

Nebel bei Hoppenrade: Vorbereitung, Planung und Durchführung einer Fließgewässersanierung nach WRRL

Jutta Kausmann & Dietmar Mehl

Dipl.-Ing. Jutta Kausmann

Staatliches Amt für Umwelt und Natur Rostock
18059 Rostock, Erich-Schlesinger-Straße 35
email: poststelle@staunhro.mv-regierung.de

Dr. rer. nat. Dr. agr. Dietmar Mehl

biota - Institut für ökologische Forschung und Planung GmbH
18246 Bützow, Nebelring 15
email: postmaster@institut-biota.de

Zusammenfassung

Das Staatliche Amt für Umwelt und Natur Rostock führt für den Flußabschnitt der Nebel bei Hoppenrade (Land Mecklenburg-Vorpommern, Landkreis Güstrow) in den Jahren 2005 und 2006 eine „Strukturverbesserung“ mit dem Ziel durch, den Gewässerabschnitt nach den Maßgaben und Kriterien der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) in einen „guten Zustand“ zu überführen und, zumindest in einem Entwicklungskorridor, auch den Zustand des Moores zu verbessern.

Der Beitrag beschäftigt sich mit den Ausgangs- und Rahmenbedingungen, den vorbereitenden Arbeiten sowie dem Planungs- und Genehmigungsprozeß und beleuchtet dabei u.a. ökologische und naturschutzfachliche Anforderungen, technische Lösungen sowie den Beitrag der Flurneuordnung im Zusammenhang mit eigentumsrechtlichen und nutzungsbezogenen Fragen.

1 Einleitung

Seit dem Inkrafttreten der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) im Jahr 2000 sind neue Handlungsansätze des Gewässerschutzes erforderlich. Das operative Ziel der Richtlinie besteht im Erreichen einer guten ökologischen Qualität und eines guten chemischen Zustands der Oberflächengewässer sowie eines guten quantitativen und chemischen Zustands des Grundwassers. Die WRRL orientiert dabei insbesondere auf eine flußeinzugsgebietsbezogene Ausrichtung wasserwirtschaftlicher Planung und Umsetzung, eine breite Beteiligung und Einbeziehung der Öffentlichkeit in Planungs- und Entscheidungsabläufe, ganzheitliche Gewässerbewertungsansätze, spezielle Strategien zur Verringerung bzw. Verhinderung der Belastung mit gefährlichen Stoffen sowie kostendeckende Wasserpreise.

Priorität bei der Umsetzung der WRRL hinsichtlich der Oberflächengewässer haben zunächst die Fließgewässer mit einem Eigeneinzugsgebiet von $\geq 10 \text{ km}^2$ und die Standgewässer mit einer Flächengröße von $\geq 0,5 \text{ km}^2$ (50 ha). Wesentliche Zielstellungen des Gewässerschutzes sind hierbei:

- Erreichung der natürlichen ökologischen Durchgängigkeit der Gewässersysteme (Aspekt der hydromorphologischen Qualitätskomponenten nach WRRL)
- Erhaltung bzw. Erreichung einer möglichst hohen ökologischen Funktionsfähigkeit der Gewässer (mindestens guter ökologischer Zustand bzw. gutes ökologisches Potential)

nach WRRL) durch Schutz- oder Sanierungs-/Renaturierungsmaßnahmen, damit Erhaltung bzw. Verbesserung der Lebensraumfunktionen für die standorttypische Lebewelt

- Verminderung der Nähr- und Schadstoffeinträge in die Oberflächengewässer und das Grundwasser (mindestens guter chemischer Zustand)
- Vermeidung bzw. Verminderung des Eintrags gefährlicher Stoffe in die Oberflächengewässer und das Grundwasser (mindestens guter chemischer Zustand)
- Erhaltung bzw. Verbesserung des Zustands der unmittelbar vom Wasser abhängigen Landökosysteme (Feuchtgebiete)

Eine beispielhafte Sanierungs- bzw. Renaturierungsmaßnahme eines Fließgewässerabschnitts im Sinne der WRRL soll im folgenden dargestellt werden. Dabei handelt es sich um die Nebel, die als rechtsseitiger Nebenfluß der Warnow zu den größeren und vor allem in großen Teilen naturnahen Fließgewässern in Mecklenburg-Vorpommern zählt (oberirdisches Einzugsgebiet: 998 km², vgl. LUNG M-V 2001, 73 km Länge, mittlere Abflußspende M_q am Pegel Güstrow = 5,3 l*s⁻¹*km⁻², vgl. MEHL 2004). Im Bereich der Gemeinde Hoppenrade, einem Teilgebiet des Amtes Krakow am See, quert der Fluß Nebel eine große degradierte Moorniederung, die aktuell als Grünland genutzt wird. Zusammen mit ihrem Talraum ist die Nebel Naturschutz- und FFH-Gebiet. Die Nebel fließt im relevanten Bereich entlang des östlichen Niederungsrandes in nördliche Richtung auf ca. 1.600 m in einem weitestgehend ausgebauten, vertieften und begradigten Regelprofil (Abb. 1 bis 3).

Das Vorhaben wurde entsprechend fachlich vorbereitet, indem nach der Erstellung eines wasserwirtschaftlichen Gewässerentwicklungsplanes (BIOTA 1994, vgl. Grundlagen und Zielstellungen eines Gewässerentwicklungsplanes in THIELE et al. 2003, THIELE & DEGEN 2004) sowie eines naturschutzfachlichen Pflege- und Entwicklungsplanes (BIOTA 1998) eine Machbarkeitstudie zur Strukturverbesserung für diesen Gewässerabschnitt erarbeitet wurde (ARGE KULTA & BIOTA 2002). Danach läßt sich die Erreichung des guten Zustands nach WRRL im gebotenen Zeitrahmen (WRRL-Fristsetzung bis Dezember 2015) nur über naturnah ausgeführte technische (wasserbauliche) Eingriffe und die Wiederherstellung einer höchstmöglichen strukturellen Eigendynamik der Nebel erreichen.

2 Rahmenbedingungen und Restriktionen

2.1 WRRL-Anforderungen

Zur Abgrenzung von Wasserkörpern in Fließgewässern gemäß EU-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) wurde unlängst eine detaillierte Fließgewässertypenkarte (Typen im Sinne von Leitbildern) für Mecklenburg-Vorpommern auf Basis des digitalen Gewässernetzes „DLM 25 (W)“ erstellt (BIOTA 2004a). Für das WRRL-relevante Fließgewässernetz in Mecklenburg-Vorpommern, das sind Fließgewässer mit mindestens 10 km² oberirdischem Einzugsgebiet, war dabei eine Überarbeitung bzw. Anpassung der durch die Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) vorgegebenen Fließgewässertypen in inhaltlicher und räumlich-konkreter Hinsicht geboten. Wesentliches Kriterium der Bearbeitung war mithin die Berücksichtigung der im Bundesland auftretenden realen landschafts- und gewässerökologischen Konstellationen (s. u.a. MEHL, 1998, MEHL & THIELE 1998), demnach eine regionalspezifische Detaillierung und Konkretisierung.

Der Nebel im Raum Hoppenrade wurde als Leitbild dem LAWA-Typ 12 „Organisch geprägte Flüsse“ zugeordnet (BIOTA 2004b). Dies ist ein verbreiteter Fließgewässertypus der Niederungen, der geprägt ist durch dominante, gewässerbegleitende Moore verschiedener Genese, Breite und Tiefenmächtigkeit. Dabei sind im Gewässernahraum häufig Überflutungsmoore (relativ ausgedehnte amphibische Zonen) anzutreffen, während die Niederung ganzjährig grundwasserdominiert ist. Bei Hochwasser kommen ausgedehnte Überflutungen vor. Das Talbodengefälle ist sehr gering (dominierend $\leq 0,5\text{‰}$... $\leq 1\text{‰}$, vereinzelt bis $\leq 5\text{‰}$), so daß bei natürlicherseits starker Neigung zur Schlingen- und Mäanderbildung des Fließgewässers ein gemächliches, teilweise träge fließendes Strömungsbild vorherrscht. An stauenden Hindernissen (z.B. Sturzbäume, Totholzbarrieren) kann es örtlich schnell fließend erscheinen.

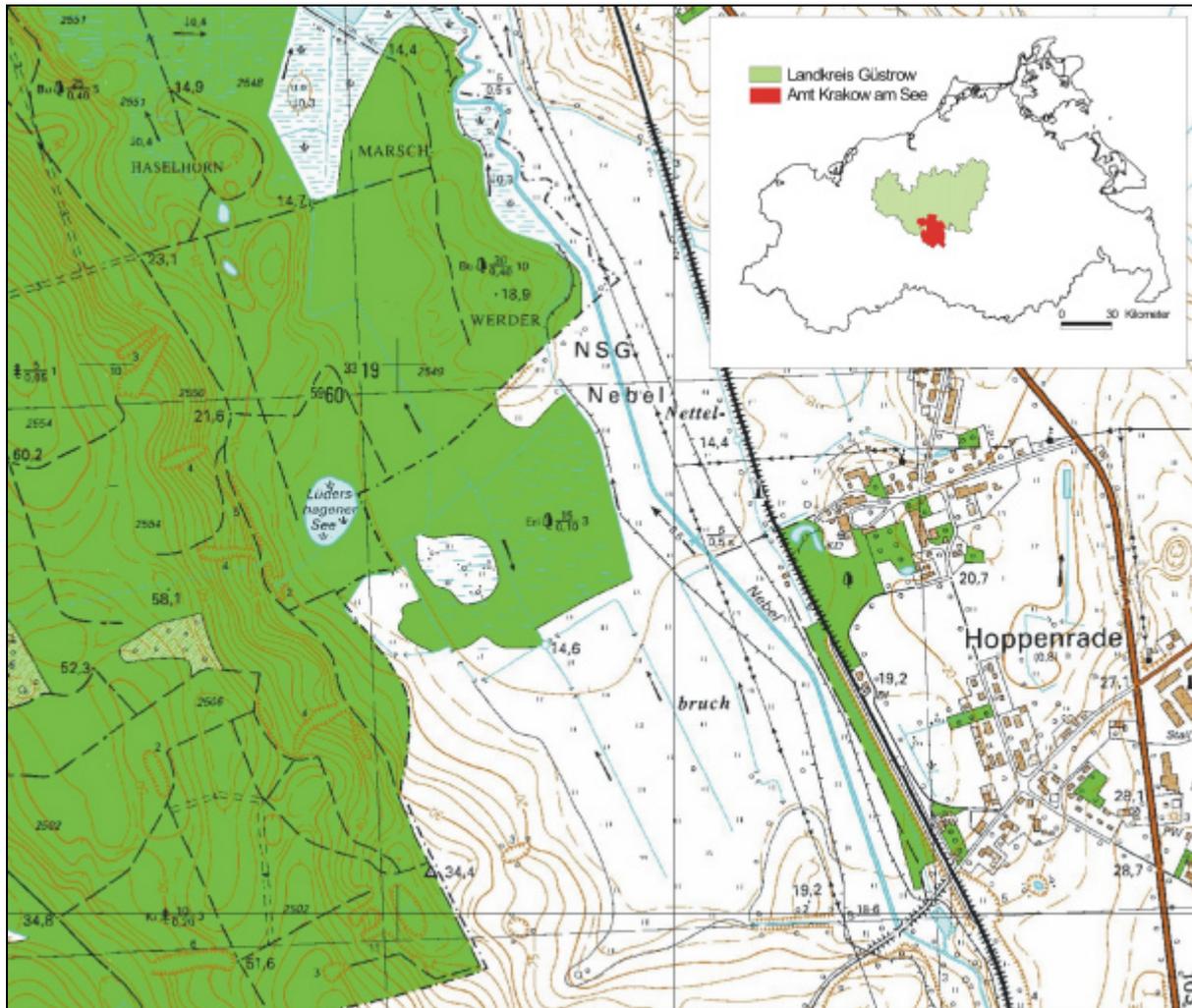


Abbildung 1: Lage des Planungsraumes „Nebel bei Hoppenrade“ (Amt Krakow am See)

