverfahren sind nach BWK-M3 Verfahrens- und Anwendungsgrenzen gesetzt, die durch die bestehenden Gegebenheiten und die zu Grunde gelegten Annahmen bedingt sind.

Bei ausführlicher Datengrundlage und / oder bei Überschreitung der o.g. Anwendungsgrenzen für den vereinfachten Nachweis sieht das Merkblatt einen detaillierten Nachweis oder aber die Kombination beider Nachweisverfahren vor.

Der detaillierte Nachweis erfordert einen sehr großen Datenerhebungsaufwand über einen längeren Zeitraum. Seine Anwendung befindet sich noch in der Erprobung, während eine Merkblatterweiterung mit Hinweisen zur Durchführung seit Februar 2007 als Gelbdruck im Umlauf ist (BWK-Merkblatt 7: „Detaillierte Nachweisführung immissionsorientierter Anforderungen an Misch- und Niederschlagswassereinleitungen gemäß BWK-Merkblatt 3“).

Das vereinfachte Verfahren bietet mit einfachem und vertretbarem Aufwand die Möglichkeit, sich einen Überblick über die Auswirkungen der Regen- und Mischwassereinleitungen im Gewässer zu verschaffen und Verbesserungsmaßnahmen zu entwickeln. Auch für den Fall, dass die Anwendungskriterien und die Anforderungen des BWK-M3 überschritten bzw. nicht vollständig erfüllt werden können, stellen die erarbeiteten Maßnahmenpläne einen wichtigen Schritt im Sinne der Wasserrahmenrichtlinie dar.

4.2 Grenzwerte der Nachweisverfahren

Beide Nachweisverfahren beruhen im Wesentlichen auf dem Nachweis der prüfbareren Größen Abfluss (Q), Sauerstoff (O_2), Ammoniak (NH_3) und Abfiltrierbare Stoffe (AFS). Im Zuge der detaillierten Nachweisführung können je nach Modellauswahl weitere Grenzwerte nach Anhang VIII der WRRL Berücksichtigung finden.

Die Nachweisverfahren gliedern sich somit mindestens in einen hydraulischen und einen stofflichen Nachweis.

Der vereinfachte hydraulische Nachweis gilt als erbracht, wenn die Summe der Einleitungen aus einem geschlossenen Siedlungsgebiet den zulässigen Einleitungsabfluss $Q_{E1,zul}$ nicht überschreitet. Damit darf der potentiell naturnahe jährliche Hochwasserabfluss $HQ_{1,pnat}$ um nicht mehr als den Faktor "x" (s. Pkt. 5.3.3.1) erhöht werden.

Im Zuge des detaillierten hydraulischen Nachweises wird geprüft, ob der tatsächlich auftretende jährliche Hochwasserabfluss ($HQ_{1,ist}$) bei linienhafter Betrachtung des Gewässers durchgehend kleiner als der 2-jährige potentiell naturnahe Abfluss $HQ_{2,pnat}$ ist.

Der vereinfachte stoffliche Nachweis gilt als erfüllt, wenn in Folge der Niederschlagswassereinleitung der Sauerstoffgehalt im Gewässer 5,0 mg/l nicht unterschreitet, die Ammoniakkonzentration 0,1 mg/l nicht überschreitet und es nicht zu einer nennenswerten Erhöhung der Feststoffe kommt.

Für den detaillierten stofflichen Nachweis gelten modellabhängig Basis-Grenzwerte und Häufigkeits-Dauer-Grenzwerte. Die Basis-Grenzwerte orientieren sich an einer Belastungsgröße, welche der gemeinen Gewässerfauna bei Dauerbelastung noch verträglich ist. Bei einem sehr häufigen Erreichen dieser Belastung stellt der Basis-Grenzwert die kritischste Größe dar.

Die Häufigkeits-Dauer-Grenzwerte begrenzen sowohl die Extremwerte als auch die Häufigkeit und Dauer der anthropogen bedingten Störungen. Dadurch verhindern sie eine dauerhafte Veränderung der Gewässerbiozönose.

Im Programm VereNa.M7 sind die Grenzwerte wie folgt festgelegt. Die Definition der Häufigkeits- und Dauerstufen ist der Tabelle 7 des BWK-M7 zu entnehmen.

Häufigkeits-Dauer-Grenzwerte für Sauerstoff [mg/l]			
Häufigkeitsklasse	Dauerstufe		
	kurz	mittel	lang
selten	2,5	3,0	4,0
mittel	3,0	4,0	4,5
häufig	4,0	4,5	5,0
sehr häufig	5,0	5,0	5,0

Häufigkeits-Dauer-Grenzwerte für Ammoniak [mg/l]			
Häufigkeitsklasse	Dauerstufe		
	kurz	mittel	lang
selten	0,200	0,150	0,100
mittel	0,150	0,100	0,040
häufig	0,100	0,040	0,020
sehr häufig	0,020	0,020	0,020

4.3 Anwendung der Nachweisverfahren für die Haaren

4.3.1 Verfahrens- und Anwendungsgrenzen des vereinfachten Nachweises

Im Merkblatt werden 14 Grenzfälle aufgelistet, wobei die unter Pkt. 1 bis 9 aufgeführten Kriterien die wichtigsten Gesichtspunkte darstellen.

Die Wasserkörpergruppe Haaren ist von folgenden Anwendungsgrenzen betroffen:

- Pkt. 1: Durch die Stauhaltung und die Entwässerung der Haaren über das Siel- und Mündungsschöpfwerk in die tidebeeinflusste Hunte liegt ein sehr komplexes Entwässerungssystem vor, welches sich mit dem vereinfachten Nachweis nicht ohne Weiteres abbilden lässt.

- Pkt. 5: Für den vereinfachten Nachweis sind lediglich die Parameter Abfluß (Q), Sauerstoff (O₂) und Ammoniak-Stickstoff (NH₃-N) / Abfiltrierbare Stoffe (AFS) relevant. Im Bereich der Wasserkörpergruppe Haaren wurden im Rahmen der „Bestandsaufnahme zur Umsetzung der WRRL“ (C-Berichte des NLWKN) auch TOC (Totaler organischer Kohlenstoff) sowie P (Phosphor) als signifikante Belastungsgrößen ermittelt.
- Pkt. 10 und 12: Die Haaren ist von Natur aus ein typisch langsam fließendes Geestgewässer. Durch die Stauhaltung werden die Fließeigenschaften darüber hinaus negativ beeinträchtigt, so dass die Gewässersohle regelmäßig verschlammt. Das Siel- und Mündungsschöpfwerk ruft je nach Betrieb stark wechselnde Fließbedingungen hervor. Dabei treten zeitweise Sauerstoffdefizite auf.
- Pkt. 14: In der WK 25034 „Unterlauf Haaren und Unterlauf Ofener Bäke“ kommt der Steinbeißer vor, welcher auf der Roten Liste 2 als stark gefährdet eingestuft ist. In diesem Bereich wurden außerdem Vorkommen des Bitterlings (einschl. Brut) festgestellt, welcher vom Aussterben bedroht ist. Dieser Gewässerabschnitt unterliegt damit einem besonderen Schutzbedürfnis.

4.3.2 Pilotprojekt „Haaren“

Im Rahmen dieses Pilotprojektes wird der Nachweis trotz der o.g. überschrittenen Anwendungsgrenzen zunächst vereinfacht geführt. Dazu wird das Programm VereNa.M3, Version 2.0 eingesetzt.

In Zusammenarbeit mit der Erstellung des GEP erfolgt der detaillierte hydraulische Nachweis mit Hilfe des Programms Hystem-Extran 6.6.1 des itwh (Institut für technisch-wissenschaftliche Hydrologie, Hannover).

Darüber hinaus bestand dank der Unterstützung des BWK sowie der Software-Betreuung durch das Büro ifs (Ingenieurgesellschaft für Stadthydrologie mbH), Hannover, die Möglichkeit, die noch nicht veröffentlichte Programmversion VereNa.M7 im Zuge dieses Projektes vorab zu testen.

Mit Hilfe dieses erweiterten Schmutzfrachtmodells ist es möglich, auch die stoffliche Nachweisführung detaillierter abzubilden. Die Grundlagen des Programms basieren auf dem Gelbdruck des BWK-M7. Aus diesem Grunde stehen die Berechnungen und Ausführungen dazu unter Vorbehalt.

Unterschieden werden jeweils die Lastfälle Bestand und Planung. Nachweisstellen sind sämtliche Misch- und Niederschlagswassereinleitungen in die Haaren sowie die Mündungsbereiche maßgeblicher Nebengewässer im Sinne der WRRL.

Ein wichtiges Ziel dieses Pilotprojektes ist es, die Ergebnisse der vereinfachten Nachweisführung den o.g. detaillierten Nachweismöglichkeiten gegenüberzustellen. Für die weitere Arbeit mit dem Merkblatt und / oder für den zukünftigen Bearbeitungsumfang von Generalentwässerungsplänen lassen sich daraus Handlungsempfehlungen ableiten.

4.3.3 Charakteristische Teileinzugsgebiete

Um im Zuge der Nachweisführung zu einer Aussage zu kommen, inwiefern sich die unterschiedliche Einzugsgebietsstruktur auswirkt, wurde über die o.g. Betrachtung hinaus der Verlauf der Haaren in 4 charakteristische Teileinzugsgebiete unterteilt. Sie sind dem Lageplan „Messstellen“, Anlage 3, Blatt 3 zu entnehmen.

Die Stadt Oldenburg repräsentiert eine typisch gewachsene Stadt, bestehend aus einem alten Kerngebiet mit Mischwasserkanalisation und einem neueren außenliegenden Ring, welcher im Trennsystem entwässert. Die Einteilung in die charakteristischen Teileinzugsgebiete hat zum Ziel, eine Übertragbarkeit auf andere Wasserkörper zu ermöglichen.

A_{E1}: Obergebiet Haaren außerhalb der Stadtgrenze von Oldenburg: Weitgehend Gewässertyp 16 (kiesgeprägter Tieflandbach) mit überwiegend landwirtschaftlicher Belastung.

A_{E2}: Zwischen der Stadtgrenze und dem Zulauf der Ofenerdieker Bäke: Gewässertyp 14 (sandgeprägter Tieflandbach) mit natürlichen Zuflüssen aus dem LSG sowie Niederschlagswassereinleitung aus Trennkanalisation.

A_{E3}: Vom Zulauf der Ofenerdieker Bäke bis hinter die 1. Mischwasserentlastung (RÜ 1): Gewässertyp 14 (sandgeprägter Tieflandbach) mit relativ dichter Bebauung und Niederschlagswassereinleitungen aus Trenn- und Mischkanalisation.

A_{E4}: Innenstadtbereich: Gewässertyp 14 (sandgeprägter Tieflandbach) mit dichter Bebauung und Mischwassereinleitungen aus Regenüberlaufbecken - reine Mischkanalisation.

Im Zuge der Bearbeitung stellte sich heraus, dass eine voneinander losgelöste Betrachtung der gewählten Teileinzugsgebiete nicht sinnvoll ist. Besonders deutlich zeigt sich dieses im Teil-A_E4. Dort wirken sich bei einem Ansatz ohne die darüberliegenden befestigten Flächen (Teil-A_E 1–3) die Mischwassereinleitungen um ein Vielfaches belastender aus, als wenn durch die schnell abfließenden Regenwassermengen der Teil-A_E 1–3 eine ausreichende Verdünnung des Mischwassers erzielt wird.

Eine deutliche Aussage kann erwartungsgemäß im Bereich der Teil-A_E 1 und 2 gemacht werden. Während das ländlich strukturierte Obergebiet nur eine vergleichsweise schwache Grundbelastung in der Haaren hervorruft, steigen im Teil-A_E 2 die stofflichen und hydraulischen Belastungen mit jeder weiteren Einleitung aus dem städtischen Entwässerungsnetz kontinuierlich an. Da sich die Belastungen bei der linienhaften Betrachtungsweise aufsummieren, reagiert das Gewässer immer empfindlicher, so dass im Teil-A_E 3 und 4 schon immer kleinere Regenergebnisse zu problematischen ökologischen Situationen in der Haaren führen.

Ein Einfluss des Gewässertyps kann in der gesamten Projektbearbeitung nicht nachgewiesen werden. Hält man sich die insgesamt desolate Gewässerstruktur der Bächen vor Augen, ist dieses nicht weiter verwunderlich, da durch die anthropogenen Nutzungsansprüche alle Bächen zum „strukturarmen Treibsandsohle-Typ“ degradiert wurden. Im Fall der Haaren und ihrer Nebengewässer ist der Gewässertyp ausschließlich für das Ziel der Gewässer(rück)entwicklung ausschlaggebend.

5 VEREINFACHTER NACHWEIS NACH BWK-M3

5.1 Ermittlung des geschlossenen Siedlungsgebietes

Die Einleitungen der Siedlungsentwässerung im Stadtgebiet Oldenburgs entwässern in dichter Folge in die Haaren. Dadurch werden die stofflichen und hydraulischen Eigenschaften der Haaren an den Einleitungsstellen wesentlich verändert. Der betroffene Gewässerabschnitt wird im Merkblatt 3 als Einflussbereich bezeichnet. Einen Anhalt über die Länge der Auswirkungen von Niederschlagswassereinleitungen in Abhängigkeit der Fließtiefe und -geschwindigkeit des Gewässers gibt Tab. 3 des BWK-M3. Unter Berücksichtigung des Korrekturfaktors von 0,4 ermittelt sich der Einflussbereich in der Haaren zu 2 km. Die Einleitungen weisen untereinander Abstände von 59 bis maximal 571 m auf, liegen also deutlich im ermittelten Einflussbereich. Hinzu kommt, dass die Tabelle streng genommen nur für frei fließende Gewässer gilt, die Haaren jedoch durch das Mündungsschöpfwerk staureguliert ist.

Da die Einflussbereiche alle ineinander übergehen, ist das gesamte kanalisierte Einzugsgebiet einem geschlossenen Siedlungsgebiet zuzuordnen.

5.2 Festlegung der Nachweisstellen

Als Beurteilungsmaßstab für den vereinfachten Nachweis gilt die Summe aller Einleitungen des geschlossenen Siedlungsgebietes. Nach BWK-M3 ist im Mündungsbereich von Nebengewässern jeweils ein gesonderter Nachweis für beide Gewässer(abschnitte) zu führen.

In ihren hydraulischen und stofflichen Eigenschaften sind die einmündenden Regenwasserkanäle des Trennsystems nicht von den zufließenden Nebengewässern der Haaren zu unterscheiden. Aus diesem Grund wird an jedem wesentlichen Einleitungspunkt eine Nachweisstelle festgelegt. Dabei werden gegenüberliegende Niederschlagswassereinleitungen wie z.B. im Teileinzugsgebiet RW-A11 zu einer Nachweisstelle zusammengefasst. So ergeben sich im Verlauf der Haaren 19 Nachweisstellen, unterteilt in 2 Nebengewässer, 10 Regenwassereinleitungen des Trennsystems und 6 Mischwasserentlastungen. Als Nebengewässer werden in diesem Zusammenhang lediglich die Hausbäke und die Ofenerdieker Bäke bezeichnet, die im Sinne der WRRL mit einem Einzugsgebiet $\geq 10 \text{ km}^2$ als maßgeblich zu betrachten sind. Für diese beiden Gewässer wird jeweils ein eigener

Nachweis geführt. Die kleineren Nebengewässer wie z.B. der Wechloyer Wzg. oder der Staakenwzg. werden wie offene Regenwasserkanäle behandelt. Die Lage der Nachweisstellen ist **Anlage 3, Blatt 3** sowie **ANHANG 5, Anlage 3** zu entnehmen.

Die untergeordneten Nebengewässer und die Ofenerdieker Bäche werden ausschließlich von Regenwassereinleitungen des Trennsystems belastet, während sich in der Hausbäche (Stadtgraben) noch eine Mischwasserentlastung befindet.

5.3 Ermittlung der Grunddaten für VereNa.M3

5.3.1 Modellbeschreibung VereNa.M3

Das Programm VereNa.M3 wurde vom BWK speziell als Werkzeug zur Anwendung des BWK-M3 entwickelt. Es ermöglicht alle im Merkblatt zur vereinfachten Nachweisführung aufgeführten Berechnungen unter Nutzung der dort beschriebenen Algorithmen. Grundlage der Berechnungen sind die einzugebenden Daten der Kanalisation und des Gewässers.

Die Nachweise wurden mit der Programmversion 2.0 geführt. Weitere detaillierte Programmbeschreibungen finden sich in den Veröffentlichungen des BWK.

5.3.2 Grunddaten Kanalisation

Für die festgelegten Nachweisstellen werden die entsprechenden Teileinzugsgebiete der Kanalisation ermittelt. Sie sind in **ANHANG 5, Anlage 3** „Übersicht der Teileinzugsgebiete“ und in den **Anlagen 4.1 bis 4.31** zeichnerisch dargestellt. Im Programm VereNa werden die Teileinzugsgebiete mit folgenden Eigenschaften charakterisiert:

- Einzugsgebietsgröße [ha]
- Befestigungsgrad [%]
- Mittlere Geländeneigungsgruppe
- Fließzeit im Einzugsgebiet [min]

Das Mischwassernetz wird darüberhinaus über folgende Parameter definiert:

- Einwohnerdichte [E/ha]

- Wasserverbrauch [$l/E*d$]
- Stundenansatz
- Fremdwasserspende [$l/s*ha_{red}$]

Die folgenden Eingangsdaten dienen der Abbildung des Schmutzwassernetzes:

- Einwohner
- Wasserverbrauch [$l/E*d$]
- Stundenansatz
- Fremdwasserabfluss [l/s]
- Regenanteil an QS24 [%]

Eine Zusammenstellung der Eingabedaten befindet sich in den nachfolgenden Tabellen.

Eingabedaten des Regenwassernetzes				
Teil-A_E	A_k [ha]	B [%]	N_{Gm}	T_F [min]
RW-A19	34	15	1,00	25
RW-A18	57	25	1,00	39
RW-A17	48	25	1,00	30
RW-A16	69	32	1,00	45
RW-A15	19	32	1,00	23
RW-A14	1.285	25	1,00	170
RW-A14-N	128	30	1,00	25
RW-A14-S	429	25	1,00	110
RW-A13	20	48	1,00	10
RW-A12	68	29	1,00	20
RW-A12-B	120	35	1,00	35
RW-A12-K	178	20	1,00	90

Eingabedaten des Regenwassernetzes				
Teil-A_E	A_k [ha]	B [%]	N_{Gm}	T_F [min]
RW-A11	32	34	1,00	27
RW-A10	6	60	1,00	9
RW-A09	41	35	1,00	50
RW-A08	9	45	1,00	12
RW-A04	75	26	1,00	40
RW-A04-G	84	25	1,00	42
RW-A04-Bo	29	35	1,00	19
RW-A04-N	118	33	1,00	45
RW-A04-BI	244	25	1,00	52
RW-A04-T	59	34	1,00	23

Eingabedaten des Mischwassernetzes								
Teil-A_E	A_k [ha]	B [%]	N_{Gm}	T_F [min]	E_D [E/ha]	W_s [l/Ed]	X	q_F [l/sha]
MW-A07	112	60	1,00	120	45	130	16,0	0,08
MW-A06	9	46	1,00	20	57	130	16,0	0,13
MW-A05	8	46	1,00	20	57	130	16,0	0,13
MW-A04	45	48	1,00	90	45	130	16,0	0,06
MW-A03	41	46	1,00	30	53	160	16,0	0,08
MW-A02-6	148	45	1,00	90	49	160	16,0	0,11
MW-A02-5	176	35	1,00	90	49	160	16,0	0,09
MW-A02-17	111	35	1,00	60	44	140	16,0	0,06
MW-A01	77	50	1,00	90	57	130	16,0	0,06

Eingabedaten des Schmutzwassernetzes					
Teil-A_E	E	W_s [l/Ed]	X	Q_F [l/s]	f_{qRT24} [%]
SW-A07	29.500	100	16,0	13,28	30
SW-A02-6	2.840	70	16,0	0,69	30
SW-A02-5	2.840	70	16,0	0,69	30

Grundlage für die Daten des Misch- und Schmutzwassernetzes ist der Modellplan KOSIM – GEP Oldenburg der Planungsgemeinschaft Börjes / Macke GbR sowie der Ergebnisbericht 4.3 der Schmutzfrachtberechnung. Der Modellplan KOSIM befindet sich in ANHANG 5, Anlage 2, während alle weiteren Unterlagen dem GEP selbst zu entnehmen sind. Das Teilgebiet SW-A07 setzt sich aus den vorgelagerten Gebieten 1 und 2 zu 55 % sowie 3, 6 und 7 zusammen (Flächennummern des Modellplanes). Das Gebiet SW-A02-6 entspricht der Flächennummer 8, das Gebiet SW-A02-5 der Flächennummer 5. Die Daten waren nur zum Teil direkt übertragbar und wurden ansonsten über die absoluten Abflüsse, die der Schmutzfrachtberechnung zu Grunde liegen, hergeleitet.

Für die Verschmutzungsparameter wurden die Standardwerte des Programms übernommen.

Im Mischwassernetz befinden sich 9 Regenüberläufe, welche über den weitergeleiteten Drosselabfluss zu definieren sind. Dieser wurde aus den bei Entlastungsereignissen auftretenden Abflusskurven des GEP entnommen [Anlage 2 der Schmutzfrachtberechnung mit KOSIM – liegt hier nicht bei]. Für die 3 Regenüberläufe in der Ofener Straße (RÜ 1, 14, 3), welche im KOSIM-Modell des GEP zu einem RÜ zusammengefasst sind, wurden gesonderte Abflusskurven ermittelt und in Relation zum vorgegebenen Gesamtabfluss (Q_D RÜ Ofener Straße) des GEP gesetzt. Hinsichtlich der immissionsorientierten Betrachtungsweise ist es wichtig, jede einzelne Einleitstelle in die Haaren zu betrachten.

