



Studien und Tagungsberichte

Band 50

**Leitfaden zur Renaturierung**  
von Feuchtgebieten  
in Brandenburg



LANDESUMWELTAMT  
BRANDENBURG

Studien und Tagungsberichte  
des Landesumweltamtes

Band 50

**Leitfaden zur Renaturierung  
von Feuchtgebieten  
in Brandenburg**

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Allgemeiner Teil</b>	<b>4</b>	<b>1.5</b>	<b>Maßnahmen</b>	<b>54</b>
<b>1.1</b>	<b>Einführung</b>	<b>4</b>	1.5.1	Maßnahmen im Einzugsgebiet	54
1.1.1	Einleitung	4	1.5.1.1	Wiederherstellung von Binneneinzugsgebieten	54
1.1.2	Benutzungsschlüssel für den Leitfaden	6	1.5.1.2	Waldumbau in Waldeinzugsgebieten	57
<b>1.2</b>	<b>Feuchtgebiete in Brandenburg – Zustand und Gefährdung</b>	<b>7</b>	1.5.1.3	Nutzungsumwandlung bzw. Nutzungs- extensivierung in landwirtschaftlich genutzten Einzugsgebieten	59
1.2.1	Quellen	7	1.5.1.4	Einrichtung von Pufferstreifen/-zonen um Feuchtgebiete	60
1.2.2	Fließgewässer	9	1.5.2	Maßnahmen im Feuchtgebiet	60
1.2.3	Sölle	11	1.5.2.1	Sohlaufhöhung durch Schwellen in Fließgewässern	60
1.2.4	Seen	13	1.5.2.2	Einbringen biologischer Hindernisse in Fließgewässer und Initiierung der Mäanderbildung	62
1.2.5	Moore	15	1.5.2.3	Umbau von Stauen und Abstürzen in Sohlgleiten	64
1.2.6	Auen	23	1.5.2.4	Einbau fester Staue in Abflussgräben von Mooren und Seen	66
<b>1.3</b>	<b>Nutzung von Feuchtgebieten</b>	<b>25</b>	1.5.2.5	Fischwanderhilfen	68
1.3.1	Geschichte der Melioration	25	1.5.2.6	Ersatz von Verrohrungen	70
1.3.2	Anpassung des Meliorationssystems in Mooren und Auen	28	1.5.2.7	Entfernung von Sohl- und Böschungs- sicherungen in ehemals natürlichen Fließgewässern	71
1.3.3	Alternative Nutzungsverfahren	31	1.5.2.8	Wiederherstellung des natürlichen Gewässerverlaufes	73
<b>1.4</b>	<b>Grundsätze für die Renaturierung von Feuchtgebieten</b>	<b>32</b>	1.5.2.9	Modifizierte Gewässerunterhaltung	74
1.4.1	Begriffliche Grundlagen	32	1.5.2.10	Schaffung von Überflutungsflächen	76
1.4.2	Vorbereitung von Renaturierungsmaßnahmen	33	1.5.2.11	Initialpflanzung zur Etablierung von Auwäldern	78
1.4.3	Besonderheiten bei Fließgewässern und Mooren	39	1.5.2.12	Seesanieung	79
1.4.3.1	Fließgewässer	39	1.5.2.13	Entschlammung und Wiederherstellung von Söllen	81
1.4.3.2	Moore	42	1.5.2.14	Schöpfwerksstilllegung	84
1.4.3.2.1	Horizontale Moore	44	1.5.2.15	Rückbau von Dränagen	86
1.4.3.2.2	Geneigte Moore	47	1.5.2.16	Beseitigung von Bauwerken an Quellen	86
1.4.3.2.3	Braunmoos- und Torfmoosmoore	50			
1.4.3.2.4	Einfache Erfolgskontrolle nach der Renaturierung von Mooren	53			

<b>2</b>	<b>Ausgewählte Projekte in Feuchtgebieten</b>	<b>88</b>	<b>3</b>	<b>Fördermöglichkeiten und Genehmigungsverfahren</b>	<b>156</b>
2.1	Quellen im Schlosspark Prötzel	90			
2.2	Polzowkanal	92	<b>3.1</b>	<b>Fördermöglichkeiten</b>	<b>156</b>
2.3	Gewässersystem der Buckau	95	3.1.1	Landes-, Bundes- und EU-Förderungen (Auswahl)	156
2.4	Stöbber	99	3.1.2	Stiftungen (Auswahl)	162
2.5	Bäke/Klosterheide	105	3.1.3	Auswahl bisher geförderter Renaturierungs-Projekte	163
2.6	Soll bei Trampe	108	3.1.3.1	Landesförderung	163
2.7	Byhleguhrer See	111	3.1.3.2	Bundesförderung	168
2.8	Moor am Wummsee	114	3.1.3.3	EU-Förderung	169
2.9	Quellmoore in der Sernitz-Niederung	118	<b>3.2</b>	<b>Planungs- und Genehmigungsverfahren</b>	<b>170</b>
2.10	Lehstsee-Niederung	124	3.2.1	Erforderliche Genehmigungen und Übersicht über Genehmigungsverfahren	170
2.11	Altes Moor/Loben	128	3.2.1.1	Wasserrechtliche Erlaubnis für die Benutzung eines Gewässers (nach § 7 WHG)	170
2.12	Nuthe-Nieplitz-Niederung	132	3.2.1.2	Planfeststellung und Plangenehmigung bei der Herstellung, Beseitigung bzw. wesentlichen Umgestaltung eines Gewässers (nach § 31 WHG)	171
2.13	Großes Postluch/Ganz	137	3.2.1.3	Sonstige häufig erforderliche Genehmigungen	174
2.14	Demnitzer Mühlenfließ	141	3.2.1.4	Übersicht zu Maßnahmen und notwendigen wasserrechtlichen Genehmigungen	174
2.15	Oelsiger Luch	148	3.2.2	Beispiel: Plangenehmigung zur Wiedervernässung eines Durchströmungsmoores im Stechlinseegebiet	177
2.16	Havelländisches Luch	152	<b>4</b>	<b>Anhang</b>	<b>178</b>
			4.1	Literatur	178
			4.2	Begriffserklärungen	180
			4.3	Abkürzungsverzeichnis	184
			4.4	Abbildungsverzeichnis	184
			4.5	Bildverzeichnis	186
			4.6	Tabellenverzeichnis	189
			4.7	Verzeichnis wichtiger Datenquellen	190

# 1 Allgemeiner Teil

## 1.1 Einführung

### 1.1.1 Einleitung

Wenn Touristen das Land Brandenburg bereisen, werden dafür an erster Stelle vielfach zwei Gründe genannt: zum einen die reiche Kulturgeschichte Brandenburgs mit Parks, Schlössern und Museen und zum anderen auch der Naturreichtum des Landes. Viele Besucher werden von der dünnbesiedelten, stillen märkischen Landschaft mit ihren allgegenwärtigen Kiefernwäldern und ihrer Vielzahl von Seen und Mooren neben ausgedehnten Flusstälern mit weiten Wiesen und frischgrünen Auenlandschaften angezogen. „Typisch brandenburgisch“ ist der Wechsel von „Sumpf und Sand“. Trockene und wasserreiche Landschaften liegen eng beieinander.

Neben ihrer ästhetischen Wirkung haben Brandenburgs Feuchtgebiete eine große Bedeutung für den **Landschaftswasserhaushalt**. Sie beeinflussen das Kleinklima positiv. Moore, Seen und Auen sind z. B. wertvolle Kaltluftgebiete in überhitzten Sandlandschaften und städtischen Räumen. Feuchtgebiete speichern Nährstoffe und filtern Wasser. Sie liefern dem Menschen Nahrung und Rohstoffe. So werden seit dem Mittelalter Fließgewässer zu Teichen aufgestaut und Flüsse als Transportwege genutzt. Auen und Moore lieferten Brennstoffe (Holz, Torf) und bilden noch heute einen Großteil der Weideflächen unseres Landes.



Bild 1.1.1: Uckermärkischer See aus der Vogelperspektive (R. MAUERSBERGER)



Bild 1.1.2: Feuchtgebiete sind wertvolle Kaltluftgebiete im sonst trockenen Brandenburg (L. LANDGRAF 1997)

Bis zum Anfang des 20. Jahrhunderts schienen die Ressourcen der Feuchtgebiete noch unerschöpflich zu sein. Hunderte klarer Seen, weite wasserdurchtränkte Luchlandschaften und überschwemmte Auen prägten



Bild 1.1.3: Auenlandschaft im Unteren Odertal (G. ROSING)

das Bild. Mit Ende des 20. Jahrhunderts hat die Nutzung der Feuchtgebiete Brandenburgs eine Intensität und ein Ausmaß erreicht, das die vielfältigen Werte und Funktionen der Landschaft empfindlich einschränkt. Heute kennt man die wenigen verbliebenen Klarwasserseen Brandenburgs mit Namen, kann naturbelassene Auwälder an einer Hand abzählen und muss weit durchs Land reisen, um Reste schaurig geheimnisvoller Moore sehen zu können.

Hauptursache dieser Entwicklung ist die intensive Meliorationstätigkeit in den Feuchtgebieten. Die Entwässerung von Moorlandschaften und Auen diente beispielsweise der Produktion von Nahrungsmitteln. Ohne die Urbarmachung der Luchlandschaften, die Entwicklung von Wasserwegen oder die Bewirtschaftung von Teichen hätte Brandenburg nicht in den bestehenden Strukturen besiedelt werden können. Viele dieser Maßnahmen schufen den Brandenburgern erst ihre Lebensgrundlage. Erinnert sei z. B. an die Polderung des Oderbruchs im 18. Jahrhundert.



Bild 1.1.4: Zahlreiche Seen – wie der Teufelssee bei Potsdam (Kesselsee) – weisen niedrige Seespiegel auf (L. LANDGRAF 2003)

Am Beginn des 21. Jahrhunderts haben sich einige Rahmenbedingungen erheblich verändert. In Brandenburg als Teil des Europäischen Marktes ist die Produktion von Nahrungsmitteln auf dem Lande weiterhin eine wichtige Lebensgrundlage. Sie hatte in der DDR-Zeit einen besonders hohen Stellenwert. Themen wie Nachhaltigkeit, ökologische Landnutzung und gesunde Ernährung haben an Bedeutung gewonnen. Verbraucher fordern für ihre Lebensmittel zunehmend mehr „Klasse statt Masse“. Auf der anderen Seite wurden an den märkischen Wasserstraßen umfangreiche Bauprojekte geplant, im Lande kommt es großräumig zur Absenkung der Grundwasserstände und die Flächenversiegelung nimmt weiterhin zu.

Zwischen 1997 und 2003 erlebte Brandenburg zwei Dürreereignisse und zwei Jahrhunderthochwasser. Klimaveränderungen können extreme Naturereignisse wie Dürre und Hochwasser verschärfen. Zahlreiche wasserbauliche Entwicklungen tragen ebenfalls dazu bei.

Vor diesem Hintergrund besteht gerade heute die große Chance, den Feuchtgebieten wieder mehr Raum zu geben. Feuchtgebiete leben vom Wasser. Sie bieten uns Gratisleistungen im Landschaftshaushalt, die mit technischen Maßnahmen nicht zu kompensieren sind. Es ist an der Zeit, die weitere Zerstörung der Feuchtgebiete zu verhindern, die Intensität der Feuchtgebietenutzung und damit auch das Ausmaß des bestehenden Meliorationssystems neu zu bewerten und die vergangenen Meliorationsmaßnahmen den heutigen Anforderungen anzupassen, um Feuchtgebiete aktiv bei der „Wiederbelebung“ zu unterstützen.

Immer mehr Menschen erkennen heute, wie existenziell notwendig die Erhaltung von Feuchtgebieten ist. Wälder haben bei höheren Grundwasserständen bessere Zuwachsraten, da u. a. der Humusschwund gebremst wird. Fischer profitieren von größeren Laichgebieten, mit höherer Ausbeute an Edelfischen, Landschaften heizen sich weniger stark auf und dem Tourismus bieten Feuchtgebiete vielfältige Freizeitmöglichkeiten.



Bild 1.1.5: Die Entwässerung von Mooren hat erhebliche Verluste an Torfsubstanz zur Folge (L. LANDGRAF 2001)

Der vorliegende Leitfaden wendet sich an diejenigen, die Renaturierungsprojekte planen, die selbst Renaturierungsvorhaben durchführen, sich nur informieren möchten oder einen Überblick über Renaturierungen in Brandenburg erhalten wollen. Ein besonderer Schwerpunkt wurde auf Moore gelegt. Behandelt werden die Funktionsweise der unterschiedlichen Feuchtgebieten-



typen, ihre spezifische Situation in Brandenburg sowie Maßnahmen zu ihrer Renaturierung. Dabei wird auf Grundsätze, Vorbereitung, Genehmigung und Finanzierung ebenso eingegangen wie auf praktische Maßnahmen. Ergänzt wird dieser Leitfaden durch die Vorstellung verschiedener Renaturierungsprojekte in Brandenburg.

### 1.1.2 Benutzungsschlüssel für den Leitfaden

Der folgende Benutzungsschlüssel soll die Arbeit mit dem vorliegenden Leitfaden erleichtern. Dafür wurden die Kapitel bzw. Abschnitte des Leitfadens nach Maßnahmekategorien sortiert.

Tab. 1.1.1: Benutzungsschlüssel für den Leitfaden

Kapitel	Feuchtgebiete in Brandenburg (Überblick)	Renaturierungsvorhaben in Brandenburg (Überblick)	Renaturierung von Quellen	Renaturierung von Fließgewässern	Renaturierung von Söllen	Sanierung und Renaturierung von Seen	Renaturierung und Nutzung horizontaler Moore	Renaturierung und Nutzung geneigter Moore	Renaturierung und Nutzung von Auen
<b>Zustand und Gefährdung</b>									
1.2	•								
<b>Nutzung und Entwicklung</b>									
1.3	•						•	•	•
<b>Grundsätze für die Renaturierung von Feuchtgebieten</b>									
1.4.1–1.4.2			•	•	•	•	•	•	•
1.4.3.1				•					
1.4.3.2.1							•		
1.4.3.2.2								•	
1.4.3.2.3							•	•	
1.4.3.2.4							•	•	
<b>Maßnahmen</b>									
1.5.1.1					•	•	•	•	
1.5.1.2			•	•	•	•	•	•	
1.5.1.3			•	•	•	•	•	•	•
1.5.1.4			•	•	•	•	•	•	•
1.5.2.1				•			•	•	
1.5.2.2				•					
1.5.2.3				•				•	•
1.5.2.4			•		•	•	•		
1.5.2.5				•					
1.5.2.6				•					•
1.5.2.7				•					•
1.5.2.8				•					•
1.5.2.9				•					•
1.5.2.10				•			•		•
1.5.2.11				•					•
1.5.2.12					•	•			
1.5.2.13					•				
1.5.2.14							•		•
1.5.2.15			•		•	•	•	•	•
1.5.2.16			•						

Kapitel	Feuchtgebiete in Brandenburg (Überblick)	Renaturierungsvorhaben in Brandenburg (Überblick)	Renaturierung von Quellen	Renaturierung von Fließgewässern	Renaturierung von Söllen	Sanierung und Renaturierung von Seen	Renaturierung und Nutzung horizontaler Moore	Renaturierung und Nutzung geneigter Moore	Renaturierung und Nutzung von Auen
---------	--	---	---------------------------	----------------------------------	--------------------------	--------------------------------------	--	---	------------------------------------

#### Ausgewählte Projekte in Feuchtgebieten

2.1.1		•	•						
2.1.2		•		•					•
2.1.3		•		•					•
2.1.4		•		•					
2.1.5		•		•					
2.1.6		•			•				
2.1.7		•				•	•		
2.1.8		•						•	
2.1.9		•						•	
2.1.10		•						•	
2.1.11		•					•		
2.1.12		•		(•)			•		(•)
2.1.13		•					•		
2.1.14		•		•	•				•
2.1.15		•						•	
2.1.16		•			•		•		

#### Fördermöglichkeiten

3.1		•	•	•		•	•	•	•
-----	--	---	---	---	--	---	---	---	---

#### Planungs- und Genehmigungsverfahren

3.2			•	•	•	•	•	•	•
-----	--	--	---	---	---	---	---	---	---

#### Verzeichnis

Verz. Datenquellen			•	•		•	•	•	•
--------------------	--	--	---	---	--	---	---	---	---

## 1.2 Feuchtgebiete in Brandenburg – Zustand und Gefährdung

### 1.2.1 Quellen

Quellen sind örtlich begrenzte Austrittsstellen des Grundwassers (DIN 1990).

Je nach Art des Wasseraustrittes lassen sich folgende Quelltypen unterscheiden:

**Sturzquellen** (Rheokrenen): Wasser tritt aus waagerechten oder fallenden Gesteinsschichten aus und fließt als Bach zu Tal. In Brandenburg findet man Sturzquellen am Hangfuß von Hochplatten oder sonstigen steilen Hängen z.B. in Kerbtälern.

**Tümpelquellen und Quellseen** (Limnokrenen): Wasseraustritte am Rand oder am Grund einer Mulde, in der sich das Wasser sammelt und über den „Beckenrand“ in den Quellbach ergießt. Tümpelquellen sind in Brandenburg eher selten und meist nur kleinflächig anzutreffen.

**Sickerquellen** oder auch Sumpfquellen (Helokrenen): Sickerquellen sind diffuse Wasseraustritte aus dem Boden. Der Quellaustritt ist meist auf eine ganze Reihe von Haupt- und Nebenquellen sowie Quellnischen flächenhaft verteilt und bildet einen Quellsumpf oder ein Quellmoor. Sickerquellen sind der häufigste Quelltyp in Brandenburg.



Bislang existiert keine landesweite Übersicht über das Vorkommen von Quellen in Brandenburg. Quellen treten schwerpunktmäßig an den Rändern der Lebuser Platte, des Barnim, am Nordrand des Fläming und den Rändern der uckermärkischen Moränenlandschaft auf (Abb. 1.2.1). Bekannte Quellen befinden sich bei Bad Freienwalde, Gleißen und Eberswalde. Des Weiteren gibt es viele stark schüttende Quellen an den Oderhängen im Raum Frankfurt und in der Uckermark.



Bild 1.2.1: Sickerquelle am Schwielowsee (L. LANDGRAF 2001)

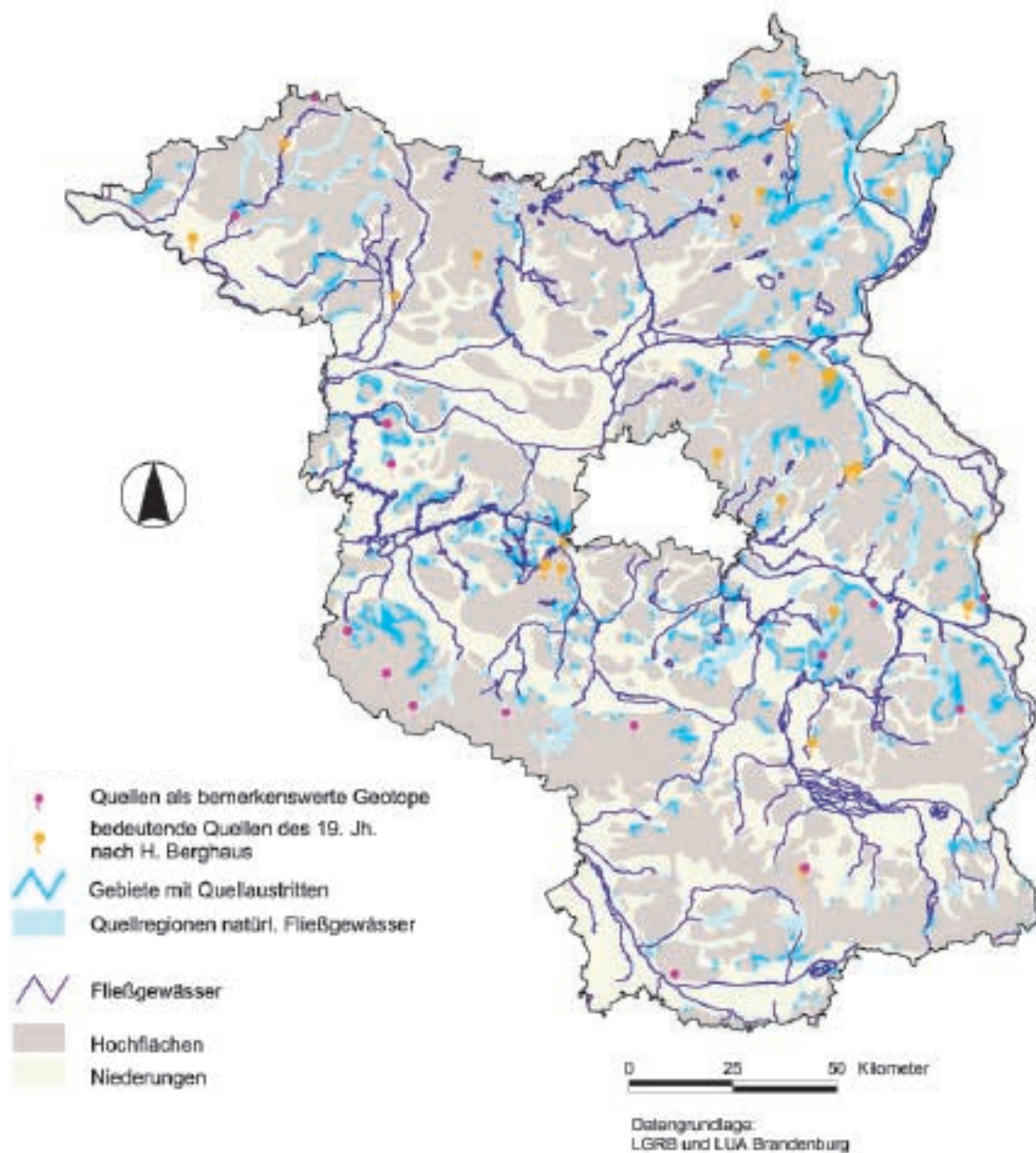


Abb. 1.2.1: Quellstandorte in Brandenburg (Auswahl)

Günstig zum **Auffinden der Quellen** sind Frosttage mit frischer, dünner Schneedecke. Größere Quellen bleiben eis- und schneefrei und heben sich dadurch gut von der Umgebung ab. Bedingt durch die ganzjährig gleichmäßigen Temperaturverhältnisse, ca. 8–9 °C, erkennt man frischgrüne Pflanzen oder eine offene Schneedecke. Tümpelquellen frieren selbst bei Temperaturen unter 0 °C nicht zu (KRÜGER 1996; HOHENBERGER 1989). Kleinere Sickerquellen erkennt man an der Verfärbung (z.B. rostrot) des Eises bzw. die vom gewöhnlichen Schnee und Eis unterscheidbare Kristallbildung.

Quellen sichern Fließgewässern den **Niedrigwasserabfluss** und sind in trockenen oder entwässerten Landschaften die einzigen Feuchtgebiete. Quellschüttungen zeigen das Wasserangebot im entsprechenden Grundwasserleiter an.

Die Wertschätzung der Quellen hat in den letzten Jahrhunderten stark abgenommen. Schon Mitte des 19. Jahrhunderts beklagt BERGHAUS (1854), dass einst wichtige, bereits Mitte des 16. Jahrhunderts bekannte Quellen im Gedächtnis der ansässigen Bevölkerung erloschen sind. Manchen Mineralquellen wurden heilende Kräfte bescheinigt (z.B. „Gesundbrunnen“ in Berlin, Freienwalder Gesundbrunnen). Einige dieser Quellen existieren heute nicht mehr.

Viele Quellen sind in den letzten Jahrhunderten durch Melioration in der Land- und Forstwirtschaft, Grundwasserabsenkungen beim Bergbau und durch Wohnungs- und Verkehrsbau vernichtet worden (KRÜGER 1996).