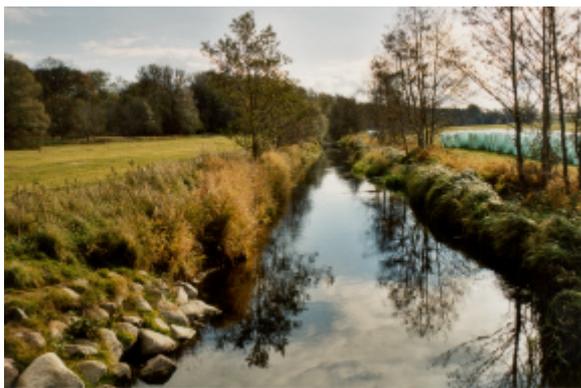


Abbildung 2: Aktueller Nebelverlauf, stark begradigt und ausgebaut, teilweise Uferbefestigung, Nutzung bis dicht ans Gewässer



Abbildung 3: Östliche bewirtschaftete Niederung der aktuellen Nebel unterhalb der Straßenbrücke Lüdershagen

Bei der flußbegleitenden Niederung der Nebel handelt es sich um ein typisches Flußtalmoor (SUCCOW & JOOSTEN 2001), das als Durchströmungsmoor über einem Verlandungsmoor ausgebildet ist. Riedtorfe stehen über z. T. sehr mächtigen Kalk- und Organomudden an und erreichen 4-5 m Mächtigkeit (Abb. 4). In der Nähe der Nebel sind diese von mineralreichem

Material (Aushub der Nebel) überdeckt. Mäßige bis starke Vererdungserscheinungen sind eine Folge der durchgeführten Flächenentwässerungsmaßnahmen und der Vertiefung der Nebel. Die Bodentypen reichen von Riedfen bis Fen (MEHL et al. 1995).

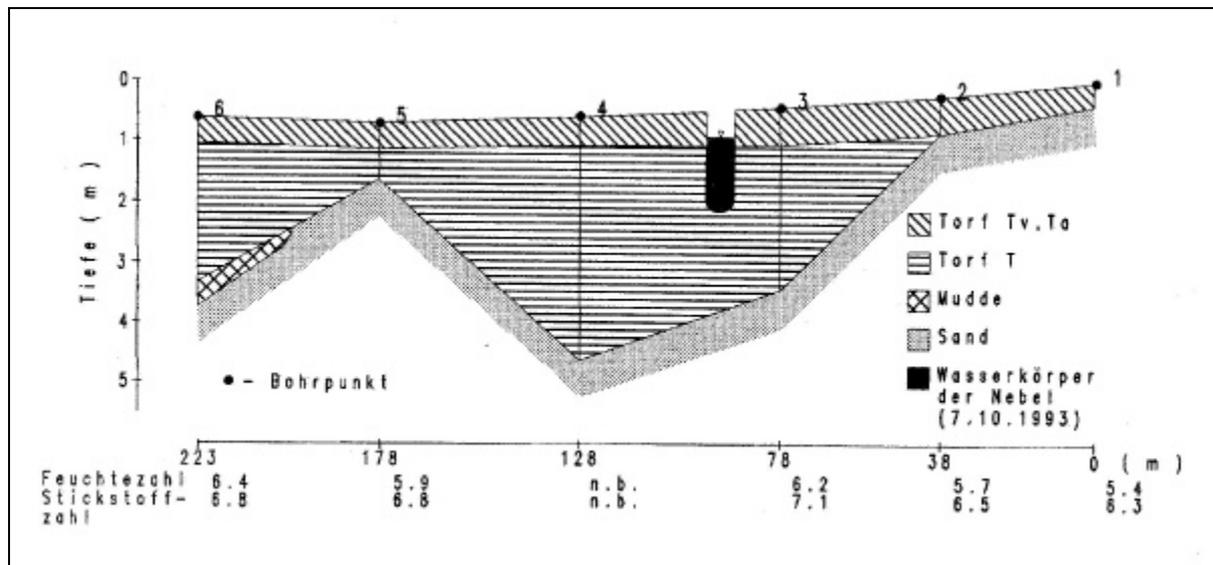


Abbildung 4: Moorprofil der Nebel bei Hoppenrade (aus MEHL et al. 1995)

Nach dem 1. moorhydrologischen Hauptsatz gilt für Moore: „Das Wasser muß im langfristigen Mittel nahe an, in oder über der Oberfläche stehen, damit Torf akkumuliert wird, das Moor also wächst“ (EDOM 2001). SUCCOW & RUNZE (2001) sehen die Möglichkeit, bei der Revitalisierung von Flußtalmooren kurzfristig flußnah Wasserregime zu etablieren, die denen von Auen-Überflutungsmoor-Standorten ähneln. Von daher ist als moorhydrologisches Leitbild in Gewässernähe ein Auenüberflutungsregime (KOSKA 2001) zugrunde zu legen. Dabei muß eine möglichst lang andauernde Winter- und Frühjahrsüberflutung der relevanten Niederungsbereiche erreicht werden. Die hochmineralisierten, verdichteten und damit schwer durchlässigen Torfe werden überstaut, es entstehen phasenhafte oder ständige Flachwasserstandorte. Als potentiell natürliche Vegetation sind insbesondere zu erwarten (SUCCOW & RUNZE 2001):

- Erlenbruchwälder im Gleichgewicht von Torfbildung und -abbau
- Schilfröhrichte mit potentieller Torfspeicherung
- Großseggenriede mit Torfspeicherung
- Bruchgebüsche vornehmlich aus Grauweide, teilweise auch Bruchwälder aus Baumweide bei fehlender Tordbildung

Für das weitere Umfeld, den größten Teil der Niederung, ist als Leitbild ein Durchströmungsmoor zugrunde zu legen, das eine Aktivierung des Grundwasserzustromes von den Talrändern her voraussetzen würde. Weitere Bedingung ist das Etablieren eines Grundwasserregimes im Sinne von KOSKA (2001), das durch ganzjährig möglichst geringe Grundwasserflurabstände ein Reaktivieren des Moorwachstums ermöglichen würde.

Bei der Querprofilgestaltung der zu renaturierenden Nebel ist diesen Entwicklungszielen durch relativ hohe Wasserstände Rechnung zu tragen (Abb. 5 und 6). Vor allem ist sicherzustellen, daß im Spätwinter und Frühjahr bei Hochwasser möglichst langanhaltend und raumgreifend eine Überflutung der Gewässerrandbereiche erreicht wird. Der Überschwemmungsbereich mit seinem Moorkörper muß sich im Winter und Frühjahr „voll Wasser saugen“. Zudem wird das seitlich zufließende Grundwasser im Moorkörper des Durchströmungsmoores zurückgestaut, was insgesamt zu einer verzögerten Wasserabgabe an das Fließgewässer führt. Durch Beschattung und Struktureichtum wird eine Dämpfung von Temperaturextremen und von Austrocknungsvorgängen erreicht. Eine hohe Habitatdiversität und möglichst

Restwasserflächen schaffen günstige hygrische und thermische Voraussetzungen für eine standorttypische Flora und Fauna.

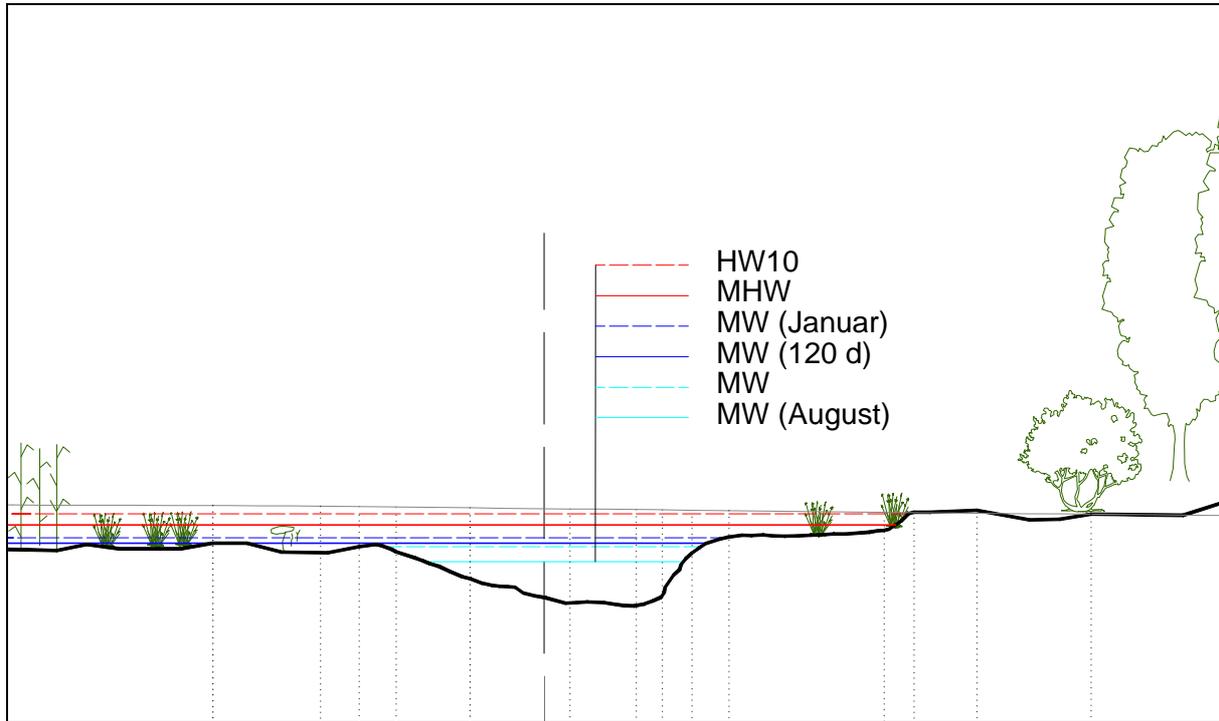


Abbildung 5: Prinzipskizze zur naturnahen Querprofilgestaltung: zeitlich überwiegend hohe Wasserstände beim LAWA-Gewässertypus „Organisch geprägter Fluß“



Abbildung 6: Spätwinterliches Hochwasser an der Nebel unmittelbar unterhalb des Planungsraums

2.2 FFH-Anforderungen

Um die besonderen naturschutzfachlichen Aspekte und Anforderungen zu prüfen, hat das Staatliche Amt für Umwelt und Natur Rostock eine FFH-Verträglichkeitsuntersuchung des Vorhabens durchgeführt (STAUN ROSTOCK 2005), wobei auch drei speziell angefertigte Fachgutachten zu FFH-Arten Eingang fanden (zu *Vertigo moulinsiana* – Bauchige Windelschnecke, zu *Unio Crassus* – Bachmuschel sowie zum Fisch- und Neunaugenbestand, insbesondere FFH-Arten Bachneunauge – *Lampetra planeri* und Steinbeißer – *Cobitis taenia*).