Drosselabflüsse der Regenüberläufe		
RÜ Nr.	Lage	Q_D [l/s]
RÜ 1	Ofener Straße – RÜ 1	262
RÜ 14	Ofener Straße – RÜ 14	17
RÜ 3	Ofener Straße – RÜ 7	171
RÜ 8	Roonstraße	140
RÜ 4	Peterstraße	250
RÜ 6	91er Straße	450
RÜ 5	Pferdemarkt – RÜ 5	450
RÜ 17	Pferdemarkt – RÜ 17	300
RÜ 7	Staulinie	600

Die über 40 kleineren Regenrückhaltebecken im Trennsystem finden im Zuge des vereinfachten Nachweises keine Berücksichtigung, wohl aber die größeren im Verlauf der Nebengewässer angelegten Teiche. Diese wurden weitestgehend vor Jahrzehnten künstlich mit dem Ziel der Hochwasserentlastung des Gewässers angelegt, andere wie z.B. die Tonkuhle sind noch älter oder aber wie z.B. das Swarte Moor eines natürlichen Ursprungs. Nennenswerte Rückhaltevolumina befinden sich in der Nord- und Südbäke (Ofenerdieker Bäke), im Bloherfelder Wasserzug sowie in der Hausbäke. Sie werden über die Komponenten Drosselabfluss und Abbauleistung dargestellt. Die Drosselleistung wurde der hydrodynamischen Berechnung des GEP entnommen. Die Abbauleistung wird bei allen Rückhaltebecken mit 10 % der abfiltrierbaren Stoffe angesetzt. Damit soll der Tatsache Rechnung getragen werden, dass die Teiche in regelmäßigen Abständen von Ablagerungen geräumt werden müssen.

Zusammenstellung der Regenrückhaltebecken im Gewässer			
RRB	Gewässer	Q_D [l/s]	V [m³]
Swarte Moor	Nordbäke	400	140.000
Bürgerfelder Teich	Südbäke	600	50.000
Bloherfelder Teich	Bloherfelder Wzg.	2.100	51.000
Kennedyteich	Bloherfelder Wzg.	2.000	52.000
Gartentorteich	Hausbäke	526	13.000
Bodenburgteich	Hausbäke	3.000	1.700
Niklasteich	Hausbäke	1.700	10.000
Blesshuhnteich	Hausbäke	700	2.400
Tonkuhle	Hausbäke	261	97.000

5.3.3 Berechnung der zulässigen Einleitungsmenge

5.3.3.1 Ermittlung der potentiell naturnahen Abflüsse $HQ_{1,pnat}$ und $HQ_{2,pnat}$

Die Berechnung des zulässigen Einleitungsabflusses erfolgt nach Gleichung 1 des BWK-M3. Wesentliche Faktoren dieser Gleichung sind die potentiell naturnahe jährliche Hochwasserabflussspende $Hq_{1,pnat}$ sowie der Faktor "x", der die zulässige Abflusserhöhung beschreibt. Der Wert "x" wird aus dem Quotienten HQ_2/HQ_1 hergeleitet. Damit soll die natürliche Abflussdynamik des Gewässers Berücksichtigung finden. Sofern keine genaueren Daten vorliegen, wird eine 10%ige Erhöhung für zulässig erklärt. Dieses entspricht einem Wert von 0,1 für den x-Wert der Gleichung 1 des Merkblattes. Im Zuge dieses Projektes wird der potentiell naturnahe Abfluss für die Jährlichkeiten 1a und 2a über ein N-A-Modell berechnet. Daraus erfolgt die Ermittlung des Faktors "x", der sich nach VereNa zwischen 0,1 und 0,5 bewegen kann (s. Pkt. 5.3.3.4). Das Land Nordrhein-Westfalen begrenzt den x-Wert in seiner Handlungsempfehlung in Abhängigkeit des Wiederbesiedlungspotentials auf maximal 0,3.

5.3.3.2 Modellbeschreibung Fluter

Die Ermittlung des HQ_{pnat} erfolgt mit Hilfe des Programms Fluter, Version 3.5.1 des itwh (Institut für technisch-wissenschaftliche Hydrologie) Hannover. Dieses flächendetaillierte hydrologische N-A-Modell wurde speziell für kleine natürliche Einzugsgebiete bis 250 km² entwickelt.

Zur Bestimmung der abflusswirksamen Niederschlagsanteile (Abflussbildung) kommt das vom DVWK empfohlene SCS-Verfahren zum Einsatz. Die Abflusskonzentration wird im Modell Fluter durch hydrologische Übertragungsfunktionen (Einheitsganglinie) realisiert. Für natürliche Einzugsgebiete wird die Parallelspeicherkaskade als Systemfunktion verwendet.

Die Berechnung des Abflusstransports geschieht mit dem kinematischen Wellenansatz nach Muskingum-Cunge.

Weitere detaillierte Ausführungen zur Modellbeschreibung finden sich in den Publikationen des itwh.

5.3.3.3 Eingangsparmeter Fluter

5.3.3.3.1 Einzugsgebiet

Das 113 km² große Einzugsgebiet der Haaren wird in 51 Teileinzugsgebieten und 61 Vorfluterabschnitten abgebildet. Die Teileinzugsgebiete werden über Flächengröße, Fließweg, Gebietsgefälle und Bodennutzung definiert, die Vorfluterabschnitte über Gelände- und Sohlhöhen, die Vorfluterabschnittslänge, die Abmessungen des Querprofils und den Rauigkeitsbeiwert. Für das Bestick wurde ein über die Vorfluterabschnittslänge gemitteltes Profil aus den Vermessungsunterlagen ermittelt. Der Rauigkeitsbeiwert wurde mit 0,0286 (reziproker k_{St} -Wert) angesetzt, entsprechend einem k_{St} -Wert von 35 m^{1/3}/s.

Innerhalb der Stadt wurden die versiegelten Flächen durch natürliche Gebiete ersetzt, um den potentiell naturnahen Abfluss zu erhalten. Dabei wurde die Bodennutzung mit einer undurchlässigen Fläche von 3% sowie weitestgehend landwirtschaftlicher Nutzung an die Charakteristik der oberhalb liegenden Gebiete angelehnt.

Sämtliche Eingangsdaten sind den Ausdrucken der Programmberechnung in ANHANG 6 zu entnehmen. Der Modellplan befindet sich ebenfalls in ANHANG 6, Anlage 1.

5.3.3.3.2 Niederschlag

Nach KIRPICH tritt der größte Scheitelabfluss im Vorfluter bei einer Regendauer auf, die etwa der längsten Fließzeit im Gebiet entspricht.

$$t_c = (0,868 * L^3 / \Delta h)^{0,385}$$

$$L_{\text{Haaren}} = 22,2 \text{ km}$$

$$\Delta h = 16,09 - 3,81 = 12,28 \text{ m}$$

$$t_c = 12,94 \text{ h}$$

Zur Ermittlung des $HQ_{1,\text{pnat}}$ wird mit einem Modellregen der Dauer von 12 Stunden gerechnet. Den Unterlagen „KOSTRA-DWD 2000“ des Deutschen Wetterdienstes ist für diesen Regen mit einem Wiederkehrintervall von 1 Jahr im Raum Oldenburg eine Niederschlagshöhe von 27,0 mm zu entnehmen. Der Niederschlag verteilt sich gemäß DVWK-Empfehlung folgendermaßen:

1. Intervall: 30 % der Dauer, 20 % des Niederschlags → 5,4 mm in 3,6 h
2. Intervall: 20 % der Dauer, 50 % des Niederschlags → 13,5 mm in 2,4 h
3. Intervall: 50 % der Dauer, 30 % des Niederschlags → 8,1 mm in 6,0 h

Die Niederschlagshöhe h_N zur Ermittlung des $HQ_{2,\text{pnat}}$ beträgt 32,7 mm und hat folgenden Verlauf:

1. Intervall: 6,5 mm in 3,6 h
2. Intervall: 16,4 mm in 2,4 h
3. Intervall: 9,8 mm in 6,0 h

5.3.3.4 Ergebnisbetrachtung

In der Simulation werden die Abflüsse an allen Knotenpunkten ermittelt. Für die Weiterverarbeitung im vereinfachten Nachweis werden die Abflüsse an der jeweiligen Mündung der Haaren, der Hausbäke und der Ofenerdieker Bäke zusammengestellt. Die errechneten potentiell naturnahen Abflüsse und Abflussspenden sind der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen.

Potentiell naturnahe Abflüsse $HQ_{1,pnat}$ und $HQ_{2,pnat}$			
	Haaren	Hausbäke	Ofenerdieker Bäke
$HQ_{1,pnat}$ [l/s]	6.139	518	1.556
$Hq_{1,pnat}$ [l/s*km ²]	54,3	49,3	80,7
$HQ_{2,pnat}$ [l/s]	8.446	716	1.927
$Hq_{2,pnat}$ [l/s*km ²]	74,7	68,2	99,8
HQ_2 / HQ_1	1,38	1,38	1,24

Auffallend ist, dass der 2-jährliche Abfluss in seiner Größe deutlich über dem einjährigen liegt. Daher wird der x-Wert im Nachweisprogramm VereNa für Haaren und Hausbäke vom Standardwert 0,10 auf 0,38 und für die Ofenerdieker Bäke auf 0,24 erhöht.

Dieser Faktor stellt eine entscheidende ökologische, aber auch ökonomische Größe dar. Da dem BWK-M3 in diesem Punkt keine eindeutige Vorgehensweise zu entnehmen ist (s. auch Pkt. 5.3.3.1), sollte diese zulässige Erhöhung bei zukünftigen Projekten von allen Beteiligten diskutiert werden.

Die Größe $Hq_{1,pnat}$ kann gemäß BWK-M3 auch auf Grundlage der Abbildung 2 im Anhang Nr. 4 des BWK-Merkblattes ermittelt werden. Nach dieser Grafik ergibt sich für $Hq_{1,pnat}$ der Haaren ein Wert zwischen 20 und 70 l/(s*km²). Dieser liegt im Bereich des über Fluter ermittelten Wertes.

5.3.4 Grunddaten Gewässer

Um der immissionsorientierten Betrachtungsweise gerecht zu werden, wird auch die Einleitstelle im Gewässer datentechnisch erfasst und für das Nachweisprogramm VereNa über folgende Parameter charakterisiert:

- Hydraulische Daten, wie Sohlhöhen und Länge des Einflussbereiches, Profildaten des Einflussbereiches zur Abflussermittlung nach Manning-Strickler sowie die beobachtete Fließtiefe und –geschwindigkeit bei MNQ
- Hydrologische Daten, wie natürliches Einzugsgebiet, Niedrigwasserabflussspende, potentiell natürliche Abflussspende und Quellabstand
- Gewässergütedaten

Die Profildaten und die Größe des natürlichen Einzugsgebietes konnten den im Hause vorliegenden Unterlagen entnommen werden (s. auch Pkt. 3.1). Dabei mussten die Profile für die Eingabe in VereNa zum Trapezprofil idealisiert werden (→ Ersatzprofile). Die Sohlordinaten wurden im Berechnungsprogramm durchgehend um 1,00 m angehoben, da das VereNa keine negativen Sohlhöhen wie z.B. -0,50 mNN am Schöpfwerk verarbeiten kann. Außerdem mussten die Sohlhöhen im Längsverlauf hinsichtlich eines durchgehenden Gefälles angepasst werden, damit die Abflüsse nach Manning-Strickler berechnet werden konnten. Die zeichnerische Darstellung des eingegebenen Besticks befindet sich in **Anlage 4, Blatt 8.1 und 8.2** und **Anlage 5, Blatt 8.1 und 8.2**.

Die mittlere Niedrigwasserabflusssspende stammt aus Tab. 02 „Gewässerkundliche Hauptwerte und Abflusssspenden“ des C-Berichtes Bearbeitungsgebiet Hunte 25. Sie beträgt 0,76 l/(s*km²). Zur Ermittlung der einjährigen potentiell natürlichen Hochwasserspende s. Pkt. 5.3.3.

Eingabedaten zur Lage und Hydrologie							
Haaren Bereich		Stationierung [m]		A_E [km²]	L_{Einflußb.} [m]	MNQ [l/s]	HQ_{1,pnat} [l/s]
K19	Mdg. Hasenbäke	4.300	4.570	70,2	270	53,4	3.811,86
K18	Bremers Weg	4.230	4.300	70,8	70	53,8	3.844,44
K17	Mdg. Wechloyer Wzg.	4.050	4.230	71,0	180	54,0	3.855,30
K16	Hartenscher Damm	3.495	4.050	71,4	555	54,3	3.877,02
K15	Quellenweg	3.305	3.495	72,1	190	54,8	3.915,03
K14	Mdg. Ofenerdieker Bäke	3.160	3.305	72,2	145	54,9	3.920,46
K13	Uhlhornsweg	2.835	3.160	94,0	325	71,4	5.104,20
K12	Mdg. Bloherfelder Wzg.	2.730	2.835	95,1	105	72,3	5.163,93
K11	Haarenfeld	2.540	2.730	100,6	190	76,4	5.462,58
K10	Wechloyer Weg	2.325	2.540	100,7	215	76,5	5.468,01
K09	Mdg. Staakenwzg.	2.195	2.325	100,8	130	76,6	5.473,44

Eingabedaten zur Lage und Hydrologie							
Haaren Bereich		Stationierung [m]		A_E [km²]	L_{Einflußb.} [m]	MNQ [l/s]	HQ_{1,pnat} [l/s]
K08	Prinzessinweg	1.830	2.195	100,9	265	76,7	5.478,87
K07	Rummelweg	1.470	1.830	101,3	360	77,0	5.500,59
K06	Ratsherr-Schulze-Str.	1.410	1.470	101,6	60	77,2	5.516,88
K05	Auguststraße	1.110	1.410	101,8	300	77,4	5.527,74
K04	Mdg. Hausbäke	960	1.110	102,2	150	77,7	5.549,46
K03	Heiligengeistwall	620	960	112,7	340	85,7	6.119,61
K02	Heiligengeiststraße	160	620	112,8	460	85,8	6.125,04
K01	Staulinie	0	160	113,0	160	85,9	6.135,90
Ofenerdieker Bäke		-	-	19,3	500	14,65	1.555,90
Hausbäke		-	-	10,5	450	7,96	517,71

Für die Gewässergütedaten wurden die bei MNQ durchgeführten chemisch-physikalischen Untersuchungen ausgewertet (s. Pkt 3.4) und unter Berücksichtigung der Standardvorgaben zum Eingabewert festgestellt. Da die Gewässergütedaten sich z.T. deutlich von den Standardvorgaben des Programms VereNa unterscheiden, wurden diese zum Vergleich in die Tabelle mit aufgenommen. Gütemessungen, wenn auch nur stichprobenartig, haben sich für eine genauere Nachweisführung bewährt.

Die vorhandenen Gewässergüte- und Strukturgüteklassen entstammen den Ergebnissen der Gewässerbegehung (s. Pkt. 3.2.2.1 und 3.2.2.2) sowie Veröffentlichungen des NLWKN .

Eingabedaten zur Gewässergüte										
Haaren		T _{max}	pH	Alkali- nität	BSB ₅	NH ₄ - N	AFS	Eutro- phie- rung	Gew.- Güte	Struk- tur- Güte
		°C		mmol/l	mg/l	mg/l	mg/l	+ pH		
<i>Standardvorgaben VereNa</i>		20	7,0	3,0	5,0	0,30	15	-	-	-
K19	Mdg. Hasenbäke	27	7,2	2,5	3,0	0,34	26	+0,5	II - III	6
K18	Bremers Weg	26	7,2	2,4	3,0	0,33	26	+0,5	II - III	6
K17	Mdg. Wechloyer Wzg.	25	7,2	2,4	3,0	0,33	25	+0,5	II - III	6
K16	Hartenscher Damm	25	7,3	2,4	3,0	0,32	25	+0,5	II - III	6
K15	Quellenweg	25	7,4	2,4	4,0	0,27	30	+0,5	II - III	6
K14	Mdg. Ofenerdieker Bäke	25	7,4	2,4	4,0	0,27	30	+0,5	II - III	6
K13	Uhlhornsweg	25	7,3	2,4	4,0	0,40	25	+0,5	II - III	6
K12	Mdg. Bloherfelder Wzg.	27	7,3	2,6	5,0	0,45	30	+0,5	II - III	6
K11	Haarenfeld	26	7,1	2,6	5,0	0,34	21	+0,5	II - III	6
K10	Wechloyer Weg	26	7,2	2,6	5,0	0,37	20	+0,5	II - III	6
K09	Mdg. Staakenwzg.	26	7,2	2,5	5,0	0,40	20	+0,5	II - III	7
K08	Prinzessinweg	26	7,2	2,5	5,0	0,40	20	+0,5	II - III	7
K07	Rummelweg	26	7,2	2,5	5	0,40	23	+0,5	II - III	7
K06	Ratsherr-Schulze-Str.	25	7,5	2,3	5,0	0,35	25	+0,5	II - III	7
K05	Auguststraße	25	7,5	2,3	5,0	0,35	25	+0,5	II - III	7
K04	Mdg. Hausbäke	25	7,6	2,1	5,0	0,35	29	+0,5	II - III	7
K03	Heiligengeistwall	25	7,6	2,1	5,0	0,35	29	+0,5	II - III	7
K02	Heiligengeiststraße	24	7,8	2,0	5,0	0,30	28	+0,5	II - III	7
K01	Staulinie	23	7,5	2,0	5,0	0,30	30	+0,5	II - III	7
Ofenerdieker Bäke		22	7,6	3,5	3,0	0,40	50	+0,5	II - III	5
Hausbäke		24	7,8	1,8	3,0	0,30	23	+0,5	II - III	6

5.4 Ergebnisse des vereinfachten Nachweises – IST-Zustand

5.4.1 Ergebnisse der hydraulischen Nachweise

Im Zuge des hydraulischen Nachweises wird am bestehenden System (IST-Zustand) geprüft, ob der zulässige Einleitungsabfluss unterschritten wird. Ein Modellplan des Systems ist in ANHANG 5, Anlage 1.1 abgebildet. Der zulässige Einleitungsabfluss $Q_{E1,zul}$ wird aus dem potentiell natürlichen, jährlichen Hochwasserabfluss ($HQ_{1,pnat}$) abgeleitet. Er wird nach Gleichung 1 des BWK-M3 für jede Einleitstelle / Berechnungspunkt des geschlossenen Siedlungsgebietes ermittelt und dem tatsächlichen Gewässerabfluss gegenübergestellt. Geduldet wird eine durch die Einleitung bedingte Erhöhung des $HQ_{1,pnat}$ um den Faktor "x", welcher sich aus dem Quotienten $HQ_{2,pnat} / HQ_{1,pnat}$ ergibt. Das Programm VereNa ermittelt im Ergebnisausdruck den Quotienten aus dem tatsächlich vorhandenen Gewässerabfluss Q und dem potentiell natürlichen, jährlichen Hochwasserabfluss $HQ_{1,pnat}$ und stellt ihn dem zulässigen gegenüber.

Für das gesamte geschlossene Siedlungsgebiet an der Einleitstelle K01 (Mündung der Haaren) ergeben sich folgenden Ergebnisse:

$$HQ_{1,pnat} = 6.136 \text{ l/s}$$

$$Q_{E1,zul} = 2.960 \text{ l/s}$$

$$Q_{E1,vorh} = 23.222 \text{ l/s}$$

$$Q = 28.729 \text{ l/s} = 4,68 * HQ_{1,pnat} > 1,38 * HQ_{1,pnat}$$

Die Bedingungen des hydraulischen Nachweises können für das geschlossene Siedlungsgebiet der Haaren erwartungsgemäß nicht erfüllt werden.

5.4.1.1 Hauptgewässer Haaren

Die folgende Tabelle gibt eine Ergebnisübersicht aller Berechnungspunkte in der Haaren. Nur an den obersten beiden Einleitstellen liegt die vorhandene Einleitmenge unter dem zulässigen Wert von $Q / HQ_{1,pnat} = 1,38$.

Ergebnisse des vereinfachten hydraulischen Nachweises						
	Bereich	HQ_{1,pnat}	Q_{E1,zul}	Q_{E1,vorh}	Q_{Gewässer}	Q / HQ_{1,pnat}
K19	Mdg. Hasenbäke	3.811,86	358,69	1.451,28	4.167,78	1,09
K18	Bremers Weg	3.844,44	1.068,60	1.471,39	4.902,53	1,28
K17	Mdg. Wechloyer Wzg.	3.855,30	1.804,37	1.482,04	5.642,65	1,46
K16	Hartenscher Damm	3.877,02	2.782,13	1.502,28	6.630,14	1,71
K15	Quellenweg	3.915,03	1.520,03	3.236,47	7.119,19	1,82
K14	Mdg. Ofenerdieker Bäke	3.920,46	1.775,62	8.528,06	12.162,67	3,10
K13	Uhlhornsweg	5.104,20	2.230,65	9.484,56	14.297,71	2,80
K12	Mdg. Bloherfelder Wzg.	5.163,93	2.306,19	13.210,62	18.030,65	3,49
K11	Haarenfeld	5.462,58	2.425,59	13.933,31	19.046,09	3,49
K10	Wechloyer Weg	5.468,01	2.429,60	14.292,00	19.408,25	3,55
K09	Mdg. Staakenwzg.	5.473,44	2.439,46	14.873,61	19.987,49	3,65
K08	Prinzessinweg	5.478,87	2.443,72	15.277,13	20.394,25	3,72
K07	Rummelweg	5.500,59	2.488,47	16.344,00	21.446,35	3,90
K06	Ratsherr-Schulze-Str.	5.516,88	2.496,90	16.669,69	21.786,08	3,95
K05	Auguststraße	5.527,74	2.503,03	16.803,30	21.928,55	3,97
K04	Mdg. Hausbäke	5.549,46	2.615,67	18.666,99	23.709,57	4,27
K03	Heiligengeistwall	6.119,61	2.842,57	19.578,92	25.181,41	4,11
K02	Heiligengeiststraße	6.125,04	2.935,34	22.882,67	28.399,88	4,64
K01	Staulinie	6.135,90	2.960,38	23.221,52	28.728,68	4,68

Aus dieser Zusammenstellung wird deutlich, dass die größten Einleitungsmengen über die Nebengewässer Ofenerdieker Bäke, Bloherfelder Wasserzug und Hausbäke eingetragen werden. Dieses belegt ihre Funktion als große offene Regenwasserkanäle.