**Gefährdungsursachen** sind:

- Dränung der Sickerquellbereiche,
- Überbauung und Verschüttung,
- Quelfassung, Ausbau oder Aufstau der Quellabläufe (z.B. zur Anlage von Fischteichen),
- Absenkung des Grundwasserspiegels,
- Großflächige Versiegelungs- oder Entwässerungsmaßnahmen, Abgrabungen, Tagebaue im Einzugsgebiet,
- Wassergewinnung,
- Verschmutzung der Quellen oder des Grundwassers im Einzugsgebiet.

## 1.2.2 Fließgewässer

Fließgewässer entstehen immer nur bei einem **Wasserüberschuss in der Landschaft**. Da natürliche Fließgewässer durch fließendes Wasser geprägt sind, ist ihre Gestalt unter natürlichen Bedingungen veränderlich. Prozesse wie Überflutung, Ablagerung, Erosion und Sedimentation verändern das Erscheinungsbild von Fließgewässern und ihrer Aue.

Das Fließgewässersystem der Altmoräne unterscheidet sich grundsätzlich von dem der Jungmoränenlandschaft:

**Im Jungmoränengebiet** (nördlich des Baruther Urstromtales und östlich der Prignitz):

- vergleichsweise noch sehr unregelmäßig gestaltet, schwer übersichtlich,
- die vom abtauenden Gletscherwasser geschaffenen Durchbruchstäler durch die Endmoränenzüge werden von den heutigen Fließgewässern häufig in entgegengesetzter Richtung genutzt,
- kaskadenartige Abfolgen von Fließgewässerabschnitten und durchflossenen Seen (z.B. Havel mit Flusseen).

**Im Altmoränengebiet** (südlich des Baruther Urstromtales und der Prignitz):

- baumartig verzweigtes Fließgewässersystem,
- Hauptflüsse entstehen aus mehreren Bächen, die in gleichen Abständen zufließen,
- Bäche spalten sich in Richtung Quelle wiederum mehrmals auf.

In Brandenburg werden kleine und mittelgroße Fließgewässer nach vorherrschendem Substrat und Talform unterschieden (nach ORENDT 1999; MUTZ & ORENDT 1998 in LUA 2001, siehe Abb. 1.2.2):

1. Stein- und blockreiche, sanddominierte Fließgewässer in Kerbtälern (der Endmoränen),
2. Sanddominierte Fließgewässer der Urstromtäler,
3. Fließgewässer in vermoorten Tälern (organische Bäche, nur in den Tälern des Jungglazials),
4. Sanddominierte Fließgewässer der Mulden- und Sohlentäler,
5. Kiesdominierte Fließgewässer (nur im Altglazial).



Abb. 1.2.2: Fließgewässertypen im Land Brandenburg  
(n. MUTZ & ORENDT 1998, in LUA 2001, verändert)

In Brandenburg gibt es mehr als 30 000 km Wasserläufe. Mindestens 80 % davon wurden im Verlaufe der letzten 300 Jahre künstlich angelegt (siehe Abb. 1.2.3). Gleichzeitig wurde die Lauflänge der natürlichen Flüsse und Bäche durch Begradigungen deutlich verkürzt.

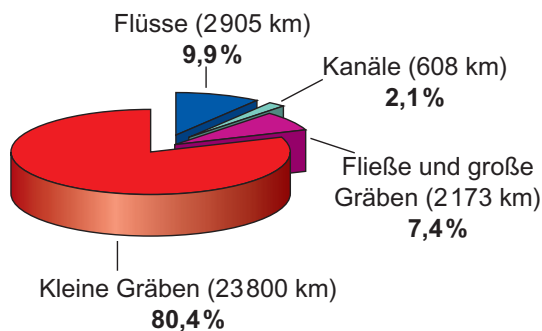


Abb. 1.2.3: Anteile der Gewässerarten an der Gesamtlauflänge der Fließgewässer in Brandenburg (LUA-Q1)

Kaum ein natürliches Fließgewässer hat heute noch seine ursprüngliche Gestalt – die natürliche Gewässerstruktur wurde erheblich verändert. Als Gradmesser für die Veränderung der Gewässerstruktur wird die „Gewässerstrukturgüte“ nach einem festgelegten Kartierverfahren deutschlandweit erfasst und in „Gewässerstrukturgütekarten“ dargestellt. Dabei werden die Ausstattung eines Fließgewässers mit ökologisch bedeutsamen Strukturelementen (z.B. Uferverbau, Linienführung, Bauwerke, Uferbewuchs) und das Ausmaß der Veränderung der natürlichen Gewässergestalt bewertet.



Bild 1.2.2: Naturnaher Bachabschnitt des Verlorenwasserbachs im Oberlauf (L. LANDGRAF 2003)

Das Ergebnis der Strukturgütekartierung von 1 707 km Fließgewässer Brandenburgs im Auftrag des Landesumweltamtes Brandenburg (LUA 2002) zeigt Abbildung 1.2.4. Danach sind 60 % der Gewässerabschnitte im Lauf „mäßig verändert“, bei 50 % ist das Ufer „mäßig verbaut“ und bei 66 % der Uferabschnitte ist die natürliche Vegetation verdrängt worden. Eine Überschwemmung der Aue kann in Brandenburg an nur noch 25 % der Fließkilometer erfolgen.





Abb. 1.2.4: Strukturgüte ausgewählter Fließgewässer in Brandenburg (LUA – W5 2001)

### 1.2.3 Sölle

Der Begriff Soll wurde von GEINITZ (1879) eingeführt. Sölle gehen aus **Toteishohlförmern** hervor, die durch verzögertes Abschmelzen von Toteisblöcken (verschüttete Eisbrocken des Inlandeises) nach dem Rückzug des Inlandeises entstanden sind.

Sölle sind kleine, wasserführende Hohlformen im Grund- und Endmoränenbereich ohne natürliche Vorflut. Sie werden durch Niederschläge, vorwiegend Oberflächen- und Zwischenabfluss, seltener durch Grundwasser gespeist. In Abhängigkeit vom Wasserdargebot weisen sie stark schwankende Wasserstände auf. Sölle haben oft den Charakter von temporären Stillgewässern, zum Teil sind sie perennierend oder völlig verlandet (DVWK 1998).

Starkniederschläge und insbesondere Schmelzwasserabflüsse auf frostversiegeltem Boden führen zu dem für das Füllen der Sölle maßgeblichen **Oberflächenabfluss**. Die Füllungsphase der Sölle liegt im hydrologischen Winterhalbjahr (November–April). Während des Sommerhalbjahres ist der Bodenwasservorrat durch Verdunstung zumeist schnell aufgebraucht. Kleine und flache Sölle trocknen unter diesen Bedingungen oft aus. Sölle haben nur ein geringes Puffervermögen gegenüber Umwelteinflüssen.

Die Mehrzahl der Sölle befindet sich in der freien Feldflur, wo ein hoher Oberflächen- und Zwischenabfluss auftritt. Sölle kommen vor allem in den Jungmoränengebieten mit wasserstauenden Geschiebemergelschichten vor. Sie entwässern kleine Binneneinzugsgebiete. In Waldgebieten haben sich Sölle zu Verlandungs- oder Kesselmooren entwickelt.



Bild 1.2.3: Sölle in der uckermärkischen Feldflur (H. RICHTER 1997)

In Brandenburg treten Sölle am häufigsten in den ebenen bis flachwelligen Grundmoränen auf. Ihre Zahl nimmt zu den kuppigen Grundmoränen hin ab. Die **Verbreitungsdichte** der Sölle in Nordostdeutschland schwankt zwischen 0,6 je 100 ha und 40 je 100 ha. Ihre durchschnittliche Fläche beträgt ca. 0,1 ha. Abbildung 1.2.5 zeigt die Hauptverbreitungsgebiete von Söllen in der Jungmoräne.

Sölle sind **Wasserspeicher**, die episodische Abflüsse aufnehmen und Stoffe aus ihrem meist kleinen Einzugsgebiet akkumulieren. Durch ihr Vorkommen in sonst oft trockenen Hochflächen besitzen sie eine wichtige Habitat- und Biotopverbundfunktion. In Landschaften mit einer hohen Anzahl an Söllen können sie das Klein-klima positiv beeinflussen.

Mit dem Beginn intensiver Ackernutzung wurden ab 1960 verstärkt Bemühungen zur Beseitigung, Verfüllung und Entwässerung der Sölle unternommen (KALETKA 1996). Im Zuge von Meliorationsmaßnahmen wurden eine Reihe von Söllen über Rohrleitungssysteme an das Flächenentwässerungsnetz angeschlossen. Sölle sind schon aufgrund ihrer geringen Größe gefährdet. Die Hauptgefährdungsursachen für Sölle sind:

- Überformung des Solls durch Erosion,
- Intensivierung der Verlandungsprozesse durch Stoffeinträge,
- Trockenlegung,
- Zuschüttung,
- Vermüllung,
- Fäkalieinleitung und Eutrophierung,
- intensive Beweidung.

Die Anzahl der natürlichen Sölle in Nordostdeutschland ist im Laufe des 20. Jahrhunderts etwa um die Hälfte reduziert worden.

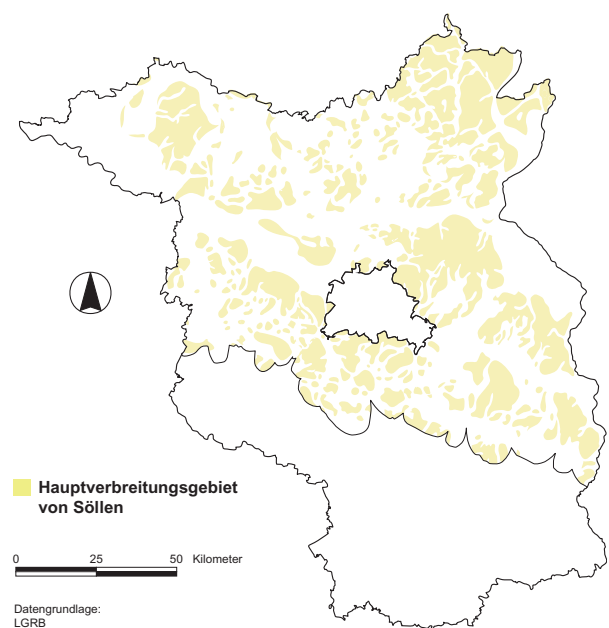


Abb. 1.2.5: Hauptverbreitung von Söllen in Brandenburg

#### 1.2.4 Seen

Aus hydrologischer Sicht können die Seen der jungpleistozänen Landschaften nach MAUERSBERGER & MAUERSBERGER (1996) in folgende Seentypen unterschieden werden:

##### **Flusseen**

Flusseen sind Erweiterungen des Flussbettes in der Aue. Sie werden vom Fluss vollständig durchströmt und besitzen damit ein mit dem Fluss identisches Einzugsgebiet. Flusseen sind in der Regel flach und haben einen schnellen Wasseraustausch.

*Beispiele: Templiner See und Schwielowsee bei Potsdam, Schwielochsee bei Beeskow, Unteruckersee bei Prenzlau, Blankensee östlich von Beelitz*

##### **Fließseen**

Fließseen werden durch kleine Oberflächenwasserzuflüsse (Bäche, Gräben etc.) gespeist. Der Wasseraustausch ist entsprechend langsamer als bei Flusseen. Der Ablauf kann von Fließgewässern, aber auch von Durchströmungsmooren gebildet werden. Fließseen findet man in Schmelzwasserrinnen der Grundmoränen- und Sanderlandschaften.

*Beispiele: Großer Lienuwitzsee und Caputher See bei Potsdam*

##### **Quellseen**

Quellseen werden direkt von Quellaustritten bzw. Quellmooren gespeist. Sie treten in Sander-, Grundmoränen- und Endmoränenlandschaften auf.

*Beispiele: Suckower Haussee, Großer Aalgastsee*

##### **Endseen**

Endseen besitzen einen Zufluss, aber keinen oberirdischen Abfluss. Seen dieses Typs bilden nur dann keinen oberirdischen Abfluss aus, wenn Verdunstung und Versickerung etwa dem oberirdischen Wasserzustrom entsprechen.

*Beispiel: Briesensee (Schorfheide)*

##### **Grundwasserseen**

Grundwasserseen haben weder einen oberirdischen Zu- noch Abfluss. Der Wasserverlust über Verdunstung und Versickerung wird durch Grundwasserzustrom ausgeglichen. Der Seespiegel verhält sich synchron zum Grundwasserstand.

*Beispiele: Kiensee, Warnitzsee, Kleiner Vätersee (alle Schorfheide), Parsteiner See bei Angermünde (vor Anlage des Nettelgrabens), Wummsee bei Luhme*



Bild 1.2.4: Der Wummsee ist ein oligo- bis mesotropher Grundwassersee (B. KEHL 04/00)

##### **Kesselseen**

Kesselseen entstehen weitgehend unabhängig vom Grundwasserkörper in Kessellagen der Endmoräne, deren Untergrund wasserstauende Schichten aufweist. Ihre Speisung erfolgt neben dem Niederschlag auch durch Oberflächen- und Zwischenabfluss eines meist kleinen Einzugsgebietes. In Abhängigkeit von der klimatischen Wasserbilanz sind stark schwankende Seespiegel möglich.

*Beispiele: Buckowsee, Großer und Kleiner Schwarzer See (alle Grumsiner Forst), Teufelssee bei Potsdam, Himmelreichsee bei Rheinsberg*

##### **Himmelseen**

Himmelseen existieren ohne Mineralwasserzustrom allein aus dem Dargebot des Niederschlags. Unter den subkontinentalen Verhältnissen Brandenburgs können sich Himmelseen nicht ausbilden, denn über längere Zeit übersteigt hier die Verdunstung den Niederschlag. Einige Seen in Kessellage können in trockenen Jahren (negative Wasserbilanz) himmelseeartige Verhältnisse aufweisen (MAUERSBERGER & MAUERSBERGER 1996), wenn bei tiefen Grundwasserständen im Einzugsgebiet der Grundwasserzustrom gegen Null geht (z.B. Hechtdiebel bei Angermünde). Das Wasservolumen wird in niederschlagsreichen Perioden wieder aufgefüllt.

Die naturräumliche Lage der hydrologischen Seentypen in der eiszeitlich geprägten Landschaft Brandenburgs zeigt die Abbildung 1.2.6.



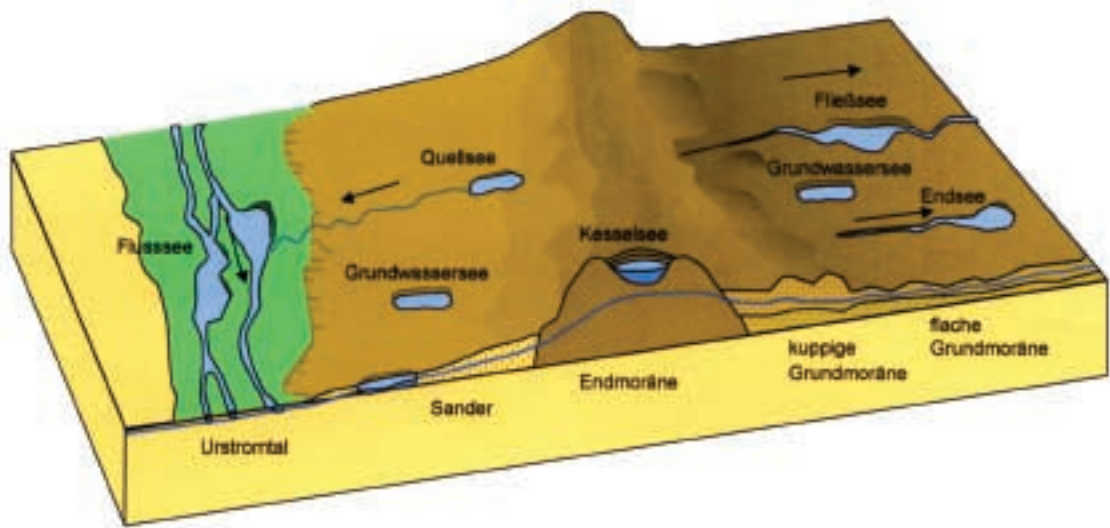


Abb. 1.2.6: Hydrologische Seentypen in der brandenburgischen Landschaft (LUA-Q1)

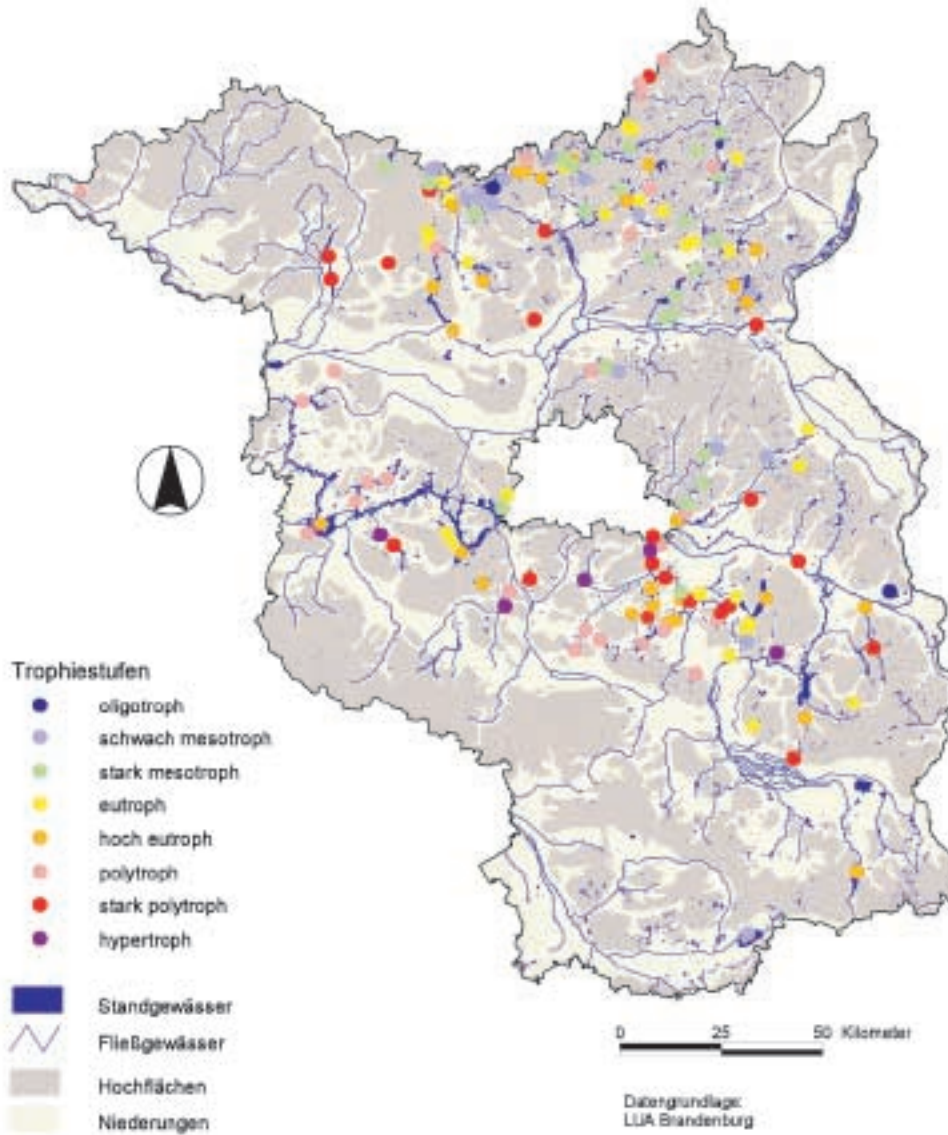


Abb. 1.2.7: Aktuelle Trophiezustände ausgewählter brandenburgischer Seen >50 ha in Brandenburg (LUA – W5)



In Brandenburg gibt es ca. 2800 Seen größer 1 ha mit einer Ausdehnung von insgesamt 60000 ha. Natürliche Seen befinden sich mit wenigen Ausnahmen nur im Jungmoränengebiet Brandenburgs. Mit der Grundwasseranhebung in der Niederlausitzer Tagebaulandschaft wird zukünftig ein großes künstliches Seengebiet im Süden Brandenburgs entstehen.

Tabelle 1.2.1 zeigt Untersuchungsergebnisse zur aktuellen Gewässergüte von 149 brandenburgischen Seen mit einer Fläche >50 ha. Trotz der in den vergangenen Jahren erreichten Güteverbesserung ist das Ausmaß der aktuellen Nährstoffbelastung immer noch erheblich. Die Lage dieser Seen und der aktuelle Trophiezustand werden in Abbildung 1.2.7 dargestellt.

**Tab. 1.2.1: Trophiezustände ausgewählter brandenburgischer Seen >50 ha**

(Quelle: LUA-W5 unveröffentlicht, Stand: 2003)

Trophie	Aktueller Zustand (Anzahl der Seen)	Potenziell natürlicher Zustand (Anzahl der Seen)
oligotroph	2	10
schwach mesotroph	15	60
stark mesotroph	25	40
eutroph	27	25
hoch eutroph	27	16
polytroph	26	–
stark polytroph	21	–
hypertroph	6	–
<b>Bewertete Seen insgesamt</b>	<b>149</b>	<b>151</b>

Seen mit Kalkmudde können Phosphate dauerhaft festlegen und stellen damit neben Mooren wichtige **Nährstoffsenken** dar. Die Seeretention ist für den Wasserhaushalt der Landschaft bedeutsam. Aufgrund ihres **Speichervermögens** können Seen in Hochwasserzeiten in Abhängigkeit von der Geländemorphologie große Wassermengen aufnehmen. In Niedrigwasserzeiten stabilisieren Seen den Grundwasserstand der Umgebung. Regionen mit Seen haben ein günstigeres Kleinklima als gewässerarme Gebiete.

In den vergangenen Jahrhunderten wurde der **Wasserhaushalt vieler Seen künstlich verändert**. Vor allem die abflusslosen Grundwasserseen wurden an die Vorflut angeschlossen. Zahlreiche Seespiegel wurden aufgestaut oder abgesenkt. Durch die Meliorationsmaßnahmen der Vergangenheit und die weitverbreitete Grundwasserabsenkung in Brandenburg überwiegen heute fallende Seespiegel. Das verringerte Wasservolumen und trockenfallende Uferzonen verursachen Probleme mit der Gewässergüte und der Badewasserqualität.

Neben den meliorativen und wasserwirtschaftlichen Eingriffen in den Wasserhaushalt wurden Seen in den 60er und 70er Jahren des 20. Jahrhunderts durch intensive Freilandgeflügelzucht stark beeinträchtigt. Zahlreiche Klarwasserseen entwickelten sich binnen weniger Jahre von mesotrophen zu polytrophen bis hypertrophen Gewässern. Gefahren für die Gewässergüte gehen noch heute von **intensiver Landnutzung** im Einzugsgebiet und **intensiver Fischereiwirtschaft** aus. Vielfach münden Dränagen landwirtschaftlicher Flächen direkt in Seen. Auch die Fäkalieneinleitung aus Haushalten stellt trotz des hohen Anschlussgrades der brandenburgischen Haushalte an Klärwerke noch eine Gefährdung dar. Naturnah erhaltene Klarwasserseen findet man überwiegend in größeren Waldgebieten.