Die amtliche Prüfung führte zum Ergebnis, daß das Vorhaben insgesamt den Zielen des Naturschutzes entspricht und konsequent auch die Grundsätze des § 2 LNatG M-V umsetzt. Insofern ist auch bei der Vorhabensverwirklichung keine erhebliche und nachteilige Beeinträchtigung der Erhaltungs- und Entwicklungsziele des Gebiets oder seiner maßgeblichen Bestandteile zu befürchten. Dennoch müssen insbesondere folgende bauseitige Vermeidungs- und Minimierungsmaßnahmen eingehalten bzw. naturschutzfachliche Monitoringmaßnahmen ergriffen werden:

- Aussparung naturschutzfachlich sensibler Bereiche von bestimmten Arbeiten (z.B. Ablagerung von Bodenaushub)
- Modifizierung des technischen Bauablaufes bezüglich Reihenfolge und Zeitraum der Arbeiten, Verhinderung von Sanddrift im Gewässer, Zwischenlagerung von Grassoden mit Vertigo-Beständen, Beachtung des Fischaufstieges
- Umsetzen von *U. crassus* und Querdern des Bachneunauges (Larvenform der Rundmäuler) vom Altlauf in den neuen Nebellauf
- Abfischen und Umsetzen der Fische aus dem Altlauf
- Artenmonitoring auf Probeflächen bzw. in Probegewässerstrecken

2.3 Flächenbereitstellung sowie Beteiligungs- und Genehmigungsverfahren

Ausgehend von einem „integrierten ländlichen Entwicklungskonzept“, das für den Bereich des Amtes Krakow am See erarbeitet wurde (BIOTA 2004b), konnte das Vorhaben der Nebelsanierung in Abstimmung zwischen Staatlichem Amt für Umwelt und Natur Rostock sowie Amt für Landwirtschaft Bützow in das laufende Bodenordnungsverfahren „Hoppenrade“ integriert werden. Dabei ist der positive und beschleunigende Beitrag integrierter ländlicher Entwicklungskonzepte und der Flurneuordnung zur Umsetzung von FFH- und Wasserrahmenrichtlinie in Mecklenburg-Vorpommern besonders bemerkenswert (MEHL & BITTL 2005).

Durch die Bodenordnung mußten auftretende Nutzungskonflikte unter Beachtung der Interessen der Grundstückseigentümer sachgerecht gelöst und Bedarfsflächen schnell bereitgestellt werden. Neben einem stark zersplitterten Grundbesitz und einem überwiegendem Anteil von Erbgemeinschaften als Grundstückseigentümer stand der rückständige Grunderwerb der zu DDR-Zeiten erfolgten Gewässerbegradigung einer Lösung im Wege (Abb. 7). Insgesamt erforderte dies ein optimiertes Abstimmungs- und Genehmigungsverfahren.

Während zum einen die wasserwirtschaftliche Planung durch das Staatliche Amt für Umwelt und Natur Rostock vorangetrieben wurde, erfolgte parallel die Einordnung in das örtliche Bodenordnungsverfahren. Bodenordnungsverfahren nach dem Flurbereinigungsverfahren können zur Verbesserung der Produktions- und Arbeitsbedingungen in der Land- und Forstwirtschaft sowie zur Förderung der allgemeinen Landeskultur und der Landentwicklung dienen. Allerdings verfolgen die Verfahren nach dem 8. Abschnitt des Landwirtschaftsanpassungsgesetzes in erster Linie andere Zielsetzungen, die sich aus den §§ 1 f. des LwAnpG ergeben, so vor allem um die Bewältigung der Folgen einer eigentumsunabhängigen Landnutzung und Bewirtschaftung auf dem Gebiet der ehemaligen DDR und der Schaffung leistungs- und wettbewerbsfähiger landwirtschaftlicher Betriebe. Diese spezialgesetzliche Aufgabe kann aber nicht losgelöst von den sonstigen Rahmenbedingungen erfüllt werden, so daß in Mecklenburg-Vorpommern die Verfahren nach dem 8. Abschnitt des LwAnpG immer in Verbindung mit dem FlurbG angeordnet werden. Dadurch wird eine nachhaltige Lösung der aus dem LwAnpG resultierenden Aufgaben mit weiteren Vorhaben zur nachhaltigen Entwicklung der ländlichen Räume kombiniert, wobei diese weiteren Vorhaben durch notwendige Eigentumsregelungen unterstützt und finanziell gefördert werden (weitergehende Ausführungen bei MEHL & BITTL 2005).

Insofern wurde die komplette Maßnahme nach Vorlage der wasserwirtschaftlichen Genehmigungsplanung inklusive Beteiligung der Träger öffentlicher Belange eigentums- und baurechtlich durch die obere Flurneuordnungsbehörde in Mecklenburg-Vorpommern, das Mini-

sterium für Ernährung, Landwirtschaft, Forsten und Fischerei, genehmigt. Dieser Beschluß „Maßnahmenplan Teil 1 für das BNV Hoppenrade“ wurde am 11.05.2005 gefaßt und erübrigt eine eigenständige wasserrechtliche Genehmigung nach WHG.

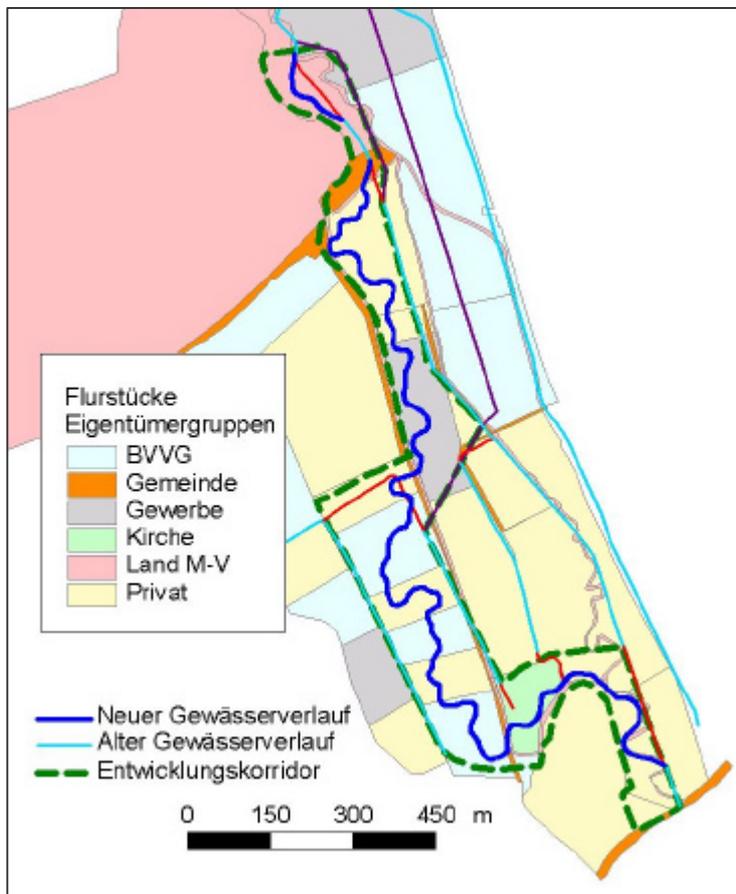


Abbildung 7: Eigentumsstruktur im Planungsraum (Nord-Süd-Erstreckung); aus MEHL & BITTL (2005)

3 Planerische Lösungen

3.1 Hydrologisch-hydraulische Grundlagen

Für die Ermittlung der planungsrelevanten Durchflüsse wurden hydrologische Daten der Pegel Güstrow/Nebel (Pegelkennzahl 04437.0) und Ahrenshagen/Nebel (04440.0) zugrundegelegt (Tab. 1). Dabei erfolgte mittels Analogiebetrachtungen über die Einzugsgebietsgröße die Übertragung der Durchflüsse auf das Projektgebiet. Daraus wurden unter anderem die Durchflusssituationen MQ (mittlerer jährlicher Durchfluß), MHQ (mittlerer Hochwasserdurchfluß), HQ₅ und HQ₁₀ (relevante Hochwasserdurchflüsse für den Bereich landwirtschaftlicher Nutzflächen mit Wiederkehrintervallen 5 und 10 Jahre) zum Nachweis der Wasserstände im geplanten Nebellauf ausgewählt.

Darüber hinausgehend sind weitere Durchflusssituationen für die hydraulischen Berechnungen (detailliertere Darstellung der Durchflußverhältnisse im Plangebiet) herangezogen worden. Dazu gehören unter anderem die langjährigen mittleren Durchflüsse im Monat Januar (MQ_{Januar}) sowie im Monat August (MQ_{August}). Auf Basis dieser Angaben soll das mittlere jährliche Durchflußverhalten des geplanten Gewässerlaufes veranschaulicht werden. Der Januar stellt dabei im langjährigen Verhalten den Monat mit den höchsten Durchflüssen dar. Im August sind dagegen die geringsten Durchflüsse zu erwarten (vgl. Abb. 8).