5.4.1.2 Nebengewässer Ofenerdieker Bäke

Die Ofenerdieker Bäke ist ein rein städtisches Gewässer. Einem natürlichen Einzugsgebiet von 17,38 km² (1738 ha) stehen 467 ha versiegelte Fläche gegenüber; dies entspricht einem Anteil von 27 %. Der zulässige Einleitungsabfluss wird in diesem Nebengewässer der Haaren trotz der vorhandenen geringen Rückhaltevolumina in der Nord- und Südbäke deutlich überschritten. Der Quotient $Q / HQ_{1,pnat} = 4,16$ steht einem zulässigen von 1,24 gegenüber.

Ergebnisse des vereinfachten hydraulischen Nachweises					
Bereich	HQ_{1,pnat}	Q_{E1,zul}	Q_{E1,vorh}	Q_{Gewässer}	Q / HQ_{1,pnat}
Ofenerdieker Bäke	1.555,90	750,20	5.291,58	6.470,69	4,16

5.4.1.3 Nebengewässer Hausbäke

Im Gegensatz zur Ofenerdieker Bäke weist die Hausbäke in ihrem Oberlauf ein größeres natürliches Einzugsgebiet auf, welches ungefähr der Größe des kanalisierten Einzugsgebietes entspricht. Ihr Versiegelungsgrad beträgt nur 16 % des Gesamteinzugsgebietes. Als typisches Moorgewässer weist sie insgesamt deutlich weniger Längsgefälle auf als die aus der Geest kommende Ofenerdieker Bäke und ist zudem in ihrem Unterlauf vom Rückstau der Haaren beeinflusst. Auch hier liegt die vorhandene Einleitungsmenge mit $Q / HQ_{1,pnat} = 4,42$ deutlich über dem zulässigen Wert von 1,38.

Ergebnisse des vereinfachten hydraulischen Nachweises					
Bereich	HQ_{1,pnat}	Q_{E1,zul}	Q_{E1,vorh}	Q_{Gewässer}	Q / HQ_{1,pnat}
Hausbäke	517,71	291,11	1.863,70	2.286,44	4,42

5.4.2 Ergebnisse der stofflichen Nachweise

Im Zuge der stofflichen Nachweisführung werden an jedem Nachweispunkt die Parameter O₂, NH₃-N und AFS kontrolliert. Die stoffliche Belastung des Gewässers wird für einen Gewässerabfluss ermittelt, der sich aus der Summe des MNQ, des Einleitungsabflusses sowie der oberhalb gelegenen Einleitungsabflüsse ergibt. Das BWK-M3 wählt eine grafische Ergebnisdarstellung in Abhängigkeit eines Spektrums von Regenabflussspenden. Die dargestellten Regenabflussspenden von 0,5 bis 128 l/(s*ha) spiegeln den Bereich der jährlich zu erwartenden Niederschläge wider. Diese Darstellungsweise findet auch im Programm VereNa Verwendung.

Sauerstoff

Einleitungen aus der Kanalisation belasten die Gewässer durch ihren hohen Gehalt an sauerstoffzehrenden Substanzen, dargestellt an der Belastungsgröße BSB₅. Der Sauerstoffhaushalt eines Fließgewässers ist durch die Vielzahl der verschiedenen Einflussfaktoren sehr komplex. Im Zuge des vereinfachten Nachweises wird neben der BSB-Belastung die Gewässermorphologie und die Rauigkeit der Gewässersohle berücksichtigt. Durch die Tidebeeinflussung und die Stauregulierung mit der einhergehenden Verschlammung der Sohle kann die Sauerstoffbelastung der Haaren im Zuge des vereinfachten Nachweises nur unzureichend erfasst werden. Der Nachweis verdeutlicht jedoch die vorliegende Gefährdung sowie die Verschlechterung des Zustandes mit zunehmenden Einleitungen bis hin zum Siel- und Mündungsschöpfwerk.

Stickstoff

Ammoniak ist eine stark toxische Verbindung, auf die vor allem Fische empfindlich reagieren. Es entsteht durch die Dissoziation von Ammonium, welche maßgeblich vom pH-Wert beeinflusst wird. Bei über 7,5 steigenden pH-Werten nimmt der Anteil des Ammoniaks am Gesamt-Stickstoff exponentiell zu. Parallel dazu ist ein Anstieg der Alkalinität im Gewässer zu beobachten. Günstig wirken sich also geringe pH-Werte und geringe Alkalinitäten im Gewässer aus. Die Haaren weist geogen bedingt geringe Alkalinitäten auf, die sich eher im Bereich von 2 mmol/l bewegen als bei 3 mmol/l, was der Standardvorgabe in Vere.Na entspricht. Dadurch ist die Haaren in der Lage, die Mischwassereinlei-

tungen regelrecht abzupuffern. Intensive Sonneneinstrahlung bewirkt über eutrophierende Prozesse ebenfalls einen pH-Anstieg. Der zum Teil beschattete Innenstadtbereich der Haaren wirkt sich demnach positiv aus.

Regenwasser weist geringere pH-Werte auf als Mischwasser. Daher sind toxisch wirkende Ammoniakkonzentrationen in der Regel nur aus Einleitungen der Mischwasserkanalisation zu befürchten.

Abfiltrierbare Stoffe

Für die eingeleiteten Feststoffe werden keine konkreten Grenzwerte definiert. Die Grafik im Ergebnisausdruck verdeutlicht jedoch Handlungsbedarf, sofern der AFS-Gehalt den Bereich von 100 mg/l erreicht.

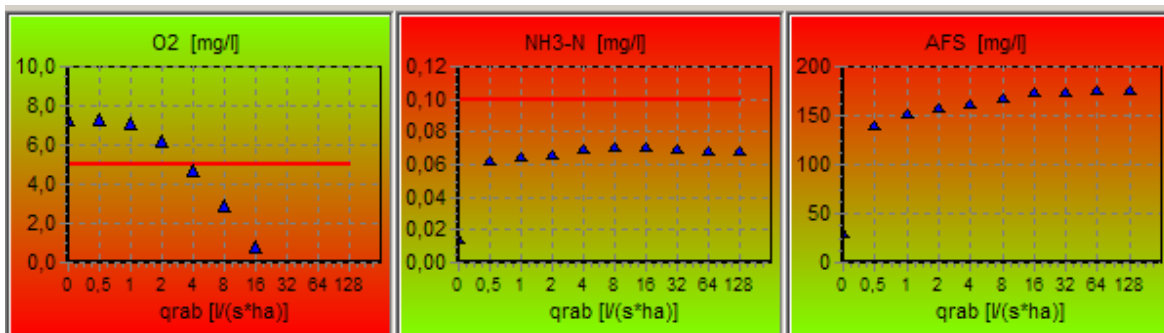
Für die Zielvorstellung eines natürlichen Gewässers ist jedoch jeder Gehalt an anthropogen bedingten Sedimenteinträgen zu viel. Wenn man sich vor Augen hält, wie die in der Gewässersohle lebende Biozönose durch die Ablagerungen, die letztlich auch Nähr- und Schadstoffe beinhalten, regelrecht überdeckt oder „erstickt“ werden, ist sogar die Reduzierung der Sedimenteinträge unbedingte Voraussetzung zur Erzielung des guten Zustandes.

Im Fall der Haaren äußert sich das Problem der überhöhten AFS-Konzentrationen deutlich im schnellen Versanden des Sandfanges, der Teiche und der Verschlammung der Gewässersohle im Staubereich. Die durchweg hohen AFS-Werte in den Ergebnissen spiegeln diese Problematik wider und zeigen dringenden Handlungsbedarf an (s. auch Pkt. 8.1 und 8.2).

5.4.2.1 Hauptgewässer Haaren

Durch die Stauregulierung und die dichte Folge von Einleitungen kommen die Selbstreinigungseffekte des Gewässers nicht zum Tragen. Am Siel- und Mündungsschöpfwerk der Haaren liegt damit die größte stoffliche Belastung der Haaren vor. Nachfolgend wird die Ergebnisdarstellung des BWK-M3 an der Nachweisstelle K01 abgebildet.

M3-Ergebnisse der Nachweisstelle K01



Aufgetragen sind die Nachweisparameter in Abhängigkeit verschiedener einjähriger Niederschlagsereignisse. Als rote Linie bzw. roter Bereich ist der jeweilige Grenzwert dargestellt.

Aus der Grafik wird ersichtlich, dass im Bereich der Haarenmündung schon geringe Regenabflusspenden ausreichen, um den Sauerstoffgehalt des Gewässers unter den kritischen Wert von 5 mg/l absinken zu lassen. Der Wert von 3-4 l/(s*ha) sollte entsprechend der o.g. Erläuterungen nicht als quantitative Größe betrachtet werden.

Trotz der 9 vorhandenen Mischwasserentlastungen wird der Grenzwert für Ammoniakstickstoff nicht erreicht, während der Gehalt an abfiltrierbaren Stoffen schon bei kleinsten Regenereignissen schlagartig ansteigt.

Die folgende Tabelle gibt eine Ergebnisübersicht aller Berechnungspunkte in der Haaren. Im Gegensatz zur hydraulischen Ergebnisdarstellung enthält diese Tabelle keine absoluten Werte, sondern nur die Auskunft, ob das jeweilige Nachweisziel erreicht ist (✓) oder nicht (✗).

Ergebnisse des vereinfachten stofflichen Nachweises - IST-Zustand				
	Bereich	O ₂	NH ₃ -N	AFS
K19	Mdg. Hasenbäke	✓	✓	✗
K18	Bremers Weg	✗	✓	✗
K17	Mdg. Wechloyer Wzg.	✗	✓	✗

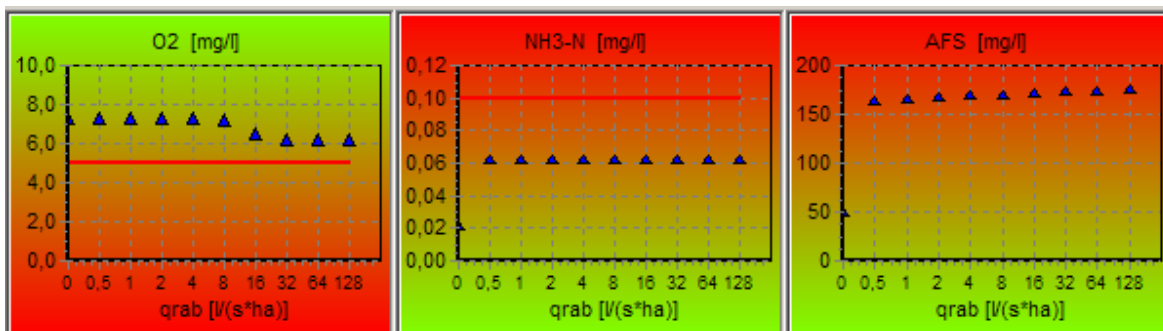
Ergebnisse des vereinfachten stofflichen Nachweises - IST-Zustand				
	Bereich	O₂	NH₃-N	AFS
K16	Hartenscher Damm	✘	✔	✘
K15	Quellenweg	✔	✔	✘
K14	Mdg. Ofenerdieker Bäke	✔	✔	✘
K13	Uhlhornsweg	✘	✔	✘
K12	Mdg. Bloherfelder Wzg.	✘	✔	✘
K11	Haarenfeld	✘	✔	✘
K10	Wechloyer Weg	✘	✔	✘
K09	Mdg. Staakenwzg.	✘	✔	✘
K08	Prinzessinweg	✘	✔	✘
K07	Rummelweg	✘	✔	✘
K06	Ratsherr-Schulze-Str.	✘	✔	✘
K05	Auguststraße	✘	✔	✘
K04	Mdg. Hausbäke	✘	✔	✘
K03	Heiligengeistwall	✘	✔	✘
K02	Heiligengeiststraße	✘	✔	✘
K01	Staulinie	✘	✔	✘

Die kompletten Ergebnis-Grafiken für alle Berechnungspunkte befinden sich im ANHANG 5, Anlage 5.1.

5.4.2.2 Nebengewässer Ofenerdieker Bäke

Das größte städtische Nebengewässer der Haaren wird von einer Vielzahl von Regenwassereinleitungen des Trennsystems belastet und ist hydraulisch entsprechend überlastet.

M3-Ergebnisse der Nachweisstelle „Ofenerdieker Bäche“

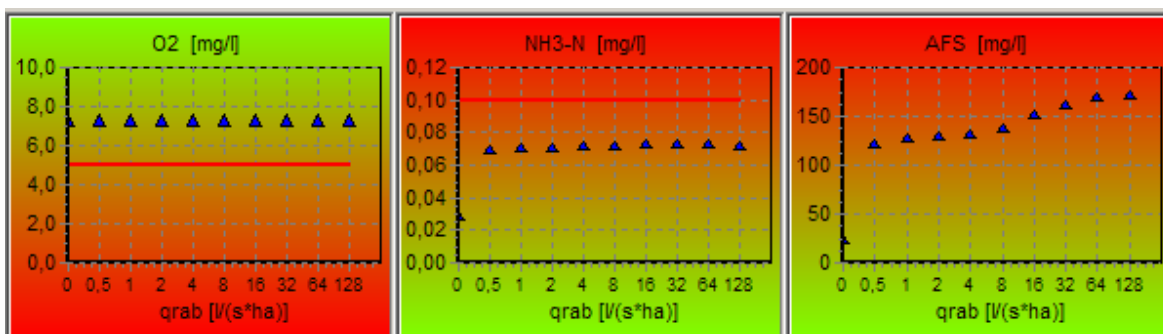


Die stoffliche Belastung liegt für Sauerstoff und Ammoniak-Stickstoff noch im grünen Bereich. Bekannt ist die Bäche jedoch für ihre extrem hohen Sandfrachten. Dieses zeigt sich auch im sprunghaften Anstieg der abfiltrierbaren Stoffe schon bei kleinsten Niederschlagsereignissen.

5.4.2.3 Nebengewässer Hausbäche

Einhergehend mit einer geringeren Anzahl an Einleitungen der Kanalisation zeigen sich auch die Ergebnisse des stofflichen Nachweises für die Hausbäche moderater, wenngleich sich in ihrem Einzugsgebiet eine Mischwasserentlastung befindet.

M3-Ergebnisse der Nachweisstelle „Hausbäche“



Die Einleitungen des Regen- und Mischwassers bewirken eine Anhebung des Ammoniakwertes, jedoch noch deutlich unterhalb des Grenzwertes. Die abfiltrierbaren Stoffe liegen zwar unter den Werten der Haaren, sind aber ebenfalls noch zu hoch. Möglicherweise wirken die vorhandenen Teiche, die sich im Verlauf der Hausbäche befinden, als Rückhaltebecken.

5.5 Ergebnisse des vereinfachten Nachweises – SOLL-Zustand

Als SOLL-Zustand (Planung) wird jenes System definiert, welches im Sinne der EU-WRRL durch das Zwischenschalten von Rückhaltemaßnahmen den zulässigen Einleitungsabfluss einhalten würde und damit hydraulisch gewässerverträglich wäre. Das System ist im Modellplan VereNa.M3 SOLL-Zustand (Planung) in ANHANG 5, Anlage 1.2 abgebildet

(Hinweis: Zum Verständnis sei an dieser Stelle auf die Tatsache hingewiesen, dass „Speicherelemente“ in digitalen Modellen häufig zwischen zwei Vorfluterabschnitte implementiert werden, um eine Abflussreduzierung zu simulieren. In der Realität stellen Speicherbecken jedoch Hindernisse im Sinne der faunistischen Durchgängigkeit dar; baulich sollten daher Speicherräume zur Abflussreduzierung im NEBENSCHLUSS zu einem Fließgewässer eingerichtet werden).

Unabhängig von einer möglichen Realisierbarkeit werden zunächst rein rechnerisch alle erforderlichen Rückhaltevolumina erfasst. Abgesehen von den oberen beiden Einleitungen K19 und K18 ist an jeder weiteren Einleitstelle eine Rückhaltung erforderlich.

Die Berechnung der Rückhaltevolumina erfolgt nach dem vereinfachten Verfahren des ATV-Arbeitsblattes A 117 für die Jährlichkeiten, die aus der Ermittlung des Wiederbesiedlungspotentials (s. Pkt. 3.2.3) resultieren. Die Berechnungsergebnisse der Rückhaltevolumen befinden sich in ANHANG 5, Anlage 6, die Ergebnisausdrucke aus dem Programm VereNa.M3 in ANHANG 5, Anlage 5.2. An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass diese Retentionsvolumen nicht für höhere Jährlichkeiten bemessen sind und damit keinen Hochwasserschutz im Sinne der klassischen Regenrückhaltebecken gewährleisten.

Auf Grundlage der gewässerverträglichen Einleitmenge (= Drosselabfluss der Rückhaltung) und der zulässigen Überlaufhäufigkeit werden die Rückhaltevolumen V_{RRB} bestimmt. Nachfolgende Tabelle erhält eine Zusammenstellung der ermittelten ortsspezifischen Maßnahmen (OMA).

Zusammenstellung der erforderlichen V_{RRB}				
	Bereich	OMA	Q_{ab} [l/s]	V_{RRB} [m³]
K17	Mdg. Wechloyer Wzg.	OMA.17	413,0	845
K16	Hartenscher Damm	OMA.16	20,5	7.334
K15	Quellenweg	OMA.15	17,5	1.190
K14	Mdg. Ofenerdieker Bäke	OMA.14	179,0	130.410
		OMA.14-N	18,0	16.263
		OMA.14-S	59,0	43.689
K13	Uhlhornsweg	OMA.13	455,0	502
K12	Mdg. Bloherfelder Wzg.	OMA.12	13,5	10.680
		OMA.12-B	62,0	40.183
K11	Haarenfeld	OMA.11	119,0	2.232
K10	Wechloyer Weg	OMA.10	4,0	1.645
K09	Mdg. Staakenwzg.	OMA.09	10,0	7.737
K08	Prinzessinweg	OMA.08	4,5	1.850
K07	Rummelweg	OMA.07	44,5	18.369
K06	Ratsherr-Schulze-Str.	OMA.06	8,5	980
K05	Auguststraße	OMA.05	6,0	336
K04	Mdg. Hausbäke	OMA.04	17,0	9.836
		OMA.04-8	17,0	4.917
		OMA.04-G	79,0	86.707
K03	Heiligengeistwall	OMA.03	226,5	2.778
K02	Heiligengeiststraße	OMA.02-6	37,0	15.170
		OMA.02-5	35,0	13.761
		OMA.02-17	21,0	8.569
K01	Staulinie	OMA.01	25,0	7.056

Insgesamt wären theoretisch 433.039 m³ Rückhaltevolumen erforderlich. Dabei entfallen 190.362 m³ auf das Einzugsgebiet der Ofenerdieker Bäke, 101.460 m³ auf die Hausbäke und 50.863 m³ auf den Bloherfelder Wasserzug.

In den Berechnungsergebnissen wird deutlich, dass die Rückhaltevolumen in den Nebengewässern Ofenerdieker Bäke und Hausbäke für die Nachweisführung im Gewässer selbst „überbemessen“ sind. Das zeigt sich im Verhältnis Gewässerabfluss zu potentiell naturnahem Abfluss (Ergebnisausdrucke ANHANG 5, Anl. 5.2):

$$\text{Ofenerdieker Bäke: } Q_{\text{Gewässer}} = 1.435,11 = 0,92 * HQ_{1,\text{pnat}} < 1,24 * HQ_{1,\text{pnat}}$$

$$\text{Hausbäke: } Q_{\text{Gewässer}} = 534,88 = 1,04 * HQ_{1,\text{pnat}} < 1,38 * HQ_{1,\text{pnat}}$$

In der Haaren kann jedoch nur durch die Zwischenschaltung dieser Speichervolumina an allen Nachweisstellen der hydraulische Grenzwert von

$$Q_{\text{Gewässer}} \leq 1,38 * HQ_{1,\text{pnat}}$$

eingehalten werden.

Da die Platzverhältnisse im städtischen Raum äußerst beengt sind, liegt es auf der Hand, dass die Realisierung der ermittelten Volumina nicht vollständig möglich ist. Auch wenn es durch eine detailliertere hydrodynamische Berechnung sowie durch eine Verbesserung der Strukturgüte (s. Pkt. 3.2.3) möglich sein sollte, die Volumina zu reduzieren, so wird eine wirtschaftlich vertretbare Lösung durch Rückhaltemaßnahmen in dieser Größenordnung nicht realisierbar sein.

Durch die Rückhaltebecken werden neben den hydraulischen Überlastungen auch teilweise die stofflichen Probleme hinsichtlich des Sauerstoffgehaltes gelöst, da die Einleitungen gleichmäßig und damit in geringerer sauerstoffzehrender Konzentration erfolgen. Grenzwertüberschreitungen finden sich nur noch an den Einleitstellen K01 (Stau!), K10-K13 sowie K16. Neben den Einleitungen führen im Bereich zwischen Wechloyer Weg und Uhlhornsweg / Hartenscher Damm vermutlich auch das extrem geringe Sohlgefälle, der Sandfang und die fehlende Beschattung zum Abfall des Sauerstoffwertes. Die abfiltrierbaren Stoffe werden durch die eingefügten Rückhaltebecken nur unbedeutend reduziert.