### 1.2.5 Moore

Moore sind wassergeprägte Lebensräume, die unter natürlichen Bedingungen einen Wasserüberschuss aufweisen. Nach der Entstehungsgeschichte und den hydrologischen Bildungsbedingungen unterscheidet man hydrologisch-entwicklungsgeschichtliche Moortypen (Succow & Joosten 2001):

### Versumpfungsmoor

Entstehung:

- langsamer Grundwasseranstieg auf wasserdurchlässigem Substrat (Grundwasseranstiegsmoore)
- durch Wasserrückstau auf undurchlässigem Substrat (Stauwasser-Versumpfungsmoore)

Kennzeichen:

- Wechsel von Trocken- und Nassphasen
- meist eutroph (Jungmoräne), selten mesotroph (Altmoräne)
- Torfmächtigkeit meist unter 2 m, häufig durchragen mineralische Inseln den Torf
- Torfe stärker zersetzt

Verbreitung:

- Sandergebiete, Urstromtäler (Grundwasseranstiegsmoore)
- abflusslose Niederungen und Becken (Stauwasser-Versumpfungsmoore)
- in Brandenburg der am weitesten verbreitete Moortyp

Natürliche Vegetation:

- bultige Erlenbruchwälder, Seggenriede und Schilfröhrichte, seltener Wollgrasseggenriede

Beispiele:

- Grundwasseranstiegsmoore: Baruther Urstromtal (Potsdam-Mittelmark), Havelländisches Luch (Havelland), Rhinluch (Ostprignitz-Ruppin, Oberhavel)
- Stauwasser-Versumpfungsmoore: Erlenbrüche in der Schorfheide (Barnim)

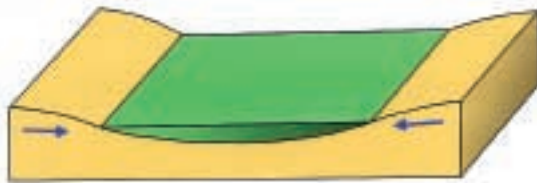


Abb. 1.2.8: Versumpfungsmoor (nach HUTTER ET AL. 1997)



Bild 1.2.5: Ein wachsendes mesotroph-saures Versumpfungsmoor in der Niederlausitz (L. LANDGRAF 2003)

### Verlandungsmoor

Entstehung:

- Verlandung eines Standgewässers, Speisung durch Oberflächen- oder Grundwasser
- Verlandung durch a) Schwingdecken b) im Wasserkörper flutende Vegetation (z. B. Braunmoosmatten, Wasserpflanzen)
- c) Wasserriede und -röhrichte mit Unterwassertorfbildung

Kennzeichen:

- meist mächtige Seeablagerungen (Mudden) unter geringmächtigen Torfen <2 m
- Abhängigkeit der Torfbildung vom Wasserhaushalt des Gewässers

Verbreitung:

- Stillgewässerreiche Naturräume, wie End- und Grundmoränen, Sander
- in Brandenburg weitverbreitet
- intakte oligotrophe bis mesotrophe Verlandungsmoore kommen heute selten vor

Natürliche Vegetation:

- Röhrichte, Großseggen-Riede, Torfmoos-Seggenriede, Torfmoos-Schwingdecken etc.

Beispiele:

- Kremmener Luch (Oberhavel), Blindower See (Uckermark), Rietzer See (Potsdam-Mittelmark)

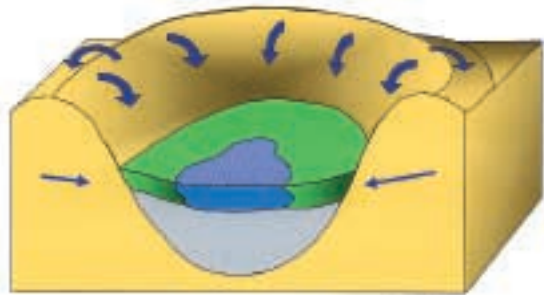


Abb. 1.2.9: Verlandungsmoor in Kessellage (verändert nach HUTTER ET AL. 1997)



Bild 1.2.6: Abschlussphase einer Seeverlandung in der Lieberoser Heide (L. LANDGRAF 2003)

## Auen-Überflutungsmoor

Entstehung:

- zeitlicher Wechsel zwischen Überflutungen und Vermoorungen in Auen

Kennzeichen:

- Wechsellagerung von Torf, Mudde und Auensedimenten
- hochzersetzte mineralstoffreiche Schilf-, seltener Seggen- oder Bruchwald-Torfe

Verbreitung:

- Flusstäler mit periodischer Überflutung insbesondere an Flussunterläufen

Natürliche Vegetation:

- Röhrichte, Großseggen-Riede, Erlen- und Weiden-gebüsche, Auwald

Beispiele:

- Spreewald (Dahme-Spree, Oberspree, Spree-Neiße), Müggelspree-Aue (Oder-Spree), Große Grabenniederung (Havelland), Unteres Odertal, z.B. Friedrichsthaler Polder (Uckermark)



Abb. 1.2.10: Auen-Überflutungsmoor (nach HUTTER ET AL. 1997)

## Quellmoor

Entstehung:

- durch Aufstau von Wasser an Quellaustritten infolge der Torfbildung
- bei Druckwasseraustritt wachsen Quellmoore kuppelförmig bis zum Druckwasserausgleich auf

Kennzeichen:

- Quellwasseraustritt ist der Quelltopf, aus dem das Wasser oberflächlich herabrieselt
- Quelltorfe sind oft hochzersetzt und mineralreich, der Abfluss ist häufig eisenhaltig, in der Jungmoräne auch kalkreich

Verbreitung:

- im Anschnittbereich von Grundwasserleitern z.B. am Rande von Moränenplatten, häufig in der Jungmoräne aber auch in der Altmoräne z.B. am Lausitzer Grenzwall
- meist kleinflächig oder linienartig an Talrändern

Natürliche Vegetation:

- überwiegend eutrophe Bruchwälder
- häufig auftretende Zeigerarten: Rispen-Segge (*Carex paniculata*), Bitteres Schaumkraut (*Cardamine amara*), Spitzblütige Binse und Stumpfbütige Binse (*Juncus acutiflorus* und *subnodulosus*)

Beispiele:

- Besenberg im Uckertal (Uckermark), Fauler Ort (Uckermark), Riebenbach bei Buckau (Uckermark), Sernitz-Niederung (Uckermark)

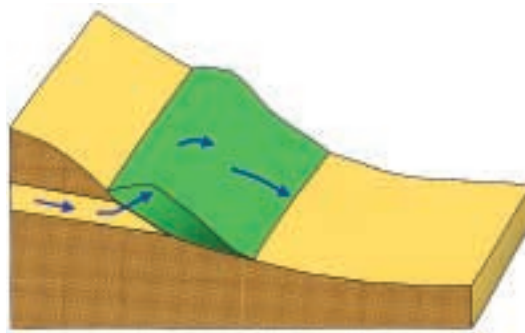


Abb. 1.2.11: Quellmoor über Druckwasseraustritt (LUA-Q1)



Bild 1.2.7: Natürliches, gehölzarmes Druckwasser-Quellmoor am Nordrand des Fläming (L. LANDGRAF 2003)

## Durchströmungsmoor

Entstehung:

- starke und anhaltende Wasserspeisung geneigter Flächen
- Torfbildung aufgrund Aufstau des durch den Torfkörper strömenden Wassers

Kennzeichen:

- im natürlichen Zustand geneigte und fast baumfreie Moore
- Torfe in den oberen Schichten locker, grobporig und gering zersetzt
- meist Moos- und Seggentorfe
- schnelles Torfwachstum, daher oft große Torfmächtigkeiten

Verbreitung:

- Flusstäler der Jung- und Altmoräne, vereinzelt als Talmoore gesamte Täler ausfüllend (z.B. Randowbruch)

Natürliche Vegetation:

- Mesotrophe Braunmoos-Seggenriede bzw. Torfmoos-Seggenriede mit spärlichem bis ohne Gehölzbewuchs

Beispiele:

- Gartzter Bruch (Uckermark), Randowbruch (Uckermark), Rotes Luch (Märkisch-Oderland), Fichtwaldmoor (Elbe-Elster)

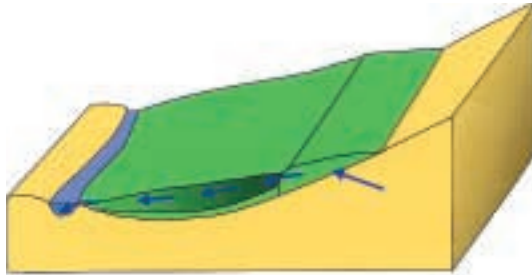


Abb. 1.2.12: Durchströmungsmoor in einem Flusstal gespeist durch ein Quellmoor (nach HUTTER ET AL. 1997)

### Kesselmoor

Entstehung:

- Aufwachsen von durch Oberflächen- und Zwischenabfluss gespeisten Moorkörpern in abflusslosen Senken
- Sekundäre Moorbildungen auf Verlandungs- oder Versumpfungsmooren

Kennzeichen:

- Meist mesotroph bis oligotroph-saure Kleinmoore, die sich über das regionale Grundwasserniveau emporgehoben haben
- z.T. mit Moorkolk (Moorauge) im Zentrum und in wasserreichen Phasen mit Randsumpf
- konzentrische Zonierung bei größeren Mooren: mesotrophe Randzone und oligotrophe Kernzone
- typische Moorstratigraphie und meist Moormächtigkeiten >4 m bis >20 m
- schwankende Wasserstände

Verbreitung:

- Häufig in Senken der End- und Grundmoränenlandschaften des Jungpleistozäns

Natürliche Vegetation:

- Torfmooschwingdecken, Wollgras-Torfmoos-Rasen, Waldkiefern-Torfmoosrasen u. a.

Beispiele:

Moosfenn bei Potsdam, Luchsee bei Krausnick, Postluch bei Ganz, Mooskute bei Chorin

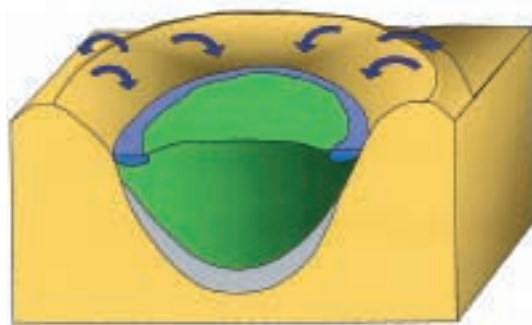


Abb. 1.2.13: Kesselmoor mit Randsumpf (verändert nach HUTTER ET AL. 1997)

In Nordostdeutschland können **Torfmoosmoore**

(= **Sphagnummoore**) als **Kesselmoore** und **Verlandungsmoore** in Kessellage nach TIMMERMANN (1999) in drei hydrodynamischen Typen auftreten:

#### A – Schwimmende Moore

- Torfdecke schwimmt auf Wasserkissen
- kaum Schwankungen der Grundwasserflurabstände
- aufgrund der Nährstoffdurchmischung im Wasserkissen treten keine oligotrophen Bereiche auf
- sehr hohe Oszillationsfähigkeit der Mooroberfläche bei schwankenden Wasserständen

#### B – Schwammsumpfige Moore

- Elastischer Moorkörper, der bei schwankenden Wasserständen oszilliert
- geringe bis mittlere Schwankungen der Grundwasserflurabstände
- durch Filterung des durchströmenden Wassers treten bei ausreichend langen Filterstrecken oligotrophe Moorbereiche auf (meist im Zentrum)

#### C – Stagnierende Moore

- Aufgrund von Torfmineralisation und hohem Substanzvolumen (geringes Porenvolumen) verfestigter Moorkörper mit Reliefierung der Oberfläche
- große Schwankungen der Grundwasserflurabstände infolge geringen Oszillationsvermögens des Moorkörpers
- große Grundwasserflurabstände führen zur Nährstoffanreicherung des Moores infolge von Torfmineralisation,
- hohe Grundwasserstände bewirken Überstau.

### Hangmoor

Entstehung:

- Versumpfungen an Hängen aufgrund flächenhafter Überrieselung ungespannten Hangwassers
- Im Unterschied zu Durchströmungsmooren mit längeren Stillstandsphasen des Torfwachstums

Kennzeichen:

- Phasenhaft gespeiste flachgründige Moore, die meist direkt dem mineralischen Untergrund auflagern
- Hochzersetzte Torfe
- Hangabwärts gerichtete Nährstoffverarmung

Verbreitung:

- niederschlagsreichere Gebiete des Altpleistozäns
- vor allem entlang des Lausitzer Grenzwalls

Natürliche Vegetation:

- Torfmoos-Kiefern-Wald; Torfmoos-Flutterbinsen-Ried, Torfmoos-Waldbinsen-Braunseggen-Ried u. a.

Beispiele:

- Blausteinfenn bei Gräben, Oelsiger Luch bei Herzberg

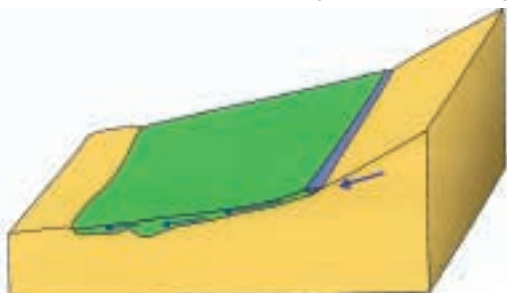


Abb. 1.2.15: Hangmoor mit Randsumpf (LUA-Q1)



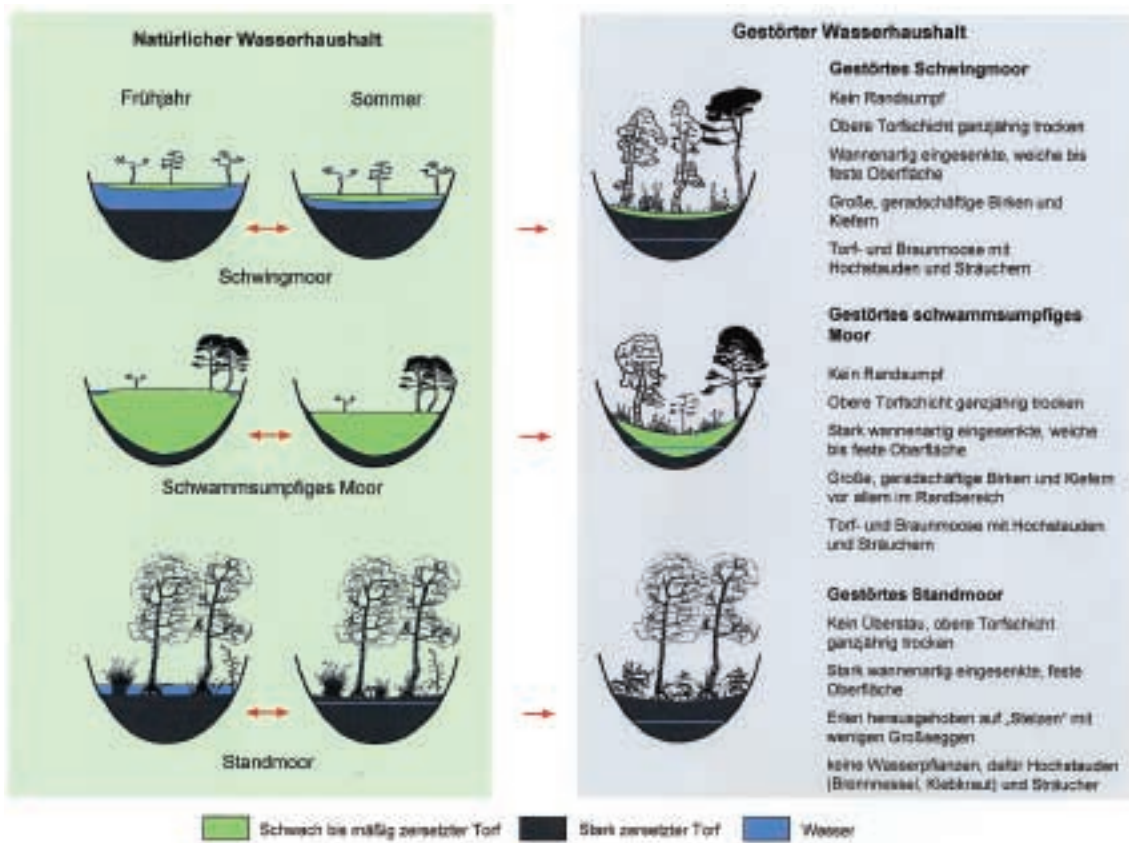


Abb. 1.2.14: Merkmale des Renaturierungsbedarfs horizontaler Moore bezogen auf die drei Ausbildungsformen: Schwingmoor, schwammsumpfiges Moor und Standmoor

Moore mit einer Randsumpfzone, die bis weit in den Sommer hinein freies Wasser aufweist, haben einen intakten Wasserhaushalt (Abb. 1.2.14). Hier existiert noch ein Wasserüberschuss. Besitzen schwammsumpfige Moore eine wannenartig eingesenkte Mooroberfläche (hohe Moorränder, tiefes Moorzentrum) liegt ein gestörter Wasserhaushalt vor.

Hinweise darauf sind auch amorphe Oberböden, Eutrophierungszeiger in der Vegetation bis weit in das Moorzentrum hinein und hohe Grundwasserflurabstände über 2 dm.



Bild 1.2.8: Das Blausteinfenn ist ein mesotroph-saures Hangmoor am Nordrand des Fläming (L. LANDGRAF 2003)

Natürliche Standmoore bzw. stagnierende Moore sind durch regelmäßige Überstauungen gekennzeichnet. Anhand einfacher Merkmale lässt sich der Renaturierungsbedarf für die drei Ausbildungsformen – schwimmendes Moor (Schwingdecke), schwammsumpfiges Moor und stagnierendes Moor (Standmoor) erkennen (Abb. 1.2.14).

**Moore bewirken in der Landschaft eine Verringerung des Abflussgeschehens.** Mit ihrer Fähigkeit, bei schwankenden Wasserständen ihr Volumen anzupassen, verhindern bzw. reduzieren sie die Neigung der Landschaft zu Oberflächenabfluss. Besonders moosreiche Moore sind in Abhängigkeit vom Wasserdargebot in der Lage, ihr Porenvolumen zu verändern. Der Grundwasserstrom wird dadurch gebremst und gleichmäßig. Hochwasserspitzen verringern sich und in Niedrigwasserphasen erfolgt durch allmähliche Porenwasserentleerung eine stabilere Wasserspeisung der Vorfluter. In Trockenzeiten kann moosreiche Moorvegetation die Verdunstung bei gleichzeitig hohen Wasserständen erheblich reduzieren. Dadurch werden vor allem bei Torfmoosmooren Wasserverluste stark eingeschränkt.

Neben einer ausgleichenden Wirkung für den Landschaftswasserhaushalt erfüllen Moore eine wichtige **Senkenfunktion für Nähr- und Schadstoffe**. In der Naturlandschaft sind Moore die bedeutendsten Akkumulationsräume, da bei Wassersättigung und dem damit verbundenen Sauerstoffmangel die mikrobiellen Umsetzungsraten stark reduziert werden, so dass eine Speicherung des abgestorbenen Pflanzenmaterials als Torf stattfindet.

Brandenburg verfügt heute über eine Moorfläche von rund 220 000 ha. Dies entspricht einem Mooran- teil von rund 7% der Landesfläche. Nach Schätzun- gen des Landesumweltamtes gab es im heutigen Brandenburg vor Beginn der großen Feuchtgebiets- meliorationen ab dem 18. Jahrhundert noch über 300 000 ha Moorfläche. Gegenwärtig können nur noch 10% der heutigen Moorfläche als relativ naturnah eingestuft werden, wovon wiederum nur 10%

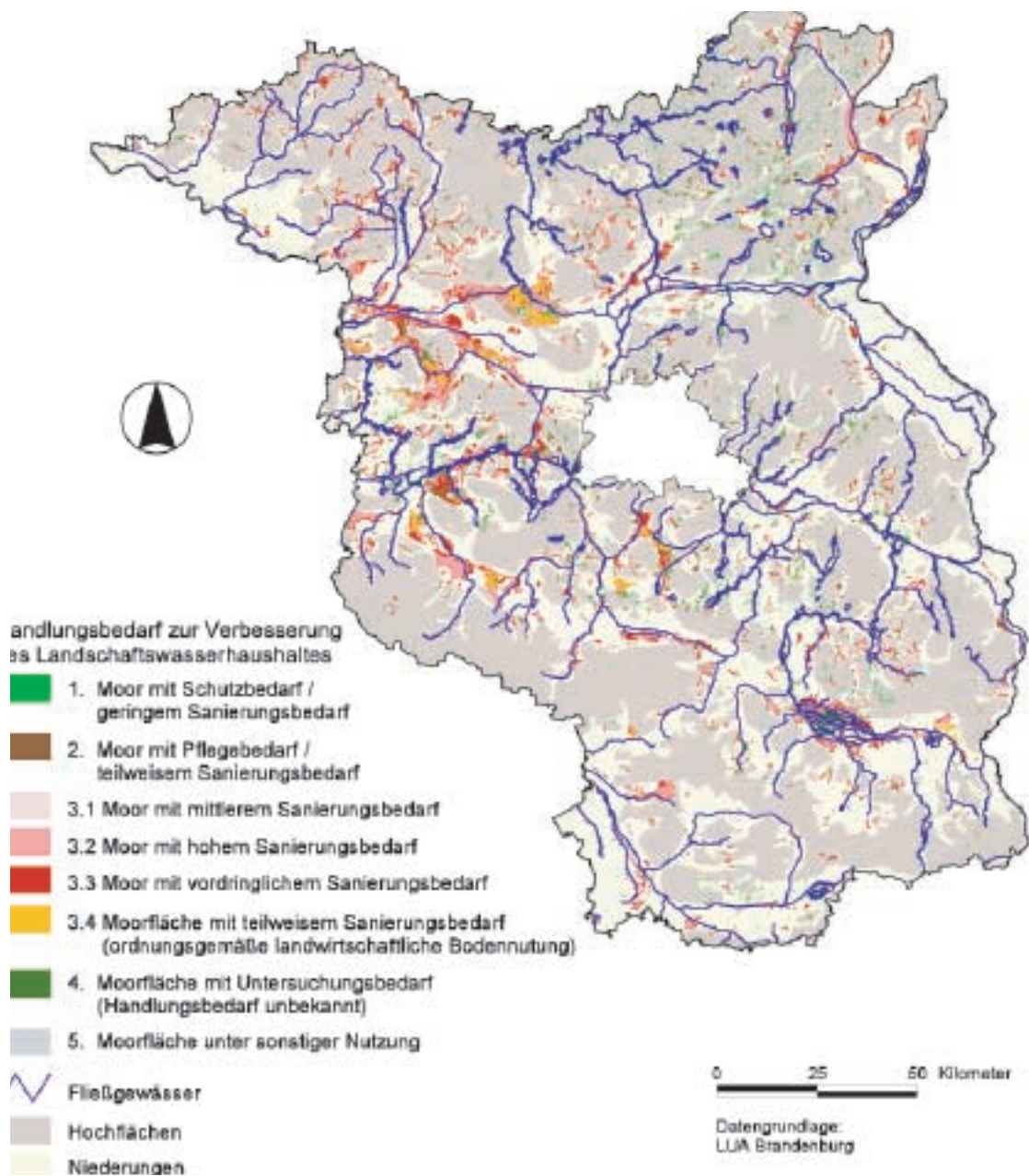


Abb. 1.2.16: Handlungsbedarf zur Verbesserung des Landschaftswasserhaushaltes für Moore in Brandenburg



**wachsende Moore darstellen.** Nach LEHRKAMP (1987) beträgt der entwässerungsbedingte Moorschwind bei Grünlandnutzung 5 bis 10 mm/Jahr und bei Ackernutzung 12 bis 20 mm/Jahr.



Bild 1.2.9: Der Großteil brandenburgischer Moore ist heute von Quecken-Grasland geprägt (L. LANDGRAF 1997)

Rund 170 000 ha Niedermoorfläche werden in Brandenburg landwirtschaftlich genutzt. Für die meist intensive Nutzung dieser Flächen war eine **tiefgreifende Entwässerung** der Standorte notwendig. Jährlich geht in Brandenburg durch Entwässerung ein Volumen von schätzungsweise 15,4 Mio. m<sup>3</sup> Torf als potenzieller Wasserspeicher verloren. Gewässer und Atmosphäre werden in entsprechendem Maße mit Nährstoffen bzw. klimarelevanten Gasen belastet. Mindestens 65% der Moorflächen unterliegen heute weiterhin einer Landnutzung mit zu tiefen Wasserständen und entsprechend hohen Torfzehrungsraten. Neben dem Torfverlust reduziert sich dabei im Moorkörper das nutzbare Porenvolumen. Der stark entwässerte Torf nimmt wasserabweisende Eigenschaften an. Die Gefahr von Wechselnässe steigt. Die Moore in Brandenburg haben ihre ausgleichende Funktion für den Gebietsabfluss damit seit Jahrzehnten fast gänzlich verloren. Trockene Mooroberflächen besitzen nicht ihre ursprüngliche mikroklimatische Bedeutung. In Abbildung 1.2.16 sind die Moore nach dem Handlungsbedarf für die Verbesserung des Landschaftswasserhaushaltes ausgewiesen.