Hauptzahl	Durchfluß [m³/s]
MNQ	0,448
MQ	1,470
MHQ	4,210
HQ ₂	4,140
HQ ₅	5,430
HQ ₁₀	6,170
HQ ₂₀	6,810
HQ ₂₅	6,990
HQ ₅₀	7,530
HQ ₁₀₀	8,020

Tabelle 1: Hauptzahlen des Pegels Ahrenshagen/Nebel (04440.0) Reihe 1955/1999

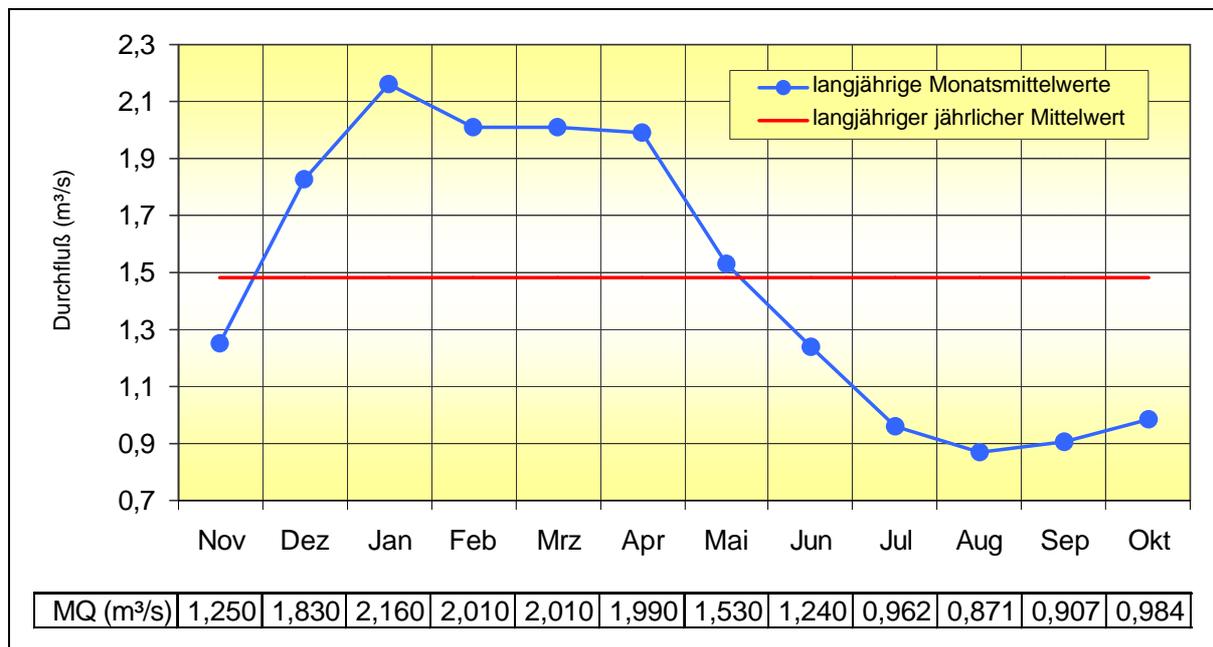


Abbildung 8: Mittleres langjähriges Durchflußverhalten (Reihe 1955/1999) der Nebel am Pegel Ahrenshagen (0444.0)

Tabelle 2: Mittlere Überschreitungsdauern in Tagen für Durchfluß von 1,7 m³/s am Pegel Ahrenshagen/Nebel (0444.0)

	Mittlere Überschreitungsdauer (d)		Mittlere Überschreitungsdauer (d)
November	6	Mai	10
Dezember	15	Juni	5
Januar	20	Juli	2
Februar	18	August	1
März	20	September	1
April	19	Oktober	2
Jahr	118		

Des Weiteren wurde eine Durchflußsituation ($Q_{\text{Ausuferung}}$) betrachtet, bei der es auch im Frühjahr/Frühsummer zu Ausuferungen in die Wasserwechselzone kommen soll (ökologisches Leitbild). Demzufolge muß der zu ermittelnde Durchfluß auch in den Monaten April, Mai und

Juni eine ausreichende Überschreitungsdauer aufweisen. Die Bestimmung des mittleren Durchflusses erfolgte anhand mittlerer Dauerlinien (Reihe 1955/1999, abzissengemittelte Dauerlinien, vgl. DYCK & PESCHKE 1983) sowohl für die einzelnen Monate, als auch für das gesamte Jahr (vgl. Tab. 2 und Abb. 9). Ergebnis dieser Betrachtungen ist ein Durchfluß von 1,7 m³/s für die Nebel am Pegel Ahrenshagen, der im Mittel rund 120 Tage im Jahr überschritten wird. Aus den hydrologischen Betrachtungen ergaben sich für den Planungsabschnitt die Durchflüsse (Tab. 3), die Grundlage der hydraulischen Berechnungen waren.

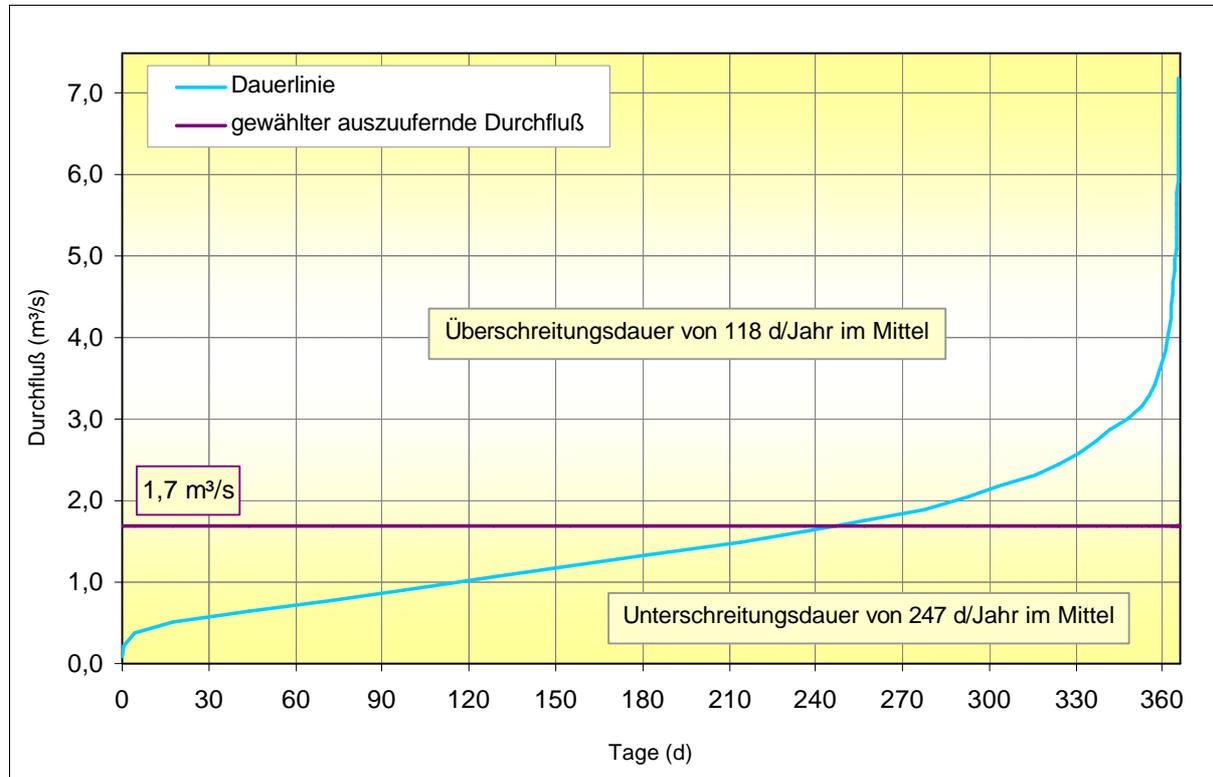


Abbildung 9: Abzissengemittelte Dauerlinie für den Pegel Ahrenshagen/Nebel (0444.0)

Tabelle 3: Ermittlung relevanter Durchflüsse für die Nebel im Raum Hoppenrade als Grundlage für die hydraulische Berechnungen (ungerundet)

Pegel Ahrenshagen (0444.0)				Projektgebiet (Nebel im Raum Hoppenrade)	
Einzugsgebiet	238,7 km ²	Abflußspende [l/s km ²]		Einzugsgebiet	263,1 km ²
Durchfluß [m ³ /s]		Abflußspende [l/s km ²]		Durchfluß [m ³ /s]	
MQ _a	1,470	Mq	6,2	MQ_a	1,620
MHQ	4,210	MHq	17,6	MHQ	4,640
HQ ₅	5,430	Hq ₅	22,7	HQ₅	5,985
HQ ₁₀	6,170	Hq ₁₀	25,8	HQ₁₀	6,801
HQ ₅₀	7,530	Hq ₅₀	31,5	HQ₅₀	8,300
HQ ₁₀₀	8,020	Hq ₁₀₀	33,6	HQ₁₀₀	8,840
MQ _{August}	0,871	Mq _{August}	3,6	MQ_{August}	0,960
MQ _{Januar}	2,160	Mq _{Januar}	9,0	Q_{Januar}	2,381
Q _{Ausuferung}	1,700	q _{Ausuferung}	7,1	Q_{Ausuferung}	1,874

Die hydraulischen Berechnungen zum Nachweis der Wasserstände in der Nebel für die verschiedenen Durchflusssituationen wurden mit dem EDV-Programmsystem Jabron 6.2 durchgeführt. Das Programm ermöglicht sowohl die Berechnung der örtlichen Gerinnkapazität mit einem stationär gleichförmigen Ansatz als auch die Wasserspiegellagenberechnung für stationär ungleichförmigen Abfluß, wobei die Berechnungsalgorithmen wahlweise auf dem Ansatz nach MANNING/STRICKLER oder auf dem allgemeinen Fließgesetz nach DARCY/WEISBACH basieren.

Gemäß DVWK-Merkblatt 220 („Hydraulische Berechnung von Fließgewässern“, 1991) wird zur Abflußberechnung von naturnahen Fließgewässern das wissenschaftlich fundierte Fließgesetz nach DARCY/WEISBACH empfohlen:

$$Q = \frac{1}{\sqrt{I}} \cdot \sqrt{8 \cdot g \cdot R \cdot I_e} \cdot A$$

mit g = Erdbeschleunigung

I = Widerstandsbeiwert nach COLEBROOK/WHITE

$$\frac{1}{\sqrt{I}} = -2 \lg \left(\frac{k_s / R}{14,84} \right)$$

mit k_s = äquivalente Sandrauheit (Sohlräuheit)

Bei einem in Hauptgerinne und Vorland gegliederten Querprofil (insbesondere bei Hochwasser) treten auf Grund der unterschiedlichen Fließgeschwindigkeiten im Hauptgerinne (schnell fließend) und Vorland (langsam fließend) in der Trennwandebene (fiktive vertikale Wand zwischen Hauptgerinne und Vorland) Reibungsverluste auf, die nicht vernachlässigt werden dürfen. Diese Interaktionen können sowohl durch den Wechsel der Abflusstiefe Flußschlauch zu geringerer Abflusstiefe Vorland als auch durch den erhöhten Bewuchs im Vorland hervorgerufen werden.