Die Berechnungsergebnisse sind in folgender Tabelle analog zum IST-Zustand zusammengestellt. Sämtliche Ergebnisausdrucke befinden sich in **ANHANG 5, Anl. 5.2.**

Ergebnisse des vereinfachten stofflichen Nachweises - SOLL-Zustand				
	Bereich	O₂	NH₃-N	AFS
K19	Mdg. Hasenbäke	✓	✓	✗
K18	Bremers Weg	✓	✓	✗
K17	Mdg. Wechloyer Wzg.	✓	✓	✗
K16	Hartenscher Damm	✗	✓	✗
K15	Quellenweg	✓	✓	✗
K14	Mdg. Ofenerdieker Bäke	✓	✓	✗
K13	Uhlhornsweg	✗	✓	✗
K12	Mdg. Bloherfelder Wzg.	✗	✓	✗
K11	Haarenfeld	✗	✓	✗
K10	Wechloyer Weg	✗	✓	✗
K09	Mdg. Staakenwzg.	✓	✓	✗
K08	Prinzessinweg	✓	✓	✗
K07	Rummelweg	✓	✓	✗
K06	Ratsherr-Schulze-Str.	✓	✓	✗
K05	Auguststraße	✓	✓	✗
K04	Mdg. Hausbäke	✓	✓	✗
K03	Heiligengeistwall	✓	✓	✗
K02	Heiligengeiststraße	✓	✓	✗
K01	Staulinie	✗	✓	✗

Abschließend wird deutlich, dass mit dem vereinfachten Nachweisverfahren nach BWK-M3 erwartungsgemäß keine befriedigenden Ergebnisse erzielt werden können. Mit Hilfe des detaillierten Nachweises wird im kommenden Kapitel angestrebt, die immensen Rückhaltevolumina auf die tatsächlich erforderliche Größe zu reduzieren.

6 DETAILLIERTER NACHWEIS NACH BWK-M3 UND BWK-M7

6.1 Modellauswahl

Die Kanalnetzberechnung des GEP endet gewöhnlich mit der Betrachtung des Kanalnetzes am Vorfluter. Die Berechnung setzt am Vorfluter mit einem vorgegebenen Wasserspiegel an. Auf der umfangreichen Datensammlung des hydrodynamischen Stadtentwässerungsmodells aufbauend wurde das Programm Hystem-Extran um die Gewässerdaten der Haaren und ihrer Nebengewässer erweitert. So entsteht die Möglichkeit, das gesamte System von Kanalisation und Gewässer miteinander abzubilden und die gegenseitige Beeinflussung in Abhängigkeit ausgewählter Regenereignisse darzustellen. Mit Hilfe des so entwickelten Niederschlag-Abfluss-Modells (N-A-Modell) wird der detaillierte hydrologische Nachweis unter Anwendung hydrodynamischer Berechnungsmethoden geführt. Die Kalibrierung des Modells erfolgt anhand der durchgeführten Abfluss- und Niederschlagsmessungen (s. Pkt. 3.3).

Der Nachweis der Sohlschubspannung (hydraulischer Nachweis) ist auf diesem Wege nicht möglich.

Der stoffliche Nachweis wird detailliert mit Hilfe eines erweiterten Schmutzfrachtmodells geführt. Dafür wird die Beta-Version des VereNa.M7 eingesetzt.

Anmerkung zu den Begrifflichkeiten:

Im Gegensatz zum BWK-M3 wird im BWK-M7 der Nachweis der hydraulischen Belastung (BWK-M3, Pkt. 3.3.1) in einen hydrologischen (BWK-M7, Pkt. 2.2.2) und in einen hydraulischen Nachweis (BWK-M7, Pkt. 2.2.3) aufgeteilt. Im Rahmen dieses Pilotprojektes wird in Anlehnung an das BWK-M3 weiterhin lediglich vom hydraulischen und stofflichen Nachweis die Rede sein, da der Nachweis der Sohlschubspannung ohnehin nicht erfolgt.

6.2 Ermittlung des Nachweisraumes und der Nachweis-Orte

Der Nachweisraum des detaillierten Nachweises entspricht dem geschlossenen Siedlungsgebiet des vereinfachten Nachweises. Die Nachweis-Orte sind wie im vereinfachten Nachweis ebenfalls alle Einleitstellen sowie die Nebengewässer Ofenerdieker Bäche und Hausbäche.

6.3 Durchführung und Ergebnisse des hydraulischen Nachweises

6.3.1 Berechnungsgrundlagen

Im Zuge der detaillierten Nachweisführung nach BWK-M7, Pkt. 2.1.3 wird der prognostizierte ein-, bzw. zweijährliche Abfluss ($HQ_{1,Prognose}$ und $HQ_{2,Prognose}$) dem zweijährlichen potenziell naturnahen Abfluss $HQ_{2,pnat}$ (Abflussgrenzwert) gegenübergestellt. Ausschlaggebend für die Nachweisgröße $HQ_{1,Prognose}$ und $HQ_{2,Prognose}$ ist das lokale Wiederbesiedlungspotenzial (WBP). Bei geringem WBP ist der Nachweis für ein 2-jährliches Ereignis zu führen, bei mittlerem bis hohem WBP für ein 1-jährliches.

Nachweisstelle K01 – K12: Geringes WBP → $HQ_{2,Prognose} \leq HQ_{2,pnat}$

Nachweisstelle K13 – K19: Mittleres WBP → $HQ_{1,Prognose} \leq HQ_{2,pnat}$

Alle Zuflüsse aus dem Kanalnetz werden aus dem vorgenannten hydrodynamischen N-A-Modell ermittelt, während die Abflüsse in der Haaren aus dem vereinfachten N-A-Modell des Programms Fluter (Pkt. 5.3.3) errechnet wurden. Weitere Ausführungen dazu befinden sich unter Pkt. 6.3.6.

6.3.2 Beschreibung des hydrodynamischen Kanalnetzmodells

6.3.2.1 Modelltheorie der Abflussvorgänge

Der Nachweis der hydraulischen Leitungsfähigkeit größerer urbaner Abflusssysteme / Kanalnetze kann realitätsnah nur mit hydrodynamischen Berechnungsmethoden ermittelt werden. Berechnungsansatz ist dabei die Lösung der physikalisch-hydraulischen Gegebenheiten der Fließvorgänge im Kanalnetz. Mathematisch werden diese durch das Saint-Venantsche-Differentialgleichungs-System beschrieben. Bei Lösung des Gleichungssystems behält die hydrodynamische Berechnungsweise durch die Verknüpfung von Abfluss und Wasserstand unter Berücksichtigung der Gerinnegeometrie und Fließgeschwindigkeit ihre Gültigkeit für unterschiedliche Fließzustände (u.a. auch für Druckabfluss). Damit können die Abflussvorgänge in hoch belasteten Kanalnetzen realitätsnah beschrieben wer-

den. Unter anderem können auch Effekte wie z.B. Einstau, Rückstau und Überstau simuliert werden.

Die einschlägigen technischen Richtlinien empfehlen daher für die realitätsnahe Simulation von Abflussvorgängen in größeren Kanalnetzen den Einsatz hydrodynamischer Berechnungsmethoden (ATV-A 118).

Weiterführende Ausführungen zur Modelltheorie und zu den Abflussvorgängen in Kanalnetzen finden sich bspw. in den Veröffentlichungen des itwh, Hannover (www.itwh.de)

6.3.2.2 Eingesetzte Programme / Programmtechnische Besonderheiten

Die Bearbeitung dieses Projektes erfolgte mit dem Programmsystem "HYSTEM-EXTRAN" (itwh, Hannover). Das Programm wendet die vorgenannten hydrodynamische Methodik an.

Die äußeren Zuflussbedingungen aus einem Regenereignis werden durch den Programmteil HYSTEM (Oberflächenabflussmodell) ermittelt und die Abflussvorgänge im Entwässerungssystem durch den Programmteil EXTRAN (Transportmodell) berechnet.

Vom Oberflächenabflussmodell wird für jede einzelne Haltung eine Zulaufganglinie zum Kanalnetz ermittelt und mit dem Transportmodell überlagert. Mit dem hydrodynamischen Abflusstransportmodell EXTRAN lassen sich Abflüsse in Kanalnetzen mit darin enthaltenen Sonderbauwerken wie zum Beispiel Wehre, Pumpen oder Speicher (Regenrückhaltebecken) berechnen.

Grundlage für die Berechnungen ist ein durch alle berechnungsrelevanten Daten des Kanalnetzes definiertes Modellsystem mit geometrischen Informationen zu Kanalhaltungen, Schächten, Regenrückhaltebecken und sonstigen Bauwerken (Flächen, NN-Höhen, Längen und Durchmesser der Rohrleitungen, Volumina der Rückhalteräume usw.).

Die Ergebnisse der Berechnungen (Durchflüsse, Wasserstände, Längsschnitte etc.) wurden mit dem „Geographischen Informations- und Planungssystem für die Stadtentwässerung“, GIPS des itwh ausgewertet und dargestellt.

6.3.2.3 Oberflächenabfluss

Das Oberflächenabflussmodell HYSTEM beschreibt die Abflussvorgänge an der Oberfläche vom Auftreffen des gleichmäßig über das Untersuchungsgebiet fallenden Regens bis zum Eintritt des Wassers in das Kanalnetz. Bei der Ermittlung des Oberflächenabflusses wird zwischen Abflussbildung und Abflusskonzentration unterschieden. Die Abflussbildung betrifft die Fragestellung, wie viel des gefallenen Niederschlages zum Abfluss kommt. Die Abflusskonzentration beschreibt die zeitliche Verteilung dieses Abflusses beim Eintritt in das Kanalnetz. Der Oberflächenabfluss wird mit dem Programm HYSTEM nach folgenden Grundsätzen berechnet:

- Trennung in undurchlässige und durchlässige Flächen
- Vorwegabzug der Benetzungsverluste
- Abflussbildung für undurchlässige Flächen nach der Grenzwertmethode, durchlässige Flächen nach Infiltrationsmodell von NEUMANN
- Abflusskonzentration mittels Standardeinheitganglinie

Die angesetzten Parameter können beim Projektbearbeiter eingesehen werden.

6.3.2.4 Betriebliche Parameter für die Haltungsprofile / Individualkonzept

Die Abflüsse im Kanalnetz werden u.a. durch die Betriebsrauhigkeit k_B des jeweiligen Haltungsprofils und durch Verluste infolge baulicher Besonderheiten bestimmt.

Im vorliegenden Fall wurden für die Haltungen zunächst betriebliche Rauigkeiten entsprechend den allgemeinen Empfehlungen der ATV-A 110 eingegeben. Entsprechend der örtlichen Situation wurden anschließend besondere bauliche Verluste durch die Anwendung des Individualkonzeptes berücksichtigt.

Als Standardwerte für die betriebliche Rauigkeit wurde gewählt,

- für Rohrprofile $k_B = 1,5 \text{ mm}$,
- für Grabenprofile $k_{St} = 30 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$
entsprechend Manning-Strickler (verkrautetes Gewässerprofil)

Anschließend wurden die baulichen Besonderheiten des RW-Kanalnetzes analysiert, um einzelne betroffene Haltungen mit besonderen Verlustbeiwerten zu beaufschlagen (Anwendung des Individualkonzeptes).

Die Ergebnisse der Verlustanalyse und die aus den Verlustbeiwerten berechneten synthetischen betrieblichen Rauigkeiten sind den digitalen EDV-Ausdrucken zu den Kanalnetzdaten zu entnehmen. Die Stammdaten befinden sich unter der Rubrik „Rauheit“ in ANHANG 8, Anlage 1.2.

6.3.3 Modelltechnische Simulation des Untersuchungsgebietes

Das Oberflächenwasser der Stadt Oldenburg wird im Innenstadtgebiet im Mischsystem und in den umliegenden Gebieten im Trennsystem entsorgt. Für die Kanalnetzsysteme liegen weitestgehend digitale Daten vor, die aus der Bearbeitung der Generalentwässerungsplanung für das Stadtgebiet Oldenburgs übernommen wurden.

Insbesondere für das Graben- und Vorflutersystem lagen kaum topographische Daten vor. Da die Vorfluter und Gräben für die Fließzusammenhänge im Projektgebiet jedoch von zentraler Bedeutung sind, wurden insbesondere die Gewässer II. Ordnung nahezu flächendeckend vermessungstechnisch erfasst. Die Gräben wurden aus einem Grabenkataster des Oldenburgisch-Ostfriesischen Wasserverbandes (OOWV) in das Modell übernommen. Das Grabenkataster enthält Angaben zum Abflussquerschnitt und zur Fließrichtung der Gräben. Um den Aufwand vereinbarungsgemäß in einem wirtschaftlich vertretbaren Rahmen zu halten, wurden Grabensysteme im Wesentlichen in Bereichen implementiert, die keine öffentliche Regenwasserkanalisation aufweisen. Der Lageplan „System der Oberflächenentwässerung“ in ANHANG 8, Anlage 1.1 gibt einen Überblick über die Zusammensetzung der Oberflächenentwässerung in Oldenburg.

Modelltechnisch wurde der Verlauf der Vorfluter im Modell über „fiktive“ Haltungen nachgebildet. Die Darstellung der Haltungsverläufe der Vorfluter entspricht damit nicht dem exakten natürlichen Verlauf. Die Länge der „Vorfluterhaltungen“ wurde dabei näherungsweise der realen jeweiligen Vorfluterlänge angepasst. Die Vorfluterquerschnitte wurden aus den Vermessungsdaten übernommen.

Das entwickelte Entwässerungsmodell umfasst 13.460 Haltungen mit einer Gesamtlänge von rd. 750 km. Damit wurde eine abflusswirksame Einzugsgebietsfläche (incl. der Außengebiete) von rd. 111 ha simuliert.

Um den zeitlichen Verlauf von Abflusswellen aus Gebieten zu erfassen, deren Oberflächenabflusssystem nicht ermittelt wurde (bspw. ehemaliges Flugplatzgelände der Bundeswehr im nordwestlichen Bereich des Stadtgebietes Bürgerfelde),

wurden für diese Flächen Kanalstränge angenommen. Die geometrischen Daten (NN-Höhen) dieser Anlagen wurden aufgrund der Werte der Anschlusshaltungen aus Nachbargebieten angenommen.

Um die Rechenzeiten in überschaubaren Größenordnungen zu halten, wurden die Abflüsse im Schmutz- / Mischwassersystem getrennt vom Modell des Oberflächenentwässerungssystems in einem eigenen Modell simuliert.

6.3.3.1 Haltungsflächen

Die Größen der angeschlossenen Haltungsflächen wurden EDV-gestützt ermittelt. Dazu wurden die verifizierten und ergänzten digitalisierten Daten des Entwässerungsnetzes in ein Hydraulikprogramm eingelesen und mit der ALK überlagert. Eine Programmroutine ermöglichte das Zuordnen der Gebäude- und Verkehrsflächen zu den entsprechenden Haltungsabschnitten. Der Anteil der versiegelten Flächen wurde durch die Auswertung von Luftbildaufnahmen ermittelt.

6.3.3.2 Systemauslässe

An der Stelle, wo die Abflüsse aus dem Entwässerungssystem in externe Vorfluter münden liegen die Systemauslässe.

Modell- und berechnungstechnisch sind die an den Auslässen angesetzten Wasserstände relevant. Im vorliegenden Fall wurde in freie Auslässe und eingestaute Auslässe unterschieden.

Da hydrologische Untersuchungen des Einzugsgebiets nicht vorlagen bzw. die Gewässer III. Ordnung keine übergeordnete Bedeutung haben, wurden die Wasserstände an den Stellen, wo Kanalnetzbereiche in Vorfluter münden, entsprechend den Ergebnissen der Vermessung oder aus Entwurfsunterlagen entnommen.

Die Wasserstände können den digitalen Stammdaten-Ausdrucken (**ANHANG 8, Anlage 1.2**) der Kanalnetzdaten entnommen werden.

6.3.4 Grenzen der Modelltechnik

Digitale Kanalnetzmodelle bilden vor dem Hintergrund hydrodynamischer Berechnungsmethoden die Abflussvorgänge in Entwässerungssystemen / Kanalnetzen realitätsnah ab.

Einschränkungen ergeben sich im Wesentlichen durch den begrenzten wirtschaftlich vertretbaren Bearbeitungsaufwand bei der Datenerfassung der topographischen Kanalnetzdaten und den zugeordneten Flächen. Im vorliegenden Fall wurden digitale Daten des Auftraggebers übernommen und lediglich abschnittsweise Vermessungen durchgeführt.

6.3.5 Modellkalibrierung

6.3.5.1 Kalibrierung und Validierung von Modellen

Kalibrierung

Unter Kalibrierung eines Modells versteht man im vorliegenden Fall (Abflussmessungen in Vorflutern) die Bestimmung von Modellparametern durch Anpassung von Modellergebnissen an Messwerte von Wasserständen und Abflussvolumina. Kalibrierung ist demnach gleichbedeutend mit der Parameteridentifikation.

Die Notwendigkeit der Bestimmung von Parametern durch Kalibrierung ergibt sich u.a. aus dem Mangel an direkt gemessenen Parametern, der aus technischen, hauptsächlich aber ökonomischen Gründen resultiert. Zwar ist auch die Anzahl der Messungen von abhängigen Variablen (Wasserstände und Abflüsse) und damit die Zahl der bestimmbar Parameter beschränkt, jedoch werden bei der Kalibrierung die (wenigen) Parameter gerade so bestimmt, dass dabei ein möglichst hoher Grad von Übereinstimmung der Ergebnisse der Simulationsrechnung mit den Messdaten erzielt wird.

Validierung

Unter Modell-Validierung versteht man die Überprüfung der Modellgenauigkeit an in der Regel gemessenen Daten mit kalibrierten Modellparametern.

Die Kalibrierung und die Validierung müssen mit voneinander unabhängigen Datensätzen durchgeführt werden, da es sich sonst bei dieser Überprüfung der Berechnungsansätze nicht um eine Überprüfung, sondern um eine Bestätigung der Kalibrierung handelt.

Der entscheidende Unterschied zwischen Kalibrierung und Validierung besteht darin, dass bei der Validierung Modell- und Messergebnis verglichen werden, nachdem die Kalibrierung bereits abgeschlossen ist, d.h. die Parameter schon festliegen. Bei der Validierung soll also festgestellt werden, ob das verwendete

Modell inklusive der bei der Kalibrierung bestimmten Parameter auch auf nicht mit den Kalibrierungsbedingungen identische Bedingungen (andere Zeitpunkte, Orte, Niederschlagsereignisse) noch mit Messwerten übereinstimmende Ergebnisse liefert.

6.3.5.2 Datengrundlagen

Kalibriert wurde im Rahmen dieses Projektes das Modell des Oberflächenentwässerungssystems des Stadtgebietes Oldenburg. Das Schmutz- / Mischwassermodell wurde im Rahmen der GEP-Bearbeitung kalibriert. Die nachfolgenden Ausführungen beziehen sich auf die Kalibrierung des Oberflächenentwässerungsmodells.

Als digitale Datengrundlage stand das oben beschriebene Kanalnetzmodell mit den implementierten Vorfluter- und Grabenabschnitten zur Verfügung. Das Modell wurde auf der Basis der Standardparameter des Programmentwicklers (itwh) aufgebaut (s. Pkt. 6.3.2). Ziel war es, durch den Abgleich und die Anpassung von berechneten und gemessenen Abflusswerten in den Vorflutern, das Modell zu kalibrieren und die Ergebnisse an geeigneten Ereignissen zu validieren.

Als Messdaten standen Abflussmessungen in ausgewählten Vorflutern zur Verfügung, die durch parallel aufgenommenen Niederschlagsdaten ergänzt wurden. Nähere Ausführungen zu den Messungen finden sich unter Pkt. 3.3 dieses Berichtes.

6.3.5.3 Datenauswahl

Im Verlauf des Messprogramms konnte ein vielfältiges Spektrum an Niederschlagsereignissen mit den zugehörigen Abflussereignissen erfasst werden. Für die Kalibrierung von Vorflutermodellen ist die Unabhängigkeit der Ereignisse von grundlegender Bedeutung. D.h., es wurde nach Niederschlagsereignissen gesucht, die eine in sich abgeschlossene Abflusswelle an der Messstelle erzeugt hatten. Das Modell des Oberflächenentwässerungssystems wurde im Rahmen der Generalentwässerungsplanung entwickelt. Zum Zeitpunkt der Modellentwicklung wurde von einer gleichmäßigen Überregnung ausgegangen. Das Modell wurde also nicht in Teileinzugsgebiete aufgeteilt.

Da das Modell von einer gleichmäßigen Überregnung ausgeht, wurde nach Niederschlags-Abfluss-Ereignissen (N-A) gesucht, die folgende Bedingungen erfüllen:

- Abgeschlossenes Niederschlagsereignis ausreichender Stärke (fehlerfreie Messung)
- Niederschlagsereignis an allen Messstellen erfasst (fehlerfreie Messung)
- Abgeschlossenes, ungestörtes Abflussereignis / Abflusswelle (fehlerfreie Messung)

Diese Randbedingungen wurden weitestgehend durch den Starkregen am 19. Juni 2006 erfüllt.

Das Ereignis beginnt am 19.06.2006 um 14:36 Uhr (Messstelle RM2 am Sandweg, Petersfehn) bzw. um 14:38 Uhr (Messstelle RM1 an der Ammerländer Heerstraße, Oldenburg) und endet nach 12 Minuten (RM2) bzw. 15 Minuten (RM1) um 14:48 Uhr bzw. um 14:53 Uhr. In diesem Zeitraum wurde an der Ammerländer Heerstraße ein Niederschlag von 8,7 mm und am Sandweg ein Niederschlag von 10,3 mm gemessen.

Relevant für die Abflussmessungen in den Vorflutern ist die Messstelle RM1 im Stadtgebiet. Die innerstädtischen Messstellen an der Ofenerdieker Bäke, Bloherfelder Wzg., Südbäke und Hausbäke liegen in einem Korridor von ca. 2 x 2 km. Damit kann von einer hinreichend gleichmäßigen Überregnung ausgegangen werden.

Die darauf folgenden Abflusswellen in den Vorflutern sind in den Diagrammen im ANHANG 8, Anlage 2 dargestellt.

In der Hausbäke wurde in diesem Zeitraum ein Messausfall der Geräte protokolliert, so dass hierfür keine Daten vorliegen. Die Hausbäke wird im folgenden in die Betrachtungen nicht einbezogen.

Andere Niederschlagsereignisse, die in einem Vorfluter eine fehlerfreie Abflussmessung erzeugten, wiesen an anderen Vorflutermessstellen Störungen in der Abflusswelle auf oder waren durch vorangegangene Niederschlagsereignisse beeinflusst.