Grundsätzlich sind heute alle natürlichen und naturnahen Moore bedrohte Lebensräume. Eine Übersicht zur Gefährdung naturnaher Moore unterteilt nach ökologischen und hydrogenetischen Moortypen zeigt Tabelle 1.2.2. Während man **Reichmoore** (eutrophe Moore) in Form von Röhricht- und Bruchwaldmooren in naturnahem Zustand noch verbreitet findet, sind **Arm- und Zwischenmoore** sehr selten geworden. Aus die-

ser Gruppe sind besonders die **Basen- und Kalk-Zwischenmoore** extrem bedroht. Basen- und Kalk-Zwischenmoore, auch als Braunmoosmoore bezeichnet, reagieren sehr sensibel auf **Entwässerung, Eutrophierung** und **Versauerung**. Der Bestand an naturnahen Mooren dieses Typs liegt im Land Brandenburg nur noch bei etwa 10 bis 15 oft sehr kleinen Flächen. Braunmoosmoore sind damit auf einen Bruchteil ihres einstigen Bestandes zusammengeschmolzen.

**Sauer-Arm- und Zwischenmoore** (Torfmoosmoore) findet man dagegen noch weitaus verbreiteter, wenn auch nur kleinflächig in geschlossenen Waldgebieten. Torfmoosmoore unterliegen geringeren Belastungen durch Nährstoffeinträge und Entwässerung. Die Bodenentwicklung verläuft wesentlich langsamer.



Bild 1.2.10: Torfmoose können große Wassermengen in ihren Zellen speichern (L. LANDGRAF 2002)

Intakte Moosmoore besitzen ein hohes **Selbstregulierungspotenzial**, vor allem im Wasserspeichervermögen. Durch die von ihnen abgelagerten Moos-Feinseggentorfe mit ihren hohen Anteilen an Grobporen können Wasserstandsschwankungen und Wasserdefizite durch Oszillation der Mooroberfläche relativ gut ausgeglichen werden. Auch die geringen Aschegehalte und Zersetzungsgrade der abgelagerten Torfe begünstigen stabile Ausbildungen von Braun- und Torfmoosmooren über sehr lange Zeiträume.



**Tab. 1.2.2: Gefährdung von Mooren nach ökologischen und hydrogenetischen Moortypen in Brandenburg**

Seltenheit/Gefährdung	Ökologischer Moortyp	davon hydrogenetische Moortypen in der Reihenfolge ihrer relativen Häufigkeit
extrem gefährdet	Basen- und Kalk-Zwischenmoore	Verlandungsmoore – Quellmoore – Durchströmungsmoore
stark gefährdet	Sauer- Arm- und Zwischenmoore	Kesselmoore – Verlandungsmoore – Quellmoore – Durchströmungsmoore – Hangmoore
gefährdet	Reichmoore	Verlandungsmoore – Versumpfungsmoore – Quellmoore

Nährstoffeinträge in **Basen- und Kalk-Zwischenmoore** und damit verbundene **Eutrophierung** führen zu einer Änderung der Vegetationszusammensetzung. Langfristig werden Braunmoose und Kleinseggen durch einwandernde Großseggen und Schilf verdrängt (Abb. 1.2.17). Die von ihnen abgelagerten Torfe besitzen allerdings geringere Grobporenanteile, wodurch die Regulationsfähigkeit der Moore verändert wird. Stärkere Wasserstandsschwankungen und vor allem spätsommerliche Trockenphasen treten daher häufiger auf. Höhere Mineralisierungsraten und eine weitere Verringerung des Regulationsvermögens sind die Folge.



Bild 1.2.11: Flächen mit schwimmenden Braunmoosdecken sind in Brandenburg selten geworden (L. LANDGRAF 2001)

Stoffeinträge durch atmosphärischen Eintrag und vor allem über das Grundwasser können eine verstärkte Lösung von Kohlenstoff aus den Torfen bewirken, was

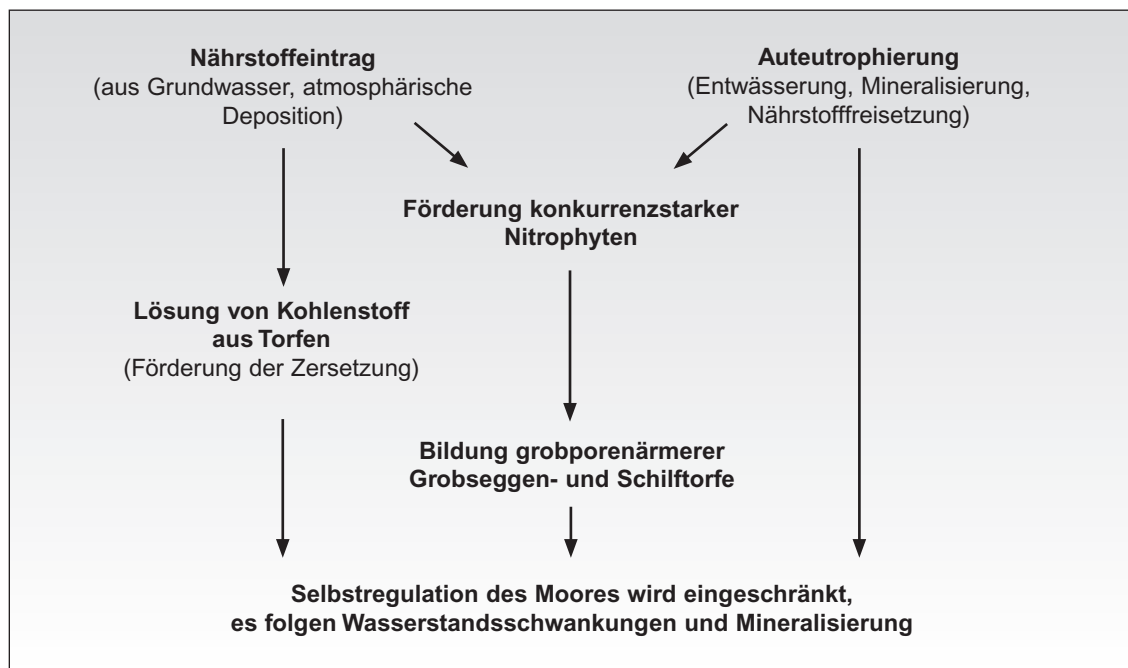


Abb. 1.2.17: Wirkungsgefüge von Gefährdungsursachen in Basen- und Kalkzwischenmooren (Succow & Joosten 2001)

ebenfalls zur Verringerung der Grobporenanteile führt. Ähnlich, aber mit höherer Geschwindigkeit, verlaufen die Vorgänge der entwässerungsbedingten Mineralisierung. Durch die Entwässerung erfolgt bei ausbleibender Nutzung eine beschleunigte Sukzession zu Erlenwäldern.

Häufig wirken Versauerung und Eutrophierung der Standorte gleichzeitig. Auch eine Verbuschung bzw. Bewaldung der Standorte führt zu einem Verlust der typischen Moose.

Nach Hochrechnungen von ZEITZ (1999) sind durch Meliorationsmaßnahmen seit 1970 bis 2000 etwa 25 % der gesamten Moorfläche im Sinne der Moordefinition (mindestens 30 cm Torfauflage) verloren gegangen. Würde man die Entwässerungsintensität so wie bisher weiterbetreiben, wäre im Jahr 2035 nur noch 50 % der Moorfläche übrig. Allein durch moorangepasste Landnutzung mit sommerlichen Grundwasserständen von 30 cm unter Flur könnte dieser Prozess deutlich verlangsamt werden (Abb. 1.2.18).

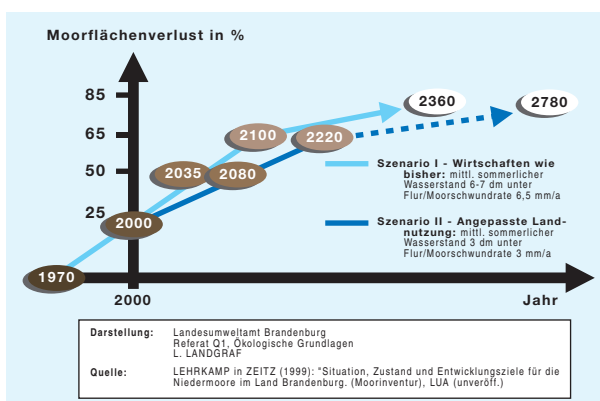


Abb. 1.2.18: Szenarien für Moore in Brandenburg

### 1.2.6 Auen

Ursprünglich befanden sich im Land Brandenburg Auen an Elbe, Oder, Havel, Spree, Schwarzer Elster und Neiße. Noch vor 300 Jahren bedeckten sie eine Fläche von mindestens 154 000 ha. Reste naturnaher Auen befinden sich heute nur noch an Havel, Oder und Spree. Zählt man gesteuerte Überflutungsaunen bzw. Hochwasserschutzflächen hinzu, existiert heute nach Auswertung digitaler Daten noch eine Retentionsfläche von ca. 51 000 ha.

Dass der wahre Verlust an Auen in Brandenburg noch weitaus höher gewesen sein muss, zeigen Untersuchungen an der Unteren Havel. **Um 1900 hatte die Untere Havel (einschließlich Sachsen-Anhalt) eine Überflutungsfläche von 125 000 ha, wovon heute noch maximal 13 000 ha existieren.** Das Land Brandenburg hat bis heute ca. 50 530 ha seiner Landesfläche als Überschwemmungsflächen festgesetzt. Die Einschränkung des Retentionspotenzials durch Eindeichungen ist erheblich (Tabelle 1.2.3).

Tab. 1.2.3: Festgesetzte Überschwemmungsgebiete sowie Flächenverluste von Auen in Brandenburg

Einzugsgebiet	festgesetzte Überschwemmungsgebiete [ha]	Flächenverluste der natürlichen Auen durch Eindeichungen
Spree	17 595,3	51,5 %
Havel	15 026,9	71,0 %
Oder	11 093,0	89,6 %
Elbe	5 310,2	83,8 %
Lausitzer Neiße	594,0	93,0 %
Schwarze Elster	907,0	99,5 %
<b>Summe:</b>	<b>50 526,4</b>	

Auen sind natürliche **Retentionsräume** der Flüsse. Während Hochwasserereignissen kann sich der Wasserüberschuss in der Aue ausbreiten. Die Höhe der Hochwasserwelle wird somit verringert. Die hochwasserreduzierende Wirkung kleiner Auenflächen unter 1000 ha ist für Ströme wie die Oder und Elbe eher gering. Dennoch hat die Hochwasserkatastrophe an der Elbe im August 2002 gezeigt, dass viele kleine Überflutungsflächen entlang des Flusslaufes eine erhebliche Minderung der Hochwassergefahr für die Unterlieger bewirken können. Je größer die Fläche ist, auf die sich der Fluss bei Hochwasser ausdehnen kann, um so höher ist darüber hinaus auch die **Selbstreinigung durch Sedimentation**. Auen tragen daher erheblich zur Gewässerreinigung bei. Die immer seltener werdenden Auenlandschaften haben neben ihrer biotopverbindenden Funktion große Bedeutung für eine an amphibische Lebensweisen angepasste Tier- und Pflanzenwelt.



Bild 1.2.12: Naturnahe Auenlandschaft an der Oder (M. FREUDE)

Vom 18. bis in das 20. Jahrhundert wurde der Großteil der Auenflächen durch Deiche vom Fluss abgetrennt und vielfach mit Binnenentwässerungssystemen und Schöpfwerken versehen. **Künstliche Entwässerung** und **intensive Landwirtschaft** stellen die größten Beeinträchtigungen des Wasser- und Stoffhaushaltes der Auen dar.

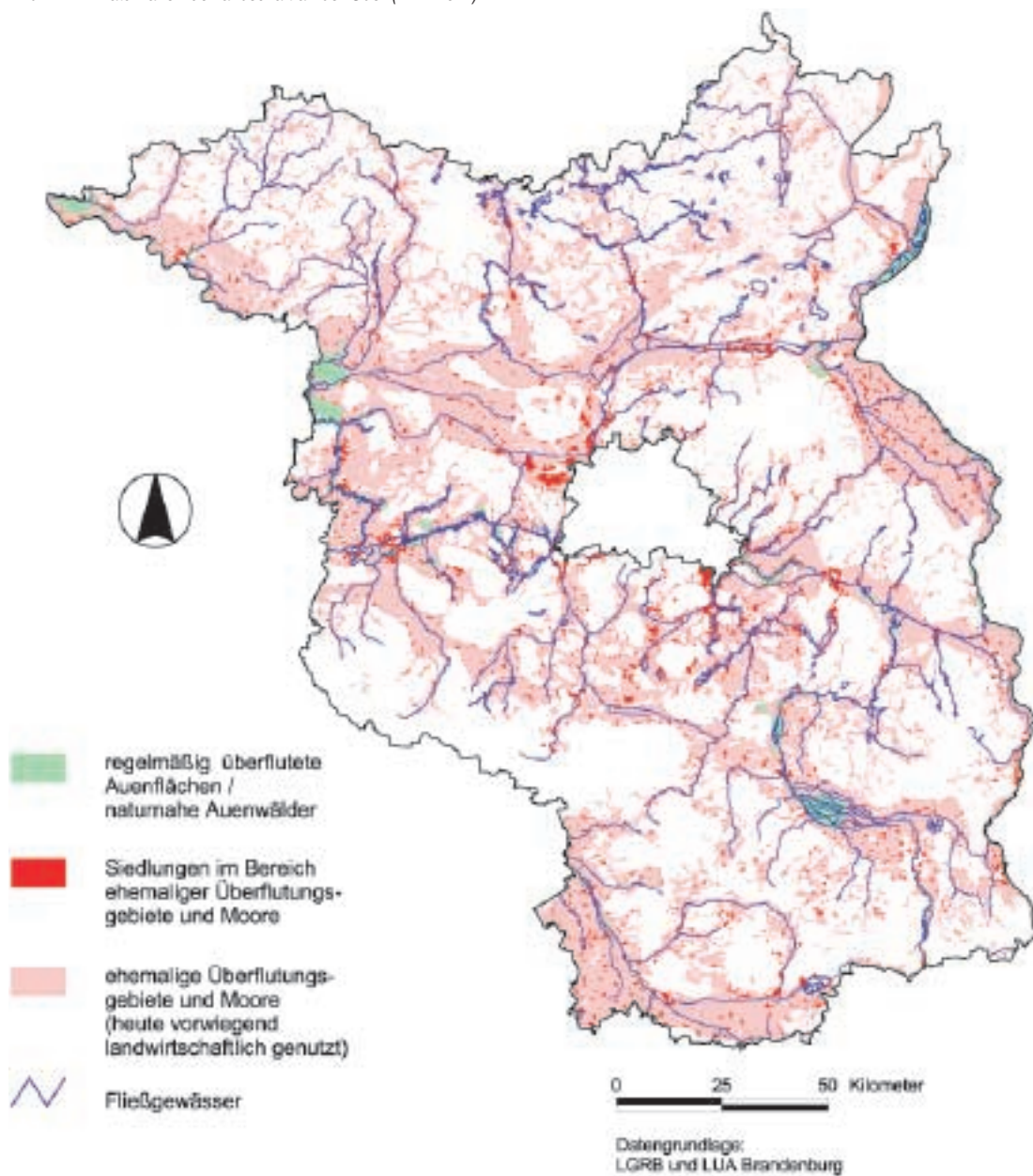


Abb. 1.2.19: Auen- und Mooregebiete mit Retentionsbedeutung in Brandenburg

### 1.3 Nutzung von Feuchtgebieten

#### 1.3.1 Geschichte der Melioration

Um den Wasserhaushalt entwässerter Feuchtgebiete zu verbessern, ist es in der Regel hilfreich, sich mit dem **Meliorationssystem**, den **Motivationen für Meliorationsprojekte** und der **Ausführung von Meliorationsvorhaben** zu beschäftigen. Projektdokumentationen sind heute vielfach die einzigen Informationsquellen über den ursprünglichen Wasserhaushalt von Feuchtgebieten.

**Vor etwa 300 Jahren begannen in Brandenburg groß angelegte staatlich geförderte Entwässerungsprojekte.** Das erste Großprojekt dieser Art war 1718 die Entwässerung des Havelländischen Luchs, bis 1753 folgte die Eindeichung des Oderbruchs, ab 1786 erschloss man z.B. das Rhinluch durch den Ausbau des Rhins. Ziel der Bemühungen war i.d.R. die Gewinnung von Nutzflächen in Form von Wiesen, Weiden und Ackerland, aber auch die Nutzung des Torfes, begleitet von einer großzügigen Ansiedlungspolitik der preußischen Könige. Anfangs gab es im Ringen mit der Natur immer wieder Rückschläge durch Überschwemmungen. Die Entwässerungstechniken wurden jedoch zunehmend verfeinert, Intensität und Produktivität der Landnutzung ständig gesteigert. Höhepunkt dieser Entwicklung war die sogenannte Komplexmelioration ab 1970. Diese beinhaltete verschiedene Maßnahmen der Bodenverbesserung, die gleichzeitig durchgeführt wurden. Dazu gehörten z.B. Be- und Entwässerung, Flurbereinigung (z.B. Rodung), Deich- und Wegebau, Pflanzung von Windschutzhecken, Gefügebesserung des Bodens, verschiedene Moorkulturen usw.

**In der DDR galt die Be- und Entwässerung von Mooren und Auen zur Steigerung der landwirtschaftlichen Produktion als eine Aufgabe von nationaler Bedeutung.** Im Rahmen der Höchstertragskonzeption beabsichtigte man, eine 100%ige Eigenversorgung mit Nahrungsmitteln zu erreichen. Unter dem Eindruck der Hungerzeiten in den Nachkriegsjahren war das damals eine durchaus verständliche Forderung. Das Land litt unter Rohstoffarmut, Strukturschwäche und geringer Exportkraft.

**Auf der gesamten Landnutzungsfläche sollte eine Intensivnutzung eingeführt werden.** Eine Weichenstellung für die Großprojekte gab es bereits Anfang der 1950er Jahre mit dem ersten „Fünfjahrplan zur Entwicklung der Volkswirtschaft“. Den Flächenumfang geplanter Entwässerungsmaßnahmen auf brandenburgischem Gebiet und die Kosten (damalige Währung) enthält Tabelle 1.3.1.

**Tab. 1.3.1: Entwässerungsmaßnahmen von 1951 bis 1955 auf brandenburgischem Gebiet**

(Quelle: Brandenburgisches Landeshauptarchiv)

Maßnahme in der Zeit von 1951–1955	Fläche [ha]	Kosten [TDM]
Malxe-Neiße-Niederung	6600	770
Oberspree	3700	825
Planetal	3400	2600
Baruther Urstromtal	4980	4980
Nuthe-Schau-Verband	13500	13500
Havelländisches Luch	12000	7200
Gnevsdorfer Vorfluter	7000	13700
Entwässerung Spreewald I	21000	15000
Rhinluch	15000	9200
Oderbruch Vorflut und Dränung	30000	13900
Kleine Meliorationen	46000	26477
<b>Summe:</b>	<b>148180</b>	<b>87452</b>



*Bild 1.3.1: Seit Jahrhunderten bemüht sich der Mensch um beschleunigten Wasserabfluss aus der Landschaft, wie z.B. im Drömling um 1920... (Quelle: Naturparkverwaltung Drömling)*





Bild 1.3.2 ...oder im Rhinluch um 1960  
(Quelle: Brandenburgisches Landeshauptarchiv Rep 550 Nr. 51)



Bild 1.3.3: Leistungsfähige Technik, wie der von Seilzugaggregaten  
gezogene Grabenpflug, machte in den 1960er und 1970er Jahren  
großflächige Tiefentwässerungen in Mooren möglich  
(Quelle: Brandenburgisches Landeshauptarchiv Rep 550 Nr. 51)

Ende der 1940er Jahren wurde in vielen Mooregebieten noch extensiv gewirtschaftet. Die Wiesen und Weiden waren entsprechend der bäuerlichen Nutzung kleinflächig und unregelmäßig geschnitten. Es gab ein enges Netz oft flacher Gräben. Neben den flachen Binnengräben existierten einige tiefe zentrale Vorfluter (häufig während der 1930er Jahre ausgebaut). Das gesamte Entwässerungssystem war kriegsbedingt stark reparaturbedürftig. Stauanlagen funktionierten nicht, Grabensysteme waren verlandet und Deiche brüchig.

Die daran anschließenden Meliorationsphasen auf dem Gebiet der DDR zwischen 1945 und 1989 werden nachfolgend skizziert (mündl. nach LEHRKAMP 2003):

### **Rekonstruktionsphase (1945 bis 1952)**

- Neugründung der Wasser- und Bodenverbände
- Gründung der Vereinigung der gegenseitigen Bauernhilfe (VdgB)
- Rekonstruktion verfallener Anlagen
- Instandsetzung und Erneuerung der Dränung auf Mineralböden

### **Vorbereitungsphase (1952 bis 1960)**

- 2. Parteitag der SED: „Beschluss zum Aufbau des Sozialismus“
- Auflösung der Länderstruktur/Gründung der Bezirke
- Vertreibung der „Großbauern“
- Gründung örtlicher Landwirtschaftsbetriebe (ÖLB)
- ab 1952, erste LPG-Gründungen (Landwirtschaftliche Produktionsgenossenschaften)
- Tätigkeiten der Wasser- und Bodenverbände
- Partielle Meliorationen, Moordränung und Dränung auf Mineralböden

### **1. Phase der Komplexmelioration (1960 bis 1971)**

- Aufbau der LPG Typ I bis III
- Bildung von Kooperationsgemeinschaften (KOG)
- Gründung der Meliorationskombinate/VEB Meliorationsbau (1 je Bezirk)
- Umwandlung der Wasser- und Bodenverbände in Meliorationsgenossenschaften
- Schaffung größerer Schläge durch komplexen Umbau des Entwässerungssystems, bodenverbessernde und flurgestaltende Maßnahmen (Komplexmelioration)

### **2. Phase der Komplexmelioration (1971 bis 1985)**

- 8. bis 10. Parteitag der SED → Fünfjahrpläne: Intensivierung der landwirtschaftlichen Produktion
- Aufbau der LPG und VEG Pflanzen- und Tierproduktion
- Fortführung der Komplexmelioration mit dem Ziel der Ertragssteigerung durch:
  - Chemisierung
  - Mechanisierung
  - Melioration etc.
- Ziele auf Moorböden: 100 dt Trockenmasse/ha·Jahr, durch 200 kg Stickstoffdüngung/ha·Jahr
- 1971/72 Beginn des Baus kombinierter Ent- und Bewässerungssysteme aufgrund der ersten Erfahrungen mit Trockenjahren
- Bodenmelioration (Gefügeverbesserung)

- Flurneugestaltung
  - Beseitigung störender Flurelemente
  - Schlagvergrößerung
  - Trockenlegung von Söllen, Nassstellenmelioration
  - Maßnahmen gegen Wind- und Wassererosion
  - Anlage von Umtriebs- und Portionsweiden
  - Rekultivierung von Ödland
- wechselseitige Grundwasserregulierung
- Saatgrasland mit intensiver Nutzung, dann Mais-Zwischenkultur mit anschließender Saatgras-Neuansaat
- Schaffung rationell zu bewirtschaftender Flächen: Ziel Aufweitung der Grabendichte von >60 m/ha auf <25 m/ha mit Grabenabständen von bis zu 1000 m
- gefällelose Verlegung großvolumiger Plaströhre (Be- und Entwässerung) mit Abständen von 60 bis 100 m

### 3. Phase der Komplexmelioration (1986 bis 1990)

- 11. Parteitag der SED → Gorbatschow-Ära
- Zunehmende Krisenerscheinungen in der Volkswirtschaft, sich verschlechternde Materialversorgung
- Rückgang der pflanzenbaulichen Produktivität meliorierter Flächen, besonders auf Niedermoorstandorten durch Degradierung; Parole von der „Nutzung jedes Quadratmeters Boden“
- Wandlung des Charakters der Komplexmelioration durch Kostenanstieg – günstige Standorte waren erschlossen, Zwang zur Rationalisierung („einfache Verfahren“) und steigender Anteil erforderlicher Reparaturen bzw. Rekonstruktion vorhandener Anlagen; Beginn der Substitution von Werkstoffen/ Materialien durch solche aus einheimischen Rohstoffquellen
- Stärkere Einbeziehung der landwirtschaftlichen Betriebe in die Investitionsvorbereitung/-entscheidung und den Betrieb von Be- und Entwässerungssystemen
- Aufnahme internationaler Impulse, weg von der sektoral pflanzenbaulichen hin zur ökologischen Gesamtbetrachtung von Meliorationsmaßnahmen (hydrologisch-wasserwirtschaftliche Voraussetzungen und Wirkungen – auch auf die Gewässergüte, Propagierung von Wasser- und Stoffrückhalt durch An- und Einstau, systematische Dränung → Bedarfsdränung; Bodenschutz)

Das gesamte **Meliorationswesen** der DDR wurde vom Ministerium für Land-, Forst- und Nahrungsgüterwirtschaft gesteuert. Darin gab es einen eigenen Bereich Land- und Meliorationsbau. Vergleichbare Strukturen existierten auf den Ebenen der Bezirke und Kreise. Planungen für größere Meliorationsvorhaben erfolgten auf Bezirksebene (volkswirtschaftliche Einordnung, Investitionsentscheidung) und fachlich durch das für den Bezirk zuständige Meliorationskombinat bzw. den jeweiligen VEB Meliorationsbau.