In Jabron 6.2 können die beschriebenen Fließwiderstände durch 3 verschiedene Verfahren berechnet werden.

- Verfahren nach MERTENS (Die Rauheit der Trennwand ist abhängig vom Bewuchs im Vorland und der mitwirkenden Breite der Makroturbulenz (ausgeprägte Wirbel- und Walzenströmungen, wenn langsam fließendes Wasser aus den Vorländern in den schneller fließenden Hauptstrom gelangt). Der Bewuchseinfluß findet Berücksichtigung durch Überlagerung von Sohl- und Bewuchsräuheit.)
- Verfahren nach PASCHE (Das Prinzip entspricht dem Verfahren nach MERTENS. Die Berechnung des Fließwiderstandes erfolgt jedoch über ein modifiziertes logarithmisches Fließgesetz, in das die Einflüsse des Bewuchses eingehen.)
- Verfahren nach EVERS (Die Rauheit ist abhängig vom Verhältnis der Fließgeschwindigkeit des Vorlandes zum Hauptgerinne. Der Bewuchseinfluß wird durch Abminderung des k_s -Wertes im Vorland berücksichtigt.)

Die Berücksichtigung des Bewuchses (über äquivalente Sandrauheiten (k_s) nach DARCY/WEISBACH oder über die separate Berechnung eines Widerstandsbeiwertes nach MERTENS/PASCHE/EVERS im gegliederten Querprofil erfolgt in Abhängigkeit davon, ob es sich um Klein-, Mittel- oder Großbewuchs handelt.

Bei Kleinbewuchs reicht ein Parameter wie die äquivalente Sandrauheit (k_s -Wert) zur Charakterisierung aus. Für den Mittelbewuchs wird gemäß DVWK 220 (1991) empfohlen, den durch diesen Bewuchs (flexibler Bewuchs) erzeugten Widerstand in Form eines k_s -Wertes zu berücksichtigen (keine ausreichend erprobten Berechnungsverfahren vorhanden). Bei einem großen Verhältnis von Bewuchshöhe zu Wassertiefe sollte jedoch wie bei Großbewuchs vorgegangen werden. Beim Großbewuchs kann von einem starren Bewuchs ausgegangen wer-

den, für den die Berechnung eines separaten Widerstandsbeiwertes erforderlich ist (vgl. Abb. 10).

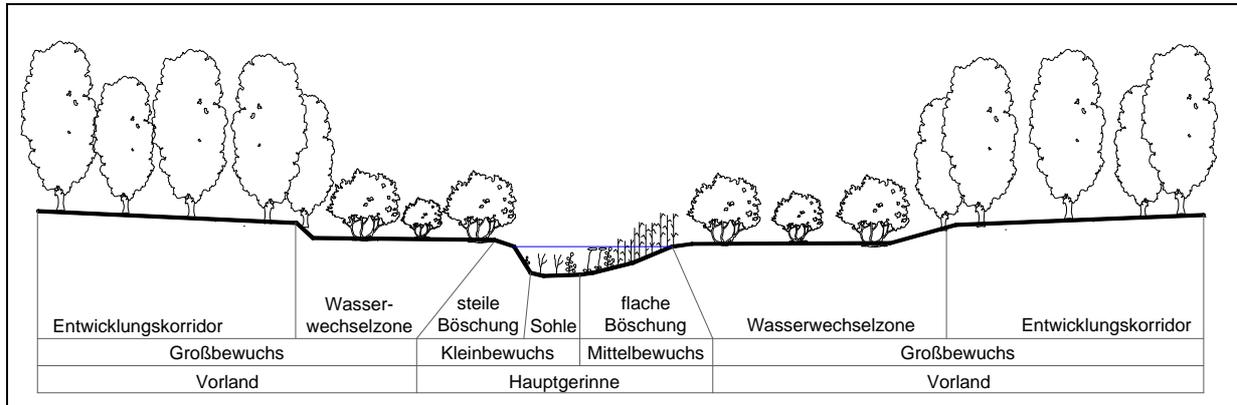


Abbildung 10: Prinzipdarstellung zur Berücksichtigung des Bewuchses

Die durchgeführten hydraulischen Nachweise wurden als Wasserspiegellagenberechnungen für stationär ungleichförmigen Abfluß realisiert. Dabei wurde das Fließgesetz nach DARCY/WEISBACH sowie das Verfahren zur Berücksichtigung des Fließwiderstandes nach MERTENS gewählt.

Für die Berechnung von Wasserspiegellagen sind gemessene Abfluß- und Wasserstandsdaten als Eingangswerte (Durchfluß und dazugehöriger Anfangswasserstand als Startwert der Berechnung) erforderlich. Im Bereich der Nebel bei Hoppenrade werden jedoch keine Durchfluß- und Wasserstandsdaten erfaßt, so daß die Durchflußdaten des Pegels der Nebel bei Ahrenshagen für Analogiebetrachtungen herangezogen wurden. Zur Bestimmung der Anfangswasserstände (Startwerte, Berechnung entgegen der Fließrichtung) wurde eine stationär gleichförmige Berechnung im ersten Profil nach Einmündung des neuen Laufes in den vorhandenen Nebellauf durchgeführt. Die Ergebnisse zur Ermittlung der Berechnungsstartwerte enthält Tabelle 4:

Tabelle 4: Eingangswerte zur Berechnung der Wasserspiegellagen

Durchflußsituation	Q in m³/s	Anfangswasserstand in m HN
MQa	1,620	12,76
MHQ	4,640	13,26
HQ ₅	5,985	13,42
HQ ₁₀	6,801	13,51
MQ _{August}	0,960	12,58
MQ _{Januar}	2,381	12,95
Q _{Ausuferung}	1,874	12,84

Danach wurden die Profilabstände (bestmögliche Abbildung des geschwungenen Gewässerverlaufs, d.h. Auswahl markanter Punkte im Gewässerverlauf und kein regelmäßiger Abstand der Profile) zur Berechnung der Wasserspiegellagen festgelegt. Dabei galt es zu beachten, daß keine Profile aufgenommen wurden, die sich in der Horizontalprojektion „schneiden“ würden (Zwangspunkt der Hydrauliksoftware).

Diesbezüglich wurden für die verschiedenen hydraulischen Berechnungen unterschiedliche Profildichten gewählt. Zur Ermittlung der Wasserstände im Bereich des Gewässerbettes (Hauptgerinne) und der Wasserwechselzone (Vorlandteilbereich) konnte eine höhere Profildichte gewählt werden, ohne daß sich die Profilachsen schneiden (ca. alle 35 m). Für die Berechnung von höheren Wasserständen (vor allem Hochwasserbetrachtungen) mußte die Profildichte verringert werden, damit der gesamte Entwicklungskorridor in die Berechnung einbezogen werden konnte (ohne das die Profilachsen sich schneiden, ca. alle 70 m). Die gewählte Profildichte ist jedoch hinreichend, da bei Hochwassersituationen ein Großteil des Abflusses nicht über das mäandrierende Gewässerbett selbst, sondern vorwiegend über die Vorländer abgeführt wird (Abb. 11).

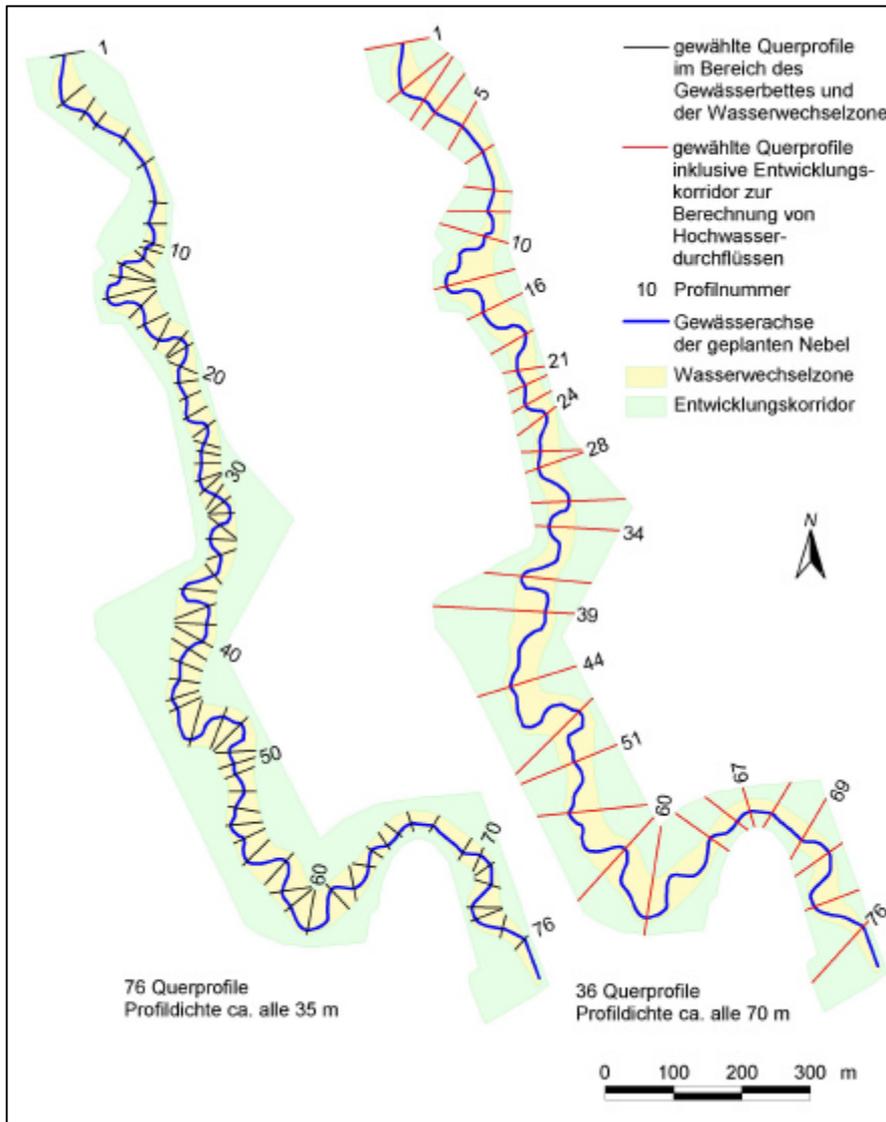


Abbildung 11: Übersicht der gewählten Querprofile

Zur hinreichend genauen Beschreibung des Gewässerbettes der geplanten Nebel erfolgte die Definition von 8 „Standardquerprofilen“ (flacherer gerader Abschnitt, tieferer gerader Abschnitt, leichte Rechtskurve, normale Rechtskurve, starke Rechtskurve, leichte Linkskurve, normale Linkskurve, starke Linkskurve, vgl. Abb. 12). Die Profile wurden durch ca. 7 Profilmomente (Böschungsoberkante rechts/links, Böschungunterkante rechts/links, Sohle in 3 Punkten) beschrieben und in den o.g. festgelegten Profildichten abwechselnd (je nach Lage des Profils) angeordnet.