Somit wurde das N-A-Ereignis vom 19.06.2006 als Grundlage für N-A-Simulationen im digitalen Modellsystem gewählt. Der Modellregen wurde in Hystem-Extran synthetisiert. Modellbedingt wurde der Regenbeginn auf 00:00 Uhr gesetzt. Es wurden die an der Station RM1 gemessenen Werte übertragen:

Datum	Uhrzeit RM1	Uhrzeit Modellregen	Regenhöhe [mm]
19.06.2006	14:38:00	00:00	0,1
19.06.2006	14:39:00	00:01	0,2
19.06.2006	14:40:00	00:02	0,3
19.06.2006	14:41:00	00:03	0,4
19.06.2006	14:42:00	00:04	0,3
19.06.2006	14:43:00	00:05	0,3
19.06.2006	14:44:00	00:06	0,4
19.06.2006	14:45:00	00:07	0,6
19.06.2006	14:46:00	00:08	1,1
19.06.2006	14:47:00	00:09	1,2
19.06.2006	14:48:00	00:10	0,8
19.06.2006	14:49:00	00:11	1,2
19.06.2006	14:50:00	00:12	1,0
19.06.2006	14:51:00	00:13	0,5
19.06.2006	14:52:00	00:14	0,2
19.06.2006	14:53:00	00:15	0,1

Die N-A-Ereignisse sind in den Diagrammen in ANHANG 8, Anlage 2 dargestellt.

6.3.5.4 Ergebnisse

Im Rahmen der Modellkalibrierung wurden im Wesentlichen folgende wesentliche Änderungen im Netzmodell durchgeführt:

- Anpassung der Berechnungsparameter für die Abflussbildung und die Abflusskonzentration (Programmteil HYSTEM) und den Abflusstransport (Programmteil EXTRAN),
- Korrekturen des Netzmodells bei Unplausibilitäten.

Dazu gab es folgende Besonderheiten:

Lage der Vorfluter

Die innerstädtischen Vorfluter Ofenerdieker Bäche, Südbäche und Bloherfelder Wasserzug liegen räumlich relativ dicht zusammen (Korridor in Nord-Süd-Richtung ca. 2 km und in West-Ost-Richtung ca. 300 m). Ihr Abflussverhalten wird maßgeblich durch die Regenwasserkanalisation und Abflüsse von befestigten Flächen beeinflusst und geprägt.

Die Ofener Bäche liegt ca. 2 km westlich und damit außerhalb dieses Korridors. Ihr Abflussverhalten wird durch das landwirtschaftlich geprägte Einzugsgebiet bestimmt.

Topographische Besonderheiten

Für die Lage der Abflussmessstellen ist es wichtig, dass weitestgehend alle abflussbildenden Flächen und Einflüsse erfasst werden. Die Messstellen wurden daher möglichst nahe der Mündung des jeweiligen Vorfluters installiert. Nach Auswertung der Kalibrierungsergebnisse zeigte sich für den Bloherfelder Wasserzug, dass der Einfluss des Haarenwasserstandes für ein überzeugendes Kalibrierungsergebnis zu stark war. Die berechnete Abflusskurve ist in ANHANG 8, Anlage 4 dargestellt. Messwerte der Hausbäke lagen in diesem Zeitraum nicht vor, da die Messgeräte ausgefallen waren. In der Anlage 4 ist daher nur die berechnete Abflussganglinie dargestellt.

Beide Vorfluter liegen im Rückstaubereich der Haaren. Der mittlere Wasserstand der Haaren liegt im Bereich der Messstellen bei ca. 1,70 – 2,00 mNN (Mittelwasserabflüsse). Der Bereich ist durch die Tätigkeit des Schöpfwerkes beeinflusst. Für den Haarenabschnitt in Höhe der Universität soll durch das Schöpfwerk ein planfestgestellter Wasserstand von ca. 1,80 mNN gehalten werden.

Der Bloherfelder Wasserzuges weist im Bereich der Messstelle eine Sohlage von 1,20 mNN auf. Erst nach ca. 600 m oberhalb der Bloherfelder Straße werden Sohlagen von über 1,60 mNN erreicht. Unterhalb dieser Stelle in Richtung Haaren sind aber wesentliche Regenwasserkanaleinläufe zu verzeichnen.

Wasserstandssteuerung in der Haaren

Das Hochwasserschutzsystem der Stadt Oldenburg sieht eine Trennung des Abflussverhaltens der Haaren von der tideabhängigen Hunte vor. Die Haaren wird durch ein Schöpfwerk am Hafen entwässert. Da im Modell die Abflussvorgänge in der Haaren zu Wasserstandsschwingungen an den Messstellen und zu hohen Wasserständen in der Haaren führten, wurden die Auslässe der Vorfluter von der Haaren abgekoppelt. Die „freien“ Auslässe wurden mit konstanten Wasserständen von 1,60 – 1,80 mNN versehen.

Auswahl der Vorfluter

Der Fokus der Kalibrierung lag auf den Vorflutern Ofenerdieker Bäke und Südbäke im innerstädtischen Bereich. Diese tragen einerseits maßgeblich zur Belastung der Haaren mit stoßweisen Zuflüssen bei Starkregenereignissen bei und lassen sich andererseits aufgrund der vorgenannten topographischen Besonderheiten relativ

gut kalibrieren. Die Ergebnisse der Kalibrierung sind in ANHANG 8, Anlage 4 dargestellt.

Empfehlung

Im Ergebnis lässt sich die Empfehlung aussprechen, zukünftige Niederschlagsmessungen möglichst nahe an die Abflussmessstellen zu positionieren.

Sollten die Messstellen im Rückstaubereich eines größeren Vorfluters liegen, so sind auch dort kontinuierliche Wasserstandsmessungen zu empfehlen.

Berechnungsparameter (Hystem-Extran)

Zunächst wurden im Wesentlichen die Standardparameter (s. Pkt. 6.3.2.2) beibehalten und versucht, mit dem ausgewählten Regenereignis das gemessene Abflussvolumen für alle Abflussmessstellen zu erreichen. Mit den Standardparametern wurden im Schnitt zu kleine und zu steile Abflussganglinien ermittelt. Nach zahlreichen Variationsrechnungen wurde folgender Ansatz gewählt:

Undurchlässige Flächen		Standard	Kalibrierwert
Abflussbildung			
Benetzungsverluste	0,7		0,7
Muldenverluste	1,8		1,8
Anteil Beginn Muldenauffüllphase	25		25
Anteil Ende Muldenauffüllphase (= Endabflussbeiwert)	85		97
Abflusskonzentration			
Fließzeitparameter	11		42

Durchlässige Flächen		Standard	Kalibrierwert
Abflussbildung			
Anteil abflusswirksame Fläche	50		70
Muldenverluste	5		5
Versickerungsansatz NEUMANN			
Bodenklasse	4		4
Anfangswassergehalt	10		23
relativer Anfangswassergehalt	43,5		100
Abflusskonzentration			
Fließzeitparameter	2,3		42

Befestigungsgrade

Die Befestigungsgrade wurden im Rahmen der Kalibrierung nicht verändert, da die Volumina der berechneten Abflüsse eine hinreichende Übereinstimmung mit den gemessenen Abflüssen ergab.

Hinsichtlich der EXTRAN-Parameter ist zu sagen, dass der Zeitschritt nicht vorgegeben wurde, sondern durch die Berechnung zu 0,5 sec ermittelt wurde. Weiterhin wurde wie in der Modellbeschreibung empfohlen mit einer Mindesthaltungslänge von 15 m gerechnet.

Die HYSTEM- und EXTRAN-Parameter sind in ANHANG 8, Anlage 3 für das Kalibrierungsereignis vom 19.06.2006 aufgelistet.

Fehlerdiskussion

Ausführungen zur Modellkalibrierung finden sich im ATV-DWVK-Merkblatt M 165 „Anforderungen an Niederschlag-Abfluss-Berechnungen in der Stadtentwässerung“ und im ATV-Arbeitsbericht „Bewertung der hydraulischen Leistungsfähigkeit bestehender Entwässerungssysteme“ (Korrespondenz Abwasser Heft 1, 2004). Nach M 165 „liegen die zu erwartenden Abweichungen des berechneten Abflusses gegenüber Messwerten im Mittel im Bereich von 10% bis 20%“.

Der ATV-Arbeitsbericht schlägt vor, im Hinblick auf den Volumenabgleich zwischen gemessenen und berechneten Abflusswellen „...bei Volumenabweichungen von im Mittel weniger als 10% keine Korrekturen der Befestigungsgrade bzw. ihrer Abflusswirksamkeit vorzunehmen.“

Der Arbeitsbericht gibt weiterhin an, dass das Ziel der Parameteranpassungen ist, „...das Verhalten von Einzugsgebiet, Kanalnetz und Bauwerken in der Berechnung im Mittel richtig wiederzugeben wird.“

Demnach kann davon ausgegangen werden, dass bei einer Abweichung von im Mittel ca. 10-20% eine zufriedenstellende Modellkalibrierung vorliegt. Abweichungen zwischen Messung und Simulation ergeben sich neben Ungenauigkeiten hinsichtlich der Größe der angeschlossenen Flächen und ihrer Abflusswirksamkeit und den vorgenannten Einflüssen im Fall des Pilotprojektes vor allem dadurch, dass bei den gemessenen Starkregenereignissen oftmals eine sehr unterschiedliche Verteilung des Regens vorliegt. Im vorliegenden Fall des Regenereignisses vom 19.06.2006 kann von einer hinreichend gleichmäßigen Verteilung ausgegangen werden.

Neben der reinen Volumenbilanz ist ebenfalls die Übereinstimmung der Ganglinien **form** wichtig.

ANHANG 8, Anlage 4 zeigt die Gegenüberstellung der gemessenen und der simulierten Ganglinien für das Kalibrierungsereignis und die kalibrierten Messstellen.

Die Ganglinienform wird bei den Auswahlvorflutern zufrieden stellend simuliert. Auch die Abflussmaxima, die für die späteren Dimensionierungsaufgaben besonders wichtig sind, werden gut wiedergegeben.

6.3.5.5 Validierung der Ergebnisse

Wie in Abschnitt 6.3.5.3 ausgeführt wurde im Zeitraum der Messkampagne eine Vielzahl abflussrelevanter N-A-Ereignisse aufgezeichnet. Die Auswertung ergab jedoch nur für ein Niederschlagsereignis (19.06.2006) ein in sich abgeschlossenes Ereignis (ohne Beeinflussung durch vorhergehende Regenereignisse), welches gleichzeitig in ALLEN Vorflutern eine ungestörte Abflusswelle erzeugte (Ausnahme Hausbäke = Ausfall der Datenaufzeichnung).

Für eine Validierung standen daher in diesem Fall keine weiteren N-A-Messwerte zur Verfügung.

Zu empfehlen wäre für vergleichbare Projekte eine Ausdehnung des Messzeitraums.

6.3.6 Detaillierter hydraulischer Nachweis

6.3.6.1 Hinweise zur Durchführung

Der detaillierte Nachweis erfolgte unter Anwendung des unter Abschnitt 6.3.2 beschriebenen hydrodynamischen kalibrierten Modells geführt.

Erkenntnisse, die im Rahmen des Kalibrierungsprozesses gewonnen wurden, konnten bei der Bearbeitung berücksichtigt werden. Demnach lassen sich die Abflussvorgänge in der Haaren mit Hilfe eines hydrodynamischen Berechnungsmodells nicht realitätsnah abbilden. Die Simulationsergebnisse zeigen in diesem großen Vorfluter regelmäßig zu große Abflussvolumina und in der Folge zu hohe Wasserstände. Diese Ergebnisse werden durch die Programmentwickler (itwh Hannover) bestätigt. Die Modellansätze des Programms wurden auf die Optimierung der Abflussdarstellung in Kanalnetzen entwickelt; sie stoßen bei der Simulation großer Vorfluter an ihre Grenzen. Die Simulation kleinerer Vorfluter ist systemkonform (Größenordnung Südbäke u.ä.).

Aus den vorgenannten Gründen wurde das Modell wie folgt angepasst.

- Die Abflüsse in der Haaren wurden in der Simulation nicht berücksichtigt.
- Die Abflüsse in der Haaren für ein $HQ_{2,pnat}$ wurden aus Berechnung mit dem N-A-Modell FLUTER entnommen. Ausführungen hierzu finden sich im Fol-

genden. FLUTER wurde für die Simulation von Abflüssen in größeren Vorflutern entwickelt.

- Alle in die Haaren einmündenden Vorfluter und Kanäle wurden mit einem „Systemauslass mit konstantem Wasserstand“ simuliert. Der konstante Wasserstand wurde, entsprechend der Lage der Einmündungsstellen, aus im Hause vorliegenden Berechnungen zum Ausbau der Haaren entnommen. Im Rahmen der Entwurfsaufstellung wurden umfangreiche Berechnungen zur Wasserspiegellage in der Haaren mit dem hydrologischen Programm WASPILA erarbeitet. Die angesetzten Wasserspiegel sind in der Aufstellung der Berechnungsergebnisse dokumentiert.

6.3.6.2 Ermittlung des $HQ_{2,pnat}$

Im Zuge der Projektbearbeitung stellte sich heraus, dass die Ermittlung des $HQ_{2,pnat}$ an jeder Nachweisstelle in der Haaren (K01-K19) erforderlich ist. Da das Fluter-Modell, mit dem die potenziell naturnahen Abflüsse in Kapitel 5.3.3 berechnet wurden, mit anderen Teileinzugsgebieten aufgebaut wurde, ist es nicht direkt übertragbar. Um dennoch realistische Daten für $HQ_{2,pnat}$ zu erhalten, wurden sie über die Abflussspende und das jeweilige Einzugsgebiet vom $HQ_{2,pnat}$ der Haarenmündung zurückgerechnet. Die errechneten potenziell naturnahen 2-jährlichen Abflüsse sind der folgenden Tabelle zu entnehmen. Grundlage sind die Einzugsgebietsgrößen des VereNa-Modells aus Pkt. 5.3.4 und das mit dem Programm Fluter errechnete $HQ_{2,pnat}$ für den unter Pkt. 5.3.3.4 (s. auch Q_{max} des Vorfluterabschnitts VHa180 in ANHANG 6, Anlage 2.2, S. 21) beschriebenen Knotenpunkt.

Berechnung des $HQ_{2,pnat}$			
Haaren Bereich		A_E [km ²]	$HQ_{2,pnat}$ [l/s]
K19	Mdg. Hasenbäke	70,2	5.247
K18	Bremers Weg	70,8	5.292
K17	Mdg. Wechloyer Wzg.	71,0	5.307
K16	Hartenscher Damm	71,4	5.337
K15	Quellenweg	72,1	5.389

Berechnung des $HQ_{2,pnat}$			
Haaren Bereich		A_E [km ²]	$HQ_{2,pnat}$ [l/s]
K14	Mdg. Ofenerdieker Bäke	72,2	5.396
K13	Uhlhornsweg	94,0	7.026
K12	Mdg. Bloherfelder Wzg.	95,1	7.108
K11	Haarenfeld	100,6	7.519
K10	Wechloyer Weg	100,7	7.527
K09	Mdg. Staakenwzg.	100,8	7.534
K08	Prinzessinweg	100,9	7.542
K07	Rummelweg	101,3	7.572
K06	Ratsherr-Schulze-Str.	101,6	7.594
K05	Auguststraße	101,8	7.609
K04	Mdg. Hausbäke	102,2	7.639
K03	Heiligengeistwall	112,7	8.424
K02	Heiligengeiststraße	112,8	8.431
K01	Staulinie	113,0	8.446

6.3.6.3 Durchführung und Ergebnisse des detaillierten hydraulischen Nachweises

Im detaillierten N-A-Modell wurde an Stellen, die im vereinfachten Nachweis eine ortsspezifische Maßnahme (OMA) erforderten, ein Speicherelement eingefügt. Der Abfluss aus dem Speicherbecken erfolgte über eine Drosselstrecke, um die Zuflüsse zur Haaren zu minimieren.

(Hinweis: Zum Verständnis sei an dieser Stelle auf die Tatsache hingewiesen, dass „Speicherelemente“ in digitalen Modellen häufig zwischen zwei Vorfluterabschnitte implementiert werden, um eine Abflussreduzierung zu simulieren. In der Realität stellen Speicherbecken jedoch Hindernisse im Sinne der faunistischen Durchgängigkeit dar; baulich sollten daher

Speicherräume zur Abflussreduzierung im NEBENSCHLUSS zu einem Fließgewässer eingerichtet werden).

Die hydrodynamische Simulation ergab den Auslastungsgrad dieser Speicherelemente und die Durchflüsse in den Drosselementen. Diese Abflüsse wurden stromab sukzessive zu den oberhalb berechneten Zuflüssen in die Haaren hinzuaddiert. Als Grundabfluss aus dem Obergebiet der Haaren wurde der in FLUTER ermittelte Wert von 5,247 m³/s angesetzt.

Die auf diese Weise ermittelten Rückhaltevolumina sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt. Die Tabelle zeigt zudem den Nachweis der Einhaltung bzw. Überschreitung des $HQ_{2,pnat}$.

Zusammenstellung der ermittelten V_{RRB} / OMA						
Zufluss aus OMA	$HQ_{2,pnat}$	WBP	$HQ_{1,Prognose}$	$HQ_{2,Prognose}$	OMA	Drosselabfluss
	Modellregen		HE-Modellregen n=1 1/a / T=540 min.	HE-Modellregen n=2 1/a / T=540 min.	detaillierter Nachweis	
[l/s]	[l/s]		[l/s]	[l/s]	[m³]	[l/s]
Aus Obergebiet	5.247					
19	5.292	mittel	5.274	—	—	27
18	5.307	mittel	5.305	—	—	31
17	5.337	mittel	5.427	—	686	122
16	5.389	mittel	5.612	—	6.960	185
15	5.396	mittel	5.741	—	890	129
14	7.026	mittel	6.090	—	122.100	349
13	7.108	mittel	6.288	—	—	198
12	7.519	mittel	6.434	—	6.475	146
12-B	7.519	mittel	6.434	—	16.600	oben enthalten
11	7.527	gering	—	6.670	—	236

Zusammenstellung der ermittelten V_{RRB} / OMA						
Zufluss aus OMA	HQ_{2,pnat}	WBP	HQ_{1,Prognose}	HQ_{2,Prognose}	OMA	Drossel- abfluss
	Modellregen		HE- Modellregen n=1 1/a / T=540 min.	HE- Modellregen n=2 1/a / T=540 min.	detaillierter Nachweis	
[l/s]	[l/s]		[l/s]	[l/s]	[m³]	[l/s]
10	7.534	gering	—	6.808	—	138
9	7.542	gering	—	7.323	5.700	515
8	7.572	gering	—	7.380	—	57
7	7.594	gering	—	7.425	17.000	45
6	7.609	gering	—	7.434	900	9
5	7.639	gering	—	7.440	300	6
4	8.424	gering	—	8.078	8.040	638
4-8	8.424	gering	—	8.095	4.000	17
3	8.431	gering	—	8.322	2.500	227
2-6	8.446	gering	—	8.359	12.000	37
2-5	8.446	gering	—	8.394	13.000	35
2-17	8.446	gering	—	8.415	8.000	21
1	8.446	gering	—	8.440	6.500	25

Es wird deutlich, dass das im Zuge des detaillierten Nachweises ermittelte Gesamtrückhaltevolumen wesentlich kleiner ist als im vereinfachten Nachweis. Allerdings kann nicht an jeder Nachweisstelle der Abflussgrenzwert $HQ_{2,pnat}$ mit den unter Pkt. 6.3.1 erläuterten Bedingungen eingehalten werden. So gibt es im Bereich vor dem Zulauf der Ofenerdieker Bäke jeweils geringfügige Grenzwertüberschreitungen, die in der Tabelle markiert sind. Von weiteren Optimierungen wurde aus den nachfolgend aufgeführten Gründen abgesehen.

Für eine Realisierung im Stadtinneren sind auch diese Rückhaltevolumen deutlich zu groß, da gerade der Innenstadtbereich entlang der Haaren dicht bebaut ist. Infolgedessen wird es auch ebenso wenig zielführend sein, die letzten Überschreitungen des Abflussgrenzwertes zu beheben oder die Aufteilung der Speicherräume entlang der Haaren zu optimieren.

Stattdessen ist zu prüfen, inwieweit sich kleinere Becken oder Kanalstauräume realisieren lassen. Grundsätzlich gilt die Zielvorstellung, dass jeder gewonnene Kubikmeter Rückhaltevolumen wertvoll ist (*zur Anordnung von Retentionsbecken an Fließgewässern: Siehe Hinweis auf S. 87 f*).

In diesem Zusammenhang hat auch die Vergrößerung des Grabennetzes auf Kosten des Kanalnetzes Priorität, da auch hier ein nicht unerhebliches Retentionspotenzial verborgen ist.

Das ausgeprägte Grabennetz entlang der Straßenseitenräume und auf Hintergrundstücken Oldenburgs ist im Lageplan ANHANG 8, Anlage 2 dargestellt. Mit dem Grabennetz liegt ein Rückhaltevolumen in einer Größenordnung von rd. 50.000 m³ vor. Alle weiteren Maßnahmen, die aus den Berechnungsergebnissen des detaillierten hydraulischen Nachweises resultieren, wie z.B. Flächenentsiegelung, Mulden-Rigolen-Systeme etc. sind Kap. 9 - Maßnahmenplanung zu entnehmen.

6.3.7 Gegenüberstellung vereinfachter und detaillierter hydraulischer Nachweis

In Oldenburg bringt der detaillierte hydraulische Nachweis eine Verringerung des Retentionsvolumens um gut 250.000 m³ im Vergleich zum vereinfachten Nachweis. In folgender Tabelle sind die ermittelten Volumen des vereinfachten und detaillierten hydraulischen Nachweises gegenübergestellt.