Bild 1.3.4: In der DDR hatte die Produktion von Nahrungsmitteln hohe Priorität  
(Quelle: Brandenburgisches Landeshauptarchiv Rep 550 Nr. 51)

Die fachlichen Grundlagen wurden entsprechend dem internationalen Stand von Wissenschaft und Technik wie auch durch eigene Beiträge von Hochschulen und Forschungseinrichtungen (besonders FZB MÜNCHENBERG: Federführung für Fachbereichsstandards wie TGL 20286, TGL 42812/01-10) ständig überarbeitet und erweitert. Ein wissenschaftlich-technisches Zentrum (VEB Ingenieurbüro für Meliorationen, Bad Freienwalde) sorgte für die Sammlung und Aufbereitung von Grundlagen für die Meliorationspraxis und stellte Rationalisierungsmittel (u.a. Software zur rechnergestützten Projektierung) bereit. Einheitliche Gestaltungs- und Projektierungsgrundlagen für großflächige Meliorationsvorhaben waren Gegenstand intensiver Abstimmungs- und Schulungstätigkeit (Erzeugnisgruppenverband Meliorationen, Erzeugnisgruppe Projektierung: Herausgabe technischer Standards, sog. Arbeitsblätter). Vorbereitung und Durchführung kleinerer, auch kurzfristiger Meliorationsvorhaben (Nassstellenentwässerung) lagen dagegen in der Verantwortung von Meliorationsgenossenschaften und Bauabteilungen der Pflanzenproduktionsbetriebe.

**Endergebnis der Komplexmelioration** waren neben der Wiederherstellung des Entwässerungssystems und der Reparatur der Anlagen aus der Vorkriegszeit die umfassende Umgestaltung des Meliorationssystems zum Zwecke intensiver und großflächiger landwirtschaftlicher Produktion.

*Aus heutiger Sicht – unter den gegebenen ökonomischen Bedingungen und in Kenntnis der negativen Veränderungen von Moor- und Auenböden, der Auswirkungen auf den Landschaftswasser- und -stoffhaushalt sowie der ökologischen Auswirkungen der Meliorationsmaßnahmen – sind viele der durchgeführten Maßnahmen sehr kritisch zu sehen. Besonders hervorzuheben sind:*

- Tiefentwässerung der Moorböden,
- Fanggrabenentwässerung in Feuchtgebieten,
- Dränierung der Hochflächen mit Dränagen und Gräben,
- Nassstellenentwässerung wertvoller Lebensräume, wie z.B. Sölle,
- Anbindung von Binneneinzugsgebieten an die Vorflut,
- Polderung von Flussauen,
- Absenkung bzw. Teichbewirtschaftung natürlicher Seen.

Eine Wiederherstellung älterer Zustände der Gewässer und wasserwirtschaftlichen Anlagen ist für die Verbesserung des Landschaftswasserhaushaltes nicht ausreichend, da sich Einzugsgebiete irreversibel verändert haben, Wasserstraßen ausgebaut wurden, Siedlungen oder Verkehrsanlagen heute in Feuchtgebieten liegen oder auch die Rahmenbedingungen für die Landnutzung andere sind. In einigen Gebieten wird es möglich sein, naturnahe Wasserverhältnisse wiederherzustellen, um Feuchtgebiete zu renaturieren. Zur Verbesserung des gesamten Landschaftswasserhaushaltes ist es auch auf den genutzten Flächen notwendig, die Flächennutzung stärker an den Wasserhaushalt anzupassen, um den Wasserrückhalt in der Landschaft zu verbessern. Dazu müssen die Gewässer und wasserwirtschaftlichen Anlagen umgestaltet werden. Für Moorböden, die weiterhin in Nutzung bleiben, sind nachfolgend einige Beispiele zur Anpassung des Meliorationssystems aufgeführt (Kap. 1.3.2). Darüber hinaus gibt

es alternative Produktionsverfahren, die bei natürlichen Wasserverhältnissen die Nutzung von nachwachsenden Rohstoffen in Feuchtgebieten ermöglichen. Wenn Bund und Länder die Rahmenbedingungen für derartige Produktionszweige verbessern, bietet auch die Nutzung vernässter Feuchtgebiete Einkommensmöglichkeiten im Ländlichen Raum – ohne diese Ökosysteme zu schädigen (Kap. 1.3.3). Abbildung 1.3.1 zeigt einen Überblick der hier vorgestellten Strategien.

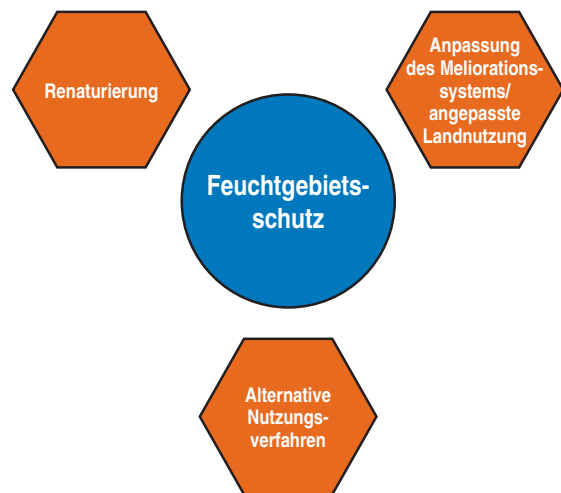


Abb. 1.3.1: Strategien des Feuchtgebietsschutzes

### 1.3.2 Anpassung des Meliorationssystems in Mooren und Auen

Als Erbe der vorangegangenen Entwässerungsmaßnahmen durchzieht heute ein weitverzweigtes Grabensystem die Landschaft. Der Großteil des heutigen Gewässersystems ist künstlich angelegt worden. Die natürlichen Fließgewässer wurden durch Vertiefung, Begradigung und andere Veränderungen im Längs- und Querprofil in ihren hydraulischen Eigenschaften verändert. Wasser fließt aufgrund dieser veränderten Eigenschaften schneller aus unserer Landschaft ab. Viele Gräben sind heute mit einer unüberschaubaren Zahl unterirdischer Dränagen verbunden, die das Wasser aus der Fläche in die Vorfluter leiten. Eine Vielzahl davon ist nicht in Karten verzeichnet.



Auch der Anschluss von Nasstellen, Söllen und Binneinzugsgebieten an die Gebietsentwässerung führte zu **erhöhten Abflüssen aus der Landschaft**. Das trug zum **Sinken der Grundwasserstände** in den Hochflächen bei. Nähr- und Schadstoffe wurden nicht länger in der Landschaft gespeichert, sondern in unterliegende Flüsse und Seen transportiert. Der **Verlust an Retentionsflächen** in den Auen **verringerte das Wasserspeichervermögen** der Landschaft, wodurch die Hochwasser- und Niedrigwassergefahr stieg.

In Mooren verursachte der **Moorschwund** ein ausgeprägtes Oberflächenrelief. Die Wasserleitfähigkeit der Torfe wurde deutlich reduziert. Das hatte zu Folge, dass Moore mit Mächtigkeiten >1 m im Sommer nicht mehr herkömmlich bewässerungsfähig sind. **Stauwassererscheinungen** nahmen durch **Bodenverdichtung** und **Vermulmung** erheblich zu. Weitere Meliorationen der vernässenden Standorte setzen die genannten Prozesse erneut in Gang – ein Teufelskreis!

*Die Standorteigenschaften auf Moorböden haben sich heute, gegenüber der Zeit vor der Komplexmelioration, grundlegend geändert. Aus betriebswirtschaftlicher Sicht (Personalbedarf und Kosten für Anlagenbetrieb, -wartung und -unterhaltung) ist eine Weiterführung der bisherigen Be- und Entwässerungspraxis nicht auf Dauer zu gewährleisten. Eine schonende Nutzung der Naturressourcen wird nur dann gelingen, wenn das Meliorationssystem entsprechend den heutigen Anforderungen umgestaltet wird.*

### Muldenentwässerung statt Tiefentwässerung

Der Großteil landwirtschaftlich genutzter Moorböden weist heute im Oberboden Degradierungs- oder zumindest Vererdungserscheinungen auf. Kennzeichen dieser Standorte ist im Unterboden ein aggregiertes Bodengefüge ab einer Tiefe von 15 bis 30 cm. Viele dieser Standorte weisen in diesem Aggregierungshorizont eine stark verdichtete Bodenschicht auf, die eine sehr geringe Wasserleitfähigkeit und in trockenem Zustand wasserabstoßende Eigenschaften besitzt. Damit ist diese Stauschicht Ursache für **Wechselnässe** und **Stauwassererscheinungen**. In Abbildung 1.3.2 ist die Wirkung der Stauschicht auf den Wasserhaushalt landwirtschaftlich genutzter Moore für die Jahreszeiten dargestellt.

Im ausgehenden Winter ist der gesamte Moorkörper wassergesättigt. Die vertikale Wasserbewegung im Moorboden erfolgt ungebremst. Nach konventioneller Tiefentwässerung im Frühling trocknet die Stauschicht aus. In dieser Phase verzögert sie die Entwässerung des Oberbodens. Nach vollständiger Austrocknung der Stauschicht im Sommer wird die vertikale Wasserströmung deutlich stärker gebremst bzw. zeitweise blockiert. Nach Niederschlägen entsteht der Eindruck hoher Grundwasserstände, obwohl kein Kontakt zwischen Stauwasserkörper und Grundwasserkörper existiert. Eine weitere Vertiefung der Grabenwasserstände senkt den Grundwasserstand, bleibt aber für das Stauwasser im Oberboden ohne Wirkung. Eine Entspannung der Stauwasserhältnisse erfolgt erst im Herbst mit ansteigendem Grundwasser durch das „Aufweichen“ der Stauschicht.

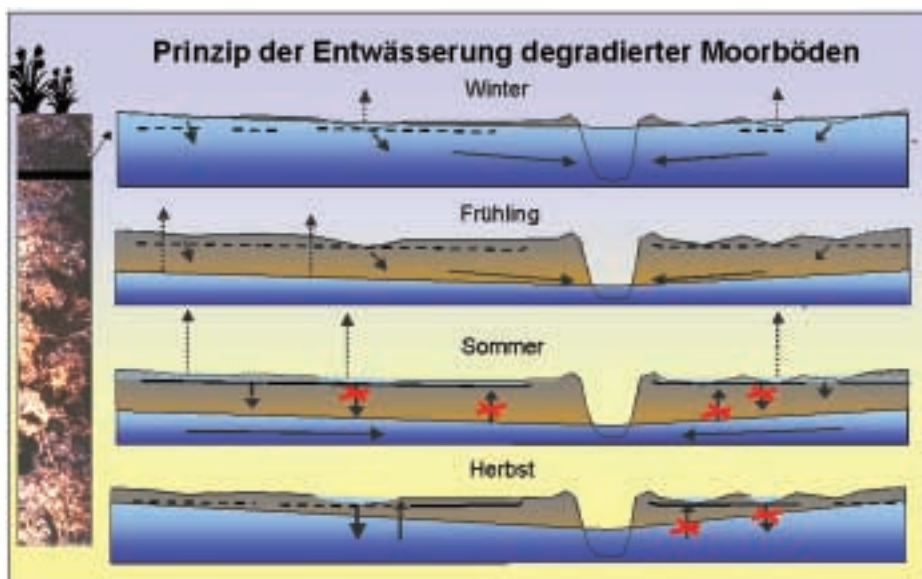


Abb. 1.3.2: Prinzip der Entwässerung degradierter Moorböden (LANDGRAF & GALL 2003, unveröff.)

In Abbildung 1.3.3 ist die typische Frühlings-/Sommer-situation nach Niederschlägen dargestellt. Die reliefierten degradierten Mooroberflächen sammeln Niederschlagswasser in Mulden und Senken an. Die Entfaltung der Grünlandvegetation wird gestört.

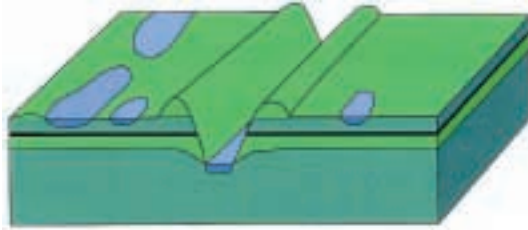


Abb. 1.3.3: Degradiertes, tiefentwässertes Moor mit Stauwasserbildung (LUA-Q1)

Abbildung 1.3.4 zeigt, wie mit einer einfachen Muldenentwässerung dem Stauwassereffekt begegnet werden kann.

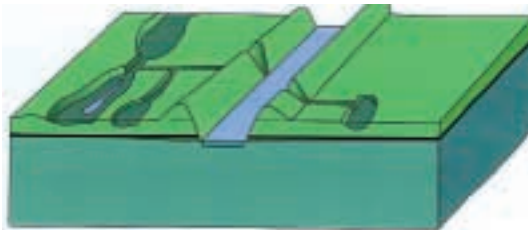


Abb. 1.3.4: Degradiertes Moor mit Muldenentwässerung und Sohlhebung

Entlang des Gefälles werden flache Gräben bzw. Rinnen zur Oberflächenentwässerung angelegt. Entwässert wird nur der Oberboden. **Durch Anhebung der Gewässersohle im Vorfluter wird der Grundwasserkörper geschont.** Je höher das Geländegefälle zum Vorfluter ist, desto besser funktioniert der Wasserabfluss. Landwirte im Spreewald haben diese alte Methode wieder entdeckt und wenden dieses Prinzip auch für grundwassernahe Ackerböden erfolgreich an (Bild 1.3.6).



Bild 1.3.6: Muldenentwässerung im Spreewald (K. RUCH 05/03)

### Rückbau der Druckwasserableitung (Fanggräben)

Vielfach existieren am Rand von Mooren und Auen Dränge- bzw. Druckwasseraustritte des Grundwassers der Hochflächen. Deshalb wurden am Rand von Quell- und Durchströmungsmooren häufig Fanggräben angelegt. Hauptproblem der Wasserbewirtschaftung von Mooren und Auen im Sommer ist die ausreichende Wasserversorgung innerhalb der trockenen Jahreszeit. Niedermoore leben vom zufließenden Grundwasser. Es sichert eine gleichmäßige Befeuchtung des Moorkörpers auch im Sommer. Daher sollten der schnellen Wasserabführung dienende **Fang- und Druckwassergräben** am Rand der Moor- und Auenflächen möglichst vollständig verfüllt werden, um eine Infiltration des Grundwassers in den Moorkörper bzw. Auensedimente zu ermöglichen (Abb. 1.3.5). Als Ergebnis können die Grundwasserstände auch in den Hochflächen bei ausreichender Grundwasserneubildung wieder ansteigen.

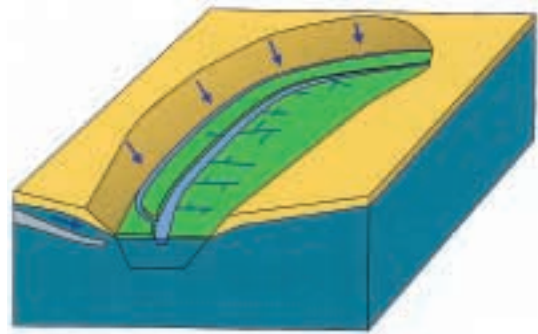


Abb. 1.3.5: Geneigtes Talmoor mit Druckwassergraben (LUA-Q1)

### Angleichung der Grundwasserflurabstände auf geneigten Mooren durch Sohlerrhöhung im Vorfluter und Staukaskadenverdichtung

Die Wasserbewirtschaftung auf geneigten Moorflächen steht bei degradierten Mooren vor besonderen Problemen. Die **verringerten Wasserleitfähigkeiten** beeinträchtigen die horizontale Wasserbewegung. Einstaumaßnahmen sind daher nur kleinflächig wirksam. In Abbildung 1.3.6 ist der Zustand eines geneigten, degradierten Moores mit weitmaschiger Stauhaltung dargestellt. Typisch sind sehr **unterschiedliche Grundwasserflurabstände** in Abhängigkeit von der Entfernung zum Stau.

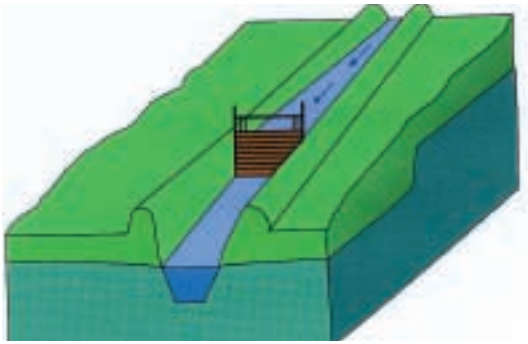


Abb. 1.3.6: Geneigtes, degradiertes Moor mit Stauhaltung

Die Wirkung einer Verengung der Staukaskaden mit gleichzeitiger Sohlanhebung im Vorfluter veranschaulicht die Abbildung 1.3.7. Ergebnis ist eine Vergleichmäßigung der Grundwasserflurabstände, wodurch die Gefahr der Wechselnässe sinkt.

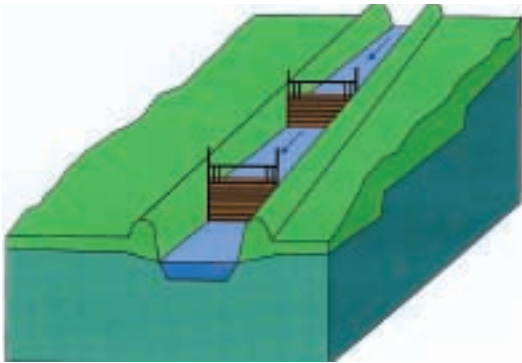


Abb. 1.3.7: Geneigtes, degradiertes Moor mit verengten Staukaskaden und erhöhter Sohle im Vorfluter

### Reduzierung des Schöpfaufwandes durch Anpassung überdimensionierter Poldergebiete

Die Wasserbewirtschaftung der Poldergebiete verursacht durch den Schöpfwerksbetrieb und den Erhalt von Deich- und Stauanlagen in der Regel hohe Kosten bezogen auf die Vorteilsfläche. Wenn der weitere Schöpfwerksbetrieb nicht aufgegeben werden kann, sollte vor Rekonstruktions- oder Modernisierungsvorhaben eine Reduzierung des Schöpfaufwandes geprüft werden. Derartige Maßnahmen dienen nicht nur der **Minderung von Entwässerungskosten**, sondern verhindern auch das weitere Ausbluten der Landschaft. Die Abbildung 1.3.8 zeigt das Beispiel Polder Breites Bruch bei Brandenburg (Havel). Vor einer Modernisierung des Schöpfwerkes ließe sich die eigentlich notwendige Vorteilsfläche wesentlich verkleinern. Im Randbereich befinden sich nicht genutzte Naturschutzgebiete. Vernässungsgefährdet ist vor allem eine kleine Siedlung im Norden des Vorteilsgebietes. Mittels eines Ringgrabens, der

zum Mahlbusen führt, kann hier eine direkte Entwässerung der Siedlung ermöglicht werden. In den randlich weniger vernässungsbeeinflussten Bereichen kann der Wasserstand über Stauanlagen und Sohlschwellen gegenüber dem zentralen Poldergebiet erhöht werden. Ergebnisse sind eine deutlich reduzierte Schöpfwerksleistung und höhere Wasserstände in schutzwürdigen Polderbereichen sowie Grundwasseranhebungen in den benachbarten Hochflächen.

*Vor jeder Investition am wasserwirtschaftlichen System eines Poldergebietes sollte geprüft werden, in wie weit sich der Entwässerungsaufwand durch Veränderungen des Poldersystems reduzieren lässt.*

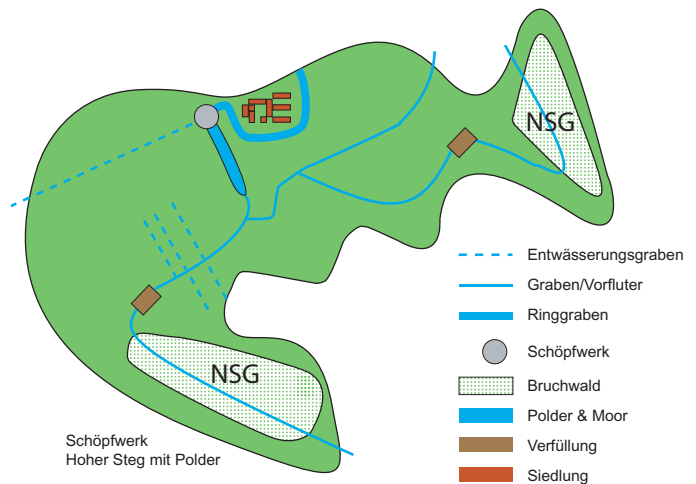


Abb. 1.3.8: Schematische Übersicht möglicher Maßnahmen im Polder Breites Bruch bei Brandenburg (Havel) (LUA-Q1)

### 1.3.3 Alternative Nutzungsverfahren

Bei dem heutigen wissenschaftlich-technischen Entwicklungsstand in der Maschinenkonstruktion oder der Energieerzeugung könnten große Moor- und Auengebiete ressourcenschonend genutzt werden. Seit einigen Jahren sind Fahrzeuge und Verfahrensweisen auf dem Markt, die auch bei flurnahen Grundwasserständen bodenschonend arbeiten (LANDSCHAFTSFÖRDERVEREIN NUTHE-NIEPLITZ 1999). Diese Technik ist in der Anschaffung vergleichsweise teurer als konventionelle Landmaschinen. Auch die Verfahrenskosten sind entsprechend höher. Die EU-Agrarpolitik ermöglicht grundsätzlich die Förderung umweltschonender landwirtschaftlicher Produktionsverfahren. Zur Zeit ist die Fördermittelvergabe noch nicht auf umfassenden und nachhaltigen Ressourcenschutz von Moorböden ausgerichtet (z. B. Extensivpflege auf Niedermoorgrünland).