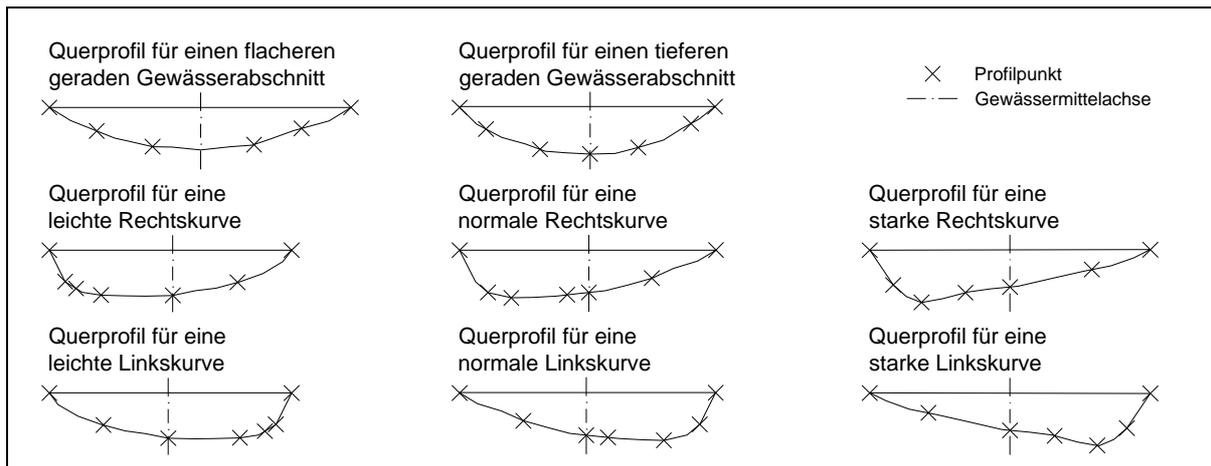


Abbildung 12: „Standardquerprofile“ der geplanten Nebel

Die flächenhafte Ausdehnung der Wasserwechselzone wurde dem Lageplan der Vorplanung entnommen. Anfangspunkt ist dabei die geplante Böschungsoberkante des Gewässerbettes und Endpunkt die vorhandene Geländehöhe im Bereich der Grenze. Innerhalb dieser Zone wurden Geländeunebenheiten weitgehend durch weitere Profilpunkte beschrieben. Dabei wurden die Profile so gestaltet, daß naturnahe Ausuferungs-/Überschwemmungsbereiche ausgebildet werden. Zudem sollen im Bereich von Prallhängen erst höhere Durchflüsse und im Bereich von Gleithängen schon niedrigere Durchflüsse zu Ausuferungen/Überschwemmungen in die Wasserwechselzone führen (unterschiedliche Höhen der Böschungsoberkanten, vgl. Abb. 13).

Auch der Bereich des geplanten Entwicklungskorridors wurde in die Berechnung der Hochwasserstände aufgenommen. Zur Abbildung der Geländebeziehungen wurden die vorhandenen Geländehöhen übertragen. Als weitere profilbeschreibende Parameter wurden den Querprofilen Fließwiderstände (Sohlrauhigkeiten und Rauheiten durch Bewuchs) zugewiesen. Dazu war eine Unterteilung der Profile in Hauptgerinne und Vorland notwendig, da eine Berücksichtigung des Bewuchses über einen separaten Fließwiderstand in Jabron nur im Vorland möglich ist. Zur Berechnung der drei verschiedenen Entwicklungsstadien wurden die gewählten Querschnitte entsprechend parametrisiert.

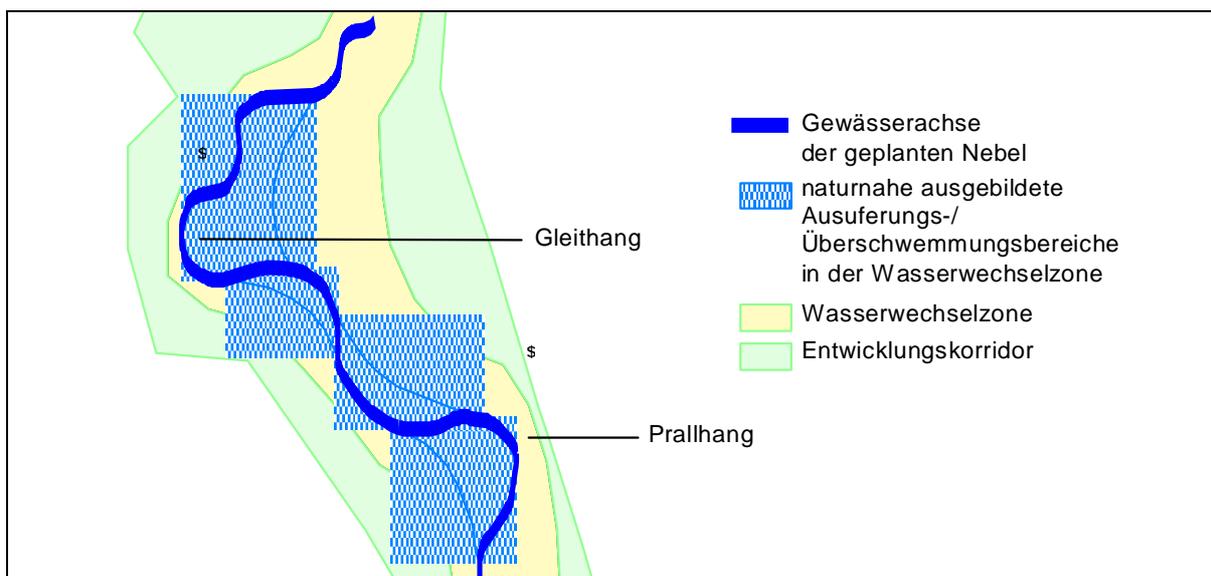


Abbildung 13: Prinzipdarstellung zur Ausbildung naturnaher Ausuferungs- und Überschwemmungsbereiche in der Wasserwechselzone

3.2 Hydraulische Nachweise und Berechnungsszenarien

Um der zeitlichen Entwicklung des renaturierten Gewässerabschnittes in Bezug auf die sich ändernden strukturellen Gegebenheiten aus hydraulischer Sicht Rechnung zu tragen, wurden die hydraulischen Nachweise in Abstimmung mit dem Auftraggeber für drei verschiedene Entwicklungsstadien durchgeführt:

- (1) Zielzustand (Soll-Zustand der gewässermorphologischen Entwicklung, Berücksichtigung des Bewuchses gemäß DVWK 220)
- (2) Zwischenzustand (kritischster Zustand im Hinblick auf die hydraulische Leistungsfähigkeit des Plangebietes, Gewässerbett als auch Bereiche der Wasserwechselzone bzw. des Entwicklungskorridors voraussichtlich stark bewachsen/verkrautet)

Die Berechnung des Zwischenzustandes erfolgte für zwei Varianten (Minimal- und Maximalvariante). Bei der Minimalvariante wird der sehr stark flexible Bewuchs auf den Böschungen wie Kleinbewuchs behandelt. Die Berücksichtigung dieser Verkrautung erfolgte dagegen in der Maximalvariante über einen separaten Fließwiderstand (Verfahrensweise wie beim Großbewuchs). Demzufolge wird als hydraulischer Nachweis ein Schwankungsbereich für die prognostizierten Wasserstände angegeben.

- (3) Zustand kurz nach Bauausführung (Wasserspiegellagen zur Orientierung während der Bauausführung, geplante Anpflanzungen als Bewuchs berücksichtigt)

Dabei wurden jeweils die Wasserstände für 7 unterschiedliche Durchflusssituationen berechnet:

- (1) Berechnung der Wasserstände für jährliches Mittelwasser (MW_a)
- (2) Berechnung der mittleren Wasserstände für den Monat August (MW_{August})
- (3) Berechnung der mittleren Wasserstände für den Monat Januar (MW_{Januar})
- (4) Berechnung der Wasserstände für den auszufernden Durchfluß ($W_{\text{Ausuferung}}$)
- (5) Berechnung der Wasserstände für MHQ (MHW)
- (6) Berechnung der Wasserstände für HQ_5 (HW_5)
- (7) Berechnung der Wasserstände für HQ_{10} (HW_{10})

Beispielhaft wird hier das Ergebnis der Berechnungen für den Zielzustand vorgestellt (aus ARGE KULTA & BIOTA 2004, s. Tab. 5): Die geplanten jährlichen Mittelwasserstände im neuen Nebelverlauf liegen voraussichtlich auf dem Niveau der vorhandenen Mittelwasserstände im aktuellen Nebellauf (etwa gleiche Mittelwasserstände). Der Durchfluß bis Mittelwasser ($1,6 \text{ m}^3/\text{s}$) kann innerhalb des Gerinnes abgeführt werden (keine Ausuferungen). Ab einem Durchfluß von $1,9 \text{ m}^3/\text{s}$ ($Q_{\text{Ausuferung}}$) ist das Gewässerprofil bordvoll, und es können Ausuferungen stattfinden. Dabei ist die Wasserwechselzone derart gestaltet worden, daß es vornehmlich in den auch natürlicherweise häufig überschwemmten Gleithangbereichen zu diesen Ausuferungen kommt. Die ausufernden Abflüsse werden größtenteils über das Profil der Wasserwechselzone abgeführt. Ab dem HQ_5 sind auch Überschwemmungen in den Entwicklungskorridor zu erwarten. Dabei gehen die Ausuferungen im Bereich von Station 0+300,000 bis 0+000,000 zum Teil über den Entwicklungskorridor hinaus, so daß entsprechende Schutzmaßnahmen in Form von Verwallungen erforderlich werden.