Gegenüberstellung der berechneten V_{RRB} – vereinfacht ↔ detailliert				
	Bereich	OMA	V_{RRB} [m³] vereinfacht	V_{RRB} [m³] detailliert
K17	Mdg. Wechloyer Wzg.	OMA.17	845	686
K16	Hartenscher Damm	OMA.16	7.334	6.960

Gegenüberstellung der berechneten V_{RRB} – vereinfacht ↔ detailliert				
	Bereich	OMA	V_{RRB} [m³] vereinfacht	V_{RRB} [m³] detailliert
K15	Quellenweg	OMA.15	1.190	890
K14	Mdg. Ofenerdieker Bäke	OMA.14	130.410	122.100
		OMA.14-N	16.263	0
		OMA.14-S	43.689	0
K13	Uhlhornsweg	OMA.13	502	0
K12	Mdg. Bloherfelder Wzg.	OMA.12	10.680	6.475
		OMA.12-B	40.183	16.600
K11	Haarenfeld	OMA.11	2.232	0
K10	Wechloyer Weg	OMA.10	1.645	0
K09	Mdg. Staakenwzg.	OMA.09	7.737	5.700
K08	Prinzessinweg	OMA.08	1.850	0
K07	Rummelweg	OMA.07	18.369	1.809
K06	Ratsherr-Schulze-Str.	OMA.06	980	147
K05	Auguststraße	OMA.05	336	581
K04	Mdg. Hausbäke	OMA.04	9.836	8.040
		OMA.04-8	4.917	605
		OMA.04-G	86.707	0
K03	Heiligengeistwall	OMA.03	2.778	3002
K02	Heiligengeiststraße	OMA.02-6	15.170	225
		OMA.02-5	13.761	277
		OMA.02-17	8.569	4.542
K01	Staulinie	OMA.01	7.056	4.869
Gesamtrückhaltevolumen [m³]			433.039	183.508

Das Pilotprojekt bestätigt die Erkenntnis, dass die berechneten Rückhaltevolumen durch die Sicherheiten im vereinfachten Nachweis vielfach zu groß werden. Der detaillierte Nachweis führt zu deutlich kleineren Retentionsvolumina und damit zu erheblichen Kosteneinsparungen.

Die höheren Kosten, die für die umfangreichere Bestandsaufnahme und Grundlagenermittlung oder auch für die Erstellung eines N-A-Modells erforderlich sind, werden durch die Reduzierung der Rückhaltevolumina mehr als aufgewogen.

6.4 Durchführung und Ergebnisse des stofflichen Nachweises

6.4.1 Berechnungsgrundlagen

Grundlage für den detaillierten stofflichen Nachweis ist das VereNa-Modell des vereinfachten Nachweises. Die Durchführung erfolgt mit der Beta-Version des Programmes VereNa.M7 (s. auch Pkt. 5.3.1).

Durch Überregnung des vereinfachten Systems mit einer 30-jährigen Regenreihe werden Abflussfrachten der Parameter O₂, NH₃-N und AFS ermittelt und den Grenzwerten gegenübergestellt. Die Regendaten stammen vom DWD. Es handelt sich um reale Niederschlagsreihen der Jahre 1974 bis 2003 für das Gebiet Bremen / Oldenburg, welche im MD-Format vorliegen. Für die Verschmutzungskonzentrationen der Siedlungsabflüsse werden die Standardvorgaben des Programms übernommen. Für den Schmutz-, bzw. Mischwasserabfluss wird als Ganglinienform der Standardtyp ATV > 250.000 Einwohner zu Grunde gelegt, wie er auch im GEP Verwendung findet. Der Fremdwasserabfluss wird in seinem Jahresgang analog zum GEP als ausgeglichen angenommen.

Wie beim vereinfachten Nachweis werden auch im qualifizierten Schmutzfrachtmodell VereNa.M7 die Ergebnisinganglinien der Belastung aus den Siedlungsabflüssen zur stofflichen Nachweisführung mit dem Abfluss MNQ überlagert. Der hydrologische Nachweis erfolgt durch die Überlagerung der Ganglinie der Einleitungsabflüsse mit dem jährlichen potentiell naturnahen Gewässerabfluss HQ_{1,pnat}.

Durch die Vereinfachung des erweiterten Schmutzfrachtmodells erübrigt sich eine Kalibrierung und Verifizierung; dafür sind entsprechende Sicherheiten im Programm verankert. Weitere Einzelheiten zum Programm VereNa.M7 sind dem dazugehörigen Handbuch zu entnehmen.

6.4.2 Berechnungsergebnisse

Im Zuge des detaillierten stofflichen Nachweises werden die Berechnungsergebnisse in VereNa.M7 statistisch ausgewertet. Dabei werden Basis-Grenzwerte und Häufigkeits-Dauer-Grenzwerte überprüft (s. Pkt. 4.2).

Die Berechnung erfolgt für den Fall PLANUNG.M3 auf Grundlage des vereinfachten Nachweises. Das auf Basis des Programms Hystem-Extran entwickelte Modell PLANUNG.M7 kann nicht mit VereNa.M7 stofflich detailliert nachgewiesen werden, da die Modelle grundsätzlich verschieden aufgebaut sind. Für das Modell PLANUNG.M3 lässt sich durch das Einfügen extremer Rückhaltevolumina der vereinfachte hydraulische Nachweis führen, stofflich gibt es dennoch Defizite bezüglich Sauerstoff und AFS.

Im detaillierten Nachweis mit VereNa.M7 wird NH_3 als grenzüberschreitende Belastung ausgewiesen, während die Werte für Sauerstoff und AFS im grünen Bereich liegen. Die Ursache dieser nicht nachvollziehbaren Darstellung wird in einem noch nicht behobenen Programmfehler vermutet. Dabei beträgt der Eingangswert für die Verschmutzungskonzentration der Siedlungsabflüsse 3 statt 2,5 mg/l N_{ges} wie im BWK-M7 vorgegeben. Grundsätzlich sollte davon ausgegangen werden können, daß nach einem erfolgreichen vereinfachten Nachweis bei der detaillierten Betrachtung keine Grenzwertüberschreitungen auftreten. Anderenfalls können Belastungen, die im vereinfachten Nachweis eine Problemgröße anzeigten, bei der genaueren Betrachtung im detaillierten Nachweis unterschritten werden, so wie es bei den Parametern O_2 und AFS der Fall ist.

Die Ergebnisausdrucke zum detaillierten stofflichen Nachweis befinden sich in ANHANG 7, Anlage 1.1 bis 1.8. Darin sind die o.g. NH_3 -Überschreitungen mit einem *-Symbol gekennzeichnet. In der Haaren liegen an 10 der 19 Einleitstellen Grenzwertverletzungen vor, darüber hinaus auch in der Ofenerdieker Bäke und der Hausbäke. Es handelt sich dabei in der Regel um Überschreitungen der Basis-Grenzwerte der Häufigkeitsklasse "sehr häufig", seltener auch um Überschreitungen der Häufigkeits-Dauer-Grenzwerte, Dauerstufe "lang", Häufigkeitsklasse "häufig". Da die Werte allesamt nur sehr geringfügig über dem jeweiligen Grenzwert liegen, kann davon ausgegangen werden, dass das Problem bei einer korrekten Eingabe der Verschmutzungskonzentration N_{ges} nicht mehr auftritt.

Damit wurde der detaillierte stoffliche Nachweis nach BWK-M7 für die Haaren mit den Rückhaltmaßnahmen des Modells PLANUNG.M3 theoretisch erfolgreich geführt.

7 DISKUSSION DER PARAMETER TOC UND P

In den C-Berichten wurden für die Parameter Gesamter organischer Kohlenstoff (TOC) und P_{gesamt} (P_{ges}) / Orthophosphat (PO_4) erhöhte Werte festgestellt, die mit III-IV, entsprechend 20-40 mg/l TOC, deutlich über der allgemeinen Einordnung der Haaren in die Gewässergüteklasse II-III liegen. Aus diesem Grunde wurden diese Stoffe mit in die chemisch-physikalischen Untersuchungen aufgenommen (Pkt. 3.4).

Der TOC liegt mit Werten um 25 mg/l im Mittel und Maximalwerten bis nahezu 70 mg/l über den für kritisch belastete Fließgewässer üblichen Bereich. Der TOC setzt sich aus einem natürlichen und einem anthropogen bedingten Anteil zusammen. Erhöhte Werte finden sich in der Natur durch die Auswaschung aus organischen Böden, insbesondere Moorböden, sowie als Folge des Abbaus von organischem Material. Anthropogen bedingte Einflüsse sind z.B. die Abschwemmung von organischen Düngemitteln oder der Zulauf von Entlastungen der Mischwasserkanalisation.

Phosphor hingegen ist natürlicherweise nur in sehr geringen Konzentrationen im Fließgewässer enthalten und meist ein Indiz für Einträge aus Reinigungs- oder Düngemitteln. Auch die Phosphor-Konzentrationen der Haaren entsprechen mit einer Größenordnung von 0,6 – 1,0 mg/l P_{ges} nur der Güteklasse III-IV.

Die höchsten Konzentrationen von TOC und P traten in Folge von größeren Niederschlagsereignissen auf, welche auch einen verstärkten Abfluss in der Haaren hervorriefen (30.8. und 3.11.2006). Eine Beeinflussung des TOC-Gehaltes durch die Einleitungen der Kanalisation ist auf Grundlage der chemischen Untersuchungen nicht wahrscheinlich. Er zeigt eine eher abnehmende Tendenz im Fließverlauf durch die Stadt. Es darf also angenommen werden, dass die vergleichsweise hohen TOC-Gehalte der Haaren eher eines natürlichen Ursprungs sind.

Der Chemismus der Phosphorverbindungen in Fließgewässern ist zu komplex, um in diesem Rahmen auf Grundlage der wenigen Stichproben Aussagen zur Herkunft der erhöhten P-Werte zu machen. Festgehalten werden kann jedoch, dass die Belastungen anthropogenen Ursprungs sind. Da bereits an der Stadtgrenze höhere P-Konzentrationen gemessen wurden, liegt eine Beeinflussung durch die Landwirtschaft im Obergebiet nahe. Die Auswirkungen der landwirtschaftlich bedingten Schadstoffe im Gewässer können durch einen Gewässerrandstreifen minimiert werden (s. auch Pkt. 9.2.3).

8 INTERPRETATION DER ERGEBNISSE

8.1 Urbane Einflüsse – Stadtgebiet

Mit der Stadtgrenze beginnen auch die zunehmenden Belastungen der Haaren. Bei der linienhaften immissionsorientierten Betrachtungsweise der WRRL steigt die Belastungsrate im Stadtgebiet stark an, während sie im ländlichen Obergebiet eher einen gemächlichen Verlauf hat.

Die ersten 12 Einleitungen entstammen der Regenwasserkanalisation und sind in ihrer Verschmutzung vergleichsweise moderat, bei den folgenden 7 Einleitungen handelt es sich um Entlastungen des Mischwassernetzes.

Da Mischwasser höhere pH-Werte und Alkalinitäten als Regenwasser hat, besteht bei Mischwassereinleitungen grundsätzlich die Gefahr, dass das Ammonium-Ammoniak-Gleichgewicht sich zu Gunsten des $\text{NH}_3\text{-N}$ verschiebt und damit die Biozönose des Gewässers gefährdet (s. auch Pkt. 5.4.2). Dass der Ammoniak-Grenzwert in der Haaren trotz der Mischwasserentlastungen nicht überschritten wird, kann auf die geogen bedingten geringeren Alkalinitäten der Haaren zurückgeführt werden. Chemotypisch wird die Haaren als Silikat-Typ charakterisiert, ist also sauer und ungepuffert.

Die erste Mischwasserentlastung in K07 verursacht mit 0,09 mg/l $\text{NH}_3\text{-N}$ die stärkste Belastung; der Grenzwert liegt bei 0,10 mg/l. Grundsätzlich befindet sich das $\text{NH}_3\text{-N}$ -Maximum bei Regenabflussspenden q_{rab} um 8 l/(s*ha). Bei den letzten beiden Einleitungen (K01 und K02) ist sogar eine Abnahme des $\text{NH}_3\text{-N}$ -Maximums durch die stärkere Verdünnung zu verzeichnen.

Die Einleitungen der Regenwasserkanalisation verursachen durch ihren hohen Gehalt an organischen Stoffen bereits bei der 2. Einleitungsstelle (K18) Sauerstoffgehalte unter dem Grenzwert von 5 mg/l. Die positiven Werte der Knotenpunkte K15 und K14 sind auf das starke Gefälle in diesem Bereich zurückzuführen und nicht realistisch, da hier der Sandfang eine stark sauerstoffzehrende Wirkung hat. Eine wirklichkeitsnahe Abbildung des Sandfanges ist im Modell des Programms VereNa nicht möglich. Die Ofenerdiecker Bäke bringt bei ihrer Mündung in die Haaren (K14) eine größere BSB_5 -Fracht als die Haaren selbst zu diesem Zeitpunkt hat. Auch dieser Punkt spricht dafür, dass der Sauerstoffgrenzwert auch bei K14 unterschritten sein dürfte. Die zunehmende Verschlammung überlagert mit

einer zunehmenden BSB₅-Fracht aus den Einleitungen führt im Verlauf der Haaren zu einem immer größeren Sauerstoffdefizit.

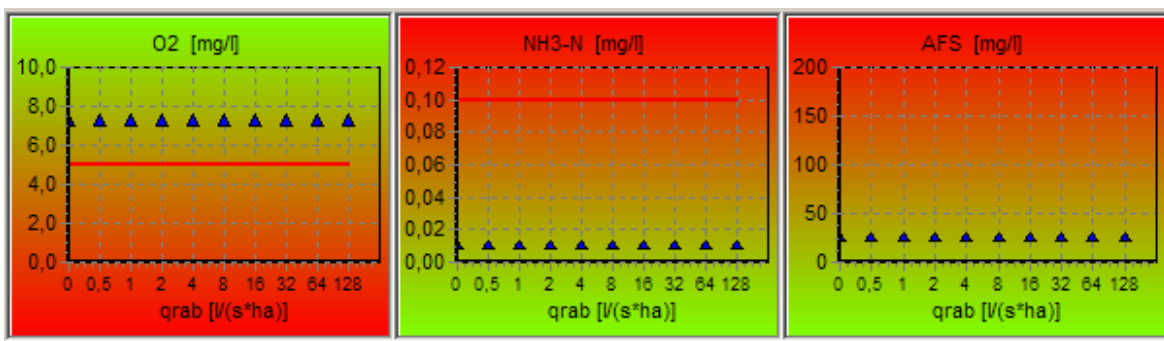
Insgesamt verdeutlicht die Nachweisführung in Oldenburg, dass nicht ausschließlich die Regenüberläufe des Mischwassernetzes, sondern die Einleitungen der gesamten Kanalisation (einschließlich Regenwasser) dem Gewässer nicht zuträglich sind.

Wie bereits erwähnt, sind die abfiltrierbaren Stoffe ein Grundproblem der Haaren. Je mehr Einleitungen hinzukommen, desto steiler steigt die AFS-Kurve auch bei kleineren Regenereignissen an. Neben den Bodenerosionen im landwirtschaftlichen Obergebiet kommen die städtischen Einflüsse über die Kanalisation oder die in das Entwässerungsnetz einbezogenen offenen Gräben in die Haaren. Der Sandeintrag erfolgt generell von Straßen und Plätzen (Reifen- und Asphaltabrieb, Staub, etc.), temporär in großem Maße durch den Winterdienst (Streusand) und vermehrt durch den städtischen Siedlungs- und Straßenbau mit langen Zeiten offenen Rohbodens oder Füllsands (baubedingte Erosion). Gerade im Bereich größerer Baugebiete sind regelrechte Sandfahnen in den Gewässern zu beobachten. Auf die verheerenden Auswirkungen dieser erhöhten Sandfrachten in den Fließgewässern soll in diesem Zusammenhang nicht näher eingegangen werden.

8.2 Ländliche Einflüsse – Obergebiet

Die erste Einleitung aus der Regenwasserkanalisation befindet sich rd. 400 m hinter der Stadtgrenze (K19). Sie verursacht einen leichten Sauerstoffabfall bei Starkregenereignissen sowie einen Anstieg von NH₃-N und AFS in Abhängigkeit der Regenabflussspende. Erst bei der 3. Einleitung (K17 – rd. 1.000 m hinter der Stadtgrenze) wird der hydraulische Grenzwert für den Nachweis nach BWK-M3 überschritten. Oberhalb K19 befinden sich die zu prüfenden Parameter alle im grünen Bereich.

M3-Ergebnisse oberhalb K19 / Stadtgrenze



Dabei bringt die Haaren schon bei Überschreiten der Stadtgrenze eine nicht unerhebliche Vorbelastung aus dem landwirtschaftlich strukturierten Obergebiet mit. Die Werte liegen über den Standardvorgaben des Programms VereNa, welches die Gewässergüteklasse II zu Grunde legt. Eine grafische Darstellung der Nährstoffbelastung der Haaren befindet sich im Diagramm „Stadtgrenze“ in ANHANG 4. Insbesondere bezieht sich diese Vorbelastung auf die Nährstoffe N und P, den TOC und die abfiltrierbaren Stoffe (s. Pkt. 7). Die hohe Wassertemperatur auf Grund der mangelnden Beschattung fördert Eutrophierungserscheinungen.

Die Bächen des landwirtschaftlich geprägten Obergebietes Haaren, Putthaaren und Ofener Bäche sind weitestgehend zu reinen Funktionsgewässern ausgebaut worden, welche die Dränvorflut durch ein ausreichendes Querprofil sowie ein möglichst schnelles Abführen von Hochwasserwellen gewährleisten sollen (s. auch Pkt. 2.5.2). Einzig im Landschaftsschutzgebiet im Bereich der Stadtgrenze wurde die Haaren noch nicht auf die geplante Abflussleistung von 150 l/s*km² ausgebaut, hat aber auch hier einen gestreckten Verlauf mit strukturellen Mängeln. Die Strukturgüte bewegt sich auch außerhalb des Stadtgebietes nur zwischen 5 und 7 (stark veränderte bis vollständig veränderte Gewässerabschnitte). Diverse Sohlabstürze, das Hochwasserrückhaltebecken im Mündungsbereich der Putthaaren und der Sandfang in der Ofener Bäche verhindern die faunistische Durchgängigkeit. Ufergehölze oder Auenbereiche fehlen nahezu völlig. Eintiefung und überdimensionierte Profilaufweitung der Bächen verringern ihre Fließgeschwindigkeit. Durch diese Strukturdefizite werden die stofflichen Einträge aus der Landwirtschaft aus dem Haareneinzugsgebiet oberhalb der Stadtgrenze in ihrer Wirkung auf die biologische Gewässergüte noch verstärkt.

Neben dem Nährstoffeintrag stellt die Verockerung, aber insbesondere auch der Eintrag von Bodenpartikeln in die Bächen ein Hauptproblem dar. Ackerbau und Beweidung werden oft bis in die Uferbereiche betrieben. Ein Pufferstreifen am Ufer zur Verminderung der schädlichen Auswirkungen auf die Gewässer fehlt. Je nach vorherrschendem Abflussregime lagern sich die ausgewaschenen Partikel ab oder werden als AFS-Fracht weitertransportiert. Dieses Problem muss in jedem Fall auch im Zusammenhang mit der Unterhaltung der Bächen betrachtet werden. Derzeit ist es übliche Praxis, die für den Hochwasserabfluss erforderlichen Ausbauprofile durch regelmäßige Grundräumungen aufrecht zu erhalten. Diese zerstören die aquatischen Lebensgemeinschaften nahezu vollständig und sind damit nicht geeignet, eine Gewässerentwicklung im Sinne der WRRL zu begleiten. Eine ausreichende Vorflutsicherheit darf jedoch auch im Zuge struktureller Verbesserungen nicht außer Acht gelassen werden.

9 MAßNAHMENPLANUNG

9.1 Zusammenstellung der Defizite

Grundlage für die Erstellung der Maßnahmenkonzepte sind die in den Bestandsaufnahmen und Berechnungen eruierten Defizite. Diese werden im Folgenden stichwortartig zusammengefasst:

- Extreme Überschreitung des potentiell naturnahen Hochwasserabflusses im Stadtgebiet durch die Einleitungen der Kanalisation
- Übermäßiger Eintrag von Nähr- und Schadstoffen durch die Landwirtschaft und die städtische Versiegelung
- Übermäßiger Eintrag von Sand aus dem Gewässersystem selbst und von ackerbaulich genutzten sowie von versiegelten Flächen
- Stauhaltung im Mündungsbereich und dadurch bedingte stark wechselnde Fließzustände
- Mangelnde faunistische Durchgängigkeit (Querbauwerke, Sandfang, Teiche)
- Erhebliche hydromorphologische Degradation im gesamten Einzugsgebiet

Während sich die meisten Defizite zumindest theoretisch und praktisch auch ansatzweise in ihrer Auswirkung reduzieren lassen, gilt dieses für die Stauhaltung der Haaren nicht. Auf das Siel- und Mündungsschöpfwerk kann aus Gründen des Hochwasserschutzes der Stadt Oldenburg nicht verzichtet werden.

9.2 Konzeptionelle Maßnahmenplanung

9.2.1 Übergeordnete Maßnahmen und kleine Einzelmaßnahmen

Es ist grundsätzlich sinnvoll, für die Haaren und ihre Nebengewässer einen **Gewässerentwicklungsplan** aufzustellen. Hierin werden in Zusammenarbeit von Wasserwirtschaft, Naturschutz, Landwirtschaft, Kommune und weiteren Beteiligten die Weichen für die Entwicklung zu einem Fließgewässer im Sinne der WRRL gestellt. Auf diese Art und Weise finden die Belange aller Beteiligten Berücksichtigung. Nur so kann ein gemeinsames Ziel entwickelt und auch erreicht werden.

Von herausragender Bedeutung im Zusammenhang mit der Maßnahmenplanung ist der ökonomische Aspekt. Auch dieser Faktor muss bereits im Vorplanungsstadium eines Gewässerentwicklungsplanes unter Mitwirkung aller Beteiligten behandelt werden. Fest steht, dass Investitionen zur Erreichung des guten Gewässerzustandes unumgänglich sind, da die WRRL als ein langfristig angelegtes Qualitätsmanagement-Element zu verstehen ist. Da die Maßnahmenplanung also auf einem komplexen System aus den Belangen der Beteiligten und der möglichen Finanzierung basiert, können die folgenden Kapitel lediglich die Grundlage für weitere detaillierte Planungen bilden.