Deshalb bedarf es entsprechender Anpassungen der Förderprogramme bzw. einer entsprechenden Prioritätensetzung. Grundsätzlich sollten dabei der effiziente Mitteleinsatz (möglichst hohe Umweltleistung pro eingesetztem Euro) im Vordergrund stehen.

Die Erhaltung der Kulturlandschaft braucht den wirtschaftenden Menschen. Als Ausdruck der Gesellschaft verändert sich mit dem Entwicklungsprozess einer Gesellschaft auch die Kulturlandschaft. Ein liebgewonnener Landschaftsausschnitt kann möglicherweise nicht dauerhaft konserviert werden, wenn die Nutzungsanforderungen das nicht mehr hergeben. Andererseits sollte eine Gesellschaft die ihr wichtigen Werte der Kulturlandschaft wie Vielfalt, Gesundheit, Erholbarkeit, Stille oder Artenreichtum erhalten. Dazu bieten sich neben der Spanne zwischen konventioneller Landnutzung und ökologischem Landbau auch alternative Landnutzungsverfahren wie die Produktion von Schilf in Poldern oder Pflanzenkläranlagen oder der Anbau von Schilf, Rohrglanzgras, Rohrkolben oder Erlen u. a. als **nachwachsende Rohstoffe** z. B. in vernässten Mooren und Auen (WICHTMANN & KOPPISCH, 1998). Informationen zum Thema **Energieerzeugung aus Biomasse** findet man u. a. in den folgenden Einrichtungen:

- *Ernst-Moritz-Arndt-Universität Greifswald, Botanisches Institut und Botanischer Garten, Gimmer Straße 88, 17487 Greifswald, Sekretariat: Angelika Elsner, Telefon (03 834) 86 41 16, Fax (03 834) 86 41 14, e-mail: succow@uni-greifswald.de, Internet: www.botanik.uni-greifswald.de/*
- *Leipniz-Institut für Agrartechnik Bornim e. V. Max-Eyth-Allee 100 D, 14469 Potsdam, Telefon (03 31) 56 990, Fax (03 31) 54 963-0, e-mail: atb@atb-potsdam.de, Internet: www.atb-potsdam.de*
- *Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FNR), Hofplatz 1, 18276 Gülzow, Telefon: (03 843) 69 30-0, Fax: (03 843) 69 30-102, Internet: www.fnr.de*
- *Bundesministerium für Verbraucherschutz, Ernährung und Landwirtschaft, Besucheranschrift: Rochusstr. 1, 53123 Bonn; Postanschrift: Postfach 14 02 70, 53107 Bonn, Telefon: (02 28) 529-0 oder (01 888) 529-0, Fax: (02 28) 529-42 62 oder (01 888) 529-42 62, Internet: www.bmvel.de*

## 1.4 Grundsätze für die Renaturierung von Feuchtgebieten

### 1.4.1 Begriffliche Grundlagen

Bevor auf die Besonderheiten einzelner Feuchtgebiets-typen und die Anwendung verschiedener Renaturierungsmaßnahmen eingegangen wird, ist Klarheit bei der Verwendung folgender Begriffe notwendig:

#### **Sanierung**

Bei der Sanierung von Feuchtgebieten liegt der Schwerpunkt auf technischen Maßnahmen. Der Begriff wird in der Regel für Maßnahmen zur Verbesserung der Gewässergüte verwendet (z. B. Phosphatfällung, Bau von Kläranlagen, Entschlammung usw.).

#### **Renaturierung**

Bei der Renaturierung werden Feuchtgebiete von einem naturfernen in einen naturnäheren Zustand versetzt. Dabei werden für Organismen neue Lebensmöglichkeiten geschaffen. Dies kann durch eine große Palette an Maßnahmen einschließlich technischer Lösungen erfolgen. Wichtig ist eine wenigstens teilweise Wiederherstellung ökologischer Funktionen. Die Renaturierung beinhaltet weitgehend kurz- bis mittelfristige Maßnahmen, die in vorgegebenem Rahmen eine natürliche Eigenentwicklung ermöglichen bzw. einleiten. Renaturierungsmaßnahmen können zur Revitalisierung und/oder Aufwertung von Feuchtökosystemen führen.

#### **Revitalisierung**

Der Begriff „Revitalisierung“ wird im Allgemeinen stärker eingegrenzt als der Begriff „Renaturierung“ verwendet. Die Revitalisierung führt direkt zur Wiederherstellung dynamischer Prozesse wie Sedimentation, Erosion und Überflutung. Verwendung findet der Begriff daher vorwiegend bei Fließgewässern.

#### **Regeneration**

Die Wiederherstellung natürlicher Verhältnisse mit entsprechender Flora und Fauna bezeichnet die Regeneration. Eine Regeneration von Feuchtgebieten erfolgt in „Eigenregie“ der Natur ohne Hinzutun des Menschen, wie z. B. der Beginn von Torfwachstum. Regeneration ist ein langfristiger Prozess, in dem eine Renaturierung die erste Phase sein kann.



In dem vorliegenden Heft wird hauptsächlich von „Renaturierung“ gesprochen, da durch menschliches Eingreifen in Feuchtökosysteme ein höherer Natürlichkeitsgrad und vielfach eine gewisse Eigendynamik angestrebt werden. Dies betrifft den Großteil der hier vorgestellten Vorhaben.

#### 1.4.2 Vorbereitung von Renaturierungsmaßnahmen

Jedes Renaturierungsprojekt lässt sich in die folgenden Phasen unterteilen (Tab. 1.4.1):

Darin werden folgende **Maßnahmenblöcke**, die z.T. auch für die anderen Feuchtgebietstypen gelten, diskutiert:

- A. Einholung von Genehmigungen und ggf. Durchführung genehmigungsrechtlicher Verfahren
- B. Prüfung möglicher Unterschutzstellungen
- C. Kartierung der für ein Kontroll-Monitoring notwendigen Parameter
- D. Durchführung wasserbaulicher Maßnahmen nach Genehmigung
- E. Pflegeschnitte mit dem Ziel der Biomasseentfernung zur Etablierung torfbildender Vegetation
- F. Durchführung eines Kontroll-Monitorings

**Tab. 1.4.1: Phasen eines Projektablaufes**

<b>Vorbereitungsphase</b>	<b>1. Planungsphase</b>	Situationsanalyse Zielbestimmung Konfliktanalyse Klärung eigentumsrechtlicher Fragen Maßnahmenplanung Kostenplanung Planung von Erfolgskontrolle/Monitoring Auswahl des Förderweges	Kap. 1.4.2 Kap. 1.4.2 Kap. 1.4.2 Kap. 3.2 Kap. 1.4 und 1.5 Kap. 1.4.2 z.T. Kap. 1.4.3.2.4 Kap 3.1
	<b>2. Beantragungsphase</b>	Einholung wasserrechtlicher Genehmigungen Durchführung von Genehmigungsverfahren	Kap. 3.2
	<b>3. Umsetzungsphase</b>	Maßnahmenumsetzung	Kap. 3.2
	<b>4. Pflege- und Monitoringphase</b>	Durchführung von laufenden Pflegearbeiten Kontrolle des Umsetzungserfolges Monitoring biotischer und abiotischer Indikatoren des Feuchtgebietszustandes	z.T. Kap. 1.4.3.2.4

Für die Vorbereitung von Renaturierungsmaßnahmen in Mooren sei auf die Publikation verwiesen, in der die einzelnen Planungsschritte und die Reihenfolge ihrer Auswahl erläutert werden: SCHULTZ-STERNBERG, R. & J. ZEITZ (1997): „Entscheidungsmatrix als Handlungshilfe für die Erhaltung und Wiederherstellung von Bodenfunktionen in Niedermooren“, Fachbeiträge des Landesumweltamtes Nr. 27. Potsdam, 62 S.

- G. Klärung eigentumsrechtlicher Fragen
- H. Nutzung der Moore entsprechend den Grundsätzen zur ordnungsgemäßen Bodennutzung oder extensive Nutzung mit Fördermittelunterstützung
- I. Nutzung der Moore vorwiegend extensiv mit Fördermittelunterstützung
- J. Initiierung des Wachstums torfbildender Pflanzen inklusive der notwendigen Vorbereitungsarbeiten

Für die Vorbereitung der Renaturierung von Fließgewässern sind im Literaturverzeichnis (Kap. 4.1) verschiedene Quellen genannt. In den folgenden Kapiteln wird auf die genannten Projektphasen näher eingegangen.

### Situationsanalyse:

Die Vorbereitung erfolgreicher Renaturierungsmaßnahmen erfordert oft fundierte Kenntnisse der Nutzungsgeschichte (insbesondere der jüngeren), wasserbaulicher Veränderungen sowie hydrologischer und ökologischer Eigenschaften des betrachteten Feuchtgebietes. Es ist daher notwendig, sich vor der Planung eines Projektes mit Land- und Forstwirten, Fischern, Naturschützern, Jägern und Wasserwirtschaftlern über Zustand und Veränderungen im Gebiet zu informieren. In der Planungsphase ist auch das mögliche Veränderungspotenzial zu prüfen, das die verschiedenen Nutzungsansprüche zulassen. Achtet man von Beginn der Planungsphase an darauf, dass alle Beteiligten Ihre Ansprüche formulieren

und am Planungsprozess beteiligt werden, lassen sich spätere Überraschungen und Konflikte eher vermeiden. In diesem Rahmen kann bereits der notwendige Aufwand für eventuelle Gutachten (Vernässungsgutachten, Mückengutachten etc.) abgeschätzt werden (siehe auch Kap. 2).

In der „Grauliteratur“ wächst die Zahl der oft nicht veröffentlichten Haus- oder Diplomarbeiten bzw. Dissertationen über Feuchtgebiete aus den verschiedensten Fachgebieten. Daher ist eine Anfrage bei den relevanten wissenschaftlichen Einrichtungen in Brandenburg und Berlin erfolgversprechend.

**Tab. 1.4.2: Für die Planung von Renaturierungsvorhaben relevante Informationen in Meliorationsunterlagen**

Naturbeschreibender Faktor	Parameter
Relief	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Höhenpunkte in Dezimetergenauigkeit</li> <li>• Höhenlinien in 25 cm-Schritten</li> <li>• Festpunkte</li> </ul>
Boden	<ul style="list-style-type: none"> <li>• hydrogenetischer Moortyp</li> <li>• Substratverteilung</li> <li>• Lage der Bohrpunkte</li> <li>• Schichtenverzeichnisse</li> <li>• Betonaggressivität</li> <li>• Bodentypen nach TGL</li> <li>• <math>K_f</math>-Werte*</li> <li>• Glühverluste*</li> </ul>
Hydrologie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wasserwirtschaftliche Hauptzahlen von den Z-Vorflutern (= Zentrale Vorfluter)</li> <li>• Niederschlagshöhen</li> <li>• Ausgrenzung von Teileinzugsgebieten</li> <li>• Vorteilsflächen</li> <li>• Staukonzepte</li> <li>• Gebietswasserbilanz</li> </ul>
Geologie, Hydrogeologie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Beschreibung der Landschaftsgenese</li> <li>• Naturräumliche und geologische Einordnung</li> <li>• Strömungsdynamik</li> </ul>
Anlagenbestand	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grabendichte und -ausbaugrößen</li> <li>• Lage und Funktion der Bauwerke</li> <li>• Regulierungsempfehlungen</li> </ul>
Standortanalysen*	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vegetationsuntersuchungen</li> <li>• Feuchtezahlen/Wasserstufen</li> <li>• Torfart und Torfzersetzungsgang</li> <li>• Nährstoffverhältnisse</li> </ul>

\* nicht bei jedem Projekt vorhanden

$K_f$  Wasserleitfähigkeitskoeffizient

Häufig lassen sich grundlegende Erkenntnisse zum Meliorationssystem, zur hydrologischen Einordnung und Bodenbeschaffenheit sowie zur Nutzungsgeschichte und Gewässerprofilen u. v. m. aus Meliorationsunterlagen besonders aus der Zeit der Komplexmelioration gewinnen. Meliorationsunterlagen sind in sehr detaillierter Form in drei Stufen erarbeitet worden. Unter den Oberbegriffen „Grundsatzentscheidungen“, „Aufgabenstellungen“ und „Projekte“ enthalten sie eine große Anzahl von hydrologischen, geomorphologischen, bodenkundlichen und anderen Daten, die auch heute noch gute Planungsansätze liefern. Grundlegende Veränderungen haben allerdings infolge Torfabbaus die Höhenpläne der Niedermoore erfahren. Spätere Veränderungen an den im Komplex geplanten Entwässerungssystemen stellen in der Regel Ergänzungen dar, die den grundsätzlichen Bestand an Anlagen und deren Funktion nicht in Frage stellen. In Tabelle 1.4.2 sind die aus Meliorationsunterlagen zu gewinnenden Informationen aufgelistet.

Seit Anfang der 1990er Jahre wurden die ehemals zentral gelagerten umfangreichen Meliorationsunterlagen an verschiedene Einrichtungen verteilt bzw. z.T. auch vernichtet. Wo heute Meliorationsunterlagen zu erhalten sind, ist im **Verzeichnis der Datenquellen** (Kap. 4.7) aufgelistet.

### Zielbestimmung und Konfliktanalyse:

Um konkretere Zielzustände formulieren zu können, ist es hilfreich, Einsicht in historische und aktuelle Karten sowie anderer Unterlagen zu nehmen. Auch wenn heutige Nutzungsansprüche historische Zustände nicht mehr zulassen, erfährt man beim Studium historischer Unterlagen oft viel über Morphodynamik, Hydrologie, natürliche Vegetation und die ehemalige Ausdehnung von Feuchtgebieten. Derartige Wissen hilft dem Planer, die Landschaftspotenziale zu erkennen und mögliche Entwicklungsziele unter Berücksichtigung der Nutzungsansprüche zu formulieren. Wichtige Kartenwerke für diesen Zweck sind im Verzeichnis „Datenquellen“ (Kap. 4.7) zu finden.

Nach der Auswertung der vorhanden Unterlagen muss ein **Renaturierungsziel** festgelegt werden, um die Maßnahmen planen und umsetzen bzw. vorher ggf. Genehmigungsverfahren (siehe Kap. 3.2) durchführen zu können. In Abbildung 1.4.1 wird eine sinnvolle Vorgehensweise vorgeschlagen.

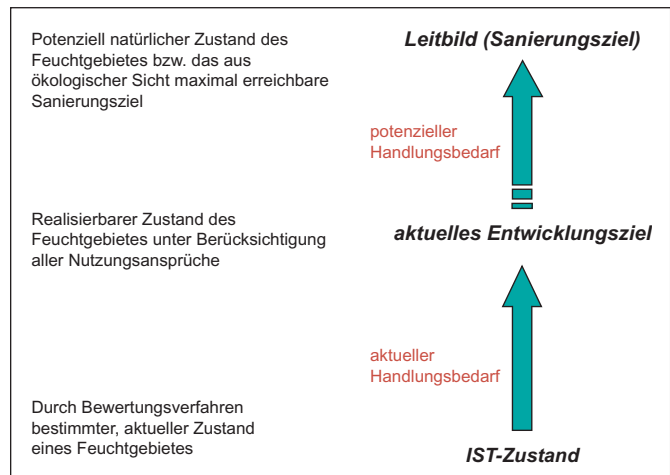


Abb. 1.4.1: Zielbestimmung für den Feuchtgebietsschutz

Das Leitbild beschreibt den maximal erreichbaren „natürlichen“ Zustand. Da äußere Zwänge wie Raumwiderstand, Nutzungsinteressen oder auch spezielle Naturschutzinteressen u.a. dieses Ziel im konkreten Fall häufig nicht zulassen, können Entwicklungsziele definiert werden. Jede derartige Planung von Maßnahmen sollte sich in Richtung Leitbild bewegen. So könnte z. B. das Leitbild einer bisherigen „Intensivgraslandfläche“ „überstautes Moor mit Schilfröhricht“ sein. Ein denkbares Entwicklungsziel in diese Richtung wäre die „mooragepasste Nutzung bei erhöhten Wasserständen“.

Nach einer Konfliktanalyse unter Einbeziehung aller Nutzungsansprüche (Raumwiderstand) lässt sich das Entwicklungsziel aufstellen. Wenn der Raumwiderstand niedrig ist, kann sich das Entwicklungsziel sehr dicht an das Leitbild annähern. Für Feuchtgebiete spielen vor allem folgende Nutzungsansprüche eine Rolle: Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Fischerei, Naturschutz, Wasserwirtschaft, Schifffahrt, Verkehr und Tourismus. Eine frühzeitige Einbeziehung aller wesentlich Betroffenen während der Planungsphase kann spätere Unstimmigkeiten reduzieren helfen. In Abbildung 1.4.2 ist beispielhaft der Abwägungsprozess zur Aufstellung von Entwicklungszielen für Moore dargestellt.



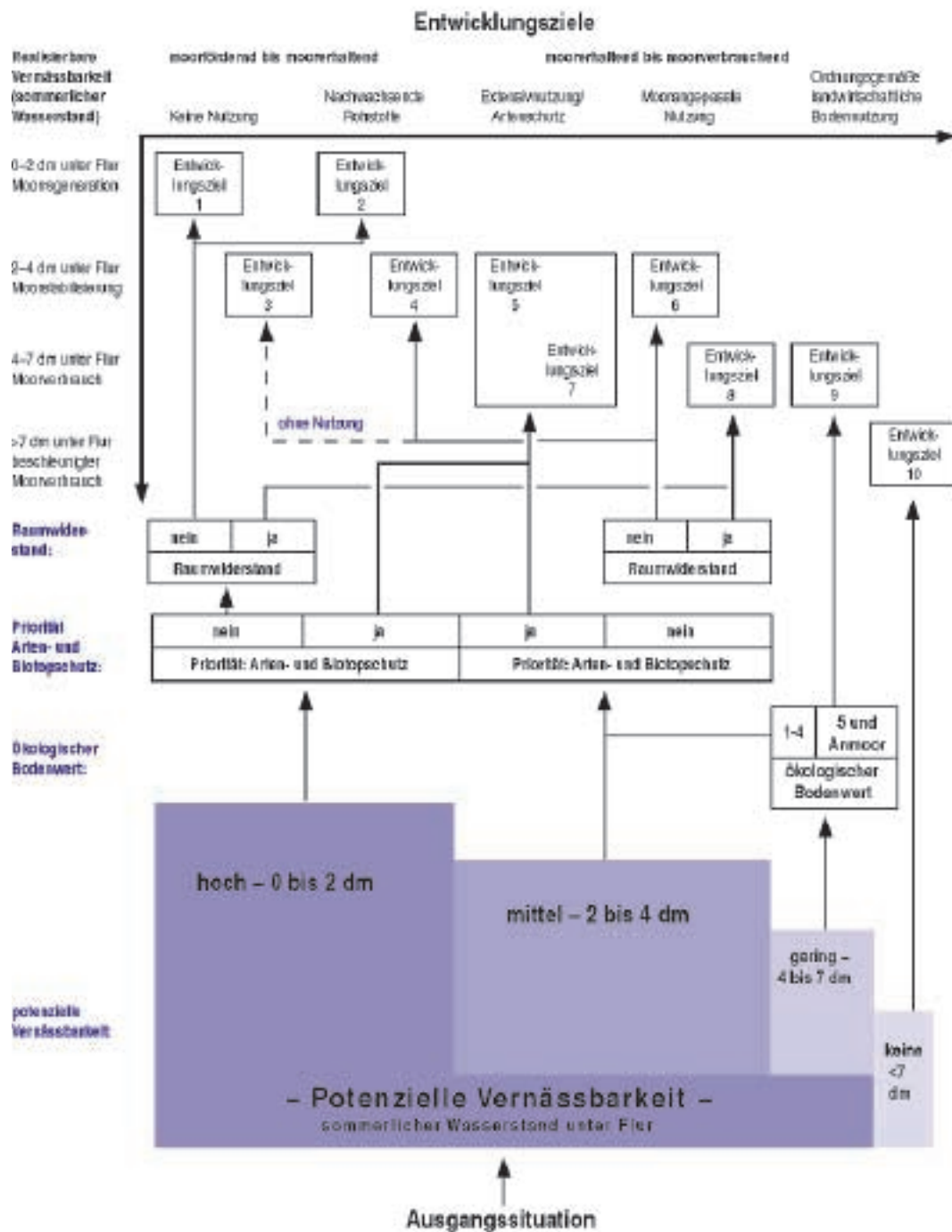


Abb. 1.4.2: Entscheidungsmatrix bei der Aufstellung von Entwicklungszielen für Moore (LANDGRAF 2000)  
 Ökologischer Bodenwert (1 = hoch, 5 = niedrig) siehe: SCHULTZ-STERBERG, R. & J. ZEITZ (1997): „Entscheidungsmatrix als Handlungshilfe für die Erhaltung und Wiederherstellung von Bodenfunktionen in Niedermooren“, Fachbeiträge des Landesumweltamtes Nr. 27. Potsdam, 62 S.

## Kostenplanung:

Die folgenden Tabellen 1.4.3 bis 1.4.6 enthalten aktuelle Kostenschätzungen verschiedener Maßnahmen im Wasserbau. Beim Flächenerwerb sind die Flächenerwerbsnebenkosten (Vermessung etc.) und die jährlichen Grundlasten (Tabelle 1.4.6) zu berücksichtigen.

**Tab. 1.4.3: Kosten im Wasserbau für Gewässer mit Sohlenbreiten von 1 bis max. 3 m (Stand 04/2004)**

Für die Baustelleneinrichtung sind 5 % der Gesamtbaukosten zu veranschlagen.

Maßnahme	Bemerkung	Kosten
Bau einer Sohlengleite	Einbau einer Sohlengleite aus Steinschüttung inklusive Materialkosten	2 400 €
Umbau von regulierbarem Stau in Sohlengleite	Rückbau und Entsorgung der Stauanlage mit einem Schütz, Einbau einer Sohlengleite aus Steinschüttung inklusive Materialkosten	2 700 €
Bau eines überströmbaren, festen Staus	Bau zweier überströmbarer Holzspundwände mit Füllung auf Torf- oder Erdmaterial sowie Abdichtung mit Folie, Sicherung des Unterwasserbereiches mit Steinschüttung bzw. eine Holzspundwand mit Erdauffüllung von zwei Seiten	3 000 €
Bau eines teilregulierbaren Staus mit Sohlenschwelle	Einfacher Schützenstau mit fester Sohlenschwelle inklusive Materialkosten	4.500 €
Bau eines Umgehungsgerinnes	Einfaches Umgehungsgerinne mit Gefälle max. 1 : 20, Gefällestrrecken mit Steinen, inklusive Materialkosten	250 €/m
Ersatz einer Verrohrung	Ausbau der Verrohrung und Freilegen eines naturnahen Bachprofils, Entsorgung des Rohrs	25 €/m
Anhebung eines Rohrdurchlasses mit ca. 12 m Länge	Ausgraben eines Betonrohrdurchlasses (Weg), Aufhöhung des Untergrundes, Einsatz des Betonrohres, Verfüllung und Wiederherstellung des landwirtschaftlichen Weges	2 500 € mit neuen Betonrohren 3 700 €
Entfernung von Böschungssicherungen	Rückbau von Faschinen bzw. Holpfählen und Entsorgung des Materials	10 €/m
Grabenverfüllung	Abschieben des oberen Moorbodens (Grünland) und Auffüllung des Grabens auf A: festem Untergrund B: instabilem Untergrund	7 €/m 10 €/m
Grabenverfüllung mit Fremdmaterial	Verfüllung eines Grabens durch angefahrenes Erdmaterial: Anfahrt, Verfüllung und Materialkosten	28 €/m
Grabenverfüllung	a) Aufsuchen und Ausmessen des alten Gewässerlaufes, b) Öffnen des alten Gewässerlaufes, Absperrung und Verfüllung des künstlichen Gewässers mit Material aus a)	18 €/m 35 €/m
Rückbau von Dränagen	Durchtrennung eines Dränagestrangs von 100 m Länge an mehreren Stellen	200 €

**Tab. 1.4.4: Kosten für Pflege- und Erdarbeiten (Stand 04/2004)**

Maßnahme	Bemerkung	Kosten
Entkusselung von Erlen	Entfernung von jungen Erlengehölzen bis auf den Stock mit Freischneider, Verbringung des Schnitts in angrenzende Waldflächen	2 000 €/ha
Schilfmahd	Mahd mit Motorsense in Schilfröhrichten unter erschwerten Bedingungen, Abtransport des Schilfschnitts	800 €
Wildschutzzaun	Aufstellung eines Drahtgeflechtzauns (Höhe = 1,6 m mit Holzpfosten) mit Materialkosten	3 bis 6 €/m
Weidezaun	Aufstellung eines Weidezauns aus 5 Spanndrähten und mit Holzpfosten inklusive Materialkosten	6 bis 11 €/m
Oberboden abtragen	Abtragen und Aufladen von mineralischem Oberboden	0,50 €/m <sup>2</sup>

**Tab. 1.4.5: Kosten für Flächenkauf (Stand 04/2004)**

Nutzungsart	Kosten
Acker	0,20 bis 0,40 €/m <sup>2</sup>
Grünland	0,15 bis 0,20 €/m <sup>2</sup>
Ödland/Wald/Wasser	0,07 bis 0,10 €/m <sup>2</sup>
Flächennebenenerwerbskosten	5,5 % des Kaufpreises

**Tab. 1.4.6: Jährliche Grundlasten für Flächeneigentümer (nach NaturSchutzFonds Brandenburg Stand: 01/2004)**

Nutzungsart	Landwirtschaft	
Kostenart	[€/ha]	Bemerkungen
Grundsteuer	9,00	Durchschnittswert, lokal unterschiedlich
WBV	7,70	Durchschnitt in Brandenburg
Jagdsteuer	0,50	
Berufsgenossenschaft	21,15	Bei 30 Bodenpunkten und extensiver Bewirtschaftung, bei reiner Pflegenutzung wesentlich geringer (2,27 €)
Verkehrssicherheit	2,50	Begehung
Infrastrukturerehalt	0,50	0,5 m Weg/ha/a
Haftpflicht	3,00	Betriebshaftpflicht
Waldbrandversicherung		
Beförderung		
<b>gesamt</b>	<b>44,35</b>	
Kosten bei Verpachtung/ mögliche Befreiungen	0,00	

### 1.4.3 Besonderheiten bei Fließgewässern und Mooren

#### 1.4.3.1 Fließgewässer

Sinnvoll ist es, die Renaturierung von Fließgewässern nach entsprechenden Leitbildern durchzuführen. Die natürlichen Fließgewässertypen Brandenburgs wurden bereits im Kap. 1.2.2 vorgestellt.