Tabelle 5: Auswertung der Ergebnisse der hydraulischen Berechnung für den Zielzustand

Durchfluß-situation	Abflußtiefe (m)	Wasserstand unter/über MQ _a (cm)	Ausuferung in die Wasserwechselzone	Ausuferung in den Entwicklungskorridor	Ausuferung über den Entwicklungskorridor hinaus
MQ _a	0,90	-	-	-	-
MQ _{August}	0,70	- 20	-	-	-
Q _{Ausuferung}	1,00	+ 10	x	-	-
MQ _{Januar}	1,10	+ 10	x	-	-
MHQ	1,30	+ 40	x	-	-
HQ ₅	1,40	+ 50	x	x	x
HQ ₁₀	1,45	+ 55	x	x	x

3.3 Technische Gesamtlösung

Die technische Gesamtlösung läßt sich entsprechend ARGE KULTA & BIOTA (2004) wie folgt umreißen: Die geschwungene Lauffindung erfolgte in Anlehnung an die natürlichen Gewässerabschnitte ober- und unterhalb der ausgebauten Nebel. Dabei wurden auch aus historischen Karten dokumentierte Laufformen aufgegriffen, wie z.B. unterhalb der Straßenbrücke Lüdershagen – Hoppenrade. Die „neue“ Nebel überwindet auf einer Länge von 2.450 m einen Höhenunterschied von etwa 2,00 m mit Gefällestrrecken von 0,7 (Stat. 0+00 bis 1+757) und 1,2 ‰ (Stat. 1+757 bis 2+507) in Abhängigkeit des vorhandenen Geländegefälles. Das entspricht näherungsweise dem natürlichen Gefälle im Ober- und Unterwasser von etwa 1,0 ‰. Zum derzeitigen ausgebauten Nebelabschnitt mit einer Länge von 1.475 m und einem Gefälle von 0,3 ‰ außerhalb der Sohlübergänge entsteht eine Laufverlängerung um 975 m (Abb. 14).

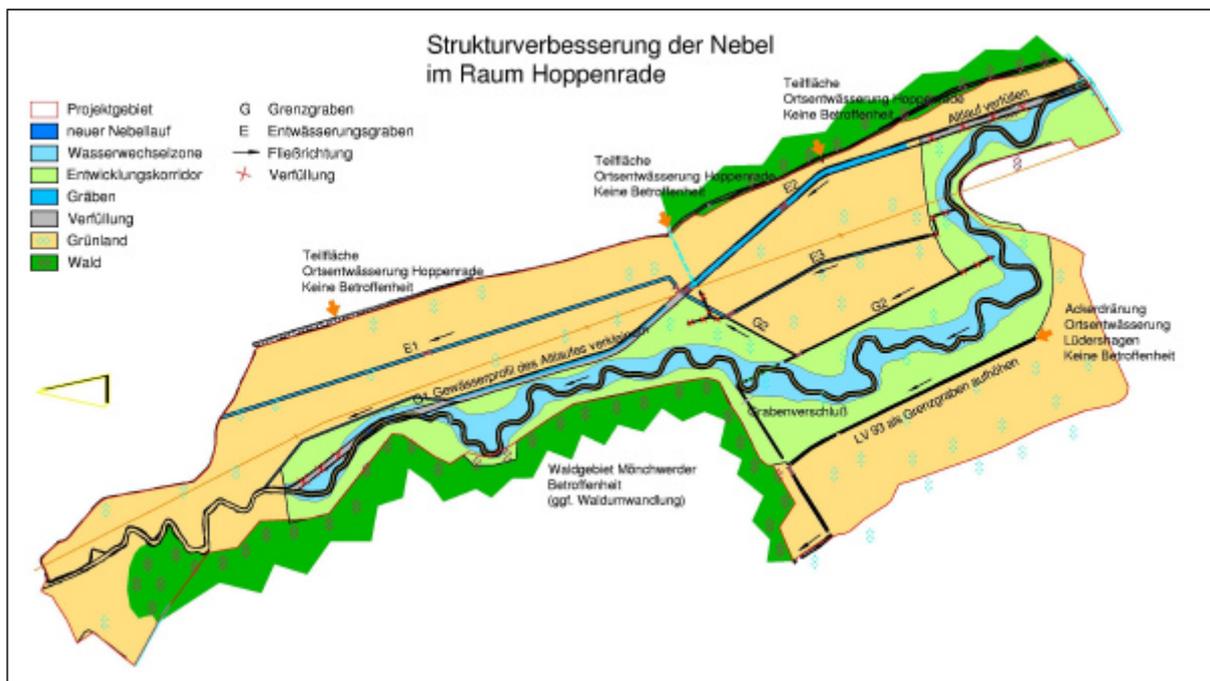


Abbildung 14: Prinzipschema einer nachhaltigen „Aufteilung“ der Gewässer- und Moorniederung (aus MEHL & BITTL 2005), Darstellung gegenüber Abbildung 1 um 90° nach links gedreht (s. Nordpfeil)

Etwa 75 m unterhalb der Straßenbrücke Lüdershagen – Hoppenrade, innerhalb des zur Schaffung der Vorfluttiefe ehemals gefällereich ausgebauten Gewässerabschnittes, verläßt der neue Nebelverlauf das derzeitige Gewässerbett in westliche Richtung. Dadurch ist eine Rückstausicherheit auf die Straßenbrücke und den Oberlauf bei extremen Hochwasserereignissen gegeben. Nach 2.150 m mäandrierender Linienführung nimmt die neue Nebel auf einer Länge von 150 m das alte Gewässerbett auf, um nach weiteren 150 m endgültig an den vorhandenen nicht ausgebauten Verlauf anzuschließen. Zur Schaffung der leitbildgerechten naturraumtypischen Habitatstrukturen in Form von Feuchtniederung und Bruchwald wurde ein 50 bis 150 m breiter Entwicklungskorridor einschließlich einer 25 bis 70 m breiten Wasserwechselzone definiert.

Das Gewässerbett der Nebel ist somit in naturnahes Gerinne und Wasserwechselzone gegliedert. Die Gestaltung der Sohlhöhen, -breiten und Böschungsneigungen erfolgte in Anlehnung an das Entwicklungsziel (Zielzustand) so, daß die Durchflüsse bis MQ relativ bordvoll im naturnahen Nebelgerinne abgeführt werden. Dabei betragen die Sohlbreiten von 1,20 bis 2,5 m bei sehr stark wechselnden Böschungsneigungen – sehr steile und steile Prallhänge über tiefe schmale und flache breite, gerade fließende Abschnitte bis hin zu flachen bis sehr flachen Gleithängen. Das Längsgefälle wird dabei nicht vollkommen gleichmäßig, sondern naturnah mit Untiefen und Längsbänken entwickelt. Dabei entstehen Gerinnetiefen von etwa 0,9 bis 1,3 m. Durch den zusätzlichen Einbau von Totholz und Wurzelstumpen soll aus wasserbaulicher (z.B. Sedimentrückhalt, Erhöhung der Strömungsdiversität und Gewässerbettstabilität) und ökologischer (z.B. Lebensraum, Nahrungsquelle, Strukturanreicherung, eigenes Gewässersubstrat) Sicht die Entwicklung des naturnahen Nebelgerinnes unterstützt werden.

Im Bereich der Wasserwechselzone ist das vorhandene Gelände so abzuschieben, daß kleinräumig eine mittel bis stark bewegte Oberfläche zur Schaffung der gewünschten Flurabstände entsteht (lokale Senken und Anhöhen). Bis etwa April/Anfang Mai sollen Areale (Senken) flach überströmt sein bzw. sich kleine Inseln ausbilden. Über die Sommermonate wird hier ein sehr geringer Grundwasserflurabstand angestrebt. Im Mittel sind hier 0,3 bis 0,6 m Boden zu lösen. Der in der Wasserwechselzone gelöste Boden wird im äußeren Entwicklungskorridor eingeebnet, wobei auch hier eine ebene Oberfläche vermieden werden soll, d.h. nahe der Wasserwechselzone eher kein bis 0,2 m Auftrag und in Richtung äußere Bereiche Auftrag bis 0,6 m. Durch eine derartige Gestaltung der Nebel mit Wasserwechselzone und Entwicklungskorridor bleibt die landwirtschaftliche Nutzung der angrenzenden Grünlandflächen grundsätzlich weitestgehend unbeeinträchtigt. Es sind jedoch zur optimalen Bewirtschaftung der geänderten Flächeneinheiten Anpassungsmaßnahmen notwendig.

Entsprechend der durch die Umverlegung der Nebel neu entstehenden Gegebenheiten im Hoppenrader Becken sind bei weiterer beabsichtigter Nutzung der Grünlandflächen außerhalb des Entwicklungskorridors auch die derzeitigen kulturtechnischen Bedingungen an die neuen Verhältnisse anzupassen. Durch den Neubau des Entwässerungsgraben E 1 mit Anschluß an den zu räumenden LV 91 ist die durch die erhöhte Wasserspiegellage der Nebel verlorene Vorfluttiefe für die Grünlandflächen zu schaffen. Durch die Errichtung von Kulturstauen ist eine zweiseitige Grundwasserregulierung für die zu bewirtschaftenden Grünlandflächen möglich. Der vorhandene Binnengraben E 3 ist auf eine Tiefe von 1,20 m auszubauen. Der alte Nebellauf oberhalb der Stahlbrücke übernimmt als Entwässerungsgraben E 2 weiterhin Vorflutfunktion für die Ortslage Hoppenrade und die angrenzenden Grünlandflächen. Der alte Nebellauf unterhalb der Metallbrücke ist im Querschnitt aufgrund der dann fehlenden Durchflußmengen zu verkleinern und stellt als Grenzgraben G 1 die Bewirtschaftungsgrenze zwischen Entwicklungskorridor und Grünland dar. Der vorhandene Graben G 2 ist mittels Sohlschwellen aufzuhöhen und fungiert dann ebenfalls als Bewirtschaftungsgrenze. Der LV 93 ist wie der Graben G 2 aufzuhöhen, dient jedoch auch weiterhin als Vorfluter für die Ortslage Lüdershagen. Mit dem weiter unterhalb befindlichen Kulturstau ist eine eingeschränkte zweiseitige Grundwasserregulierung des LV 93 möglich. Für eine ordnungsge-

mäße Bewirtschaftung der Grünlandflächen sind an den neu hergestellten Gräben Durchlässe einzubauen.

Der neu geschaffene Nebellauf wird an geeigneten Stellen inselförmig mit standorttypischen Gehölzen bepflanzt, um die natürliche Sukzession zu unterstützen. Die Etablierung naturnaher Vegetation, wie bei SUCCOW & RUNZE (2001) für solche Überschwemmungsstandorte der Talmoore beschrieben, ist ökologische Zielstellung und steht mittelfristig zu erwarten (Erlenbruchwälder, Schilfröhrichte, Großseggenriede, Bruchgebüsche und -wälder).

4 Diskussion und Ausblick

Das Vorhaben „Strukturverbesserung der Nebel bei Hoppenrade“ ist modellhaft, da es unter den besonderen Bedingungen von Fließgewässern in breiten Talmooren („Renaturierungstypus“) anspruchsvolle WRRL- und FFH-Umsetzungen bei gleichzeitiger landwirtschaftlicher Nutzungsmöglichkeit sicherstellt. Die mit allen Beteiligten abgestimmte planerische Renaturierungslösung kann dabei unter Herstellung eines guten Gewässerzustands nach WRRL sowie unter Verbesserung des FFH-/NSG-Gebietszustands zugleich eine Minderung des Verbrauchs an landwirtschaftlicher Fläche erreichen.