Darüber hinaus beeinflussen sich die zum Einsatz kommenden Maßnahmen in ihrer Wirkung gegenseitig. Zum Beispiel kann eine Reduzierung der Einleitungsmenge eine Erhöhung der stofflichen Belastung nach sich rufen. Im Rahmen dieses Pilotprojektes werden aus diesem Grunde ausschließlich Lösungskonzepte vorgeschlagen. Eine komplette Maßnahmenplanung einschließlich der ökologischen und ökonomischen Betrachtungsweise würde an dieser Stelle den Rahmen sprengen.

Ein Grundproblem der WRRL ist ihr bislang geringer Bekanntheitsgrad. Aus diesem Grund ist das Thema „**Öffentlichkeitsarbeit**“ als Maßnahme nicht zu unterschätzen. In Oldenburg laufen bereits vereinzelt Kleinprojekte, wie z.B. „Nachhaltig guter Umgang mit dem Niederschlagswasser in Oldenburg“ oder „Kleingräben, Straßenseitengräben - Bedeutung und Funktion“ der Kommunalen Umwelt-Aktion U.A.N., die im Sinne der WRRL agieren. Eine weitere Möglichkeit wäre die Schaffung von Bachpatenschaften, bei denen Anwohner oder Interessierte sich um „ihren“ Bach kümmern. Der entscheidende Vorteil dieser **kleinen Einzelmaßnahmen** liegt weniger in einer großen ökologischen Bedeutung als vielmehr in der Sensibilisierung der Bürger für ihre Gewässer und der Schaffung einzelner Kleinstbiotope.

Eine **übergeordnete Maßnahmenplanung** muss ihren Ausgangspunkt dort nehmen, wo das Gewässer dem ursprünglichen Zustand am nächsten kommt und eine Ausbreitung der Flora und Fauna entlang des Gewässers nicht durch lebensfeindliche Zwischenstrecken behindert wird. Im Stadtgebiet weist lediglich die Südbäke oberhalb Stat. 2+840 Reste ihrer ursprünglichen Kiesprägung auf (s. Pkt. 3.2.2.3 und 3.2.2.4). Gewässeraufwärts böte sich hier ein Entwicklungspotential zum guten ökologischen und chemischen Zustand, welches unter Einbeziehung des Weißenmoorwasserzuges eine Länge von rd. 3 km erreichen könnte. Gewässerabwärts ist die Stadtprägung so stark, dass eine Zielerreichung und damit auch eine weitere Vernetzung in die Nachbargewässer wie Ofenerdieker Bäke unwahr-

scheinlich erscheint. Voraussetzung für einen guten ökologischen Zustand der Südbäke sind die Reduzierung der Niederschlagswassereinleitungen durch Regenrückhaltebecken und die Renaturierung des Gewässerabschnittes. Erläuterungen zur angestrebten Verbesserung der Gewässerstruktur finden sich in den nächsten Kapiteln.

9.2.2 Maßnahmen im Stadtgebiet

Größtes Problem im Stadtgebiet ist der durch die Versiegelung verschärfte Einleitungsabfluss in die Vorfluter.

Erste Maßnahme sollte immer die Ursachenbekämpfung sein, in diesem Fall die **Abflussvermeidung und -verringering**. Nach SIEKER (2005) stehen bei der dezentralen Regenwasserbewirtschaftung verschiedene Technologien zur Auswahl, welche auch bei hohem Grundwasserstand und Böden mit geringeren Durchlässigkeitswerten wirksam eingesetzt werden können. Neben Entsiegelungen mittels durchlässiger Oberflächenbeläge, Gründächern und der Regenwassernutzung seien hier vor allem Mulden-Rigolen-Systeme genannt, welche den Abfluss der Siedlungs- und Verkehrsflächen zumindest anteilig versickern lassen. Die Wirksamkeit der Mulden-Rigolen-Systeme in Norddeutschland wird in der Fachwelt noch kontrovers diskutiert. Dieses sollte von vornherein jedoch kein Ausschlussgrund für diese Maßnahme sein. Zumindest im höher gelegenen Stadtnorden Oldenburgs könnte sich der über die Kanalisation eingeleitete Abfluss damit reduzieren lassen, während die erstgenannten kleineren Maßnahmen grundsätzlich überall geeignet sind. Die größte Hürde zur Realisierung der dezentralen Regenwasserbewirtschaftung wird vermutlich die zu leistende Überzeugungsarbeit sein.

Die Wassermengen, die nicht wieder direkt dem Boden zugeführt werden können, müssen zum Schutz der Haaren und ihrer Nebengewässer zurückgehalten werden. Dazu ist die Bereitstellung großer **Rückhaltevolumina** erforderlich (s. Pkt. 5.5), welche sich im dicht bebauten Stadtkern in der erforderlichen Größenordnung jedoch nicht realisieren lassen werden. Die "Undurchführbarkeit" muss auf Grundlage eines detaillierten Nachweises durch verschiedene Kostenberechnungen unterschiedlicher Lösungsvarianten nachvollziehbar dargestellt werden.

Auch durch die **Öffnung vorhandener Verrohrungen** kann sowohl ein verzögerter Abfluss (Speicherwirkung des offenen Grabensystems) als auch eine ökologi-

sche Bereicherung erzielt werden. Diese Maßnahme bietet sich ganz besonders in Oldenburg an, da das Kanalnetz hier ohnehin aus einem Zusammenschluss offener Gräben und klassischer Rohrleitungen besteht. Durch eine Vergrößerung des Grabennetzes auf Kosten des Kanalnetzes kann zusätzliches Retentionspotential geschaffen werden.

Ein weiterer Faktor zur Abflussschärfung bietet die **Aktivierung der vorhandenen Teiche** zu Regenrückhaltebecken. Es ist im Einzelfall zu prüfen, inwieweit sich das durch eine Umgestaltung der Zu- und Ablaufbauwerke verwirklichen lässt.

Als Ausgleich zur "Unrealisierbarkeit" der erforderlichen Rückhaltevolumina sollten dann Maßnahmen zur **Verbesserung der Gewässerstruktur** anvisiert werden, wie es im BWK-M3, Tab. 7 *** vorgegeben ist (s. auch Pkt. 3.2.3). Als Maßnahmen kommen hier der Ersatz naturferner Baustoffe bei der Sohl- und Ufersicherung durch Lebendbaustoffe, die Auflösung von Sohlprüngen durch Sohlgleiten, die Einbringung standortgerechter Sohlsubstrate, Veränderungen der Laufstruktur (Aufweitungen, Verengungen) u.ä. infrage.

Letztlich kann ein guter ökologischer Zustand nur unter der Voraussetzung einer intakten Gewässerstruktur erfüllt werden. Auch hierbei muss wieder der Grundsatz gelten, kein „Flickwerk“ von verbesserten Abschnitten zu schaffen, sondern große zusammenhängende Bereiche, welche auf Basis des Gewässerentwicklungsplanes als Teilabschnitte realisiert werden können. Bei der Restrukturierung der Gewässer sind die unterschiedlichen morphologischen Typen zu beachten (Ofenerdieker Bäke = kiesgeprägt, Haaren und Hausbäke = sandgeprägt). Wo immer es von der Flächennutzung her möglich ist (z.B. im Schloßpark), kann eine **eigendynamische Gewässerentwicklung** angestoßen werden.

Ein weiterer wesentlicher Bestandteil einer verbesserten Gewässerstruktur ist die **faunistische Durchgängigkeit**. Im Zusammenschluss aller Beteiligten ist hier zu prüfen, inwieweit sich eine Umgehung der städtischen Teiche, des Haaren-Sandfanges und des Siel- und Mündungsschöpfwerkes realisieren ließe.

Dem Problem des Sauerstoffmangels (auch nach Einführung der OMA's im Programm VereNa) kann am einfachsten durch eine **Beschattung der Haaren** begegnet werden. Bäume, vorzugsweise Erlen, sollten mindestens am Südufer der Haaren und ihrer Nebengewässer gepflanzt werden. Durch die niedrigere Wassertemperatur lässt sich nicht nur der Sauerstoffgehalt, sondern auch die Ammoniakkonzentration in Abhängigkeit des pH-Wertes senken. Eutrophierungserscheinungen gehen zurück und erfordern dadurch einen geringeren Unterhaltungsaufwand.

Im Übrigen wird durch die Anpflanzung von Bäumen eine Bereicherung des gesamten Naturhaushaltes erzielt.

Das zu große Maß an **Feststoffeinträgen** in die Haaren sollte wo immer es möglich ist (z.B. Baugebiete) durch Rückhaltung am Entstehungsort reduziert werden. Durch eine naturnahe Gestaltung der offenen Gräben im Stadtgebiet ließe sich in diesem Bereich eine Verringerung erzielen. Ausgebrachter Streusand müsste von der Straßenreinigung wieder aufgenommen werden, anstatt über die Kanalisation in die Gewässer zu gelangen. Der Austausch von Trocken- in Nassgullies sowie die Erhöhung der Straßenreinigungsintervalle stellen Maßnahmen mit eher geringer Wirksamkeit dar, sollten aber nicht von vornherein ausgeschlossen werden und zumindest bei Neuplanungen Berücksichtigung finden. Sandfänge im Gewässerverlauf müssen faunistisch durchgängig gestaltet werden. Sie müssen ebenso wie die Teiche und Regenrückhaltebecken regelmäßig geräumt werden, bevor sich auf der Sohle eine Faulschlammschicht sammelt. Grundsätzlich ist eine punktuelle Räumung ökologisch verträglicher als eine Sohlräumung des gesamten Gewässers. Abschließend lässt sich festhalten, dass die Reduzierung der aus den Siedlungseinflüssen stammenden Feststoffe von ausgesprochener Bedeutung ist, um die Ziele der WRRL zu erreichen.

9.2.3 Maßnahmen im ländlichen Raum

Für eine Fließgewässerbiozönose bedeuten die Einleitungen der Siedlungsentwässerung Stress. Dieser hydraulische und stoffliche Stress kann umso besser vom Gewässer kompensiert werden, je besser sein Zustand ist. Aus diesem Grunde muss die Haaren auch vor dem Erreichen der Stadtgrenze im Sinne der WRRL optimiert werden. Maßnahmen in diesem Sinne sind unterstützende Maßnahmen und kein Ersatz für Verbesserungen aus Einleitung im Siedlungsgebiet.

Die Maßnahmen im ländlichen Raum beschränken sich im Wesentlichen auf die **Verbesserung der Gewässerstruktur** und die **Reduzierung der Feststoffeinträge**. Das Problem Flächenmangel entlang des Gewässers, wie es in der Stadt vorherrscht, wird im ländlichen Raum durch das Problem Nutzungskonflikte ersetzt. Theoretisch ist der Raum für eine naturnahe Gewässerentwicklung vorhanden. Er wird bislang jedoch zum überwiegenden Anteil intensiv landwirtschaftlich genutzt. Die wenigen durch den Wald verlaufenden Bächenabschnitte (s. auch **ANHANG 1**, Fotodokumentation Blatt „Haaren 5“) weisen in der Regel einen deut-

lich besseren Zustand auf, welcher dem Leitbild der WRRL hydromorphologisch schon näher kommt.

Diese Tatsache verdeutlicht die Wichtigkeit eines **Gewässerrandstreifens** und des **Baumbestandes am Ufer**. Der ungenutzte Randstreifen bietet dem Gewässer eine Pufferzone zu den Einträgen der Landwirtschaft und den gewässerbegleitenden Pflanzen und Tieren ihren Lebensraum. Die Bäume sollten wie auch im städtischen Bereich mindestens am Südufer gepflanzt werden, um eine ausreichende Beschattung zu gewährleisten.

Die überdimensionierten breiten Ausbauprofile sind mittelfristig durch **gegliederte Profile** zu ersetzen, welche eine schmale schnell fließende Rinne für den Mittelwasserabfluss bereitstellen und über ein- oder zweiseitigen Zwischenbermen den Raum für den Hochwasserabfluss. Optimal wären **Laufverlängerungen** an vorhandenen Sohlprüngen und die Initiierung einer **eigendynamischen Gewässerentwicklung**. Ziel dieser Maßnahmen ist die Schaffung einer reichhaltigen Gewässerstruktur mit Breiten-, Tiefen- und Strömungsvarianz, die einer mannigfachen Flora und Fauna wieder eine Vielzahl unterschiedlicher Habitate anbieten kann. Die **faunistische Durchgängigkeit** ist ebenso eine Grundvoraussetzung für die Wiederbesiedlung wie eine **vielfältige Sohlstruktur**, die durch den Einbau von Festsubstraten wie Kies und Totholz entstehen kann. Damit die eingebrachten Substrate nicht sofort wieder versanden oder verschlammen, ist der Eintrag von **Feststoffen** zu reduzieren und das Gewässer wieder in ein über den Längsschnitt ausgewogenes Feststoff-Gleichgewicht zu bringen.

Von entscheidender Bedeutung für den Erfolg der Restrukturierung ist letztendlich eine **maßvolle Gewässerunterhaltung**. Im Zuge der Novellierung des NWG 2004 wurde der Unterhaltungsbegriff neu definiert. Als Unterhaltungsziel wurden die ökologischen Anforderungen mit den hydraulischen Anforderungen gleichgestellt. Für die Haaren und ihre Nebengewässer fordert dies eine Extensivierung der Unterhaltung, um Entwicklungen zu einer besseren Strukturgüte zuzulassen. In Abstimmung mit den geplanten Maßnahmen muss auch ein neuer Unterhaltungsplan aufgestellt werden, der den unterschiedlichen Anforderungen von Vorflutsicherheit und hoher Strukturgüte gerecht wird.

Die oben aufgeführten Maßnahmen entstammen dem vom NLWKN veröffentlichten „Leitfaden Maßnahmenplanung“, der auch Grundlage für die konkrete Planung der Maßnahmen, bzw. der Aufstellung des Gewässerentwicklungsplanes sein sollte.

10 DISKUSSION DER PROJEKTBEARBEITUNG

10.1 Erfahrungen aus dem Pilotprojekt

Im Zuge der Projektabwicklung wurde Wert darauf gelegt, alle Bearbeitungsschritte darzustellen, auch wenn sie letztendlich nur bedingt zum anvisierten Ziel führten. Vor diesem Hintergrund können im Folgenden Empfehlungen für vergleichbare Projekte gegeben werden:

1. Erhebung der Bestandsdaten

- Die Gewässerbegehung bildet neben der Erkundung der vorliegenden Verhältnisse (Topografie, Geologie, Flächennutzung, etc.) und der vorangegangenen Ausbaumaßnahmen die wesentliche Grundlage für die Charakterisierung des Gewässers. Es empfiehlt sich, diese in „größerer Runde“ durchzuführen, d.h. mit allen, die später auch an der Maßnahmenplanung oder der Erstellung eines Gewässerentwicklungsplans beteiligt sein werden.
- Vermessungsarbeiten sollten ebenfalls in Abstimmung aller später Beteiligten ausgeführt werden (größere Vorplanungsphase), um allen unterschiedlichen Anforderungen (z.B. GIS-Systeme) gerecht zu werden und die entstehenden Kosten ggfs. aufzuteilen.
- Sofern kein aktuelles N-A-Modell vorliegt, müssen Niederschlag-Abflussmessungen durchgeführt werden, um das Modell für den detaillierten hydraulischen Nachweis kalibrieren zu können. Sofern nur ein vereinfachter Nachweis nach BWK-M3 geführt werden soll, kann auf diese Messungen verzichtet werden.
- Es ist vorteilhaft, Niederschlagsmessungen möglichst nahe an die Abflussmessstellen zu positionieren. Sollten die Abflussmessstellen im Rückstaubereich eines größeren Vorfluters liegen, so sind auch dort kontinuierliche Wasserstandsmessungen sinnvoll.
- Chemisch-physikalische Untersuchungen sind im durchgeführten Umfang durchaus empfehlenswert. Dadurch ist es möglich, die Standardvorgaben im Programm VereNa zur Durchführung des vereinfachten Nachweises anzupassen. Eine weitere Auswertung der gemessenen Daten ist jedoch nicht unbedingt zielführend.

2. Durchführung der Nachweise

- Die Nachweise machen deutlich, dass nicht nur wie zu erwarten die Mischwasserabschläge das Gewässer belasten, sondern auch die gewöhnlichen Einleitungen der Regenwasserkanalisation. Dabei ist es sicher eine Besonderheit in Oldenburg, dass sich die Mischwasserentlastungen durch die niedrige Alkalinität vergleichsweise geringer auswirken.
- Der Ermittlung und der Festlegung des x-Wertes (s. Pkt. 5.3.3.4) muss eine größere Bedeutung zukommen. Auch hier ist es sinnvoll, alle weiteren Beteiligten einzubinden, da der x-Wert die Größe eventueller Rückhaltebecken und damit die entstehenden Kosten wesentlich beeinflusst.
- Optimierungen der Anwenderprogramme VereNa.M3 und VereNa.M7 wurden direkt mit den Programmierern des BWK besprochen und z.T. schon eingearbeitet. Eine Arbeit mit der beta-Version des VereNa.M7 kann hingegen auf Grund des noch nicht behobenen Fehlers nicht empfohlen werden.
- Die ausschließliche Durchführung eines vereinfachten Nachweises mit dem Ziel der quantitativen hydraulischen Betrachtung ist für Ballungsräume nicht zu empfehlen, da die ermittelten Rückhaltevolumina unrealistisch groß werden.
- Sofern auch ein detaillierter hydraulischer Nachweis auf Grundlage eines N-A-Modells geführt wird, erübrigt sich der gesonderte Aufbau eines einfachen N-A-Modells. In diesem Pilotprojekt wurde dennoch mit Fluter ein einfaches Modell erstellt, um zeitlichen Verschiebungen in den Projektbearbeitungen zwischen GEP und WRRL auszuweichen.

3. Fachübergreifende Bearbeitung

- Generalentwässerungspläne werden häufig zu eindimensional bearbeitet. Der Schwerpunkt wird, je nach örtlichen Problemschwerpunkten und Finanzierungsumfang des GEP, auf quantitative Mengenberechnungen (Überlastungsschwerpunkte) oder auf bauliche Zustandsanalysen gelegt. Wünschenswert wäre eine Analyse aller Aspekte, die ein Kanalnetz beeinflussen.
- Die Ergebnisse von GEP werden häufig auf die einzelne Einleitungsstelle bezogen betrachtet (bspw. Einleitungsmengen). Übergreifende Gesamtmo-

delle, die sich auf die betroffenen Gewässerabschnitte beziehen, werden im Regelfall nicht betrachtet.

- Die Analyse der Belastung der nachgelagerten Gewässer wird häufig vernachlässigt. Dies liegt zum einen an fehlenden Gewässerdaten (Topographie, Struktur) und zum anderen an wechselnden Zuständigkeiten. Der Kanalnetzbetreiber ist häufig nicht identisch mit dem Gewässerverantwortlichen. Dieses Manko betrifft die qualitative und die quantitative Belastung der Gewässer.
- Durch die parallele Bearbeitung von GEP und den Nachweisen der WRRL konnten im Zuge der Projektbearbeitung viele Vorteile genutzt werden, da beide Projekte sich gegenseitig ergänzen und voneinander profitieren. Das Entfallen der Planungsgrenzen zwischen Kanalnetz und Gewässer bietet die Möglichkeit einer ganzheitlichen Betrachtung, welche nicht nur ökologische, sondern auch ökonomische Vorteile in sich birgt.
- Im Rahmen der Bearbeitung wurden die Vorgaben seitens des Programmentwicklers bestätigt, dass hydrodynamische Berechnungsverfahren nicht für die Simulation großer Vorfluter (hier der Haaren) geeignet sind. Im Pilotprojekt wurden die Abflusswerte in der Haaren mit dem N-A-Modell FLUTER und dem hydrologischen Berechnungsprogramm WASPILA ermittelt. Die Abflussvorgänge im Kanalnetz wurden realitätsnah mit dem hydrodynamischen Berechnungsprogramm HYSTEM-EXTRAN nachgebildet.
- Zur Behebung der Strukturdefizite der Gewässer wird der „Leitfaden Maßnahmenplanung Oberflächengewässer“ des NLWKN empfohlen.

10.2 Übertragbarkeit der Ergebnisse

Bei der Übertragung der Ergebnisse des Oldenburger Pilotprojektes auf andere Wasserkörper sind die unterschiedlichen Gewässertypen und Belastungssituationen zu berücksichtigen, welche bereits im Zuge der Gewässerbegehung und der Bestandsaufnahme deutlich werden. Aus diesem Grunde werden an dieser Stelle nochmals die Besonderheiten dieses Einzugsgebietes zusammengestellt:

- Ausgeprägtes Grabennetz innerhalb der Regenwasserkanalisation
- Mündung der Einleitungen unter dem Wasserspiegel
- Geringes Gebietsgefälle innerhalb der Stadt

- Geringer Flurabstand
- Niedrige geogen bedingte Alkalinität im Gewässer

Die angestrebte Vergrößerung des Grabennetzes kann in anderen Städten, in denen ein größerer Flurabstand gegeben ist, beispielsweise durch Mulden-Rigolen-Systeme ersetzt werden.

Probleme durch Mischwassereinflüsse können einen größeren Einfluss haben, wenn die Pufferkapazität im Gewässer fehlt.

Auch Uferabbrüche und Erosionserscheinungen im Einleitungsbereich müssen thematisiert werden, wenn die Niederschlagswassereinleitungen über dem Wasserspiegel erfolgen.