Mögliche Ziele der Renaturierung von Fließgewässern sind z.B.:

- natürliche Gewässerdynamik,
- Verringerung unnatürlicher Abflussschwankungen im Jahresgang,
- Schaffung von Überflutungsräumen und Retentionsräumen,
- Abflussverzögerung,
- Stoppen der künstlich bedingten Gewässervertiefung,

- Verbesserung der Wasserqualität,
- Wiederherstellung der ökologischen Durchgängigkeit,
- Erhaltung und Wiederherstellung von fließgewässertypischen Lebensräumen.

Für eine Ermittlung des Renaturierungsbedarfes sollten folgende Parameter berücksichtigt werden:

- Einzugsgebiet (Grabendichte, Wald-Acker-Grünland-Anteile, versiegelte Flächen),
- Überflutungsraum/Retentionsraum,
- Verbauung,
- Abschätzung des Abflussverhaltens,
- Strukturgüte z.B. Quer- und Längsprofil, Uferbeschaffenheit usw. (Strukturgütekartierung des LUA, LUA 2002),
- Schutzwertstufen nach rheotypischen Arten der sensiblen Fließgewässer (LUA 1998),
- historische Entwicklung (Vergleich mit historischen Karten, siehe Verzeichnis „Datenquelle“) (Kap. 4.7).

Forstwirtschaft		Pflegenuzung (Offenland)		Totalreservat (keine Nutzung/Pflege)	
[€/ha]	Bemerkungen	[€/ha]	Bemerkungen	[€/ha]	Bemerkungen
1,35	Naturnahe Waldwirtschaft, Durchschnittswert, lokal unterschiedlich, entfällt bei Befreiung wegen hoher Kosten				
7,70	Durchschnitt in Brandenburg	7,70	Durchschnitt in Brandenburg	7,70	Durchschnitt in Brandenburg
0,50		0,50		0,50	
2,05		1,95	Durchschnittswert Pflegenuzung (0,60–2,30 €)		entfällt
5,00	Hohe Wegedichte	3,25	Bedarf je nach Biototyp unterschiedlich (2,50–4,00 €)	2,50	Entfällt bei Wasserfläche
1,00	Hohe Wegedichte			0,30	Sehr geringe Wegedichte
3,00	Betriebshaftpflicht			3,00	Betriebshaftpflicht, evtl. nur Grundstückshaftpflicht
3,00	hohe Waldbrandgefahr				
17,50	Durchschnittswert (15–20 €)				
<b>41,10</b>		<b>17,30</b>		<b>14,00</b>	
40,60		16,80		13,50	

Bei der Planung von Renaturierungsmaßnahmen an Fließgewässern sind neben ökologischen Gesichtspunkten auch die hydrologischen und hydraulischen Verhältnisse des untersuchten Fließgewässers oder Gewässerabschnittes zu berücksichtigen. So benötigt man z.B. für die Gestaltung von Sohlgleiten und Fischwanderhilfen Angaben zu den Wasserdurchflüssen und -ständen bei verschiedenen Abflussverhältnissen (Hochwasser, Mittelwasser, Niedrigwasser). Sie sind erforderlich, um die Bauwerke richtig zu dimensionieren. In der Regel werden solche Angaben zusammen mit baulichen Details im Rahmen von Genehmigungsplanungen erarbeitet und bei den zuständigen Genehmigungsbehörden eingereicht und geprüft. Hier wird festgelegt, ob z.B. eine einfache Plangenehmigung erfolgt oder ein Planfeststellungsverfahren eingeleitet werden muss (s. insbesondere Kap. 3.2).

Die hier vorgestellten Maßnahmen zur Renaturierung und Wiederherstellung der ökologischen Durchgängigkeit von Fließgewässern eignen sich grundsätzlich für alle genannten Bachtypen, auch wenn die aus Stabilitätsgründen eingesetzten Materialien und Bauweisen nicht immer dem Leitbild entsprechen können. So ist z.B. der Umbau von Stauen und Abstürzen zu Sohlgleiten immer mit Sicherungsmaßnahmen im Böschung- und Sohlbereich verbunden, um eine Erosion der Gleite durch das fließende Wasser zu verhindern. Solche Sicherungen werden, vor allem im Sohlbereich, aus Steinschüttungen hergestellt. Im Böschungsbereich können auch ingenieurbioökologische Bauweisen zum Einsatz kommen. Zur Einhaltung optimaler Fließgeschwindigkeiten auf der Gleite können Störsteine oder Steinriegel aus größeren Natursteinen (z.B. Feldsteine) eingesetzt werden.

Betrachtet man z.B. den Fließgewässertyp „organischer Bach der jungglazialen Senken und Urstromtäler“, entsprechen weder das eingesetzte grobe Material (Steinschüttung, Störsteine) noch das relativ starke Sohl- und Fließgefälle der Sohlgleiten dem Leitbild. In diesen Bächen besteht das Sohlsubstrat natürlicherweise hauptsächlich aus organischen Stoffen mit Sandauflage und das Sohl- und Fließgefälle ist vergleichsweise gering. Zur Gewährleistung einer langfristigen Stand- und Funktionssicherheit von Sohlgleiten sind (in der Regel) die genannten Bauweisen aber nicht zu umge-

hen. Solche Bedenken gibt es bei den Bachtypen „Kiesdominierte Fließgewässer“ und „Stein- und blockreiche, sanddominierte Fließgewässer in Kerbtälern“ nicht, da kiesiges und steiniges Material hier natürlicherweise vorkommt.

*Bei Fließgewässerrenaturierungen sollte das Hauptaugenmerk, neben der Wiederherstellung der ökologischen Durchgängigkeit, auf die Förderung des eigendynamischen Potenzials gerichtet sein. Dabei können oft mit einfachen Mitteln, wie z.B. Modifizierung oder Einstellung der Gewässerunterhaltung und Einbringen von Strömungshindernissen gute Ergebnisse erzielt werden.*

Als Grundvoraussetzung für eine Renaturierung sollten ausreichend breite Uferrandstreifen zur Verfügung stehen, um eine ungestörte eigendynamische Entwicklung des Bachlaufes zu ermöglichen. Sonst besteht die Gefahr, dass aufgrund von Nutzungskonflikten wieder künstlich in diese Entwicklungsprozesse eingegriffen werden muss.

Folgende Kategorien der Fließgewässer können unterschieden werden:

- ursprünglich natürliche Fließgewässer – unverbaut bis völlig verändert,
- künstliche Gewässer – regelmäßige Unterhaltung,
- künstliche Gewässer – ohne Unterhaltung mit natürlicher Eigendynamik.

**Natürliche Fließgewässer** entstehen nur dann, wenn der Boden bzw. die Vegetation nicht in der Lage sind, Wasser aufzunehmen. Die Bedingungen, unter denen sich natürliche Fließgewässer bilden, können ganz unterschiedlich sein. Ihre **Speisung aus dem Wasserüberschuss des Einzugsgebietes kann durch Standgewässer, Grundwasserabfluss, Zwischenabfluss, Oberflächenabfluss und Niederschlag** erfolgen. Auf der Grundlage dieses Wasserüberschusses entsteht ein Gleichgewicht zwischen Abfluss und Gewässermorphologie. Die Fließgewässer schaffen sich das hydrologisch notwendige Gewässerbett. Dessen Gestalt unterliegt ständiger Veränderung. Die Sohle natürlicher Fließgewässer verbindet immer die tiefsten Punkte des durchflossenen Geländes (MEHL & THIELE 1998). Heute sind ehemals natürliche Fließgewässer zum großen Teil künstlich verbaut und kaum von neu



angelegten Gewässern zu unterscheiden. Je höher der Verbauungsgrad des Gewässers ist, desto geringer ist das Retentionsvermögen für Wasser und Nährstoffe. Natürliche Fließgewässer werden vielfach durch historische Gemarkungs- und Kreisgrenzen markiert.

Typisch für **künstliche Gewässer**, wie z.B. Gräben, sind der **geradlinige Verlauf** und ein V-förmiges Querprofil mit einer beidseitig gleichmäßig abfallenden Böschung. Fast immer sind Fließgewässer, die den Namen „-graben“ tragen, künstlichen Ursprungs. Gräben treffen häufig im rechten Winkel aufeinander oder fließen in einem spitzen Winkel („um die Ecke“) weiter, ohne dass geländebedingte Ursachen dafür ersichtlich sind. Das Wasser sucht sich zum Teil nicht den Weg des geringsten Widerstandes, folgt also nicht durchweg dem Gefälle. Es gibt auch parallel zu Höhenlinien verlaufende Gräben (Fanggräben), die zur Entwässerung von Hängen angelegt wurden. Häufig wurden Gräben geschaffen, um Binneneinzugsgebiete zu entwässern, aber auch, um Wasserspiegel von Seen oder Mooren abzusenken oder sie zu diesem Zweck miteinander zu verbinden. Ein weiteres Merkmal ist die **geringe Fließgeschwindigkeit, mit Tendenz zum Standgewässer**, häufig auch zum Trockenfallen – daher neigen Gräben zum Verlanden. Dieser Prozess ist gekennzeichnet durch Substratablagerung mit Sohlaufhöhung und Zuwachsen des Profils durch Röhrichte (Schilf *Phragmites australis*, Rohrglanzgras *Phalaris arundinacea*, Wasserschwaden *Glyceria maxima*, Rohrkolben *Typha spec.*). Auf der offenen Wasserfläche sind häufig Wasserlinsenmatten ausgebildet.



Bild 1.4.1: Pfefferfließ – ein ausgebautes, ehemals natürliches Fließgewässer nach Grundräumung und Böschungsmahd (L. LANDGRAF 1997)

**Alte Gräben** sind im Gelände oft nicht von ausgebauten Bächen, z.T. sogar nicht von natürlichen Fließgewässern zu unterscheiden. Das jahrzehntelange Aussetzen jeglicher Gewässerunterhaltung kann eine **natürliche Gewässerdynamik** in Gang setzen, wodurch vergleichbare Strukturen wie an natürlichen und ungefesselten Fließgewässern entstehen können. **Generell ist ein hoher Anteil an Fließgewässern im Bereich der Endmoränen und kuppigen Grundmoränen des Jungmoränengebietes künstlich angelegt worden. Fast alle ehemals abflusslosen Seen (Grundwasser- und Kesselseen) des Landes sind auf diese Weise an eine Vorflut angeschlossen worden.** In den Binneneinzugsgebieten der Lebuser Platte, des Barnim und der Uckermark gab es in der Naturlandschaft überhaupt keine natürlichen Fließgewässer. Wenn Fließgewässer mit geringem Gefälle Höhenzüge und Wasserscheiden durchbrechen, deutet das auf eine künstliche Entstehung hin. Talwasserscheiden, z.B. östlich von Berlin im Roten Luch, sind erst nach Anlage von Gräben oder Kanälen erkennbar geworden.

Künstliche Fließgewässer, die sich als Gewässer unter den gegebenen hydrologischen Bedingungen selbst erhalten können, sollten nur im Falle der Wiederherstellung von Binneneinzugsgebieten zurückgebaut werden. Ansonsten sollte man sie ihrer natürlichen Dynamik überlassen.

Die Fließgewässer, die eine regelmäßige Unterhaltung benötigen, neigen zu einer schnellen Verlandung. Ihre Erhaltung beeinträchtigt den Landschaftswasserhaushalt und muss deshalb einer regelmäßigen kritischen Überprüfung unterzogen werden.

*Ein Fließgewässer hat solange eine ökologische Funktion im Landschaftswasserhaushalt, wie der das Gewässer speisende Wasserüberschuss in der Landschaft besteht.*

### 1.4.3.2 Moore

Leitbild des Moorschutzes ist ein wassergesättigtes Moor mit der Fähigkeit zum Torfwachstum. Der Moorschutz hat folgendes zum Ziel (u. a. SCHULTZ-STERNBERG, ZEITZ 1997):

- positive bzw. neutrale Stoffbilanz (Moorwachstum bzw. Moorerhalt),
- Reaktivierung der Wasserspeicherfunktion,
- Minderung von Hochwässern und Aufhöhung des Niedrigwasserabflusses,
- Kühlwirkung in der Landschaft.

*Die Wahl eines wirkungsvollen Vernässungsverfahrens hängt von der Wasserspeisung, vom Wasserverbrauch, der Durchlässigkeit des Moorsubstrates und dem Oberflächengefälle des Moores ab.*

Eine Übersicht der für Moorvernässung in Frage kommenden Vernässungsverfahren zeigt Tabelle 1.4.7.

**Tab. 1.4.7: Übersicht zu Vernässungsverfahren, nach EGGELSMANN (1989)**

Vernässungsverfahren		Oberflächengefälle des Moores	Durchlässigkeit des Moorsubstrates	Wasserbedarf
Stauverfahren	Grabenanstau	nein	hoch	gering
	Grabeneinstau	nein	hoch	mittel
	Furcheneinstau	–	–	–
	Flächeneinstau	sehr gering	mittel	groß
Staurieselung	Staurieselung	mittel	mittel bis hoch	mittel
	Fluten in Niederung	gering	mittel bis hoch	nur bei Hochwasser
Rieselung	Einfache Hangriieselung	stark bis mittel	mittel bis hoch	abhängig vom $K_F$ -Wert
	Staugrabenriieselung	stark bis mittel	mittel bis hoch	abhängig vom $K_F$ -Wert

In dem BMBF-Verbundprojekt „Ökosystemmanagement für Niedermoore“ wurden verschiedene Vernässungsverfahren im Dümmer (Verlandungs- und Überflutungsmoor), Drömling (Versumpfungs- und Überflutungsmoor), Rhinluch (Versumpfungs- und Verlandungsmoor) und in der Friedländer Große Wiese (Durchströmungs- und Verlandungsmoor) getestet. Folgende Erfahrungen wurden dabei u. a. gewonnen (KRATZ & PFADENHAUER 2001):

### Graben- und -einstau

- ausreichendes Wasserdargebot ohne Notwendigkeit der Fremdwasserzuführung und gut wasserdurchlässige Grundwasserleiter müssen vorhanden sein,
- durch Druckhöhenverlust sind die erzielbaren Grundwasserstände im Moor niedriger als der Wasserstand im Graben,
- die Verschlammung der Poren in der Grabensohle muss in Bewässerungsgräben durch regelmäßige Unterhaltung verhindert werden,
- Bau, Betrieb bzw. Umrüstung der Anlagen sind vergleichsweise einfach durchführbar.



Bild 1.4.2: Wirkungsvollste Vernässungsmaßnahme bei horizontalen Mooren ist der Grabenüberstau (W. KLAEBER 2000)

### Grabenüberstau

- gute Vernässungserfolge bei ausreichender Zusatzwassermenge,
- Versorgungsgraben muss ausreichend hoch anstaubar sein,
- besonders geeignet für horizontale Moore mit Verwallung (Polder).

### **Überrieselung**

- Voraussetzungen sind Geländegefälle, geringe Reliefschwankungen und Zusatzwasser auf ausreichend hohem Druckniveau (z.B. Anstau eines Fanggrabens bis zum Überlaufen),
- zur Vermeidung von Abströmverlusten sind geringe Wasserdurchlässigkeiten der Torfe und hohe Grabenwasserstände in der Umgebung vorteilhaft,
- sinnvoll ist oft eine Ergänzung durch phasenhaften Überstau auf tieferen Flächen,
- erfordert hohen Aufwand für Bau, Betrieb und Unterhaltung der Anlagen.



Bild 1.4.3: Seitliche Verwallung zwingt das angestaute Grabenwasser zur Überströmung der Moorfläche (R. MAUERSBERGER)

Für unterschiedliche **Substrattypen** wurden folgende Erfahrungen gesammelt:

#### **Flachgründige, muddeunterlagerte Standorte**

- für Grabenan- und -einstau kaum geeignet, da unzureichende Wassernachlieferung aus dem Graben,
- gute Eignung für Grabenüberstau bei ebener Geländeoberfläche.

#### **Flachgründige, sandunterlagerte Standorte**

- gute Eignung von Grabenan- und -einstau, jedoch aufgrund der Druckpotenzialverluste über den Fließweg vom Graben ins Moor keine flurnahen Grundwasserstände erreichbar,
- effektive Vernässungsergebnisse durch Grabenüberstau bei ebener Mooroberfläche,
- bei Überrieselung auf geneigten sandunterlagerten Mooren treten hohe Abströmverluste auf.

### **Tiefgründige Standorte**

- geringe Vernässungswirkung bei Grabenan- und -einstau,
- effektive Vernässungsmaßnahmen sind Überstau und bei geneigten Mooren mit ebener Oberfläche auch Überrieselung.



Bild 1.4.4: Erfolgreicher Grabenüberstau in einem flachgründigen, muddeunterlagerten Versumpfungsmoor der Niederlausitz mit ausreichendem Wasserdargebot (L. LANDGRAF 2003)

Geneigte Flächen, wie Hang-, Quell- und Durchströmungsmoore, sind nicht durch An- bzw. Einstau vernässbar. Hier führt oft nur ein vollständiger Grabenverschluss zum großflächigen Erfolg. Rieselungsregimes bedürfen eines höheren Wasserdargebots und guter Wasserdurchlässigkeit der Torfe. Leichter sind Moore in Kessellagen zu vernässen, wie z.B. Verlandungs- und Kesselmoore, aber auch Stauwasser-Versumpfungsmoore. Muddeunterlagerte Moore weisen einen geringeren Wasserabstrom in die Umgebung bzw. den Untergrund auf und eignen sich relativ gut für derartige Maßnahmen. Aus diesem Grund werden Moore nachfolgend in **geneigte** und **horizontale Moore** unterschieden.

### 1.4.3.2.1 Horizontale Moore

Moore mit geringem Gefälle der Oberfläche sind bei ausreichendem Wasserdargebot großflächig überstaubar. Berücksichtigt werden müssen allerdings die durch Sackung und Torfzehrung eingetretenen Reliefänderungen der Mooroberfläche. Falls für die Abschätzung der Auswirkungen von Vernässungsmaßnahmen keine aktuellen Höhenkarten zur Verfügung stehen, kann man sich auch mit einem winterlichen Einstauversuch helfen.

Heute sind fast alle landwirtschaftlich genutzten Moore stark in ihrem Bodengefüge gestört. Die damit einhergehenden geringen Wasserleitfähigkeiten schränken die Erfolgsaussichten für sommerliche Einstaubewässerung über Gräben oder Dränagen erheblich ein. Die Möglichkeit der **Wasserregulierung** sinkt in der folgenden Reihenfolge: flachgründiges Moor > flachgründiges, muდეunterlagertes Moor > tiefgründiges Moor > tiefgründiges, muდეunterlagertes Moor. Versumpfungsmoore sind daher leichter, Auenüberflutungs- und Verlandungsmoore schwerer hydrologisch regulierbar. Die zu erzielenden sommerlichen Grundwasserflurabstände richten sich neben dem Standort nach dem ober- und unterirdischen Abfluss sowie der Verdunstung im Verhältnis zum Zufluss und Niederschlag. Die effektivste Vernässungsmethode horizontaler Moore ist der Überstau mit entsprechenden Stauverfahren.

Für die sommerliche Speisung der Moore spielt der Basiszufluss aus dem Grundwasser eine entscheidende Rolle. Der Grundwasserzufluss hängt stark von den geohydrologischen Verhältnissen im Einzugsgebiet ab. Er steigt in der Regel mit der Größe des Einzugsgebietes und dem Gefälle des Grundwassers. Maßnahmen zur Grundwasseranreicherung im Einzugsgebiet beeinflussen den unterirdischen Zufluss positiv. Dazu gehören neben dem naturnahen Waldumbau auch Staumaßnahmen im Speisungsgebiet der Moore.

*Ein erhöhter Basisabfluss der Landschaft (Abfluss über das Grundwasser) stabilisiert gleichzeitig den Niedrigwasserabfluss im Sommer und verbessert die Wasserqualität in den natürlichen Fließgewässern während kritischer Trockenperioden.*

In Tabelle 1.4.8 ist eine Kurzübersicht der wichtigsten Maßnahmen in horizontalen Mooren dargestellt.

**Tab. 1.4.8: Maßnahmen in horizontalen Mooren, nach Succow in Zeitz et al. (1987) sowie Lenschow (1997)**

<b>Verlandungsmoore</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erhaltung der Gewässergüte des verlandenden Gewässers, gegebenenfalls Gehölzentnahme</li> <li>• Rückbau wasserwirtschaftlicher Anlagen</li> <li>• Überstau akzeptabel</li> </ul>
<b>Auenüberflutungsmoore</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rückbau von Poldern</li> <li>• Überflutungsmanagement</li> </ul>
<b>Versumpfungsmoore</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• leicht durch Einstau vernässbar, Überstau akzeptabel</li> <li>• durch heterogenes Relief entstehen Mosaike unterschiedlicher Nutzungsmöglichkeiten</li> <li>• Entwicklung von Bruchwald und Röhrrichten</li> </ul>
<b>Kesselmoore</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dräne und Entwässerungsgräben schließen, evtl. stufenweise, um Überstau zu vermeiden</li> <li>• Gehölzentnahme als Initialmaßnahme bei Wasserstandsanhhebung</li> <li>• Pufferzonen einrichten, insbesondere in Offenlandschaften</li> <li>• keine Aufforstung</li> </ul>

### Versumpfungsmoor

Versumpfungsmoore bilden den am weitesten verbreiteten hydrogenetischen Moortyp in Brandenburg (z.B. Rhin- und Havelluch). Sie nehmen 155 000 ha (73,5 % der Moorfläche) vor allem in den großen Urstromtälern ein (Schultz-Sternberg et al. 2000). Für Brandenburg sind sie daher besonders wichtig.