Eine „nachhaltige“ integrierte ländliche Entwicklung auf der Basis konsensueller Konzepte und Lösungen wird damit, auch durch die Einbeziehung der Instrumentarien der Flurneueordnung, nachhaltig unterstützt. Die zwischen Umwelt- und Landwirtschaftministerium Mecklenburg-Vorpommern vereinbarte Umweltallianz wird im Vorhaben exemplarisch umgesetzt. Eine synergistische und interessenausgleichende Verbindung europäischer Gewässer- und Naturschutzpolitik mit der neuen europäischen Agrarpolitik wird auf diese Weise vorbildhaft praktiziert.

Der Baubeginn für das Vorhaben ist Anfang November 2005 erfolgt, wobei für die Fertigstellung zunächst Herbst 2006 als Ausführungsfrist vorgesehen ist.

5 Quellenverzeichnis

- ARGE KULTA & BIOTA (2002): Studie zur Strukturverbesserung der Nebel im Bereich Hoppenrade im Hinblick auf die Anforderungen der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie. Arbeitsgemeinschaft Ingenieurbüro KULTA GmbH & biota – Institut für ökologische Forschung und Planung GmbH im Auftrag des Staatlichen Amtes für Umwelt und Natur Rostock. – unveröff.
- ARGE KULTA & BIOTA (2004): Strukturverbesserung der Nebel im Bereich Hoppenrade. Entwurfs- und Genehmigungsplanung. Arbeitsgemeinschaft Ingenieurbüro KULTA GmbH & biota – Institut für ökologische Forschung und Planung GmbH im Auftrag des Staatlichen Amtes für Umwelt und Natur Rostock. – unveröff.
- BIOTA (1994): Modellvorhaben "Gewässerpflegeplan Nebel". biota – Institut für ökologische Forschung und Planung GmbH im Auftrag von Umweltministerium Mecklenburg-Vorpommern/Staatliches Amt für Umwelt und Natur Rostock. – unveröff.
- BIOTA (1998): Erarbeitung eines Pflege- und Entwicklungsplanes für das Naturschutzgebiet „Nebeltal“. biota – Institut für ökologische Forschung und Planung GmbH im Auftrag des Staatlichen Amtes für Umwelt und Natur Rostock. – unveröff.
- BIOTA (2004a): Erstellung einer digitalen Fließgewässer-Typenkarte für Mecklenburg-Vorpommern auf Basis des DLM 25 W als Grundlage für die Wasserkörperausbildung im Rahmen der Typisierung nach WRRL. biota – Institut für ökologische Forschung und Planung GmbH, unveröff. Studie im Auftrag des Landesamtes für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern.
- BIOTA (2004b): Landschaftsökologische und agrarstrukturelle Voruntersuchungen zur Einleitung von Bodenneuordnungsverfahren im Bereich des Amtes Krakow am See. Ergebnisbericht, biota – Institut für ökologische Forschung und Planung GmbH Bützow

in Zusammenarbeit mit dem Kreisbauernverband Güstrow e.V. und Beratungsdienste ländlicher Raum Dr. Doris Tack, im Auftrag des Amtes Krakow am See. – unveröff.

- BNatSchG: Gesetz über Naturschutz und Landschaftspflege (Bundesnaturschutzgesetz - BNatSchG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 25. März 2002 (BGBl. I Nr. 22 vom 03.04.2002 S. 1193).
- DVWK-Merkblatt 220: Hydraulische Berechnung von Fließgewässern. Deutscher Verband für Wasserwirtschaft und Kulturtechnik e.V., 1991.
- DYCK, S. & PESCHKE, G. (1983): Grundlagen der Hydrologie. Berlin (Verlag für Bauwesen), 388 S.
- EDOM, F. (2001): Hydrologische Eigenheiten, in: SUCCOW, M. & JOOSTEN, H. [Hrsg.] (2001): Landschaftsökologische Moorkunde. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Stuttgart): 92-111.
- EG-Vogelschutzrichtlinie: Richtlinie 79/409/EWG des Rates der Europäischen Gemeinschaften über die Erhaltung der wildlebenden Vogelarten (EG-Vogelschutz-Richtlinie) vom 2. April 1979 (ABl. EG Nr. L 103 vom 25.4.1979, S. 1), geändert durch RL 85/411/EWG vom 25. Juli 1985 (ABl. EG Nr. L 233 vom 30.8.1985, S. 33), durch die Beitrittsakte von 1985 (ABl. EG Nr. L 302 vom 15.11.1985, S. 23), durch die RL 91/244/EWG vom 6. März 1991 (ABl. EG Nr. L 115 vom 8.5.1991, S. 41) und die RL 94/24/EG vom 8. Juni 1994 (ABl. EG Nr. L 164 vom 30.6.1994, S. 9).
- FFH-Richtlinie: Richtlinie 92/43/EWG des Rates der Europäischen Gemeinschaften zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen (Flora-Fauna-Habitat-Richtlinie - FFH-RL) vom 21. Mai 1992 (ABl. EG Nr. L 206 S. 7), zuletzt geändert durch RL 97/62/EG v. 27.10.1997 (ABl. EG Nr. L 305 S. 42).
- FlurbG (Flurbereinigungsgesetz) vom 14. Juli 1953 in der Fassung vom 13. März 1976 (BGBl. I 1976 S. 546), zuletzt geändert durch Gesetz vom 20.12.2001.
- GAKG (Gesetz über die Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes“) vom 3. September 1969 in der Fassung vom 21.07.1988 (BGBl. I S. 1055), zuletzt geändert durch Gesetz vom 2.5.2002 (BGBl. I S. 1527).
- KOSKA, I. (2001): Ökohydrologische Kennzeichnung, in: SUCCOW, M. & JOOSTEN, H. [Hrsg.] (2001): Landschaftsökologische Moorkunde. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Stuttgart): 92-111.
- LNatG M-V: Gesetz zum Schutz der Natur und der Landschaft im Lande Mecklenburg-Vorpommern (Landesnaturschutzgesetz - LNatG M-V) in der Fassung der Bekanntmachung vom 22. Oktober 2002 (GVObI. M-V 2003 S. 1).
- LUNG M-V (2001): Ausgrenzung oberirdischer Einzugsgebiete in Mecklenburg-Vorpommern. Digitale Daten. Landesamt für Umwelt, Naturschutz und Geologie Mecklenburg-Vorpommern, Stand: 14.12.2001.
- LwAnpG (Landwirtschaftsanpassungsgesetz): Gesetz über die strukturelle Anpassung der Landwirtschaft an die soziale und ökologische Marktwirtschaft in der Deutschen Demokratischen Republik vom 29. Juni 1990 (GBl. DDR I 1990, Nr. 42, 642) in der Fassung der Bekanntmachung vom 3.7.1991 (BGBl. I S. 1418), zuletzt geändert durch Gesetz vom 19.6.2001 (BGBl. I S. 1149).
- MEHL, D. & BITTL, R. (2005): Der Beitrag integrierter ländlicher Entwicklungskonzepte und der Flurneuordnung zur Umsetzung von FFH- und Wasserrahmenrichtlinie in Mecklenburg-Vorpommern. zfv – Zeitschrift für Geodäsie, Geoinformation und Landmanagement 130 (2): 63-69.
- MEHL, D. & THIELE, V. (1998): Fließgewässer- und Talraumtypen des Norddeutschen Tieflandes am Beispiel der Naturräume Mecklenburg-Vorpommerns. Berlin (Parey Buchverlag im Blackwell Wissenschaftsverlag), 261 S.

- MEHL, D. (1998): Die Fließgewässertypen der jungglazialen Naturräume Mecklenburg-Vorpommerns. Ein landschafts- und gewässerökologischer Beitrag. Dissertation, Universität Rostock, Agrar- und umweltwissenschaftliche Fakultät, 201 S.
- MEHL, D. (2004): Grundlagen hydrologischer Regionalisierung: Beitrag zur Kennzeichnung der hydrologischen Verhältnisse in den Flußgebieten Mecklenburgs und Vorpommerns. Dissertation, Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Fakultät, 156 S. + Anlagen.
- MEHL, D., HELLMUTH, O. & KÖNKER, H. (1995): Die Modellabschnitte an der Nebel in ihrer abiotischen Ausprägung, in: MEHL, D. & THIELE, V.: Ein Verfahren zur Bewertung nordostdeutscher Fließgewässer und deren Niederungen unter besonderer Berücksichtigung der Entomofauna. Nachr. entomol. Ver. Apollo (Frankfurt/Main), Suppl. 15: 41-100.
- Richtlinie für die Förderung der Flurbereinigung und der Feststellung und Neuordnung der Eigentumsverhältnisse. Bekanntmachung des Ministeriums für Ernährung, Landwirtschaft, Forsten und Fischerei vom 14. April 2002 – Amtsblatt Mecklenburg-Vorpommern 2002/Nr. 19, S. 454 f.
- STAUN ROSTOCK (2005): FFH-Verträglichkeitsuntersuchung nach § 18 LNatG M-V bzw. § 34 BNatSchG für das FFH-Gebiet Nr. DE 2239-301 „Nebeltal mit Zuflüssen, verbundenen Seen und angrenzenden Wäldern“. – unveröff.
- SUCCOW, M. & JOOSTEN, H. [Hrsg.] (2001): Landschaftsökologische Moorkunde. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Stuttgart), 622 S.
- SUCCOW, M. & RUNZE, K. (2001): Revitalisierung von Flußtalmooren., in: SUCCOW, M. & JOOSTEN, H. [Hrsg.] (2001): Landschaftsökologische Moorkunde. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Stuttgart): 504-509.
- THIELE, V. & DEGEN, B. (2004): Erarbeitung eines Gewässerentwicklungsplanes als Grundlage für die Erstellung von Maßnahmeplänen am Beispiel des Malliner Wassers. Tagungsband des 13. Neubrandenburger Kolloquiums des BWK am 08.09.2004: 1-6.
- THIELE, V., DEGEN, B., BERLIN, A. & BLÜTHGEN, G. (2003): Erfahrungen mit dem Instrument der Gewässerentwicklungspläne bei der ökologischen Sanierung der Uecker. Wasser + Boden 55/5: 38-43.
- WHG: Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz – WHG) in der Fassung der Bekanntmachung vom 19. August 2002, BGBl. I S. 3245.
- WRRL (Wasserrahmenrichtlinie): Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik, Amtsblatt der EG Nr. L 327/1 vom 22.12.2000.