Im Rahmen des Pilotprojektes werden hinsichtlich der Übertragbarkeit auf andere Projekte folgende Ergebnisse hervorgehoben:

- Jedes Gewässer und jedes Einzugsgebiet erfordert eine genaue eigene **Bestandsaufnahme**. Darauf aufbauend kann die Herangehensweise an eine immissionsorientierte Betrachtung auch auf andere Projekte übertragen werden.
- In diesem Zusammenhang sei nochmals auf die Vorteile einer **integrierten Planung** von Entwässerungssystem und Gewässer (GEP und WRRL) hingewiesen. Seitens des GEP-Bearbeitung werden hydraulische Kenndaten erarbeitet; seitens der Werkzeuge der WRRL werden qualitative Aussagen zur Wasser- und Gewässerqualität gemacht. Erst die Analyse beider Aspekte führt zu Maßnahmen, die die Situation am Gewässer UND im Kanalnetz nachhaltig verbessern. Der **Synergieeffekt** wirkt sich nicht nur positiv aus hinsichtlich der ökologischen Aspekte für die Gewässer, sondern auch hinsichtlich ökonomischer Aspekte auf den Betrieb der Kanalnetze (bspw. Verringerung von Abflussspitzen, Verkleinerung von Schmutzfrachten).
- **Gebietsübergreifende Maßnahmen:** Maßnahmen im Stadtgebiet sollten nicht gegen Maßnahmen im Aussengebiet / landwirtschaftlich genutzten Gebiet aufgerechnet werden. Die Gesamtheit der Maßnahmen nutzt dem Gesamtwasserkörper. Grundsätzlich sollten Maßnahmen im Stadtgebiet zur Strukturverbesserung und zur Verbesserung der Wasserqualität durch Maßnahmen im (häufig vorgelagerten) landwirtschaftlich genutzten Gebiet ergänzt werden – und umgekehrt. Ackerbau und Beweidung werden oft bis

in die Uferbereiche betrieben. Ein Pufferstreifen am Ufer zur Verminderung der schädlichen Auswirkungen auf die Gewässer fehlt. Je nach vorherrschendem Abflussregime lagern sich die ausgewaschenen Partikel ab oder werden als AFS-Fracht weitertransportiert. Dieses Problem muss in jedem Fall auch im Zusammenhang mit der Unterhaltung der Bänke betrachtet werden. Derzeit ist es übliche Praxis, die für den Hochwasserabfluss erforderlichen Ausbauprofile durch regelmäßige Grundräumungen aufrecht zu erhalten. Diese zerstören die aquatischen Lebensgemeinschaften nahezu vollständig und sind damit nicht geeignet, eine Gewässerentwicklung im Sinne der WRRL zu begleiten.

- Eine **übergeordnete Maßnahmenplanung** muss ihren Ausgangspunkt dort nehmen, wo das Gewässer dem ursprünglichen Zustand am nächsten kommt und eine Ausbreitung der Flora und Fauna entlang des Gewässers nicht durch lebensfeindliche Zwischenstrecken behindert wird. In diesem Sinne ist von herausragender Bedeutung naturnahe Gewässerabschnitt im Stadtbereiche zu erhalten und zu schützen.
- Insgesamt verdeutlichen die Projektergebnisse, dass nicht ausschließlich die Regenüberläufe des **Mischwassernetzes**, sondern die Einleitungen der gesamten Kanalisation (einschließlich **Regenwasser**) dem Gewässer nicht zuträglich sind.
- Ein Grundproblem der WRRL ist ihr bislang geringer Bekanntheitsgrad. Aus diesem Grund ist das Thema „**Öffentlichkeitsarbeit**“ als Maßnahme nicht zu unterschätzen. In Oldenburg laufen bereits vereinzelte Kleinprojekte, wie z.B. „Nachhaltig guter Umgang mit dem Niederschlagswasser in Oldenburg“ oder „Kleingräben, Straßenseitengräben - Bedeutung und Funktion“ der Kommunalen Umwelt-Aktion U.A.N., die im Sinne der WRRL agieren.
- Maßnahmen müssen im ökonomischen Sinn nicht „groß“ sein. Der entscheidende Vorteil von **kleinen Einzelmaßnahmen** liegt neben der ökologischen Bedeutung in ihrer Gesamtheit auch in der Sensibilisierung der Bürger für ihre Gewässer und der Schaffung einzelner Kleinstbiotope.
- Die unter Abschnitt 9 (Maßnahmenplanung) gemachten Ausführungen sind weitestgehend auf vergleichbare Fließgewässer übertragbar.
- Die oben gemachten Ausführungen verdeutlichen die Komplexität der Materie „Gewässerschutz“. Betroffen sind in der Kette „Zustandserfassung-Maßnahmenplanung-Maßnahmenumsetzung“ nicht einzelne Verwaltungs-

einheiten bzw. einzelne Fachdisziplinen, sondern die Gesellschaft mit ihren Nutzungsansprüchen an das Gewässer insgesamt. Vorrangig ist in diesem Sinne bei der Umsetzung der Ziele der WRRL die **Bereitschaft zur Kommunikation und zur Zusammenarbeit**.

Grundsätzlich ist die Anwendung der WRRL auch an anderen urban geprägten Gewässern unbedingt empfehlenswert. Bei frühzeitiger Einbindung der verschiedensten Fachdisziplinen werden sich für jedes Gewässer Möglichkeiten zur Optimierung im Sinne der WRRL finden lassen.

11 ZUSAMMENFASSUNG UND SCHLUSSBETRACHTUNG

Das Modellprojekt Hunte 25 umfasst drei Teilregionen mit unterschiedlichen Schwerpunktthemen:

- Obere Lethe und Nebengewässer (Aufstellung einer ganzheitlichen Mengen- und Gütebewirtschaftung von Oberflächengewässer und Grundwasser unter Einbeziehung der Verockerungsproblematik, Maßnahmenplanung)
- Hunte von Diepholz bis Oldenburg und kleinere Nebengewässer: Auswahl von Maßnahmenvorschlägen zur Strukturverbesserung aus den Gewässerentwicklungsplänen (Planung, Umsetzung, maßnahmenbezogenes Monitoring).
- Haaren und ihre Zuflüsse: Umsetzung der Ziele der WRRL im städtischen Raum

Das hier vorgestellte Teilprojekt behandelt die Haaren samt Nebengewässer, die so genannte „Wasserkörpergruppe 25001 - Haaren und ihre Zuflüsse“. Der fachliche Schwerpunkt dieses Teilprojektes liegt in der Betrachtung des „Städtischen Raumes“ im Unterlauf der Haaren unter Berücksichtigung der intensiven landwirtschaftlichen Nutzung im Oberlauf. Die Anforderungen der EU-WRRL zur Wiederherstellung, bzw. Erhaltung ökologisch guter Gewässer führt neben der traditionellen Emissionsbetrachtung zur zusätzlichen immissionsbezogenen Bewertung der Gewässereinleitungen.

Nachweisverfahren

Das Projekt konnte durch Einbeziehung der Daten aus der Generalentwässerungsplanung (GEP) des OOWV für die Kanalnetze der Stadt Oldenburg auf einen umfangreichen Datenpool zugreifen. Ergänzend erfolgte an den Vorflutern die Erhebung topographischer Vorfluterdaten (Vermessungen), Gewässerbegehungen zur Ermittlung der Gewässerstrukturgüte.

Die Defizite der Haaren in stofflicher und hydraulischer Hinsicht sollten mit den Mitteln des vereinfachten Nachweisverfahrens nach BWK-M3 und mit detaillierten Nachweisverfahren auf dem umfangreichen Datenpool mit digitalen Niederschlags-Abfluss-Modellen nachgewiesen werden. Auf Basis der Ergebnisse sollten Sanierungsmaßnahmen ermittelt und deren Ergebnisse gegenübergestellt werden. Ziel ist die Minimierung der Niederschlagswassereinleitungen auf ein potentiell naturnahes Maß.

Nachgewiesene Defizite können durch die Dämpfung bzw. Minimierung von Zuflüssen in Gewässer ausgeglichen bzw. im Sinne der WRRL bis zur Unschädlichkeit für das Gewässer minimiert werden. Als wesentliches Maßnahmenelement werden im Zuge der Nachweisverfahren Rückhalte- bzw. Speicherräume verwendet (in der Realität wären diese Speicherbecken nicht im Gewässer, sondern im Bypass zu realisieren, da sie im Gewässer die faunistische Durchgängigkeit behindern würden).

Belastungsquellen

Die Belastungen der Haaren beginnen unmittelbar nach der Stadtgrenze. Bei der linienhaften immissionsorientierten Betrachtungsweise der WRRL steigt die Belastungsrate im Stadtgebiet stark an. Dabei bringt die Haaren schon bei Überschreiten der Stadtgrenze eine nicht unerhebliche Vorbelastung aus dem landwirtschaftlich strukturierten Obergebiet mit. Die Werte liegen über den Standardvorgaben des BWK-Nachweisprogramms VereNa, welches die Gewässergüteklasse II zu Grunde legt.

Insgesamt verdeutlicht die Nachweisführung in Oldenburg, dass nicht ausschließlich die Regenüberläufe des Mischwassernetzes, sondern die Einleitungen der gesamten Kanalisation (einschließlich Regenwasser) dem Gewässer nicht zuträglich sind.

Ein Grundproblem der Haaren ist die Belastung des Gewässer durch die Schwebstoffführung (abfiltrierbare Stoffe (AFS)). Je mehr Einleitungen hinzukommen, desto steiler steigt die AFS-Kurve auch bei kleineren Regenereignissen an. Neben den Bodenerosionen im landwirtschaftlichen Obergebiet kommen die städtischen Einflüsse über die Kanalisation oder die in das Entwässerungsnetz einbezogenen offenen Gräben in die Haaren. Der Sandeintrag erfolgt generell von Straßen und Plätzen (Reifen- und Asphaltabrieb, Staub, etc.), temporär in großem Maße durch den Winterdienst (Streusand) und vermehrt durch den städtischen Siedlungs- und Straßenbau mit langen Zeiten offenen Rohbodens oder Füllsands (baubedingte Erosion). Gerade im Bereich größerer Baugebiete sind regelrechte Sandfahnen in den Gewässern zu beobachten.

Vergleich der Nachweisverfahren

Durch die Anwendung des vereinfachten Nachweisverfahrens konnte auch durch die Zwischenschaltung immenser Rückhaltevolumen der Nachweis des guten Gewässerzustandes nicht erfolgreich geführt werden.

Im Folgenden wurde die Grenze zwischen dem Kanalnetz auf der einen Seite und dem Gewässer auf der anderen für die immissionsorientierte Betrachtung aufgehoben und zu einem detaillierten Modell, aufbauend auf dem Generalentwässerungsplan der Stadt Oldenburg, zusammengefügt.

Dieser genauere Ansatz erbrachte eine maßgebliche Reduzierung der Rückhaltevolumina, jedoch auch den Nachweis, dass eine Minimierung der Niederschlagswassereinleitungen auf ein potentiell naturnahes Maß in Ballungsräumen durch Rückhaltebecken nicht realisierbar ist.

In Oldenburg bringt der detaillierte hydraulische Nachweis eine Verringerung des Retentionsvolumens um gut 250.000 m³ im Vergleich zum vereinfachten Nachweis.

Das Pilotprojekt bestätigt die Erkenntnis, dass die berechneten Rückhaltevolumen durch die Sicherheiten im vereinfachten Nachweis vielfach zu groß werden. Der detaillierte Nachweis führt zu deutlich kleineren Retentionsvolumina und damit zu erheblichen Kosteneinsparungen.

Die höheren Kosten, die für die umfangreichere Bestandsaufnahme und Grundlagenermittlung oder auch für die Erstellung eines N-A-Modells erforderlich sind, werden durch die Reduzierung der Rückhaltevolumina mehr als aufgewogen.

Die Anforderungen des vereinfachten Nachweises im BWK-M3 sind auf Gewässer im ländlichen Raum fokussiert und daher unter den Bedingungen urbaner Einflüsse nur schwer zu erfüllen. Die *absoluten* Nachweisziele des Merkblattes konnten für das „Stadtgewässer“ Haaren nicht erfüllt werden. Es konnte jedoch eine Reihe sinnvoller Maßnahmen erarbeitet werden, die die Haaren dem guten chemischen und ökologischen Zustand näher bringen kann. Die Maßnahmen gelten grundsätzlich für vergleichbare Gewässer in Siedlungsgebieten.

Beispielsweise sollten Retentionsräume in Ballungsgebieten in größerem Umfang im Rahmen dezentraler Maßnahmen, wie kleinere Becken oder Kanalstauräume, Gräben in Straßenseitenräumen realisiert werden. In diesem Zusammenhang hat die Vergrößerung des Grabennetzes auf Kosten des Kanalnetzes Priorität, da hier ein erhebliches Retentionspotenzial verborgen ist. Das ausgeprägte Grabennetz

entlang der Straßenseitenräume und auf Hintergrundstücken Oldenburgs weist bspw. ein Rückhaltevolumen in einer Größenordnung von rd. 50.000 m³ auf.

Sanierungsmaßnahmen im städtischen Raum

Es ist grundsätzlich sinnvoll, für die Haaren und ihre Nebengewässer einen **Gewässerentwicklungsplan** aufzustellen. In Zusammenarbeit von Wasserwirtschaft, Naturschutz, Landwirtschaft, Kommune und weiteren Beteiligten sollten die Weichen für die Entwicklung zu einem Fließgewässer im Sinne der WRRL gestellt. Auf diese Art und Weise finden die Belange **aller** Beteiligten Berücksichtigung. Nur so kann ein **gemeinsames** Ziel entwickelt und auch erreicht werden.

Von herausragender Bedeutung im Zusammenhang mit der Maßnahmenplanung ist der ökonomische Aspekt. Auch dieser Faktor muss bereits im Vorplanungsstadium eines Gewässerentwicklungsplanes unter Mitwirkung aller Beteiligten behandelt werden. Fest steht, dass Investitionen zur Erreichung des guten Gewässerzustandes unumgänglich sind, da die WRRL als ein langfristig angelegtes Qualitätsmanagement-Element zu verstehen ist.

Die zum Einsatz kommenden Maßnahmen beeinflussen sich in ihrer Wirkung gegenseitig. Zum Beispiel kann eine Reduzierung der Einleitungsmenge eine Erhöhung der stofflichen Belastung nach sich rufen. Im Rahmen dieses Pilotprojektes werden aus diesem Grunde ausschließlich Lösungskonzepte vorgeschlagen.

Ein Grundproblem der WRRL ist ihr bislang geringer Bekanntheitsgrad. Aus diesem Grund sollte das Thema „**Öffentlichkeitsarbeit**“ als Maßnahme hochrangig eingestuft werden. In Oldenburg laufen bereits vereinzelt Kleinprojekte, wie z.B. „Nachhaltig guter Umgang mit dem Niederschlagswasser in Oldenburg“ oder „Kleingräben, Straßenseitengräben - Bedeutung und Funktion“ der Lokalen Agenda-Gruppen, die im Sinne der WRRL agieren. Eine weitere Möglichkeit wäre die Schaffung von Bachpatenschaften, bei denen Anwohner oder Interessierte sich um „ihren“ Bach kümmern. Der entscheidende Vorteil dieser **kleinen Einzelmaßnahmen** erbringt naturgemäß erst in der Summe eine nachhaltige ökologische Bedeutung, bewirkt jedoch eine Sensibilisierung der Bürger für ihre Gewässer und für die Schaffung einzelner Kleinstbiotope.

Größtes Problem im Stadtgebiet ist der durch die Versiegelung verschärfte Einleitungsabfluss in die Vorfluter. Erste Maßnahme sollte immer die Ursachenbekämpfung sein, in diesem Fall die **Abflussvermeidung und -verringerung**. Neben

Entsiegelungen mittels durchlässiger Oberflächenbeläge, Gründächern und der Regenwassernutzung seien hier vor allem Mulden-Rigolen-Systeme genannt, welche den Abfluss der Siedlungs- und Verkehrsflächen zumindest anteilig versickern lassen.

Auch durch die **Öffnung vorhandener Verrohrungen** kann sowohl ein verzögerter Abfluss (Speicherwirkung des offenen Grabensystems) als auch eine ökologische Bereicherung erzielt werden. Diese Maßnahme bietet sich ganz besonders in Oldenburg an, da das Kanalnetz hier ohnehin aus einem Zusammenschluss offener Gräben und klassischer Rohrleitungen besteht.

Ein weiterer Faktor zur Abflussschärfung bietet die **Aktivierung der vorhandenen Teiche** zu Regenrückhaltebecken. Es ist im Einzelfall zu prüfen, inwieweit sich das durch eine Umgestaltung der Zu- und Ablaufbauwerke verwirklichen bzw. durch die temporäre schadlose Überstauung des umliegenden Grünlandes unterstützen lässt.

Als Ausgleich zur "Unrealisierbarkeit" der erforderlichen Rückhaltevolumina im städtischen Raum sollten Maßnahmen zur **Verbesserung der Gewässerstruktur** anvisiert werden, wie es im BWK-M3 vorgesehen ist (Förderung der faunistischen Durchgängigkeit, Ersatz naturferner Baustoffe bei der Sohl- und Ufersicherung durch Lebendbaustoffe, Auflösung von Sohlprüngen durch Sohlgleiten, Einbringung standortgerechter Sohlsubstrate, Veränderungen der Laufstruktur (Aufweitungen, Verengungen) u.ä.).

Dem Problem des Sauerstoffmangels kann am einfachsten durch eine **Beschattung der Vorfluter** begegnet werden. Bäume, vorzugsweise Erlen, sollten mindestens am Südufer der Vorfluter gepflanzt werden (niedrigere Wassertemperatur, höherer Sauerstoffgehalt, Verringerung der Ammoniakkonzentration in Abhängigkeit des pH-Wertes).

Das zu große Maß an **Feststoffeinträgen** in die Vorfluter sollte wo immer es möglich ist (z.B. Baugebiete) durch Rückhaltung am Entstehungsort reduziert werden. Durch eine naturnahe Gestaltung der offenen Gräben im Stadtgebiet ließe sich in diesem Bereich eine Verringerung erzielen. Ausgebrachter Streusand müsste von der Straßenreinigung wieder aufgenommen werden, anstatt über die Kanalisation in die Gewässer zu gelangen. Der Austausch von Trocken- in Nassgullies sowie die Erhöhung der Straßenreinigungsintervalle stellen Maßnahmen mit eher geringer Wirksamkeit dar, sollten aber nicht von vornherein ausgeschlossen werden und zumindest bei Neuplanungen Berücksichtigung finden.

Die Reduzierung der aus den Siedlungseinflüssen stammenden Feststoffe ist von herausragender Bedeutung für die Erreichung der Ziele der WRRL.

Sanierungsmaßnahmen im ländlichen Raum

Die Maßnahmen im ländlichen Raum beschränken sich im Wesentlichen auf die **Verbesserung der Gewässerstruktur** und die **Reduzierung der Feststoffeinträge**. Das Problem Flächenmangel entlang des Gewässers, wie es in der Stadt vorherrscht, wird im ländlichen Raum durch das Problem Nutzungskonflikte ersetzt. Diese Tatsache verdeutlicht die Wichtigkeit eines **Gewässerrandstreifens** und des **Baumbestandes am Ufer**. Der ungenutzte Randstreifen bietet dem Gewässer eine Pufferzone zu den Einträgen der Landwirtschaft und den gewässerbegleitenden Pflanzen und Tieren ihren Lebensraum.

Die überdimensionierten breiten Ausbauprofile sind mittelfristig durch **gegliederte Profile** zu ersetzen, welche eine schmale schnell fließende Rinne für den Mittelwasserabfluss bereitstellen und über ein- oder zweiseitigen Zwischenbermen den Raum für den Hochwasserabfluss. Optimal wären **Laufverlängerungen** an vorhandenen Sohlprüngen und die Initiierung einer **eigendynamischen Gewässerentwicklung** zur Schaffung einer verbesserten Gewässerstruktur.

Von entscheidender Bedeutung für den Erfolg der Restrukturierung ist zudem eine **maßvolle Gewässerunterhaltung**. Im Zuge der Novellierung des NWG 2004 wurde der Unterhaltungsbegriff neu definiert. Als Unterhaltungsziel wurden die ökologischen Anforderungen mit den hydraulischen Anforderungen gleichgestellt.

Die oben aufgeführten Maßnahmen entstammen dem vom NLWKN veröffentlichten „Leitfaden Maßnahmenplanung“, der auch Grundlage für die konkrete Planung der Maßnahmen, bzw. der Aufstellung des Gewässerentwicklungsplanes sein sollte.

Interdisziplinäres Arbeiten

Generalentwässerungspläne und Gewässerentwicklungspläne werden häufig zu eindimensional bearbeitet.

Der Schwerpunkt des GEP wird, je nach örtlichen Problemschwerpunkten und Finanzierungsumfang des GEP, auf quantitative Mengenberechnungen (Überlastungsschwerpunkte) oder auf bauliche Zustandsanalysen gelegt. Der Fokus von Gewässerentwicklungsplänen vernachlässigt – häufig durch fehlende Daten – die

Einflüsse aus dem städtischen Umfeld (Einfluss von Einleitungen).

Durch die parallele Bearbeitung von GEP und den Nachweisen der WRRL konnten im Zuge der Projektbearbeitung viele Vorteile genutzt werden, da beide Projekte sich gegenseitig ergänzen und voneinander profitieren. Das Entfallen der Planungsgrenzen zwischen Kanalnetz und Gewässer bietet die Möglichkeit einer ganzheitlichen Betrachtung, welche nicht nur ökologische, sondern auch ökonomische Vorteile in sich birgt.

Ausblick

Aufbauend auf diesem Pilotprojekt ist zukünftig die Realisierung der vorgestellten Maßnahmen für die Haaren unter Berücksichtigung der Bewirtschaftungskonflikte zu prüfen.

Die wichtigste Voraussetzung, um dieses Ziel zu erreichen, ist eine enge Zusammenarbeit aller Beteiligten. Nur so kann fachübergreifendes Wissen zusammengetragen und bestmöglich nach Abwägung der ökologischen und ökonomischen Belange für die Optimierung der Haaren und ihrer Nebengewässer eingesetzt werden.

Die Untersuchungsergebnisse dieses Pilotprojektes geben Hinweise und Leitlinien für die Entwicklung von Maßnahmen mit dem Ziel einer ökologischen Verbesserung der Haaren im Sinne der WRRL.

Die Bearbeitung des Projektes in Form eines integrierten Nachweis- und Berechnungsansatzes von Generalentwässerungsplanung und den Zielen der WRRL sollte über Fachgremien einem breiteren Publikum vorgestellt werden und Aufnahme in die Leistungskataloge entsprechender Projekte finden.

Aufgestellt: Westerstede im April 2008

Bearbeitet: Dipl.-Ing. Anja Riegel
Ingenieurbüro Börjes

Dipl.-Ing. Wolfgang Koenemann
Ingenieurbüro Börjes

Dipl. Biol. Susanne Grube
Ingenieurbüro Börjes