Versumpfungsmoore sind aufgrund ihrer geringen Moormächtigkeit (geringe Wasserspeicherkapazität) in besonderem Maße auf die Grundwasserversorgung durch das Einzugsgebiet angewiesen. Dieser Moortyp reagiert damit auch besonders empfindlich auf Maßnahmen im Einzugsgebiet, die den Grundwasserzustrom verringern (z.B. Grundwasserabsenkungen durch Wasserwerke oder Bewässerungsanlagen). Wesentliche Teile der großflächigen Versumpfungsmoore werden vor allem aus den Oberläufen der sie durchziehenden Hauptgewässer gespeist (Bsp. Rhin-Rhinluch).



### **Grabenstau, wechselseitige Grundwasserregulierungssysteme**

In den großflächigen Versumpfungsmooren des Landes besteht häufig ein stark ausgebautes und noch oft funktionstüchtiges Staubewässerungssystem (z.B. Rhinluch, Havelländisches Luch, Belziger Landschaftswiesen), das es ermöglicht, für verschiedene Teilgebiete unterschiedliche Stauziele zu verwirklichen. Dieses bestehende Meliorationssystem sollte in jedem Falle genutzt werden, wenn es geeignet ist, höhere Wasserstände in den Moorflächen einzustellen.

Für Flächen, die weiterhin extensiv genutzt werden sollen, müssen die Wasserstände so eingestellt werden, dass eine Nutzung möglich bleibt. Dies bedeutet allerdings in der Regel einen weiteren Moorabbau, da die Wasserstände langanhaltend unter der Mooroberfläche liegen.

Um einen weiteren Moorabbau zu verhindern, sollten die Moorstandorte im Winterhalbjahr möglichst hoch überstaut und im Frühjahr nicht entwässert werden. Dies muss eine landwirtschaftliche Nutzung nicht ausschließen. Um die Moorflächen überstauen zu können, müssen die vorhandenen Entwässerungsgräben verschlossen werden (Einbau von nicht überströmbaren Stauen). In größeren Moorgebieten können auch geeignete, z.B. tiefer liegende, Teilgebiete ausgewählt werden, für die Staumaßnahmen durchgeführt werden.

### **Verlandungsmoor**

Verlandungsmoore nehmen in Brandenburg einen Anteil von 9,5% der Moorfläche ein (SCHULTZ-STERNBERG ET AL. 2000). Gegenüber Versumpfungsmooren weisen Verlandungsmoore erheblich größere Moormächtigkeiten auf. Die unterlagernde Mudde (= ehemaliges Seesediment) bildet einen örtlichen Wasserstauer aus. In Verlandungsmooren ist eine Vernässung durch Überstau leichter möglich, weil das Wasser besser auf der Fläche zurückgehalten werden kann. Im Sommer behindert die relativ undurchlässige Mudde den flächenhaften Zutritt von Grundwasser, so dass eine weitgehende Abhängigkeit von Überstauwasser mit allen Problemen der Verfügbarkeit in Trockenperioden besteht.



*Bild 1.4.5: Durch Grabenverschluss ausgelöste Vernässung eines Waldmoores mit beginnendem Torfmooswachstum (R. MAUERSBERGER)*

### **Grabenstau**

Der Verschluss vorhandener Gräben ist auch für Verlandungsmoore die effektivste Methode zur Wiedervernässung (s. Kap. 1.5.2.4). Durch die in zentralen Bereichen größeren Moormächtigkeiten entstehen in größeren Verlandungsmooren nach Moorsackung tief liegende, gut vernässbare Standorte. Höher liegende Flächen, die aufgrund geringerer Moormächtigkeit weniger stark gesackt sind, können auch nach Überstauung der tiefliegenden Flächen trocken bleiben. Die einzustellende Stauhöhe für die Vernässungsflächen sollte so gewählt werden, dass die Moorfläche möglichst weitflächig überstaut ist, um eine optimale Wasserversorgung auch in den Sommermonaten zu gewährleisten. Viele dieser stark gesackten Moore wurden gepoldert und mit Schöpfwerken zur Entwässerung versehen, da die Moorfläche inzwischen häufig unter dem Mittelwasserniveau des Vorfluters liegt.

### **Schöpfwerksstilllegung**

Viele flache Flusseen sind durch die Begradigung und Tieferlegung der Flüsse zu Verlandungsmooren geworden, die später vor allem durch Schöpfwerke entwässert wurden. In diesen vom Menschen geschaffenen Verlandungsmooren (z.B. Naturpark Nossentiner/Schwinzer Heide in Mecklenburg-Vorpommern) lagert nur eine sehr geringmächtige Torflage über der Mudde, so dass sie nach aktueller bodenkundlicher Nomenklatur nicht als Moore gelten. Dies trifft auch auf weitere Verlandungsmoore außerhalb von Flussniederungen zu, die vorwiegend im 18. Jahrhundert zur Gewinnung von landwirtschaftlicher Nutzfläche abgelassen und seither fortdauernd entwässert werden (z.B. Ziethener Seebruch im Biosphärenreservat Schorfheide-Chorin, CHMIELESKI 2002).



Nach dem Schöpfwerkrückbau entsteht auf den Flächen wiederum ein flacher See. Dies trifft auch auf Flächen zu, die vor der Entwässerung bereits verlandet waren, jedoch nach erfolgter Moorsackung so tief liegen, dass nach dem Rückbau flache, nährstoffreiche Gewässer entstehen (Kap. 1.5.2.14).

Viele zuvor intensiv genutzte und gedüngte Moorflächen werden nach dem Schöpfwerkrückbau von hoch-eutrophen bzw. polytrophen Gewässern eingenommen, aus denen über einen längeren Zeitraum Nährstoffe in die Vorfluter abgegeben werden. Können die vorhandenen Nährstoffe zuvor nicht durch extensive Nutzungsformen über einen längeren Hagerungsprozess entzogen werden, muss für einen Übergangszeitraum ein Nährstoffaustrag toleriert werden, da die Niedermoore erst langfristig ihre Senkenfunktion wieder erlangen können (Kap. 2.1.12, Beispiel in GIERK & KALBE 2001).

### **Auenüberflutungsmoor**

Wichtigste Maßnahme aus hydrologischer Sicht ist die Wiederherstellung eines Überflutungsregimes. Dies kann in gepolderten Gebieten durch **Rückbau von Schöpfwerken** mit Schlitzten bzw. Entfernen von Deichen (Kap. 1.5.2.10) sowie das **Verschließen vorhandener Gräben** erreicht werden. Die Wasserstände in einem Auenüberflutungsmoor schwanken in Abhängigkeit von der Wasserführung im Fließgewässer.

Neben Versumpfungs- und Quellmooren sind Auenüberflutungsmoore der hydrogenetische Moortyp, bei dem Bruchwälder Torf bilden können. Daher gehört die **Sicherung bzw. die Etablierung von Auwäldern** (Kap. 1.5.2.11) zu den Maßnahmen, die bei der Renaturierung von Auenüberflutungsmooren besonders wichtig sind.

### **Kesselmoor**

#### **Waldumbau in Waldeinzugsgebieten**

Vor allem in kleinen Kesselmooren, aber auch Verlandungsmooren in Kessellage mit kleinen Einzugsgebieten, wirken sich Veränderungen in der Wasserspeisung besonders gravierend aus (z.B. ROWINSKY 1995, TIMMERMANN 1999). Maßnahmen im Einzugsgebiet, wie der Waldumbau, können bei Kesselmooren und Waldmooren in Kessellage allgemein sehr wirksam sein.

Waldmoore in den großflächigen Sanderlandschaften Brandenburgs und in den sandigen älteren Moränenlandschaften mit Kiefernmonokulturen im Einzugsgebiet weisen aufgrund der hohen Evapotranspiration der Forstbestände heute oft sehr tiefe Wasserstände auf. Grundwasserabsenkungen wirken sich hier großflächig aus, mit der entsprechenden Wirkung auf die Moorwasserstände. Davon sind auch viele Kesselmoore vor allem im Süden Brandenburgs betroffen (LANDGRAF & NOTNI 2003).

*Ein Umbau der Waldbestände zu standortgerechten Laubmischwäldern vergrößert den Anteil von Grundwasserneubildung und Zwischenabfluss. Mit diesem Sickerungsgewinn verbessert sich die Wasserspeisung der Moore.*

#### **Grabenstaue**

In der Regel besteht in den relativ kleinen Kesselmooren nur ein künstlicher Hauptvorfluter, der das Wasser gesammelt von der gesamten Moorfläche ableitet. **Die effektivste Maßnahme zur Wiederherstellung des typischen Kesselmoorregimes ist daher der Einbau eines Grabenstaues am Ablauf des Moores.** Bei durchlässigen Sanden im Einzugsgebiet der Kesselmoore ist der Grabenstau noch innerhalb des Moores zu platzieren. Der Graben wird im Übergang Moor/Mineralboden verschlossen, da das Wasser ansonsten weiterhin versickern kann.

Falls noch wertvolle Reste der ursprünglichen Torfmoosvegetation vorhanden sind und wegen mangelnder Betreuung kein regulierbarer Stau in den Ablaufgraben eingebaut werden kann, wird ein überströmbarer Stau installiert. Bei Einsatz eines nicht überströmbareren Staues kann sonst die gesamte Moorfläche überstaut werden und die Moorvegetation großflächig absterben (Beispiel Kieshofer Moor bei Greifswald, in SUCCOW & JOOSTEN 2001). Mittelfristig ist der vollständige Grabenverschluss das Endziel der Wiedervernässungsmaßnahme.

In stärker degradierten Kesselmooren soll prinzipiell ein nicht überströmbarer Stau eingebaut werden, um möglichst viel Wasser zurückhalten zu können. Es ist sinnvoll, den zentralen Entwässerungsgraben noch innerhalb des Moores auf mindestens 10 m Länge vollständig zu verschließen. Anderenfalls besteht im Som-

merhalbjahr die Gefahr des Austrocknens. Bei dieser Variante muss ein länger anhaltender Überstau der Vegetation toleriert werden. Danach werden sich zunächst eutraphente Pflanzengesellschaften ansiedeln (Rohrkolben *Typha latifolia*, Reitgräser *Calamagrostis spec.*). Wenn keine weitere Eutrophierung stattfindet, ist die Regeneration von Torfmoosmooren in wenigen Jahren möglich (Kap. 2.1.13). Beschleunigend wirkt sich das Vorhandensein von moortypischer Vegetation z.B. in Gräben oder Torfstichen aus. Torfmoose können sich unter günstigen Bedingungen schnell über große Flächen ausbreiten.

In besonders tiefgründigen Kesselmooren können vorhandene Entwässerungsgräben auch ohne Eingriff hydrologisch unwirksam werden. Die Moorfläche kann dann so stark gesackt sein, dass der Vorflutgraben nicht mehr entwässerungswirksam ist. In jedem Einzelfall ist zu prüfen, ob auch bei sehr hohen Wasserständen kein Wasser über den Entwässerungsgraben ablaufen kann. Zur Sicherheit soll dann auch in diesem Fall der Graben vollständig verschlossen werden.

#### 1.4.3.2.2 Geneigte Moore

Geneigte Moore stellen Planer von Renaturierungsvorhaben vor besondere Probleme. Die durch Entwässerung eingetretenen Veränderungen in der Moorbodenstruktur verschlechtern die Durchströmungseigenschaften. Großflächige und breite Überrieselungszonen können aufgrund der entwässerungsbedingt eingetretenen Mikroreliefierung nicht entstehen. Eine flächenhaft gleichmäßige Vernässung des Moorkörpers ist schwierig, da Staumaßnahmen nur punktuell wirken. Weil geneigte Moortypen vielfach von Drängewasser- bzw. Quellaustritten gespeist werden, wurden zur Entwässerung der Flächen oft Fanggräben gezogen und Dränagen gelegt. Vorhandene Dränagen sind nicht immer in Karten der Meliorationsvorhaben verzeichnet. Ihre Lage lässt sich durch ihre lineare Entwässerungswirkung in CIR-Luftbildern erkennen. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, bei Niedrigwasser nach den Ausmündungen von Dränsammlern in den Entwässerungsgräben zu suchen. Regelmäßig wiederkehrende Geländevertiefungen aufgrund verstärkter Moorsackung deuten ebenfalls auf das Vorhandensein von Dränagen hin. In Tabelle 1.4.9 wird eine Kurzübersicht der wichtigsten Maßnahmen für geneigte Moore gezeigt.

**Tab. 1.4.9: Vernässungsmaßnahmen in geneigten Mooren, nach Succow in Zeitz et al. (1987) sowie Lenschow (1997)**

<b>Quell- und Hangmoore</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entwässerungsgräben verfüllen</li> <li>• Gehölzschutzstreifen anlegen</li> <li>• Perforation des Moorkörpers (für Quellmoore)</li> <li>• Hochstaudenfluren beseitigen</li> <li>• Sanierung des Einzugsgebietes</li> </ul>
<b>Durchströmungsmoor</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wiederherstellung großflächiger Durchströmungsareale schwierig, evtl. durch Überrieselung, Voraussetzung für Durchströmung ist volle Wassersättigung der Mooroberfläche</li> <li>• Entwässerungsgräben verfüllen, vor allem Randgräben</li> <li>• Oberste, pedogen veränderte Torfschicht flach abtorfen zum Initiieren von mesotraphenter Moorvegetation</li> <li>• Voraussetzung ist ausreichender Bodenwasserstrom</li> <li>• Quellmoorbereiche vor der Renaturierung wenn möglich aktivieren</li> </ul>

#### Quellmoor

Voraussetzung für die Reaktivierung von Quellaustritten und die Regeneration des Quellmoorkörpers ist ein ausreichendes Druckwasserpotenzial. Für die Initiierung von Torfwachstum muss der Druckwasserspiegel, abzüglich der Potenzialverluste beim Aufsteigen des Grundwassers durch den Torfkörper, wenigstens bis auf Geländenniveau reichen. Dabei ist zu beachten, dass ein Quellmoor durchaus auch reaktivierungsfähig sein kann, wenn das vorhandene Druckpotenzial geringer ist. Durch wasserrückhaltende Maßnahmen im Quellmoor (Zerstörung von Dränagen) erhöht sich allmählich der Grundwasserspiegel im speisenden Grundwasser-



Bild 1.4.6: Naturnahes Quellmoor mit flächigem Überrieselungsregime (L. Landgraf 1998)

leiter und damit auch das Druckpotenzial des Grundwassers. Nach Untersuchungen von SCHMIDT (2003, mündlich) in einem Quellmoor des Landgrabentales (Mecklenburg-Vorpommern) führte die Entwässerung eines Quellmoores mittels Dränagen regelrecht zur „Ausblutung“ des Einzugsgebietes. Bei der Erstentwässerung im Jahre 1979 überstieg die Abflusshöhe in diesem Jahr die Summe der Abflüsse der folgenden 24 Jahre, d.h. der Grundwasserleiter im Einzugsgebiet wurde durch die Entwässerung erheblich entleert! Im Umkehrschluss muss man bei der Renaturierung stark entwässerter Quellmoore einkalkulieren, dass Vernässungseffekte erst dann eintreten, wenn der Grundwasserleiter im Einzugsgebiet wieder auf sein ursprüngliches Niveau aufgefüllt ist.

Maßnahmen zur Regenerierung von Quellmooren sollten auch das Einzugsgebiet berücksichtigen. Die Wasserspeisung lässt sich z.B. durch Erhaltung von Offenlandschaften, Rückbau von Dränageableitungen und naturnahen Waldumbau im Einzugsgebiet verbessern. Vor der Einleitung von Vernässungsmaßnahmen kann es hilfreich sein, das unterirdische Einzugsgebiet zu ermitteln, um die für das Quellmoor-Wasserregime wichtigen unterirdischen Zuflüsse zu erfassen. Dies kann über die Auswertung vorhandener Karten (Hydrogeologische Karte 1:50 000, Grundwassergleichenplan), hydrogeologischer Ergebnisberichte bzw. von Aufschlussbohrungen geschehen. Für die genaue Ausweisung unterirdischer Einzugsgebiete wird allerdings ein relativ dichtes Netz von Grundwasserpegeln benötigt, die zur Erstellung von Grundwassergleichenplänen benutzt werden. Das wird nur in wenigen Fällen leistbar sein.

*Zur Entwässerung der Quellmoore wurde in der Regel ein dichtes Entwässerungssystem angelegt. Die wirkungsvollste Maßnahme ist die vollständige Verfüllung der Entwässerungsgräben. Andernfalls muss ein enges Kaskadensystem von Grabenstauen angelegt werden, um das Entwässerungssystem hydrologisch unwirksam zu machen.*

### **Grabenstau**

Für den Quellmoor-Komplex im Oberlauf der Sernitz (Uckermark, Biosphärenreservat Schorfheide-Chorin) wurden verschiedene Varianten der Wiedervernässung geprüft (KOSKA IN SUCCOW & JOOSTEN 2001). Als günstigste Varianten (kostengünstig und hydrologisch effektiv) wurden die vollständige Verfüllung der Gräben bzw. die Teilverfüllung der Gräben, jeweils mit anstehendem Torfmaterial, angegeben (siehe auch Kap. 1.5.2.4). Maßnahmen auf der Moorfläche selbst werden jedoch nur dann hydrologisch voll wirksam, wenn begleitende Maßnahmen im Einzugsgebiet den Grundwasserzufluss erhöhen.

Vorhandene Dränagen sollten unbedingt unwirksam gemacht werden. Eine Maßnahme ist z.B. die Durchtrennung der Dränageröhre durch tiefes Pflügen.

### **Durchströmungsmoor**

In der Regel sind Durchströmungsmoore mit Verlandungs- und Auenüberflutungsmooren zur Talmitte sowie mit Quellmooren am Talrand verzahnt, so dass eine Renaturierung dieses Moortypes aufgrund der unterschiedlichen hydrologischen Bedingungen in den einzelnen Moorbereichen und der Wechselwirkungen untereinander sehr schwierig ist.

Erfolgreiche Renaturierungsvorhaben, die eine Durchströmung bzw. Überrieselung des Moorkörpers erreicht haben, sind sehr selten. Neben dem Sählbrandmoor in der Tangersdorfer Heide zwischen Lychen und Fürstenberg (Vernässung durch Biber!) ist die Renaturierung des Lehtseeniederung ein erfolgreiches Beispiel (Kap. 2.1.10).

Für Durchströmungsmoore ist charakteristisch, dass ein ausgeprägtes Oberflächengefälle zum Vorfluter hin besteht. Dies bedeutet, dass das vorhandene Entwässerungssystem zum Zweck der Wasserrückhaltung grundlegend umgestaltet werden muss.



Bei stärker degradierten Durchströmungsmooren ist die Herstellung des ursprünglichen Wasserregimes nicht möglich, da aufgrund der eingetretenen Bodenbildung keine „Durchströmung“ des Torfkörpers zu erreichen ist. Nach Wiedervernässungsmaßnahmen ist nur noch ein „Überrieseln“ der Moorfläche erreichbar. Es stellt sich ein Wasserregime wie bei Hangmooren ein. Das Wasser überrieselt dann an der Oberfläche das Moor Richtung Vorfluter.

In naturnahen Durchströmungsmooren, wo ein „Durchströmen“ des Torfkörpers noch möglich ist, sollte das vorhandene Meliorationssystem durch Verfüllung der Entwässerungsgräben vollständig unwirksam gemacht werden.



Bild 1.4.7: Um bei der Grabenverfüllung mit Torfmaterial eine erneute Gerinnebildung zu vermeiden, sollte nach der Verdichtung eine bis 50 cm erhabene Füllung angelegt werden (R. MAUERSBERGER)



Bild 1.4.8: Mit Torfmaterial verfüllter und zugewachsener Graben nach erster Sackung (R. MAUERSBERGER)



Bild 1.4.9: Degradierter Oberboden eines Durchströmungsmoores wird abgeschoben und zur Verfüllung des Hauptgrabens verwendet (R. MAUERSBERGER)

Bisher gibt es weder einen Indikator noch eine genaue Parametergröße für die Unterscheidung vernässbarer von nicht vernässbaren Durchströmungsmooren. Indizien für einen durchströmungsfähigen Moorkörper sind oberflächennah vorkommende Torfe geringer bis mittlerer Zersetzung unter Zersetzungsgrad H 7 (nach VON POST & GROSSE-BRAUCKMANN in SUCCOW & JOOSTEN 2001). Im Sommer zeigen durchströmte Torfe keine Schwundrisse. Auch Wechselnässe tritt hier nicht auf.

Für den Fall, dass sich der Moorkörper aus überwiegend durchlässigen Torfsubstraten aufbaut, der obere Horizont jedoch bereits vererdet oder vermulmt ist, kann der Oberboden abgetragen und z.B. in die Entwässerungsgräben geschoben werden. Erfolge sind dann zu erwarten, wenn die Bodenveränderung im Oberboden nur wenige Dezimeter ausmacht.

#### **Grabenstau (nicht überströmbar)**

In Abhängigkeit von der Neigung der Mooroberfläche sind zur Vernässung der gesamten Moorfläche viele Grabenstau notwendig, um eine hydrologische Wirkung zu erzielen. Für die Standortwahl der Stau ist eine Berechnung der Staulinien (Berechnungsmethoden u.a. in BOLLRICH 1996: 318) notwendig, um zu wissen, wie weit ein Stau hydrologisch wirksam ist. Näherungsweise kann auch von einer horizontalen Staulinie ausgegangen werden.

Wichtigste Maßnahme ist, den Fanggraben am Talrand vollständig zu verschließen. Eine abschnittsweise Schließung der Fanggräben kommt in Frage, wenn das am Talrand austretende Grundwasser gezielt in bestimmte Talabschnitte gelenkt werden soll. Die Fanggräben am Talrand liegen meist in den Bereichen größerer



Flusstäler, in denen Quellmoore ausgebildet sind. Für die Wasserversorgung des Durchströmungsmoores ist diese Maßnahme besonders wichtig.

### **Schöpfwerkstilllegung**

Durchströmungsmoore in größeren Flusstälern werden durch Schöpfwerke entwässert, soweit sie unter dem Niveau des Vorfluters liegen. Hier ist der Rückbau des Schöpfwerkes notwendige Voraussetzung für eine langfristige Regenerierung der Moorflächen. Bei Rückbau des Schöpfwerkes werden dann in Abhängigkeit von den Wasserständen im Vorfluter zunächst großflächige Überflutungsbereiche entstehen (siehe auch Verlandungsmoor, Kap. 1.4.3.2.1). Flächen dieser Art findet man z. B. im Naturschutzgroßprojekt „Peenelandschaft“ in Mecklenburg-Vorpommern.

### **Hangmoor**

Hangmoore sind in Brandenburg nur kleinflächig verbreitet. Da sie – anders als Quellmoore – nicht von einem permanenten Grundwasserstrom gespeist werden, sondern die Wasserspeisung schwanken kann, sind Hangmoore die labilsten Moorökosysteme Brandenburgs. Aufgrund der Wasserstandsschwankungen sind die Torfe hochzerstört und erlauben damit auch keine Durchströmung. Der Moorkörper wird überströmt bzw. überrieselt. Bei Wassersättigung können sich sogenannte Abflussrillen ausbilden. In Phasen starker Grundwasserspeisung bildet sich am oberen Moorrand ein Randsumpf, der gleichzeitig als Wasserspeicher fungiert. Der Erhaltung eines Wasserspeichers im Nahgebiet des Hangmoores gilt besondere Aufmerksamkeit. Für diesen Moortyp ist die Erhaltung eines Einzugsgebietes mit hoher Grundwasserneubildung sehr wichtig. Weiterhin sind alle Gräben vollständig zu verfüllen. Da Hangmoore natürlicherweise bewaldet sind, muss nach Entkesselungen mit starker Wiederbewaldungstendenz gerechnet werden. Derartige Maßnahmen sind nur sinnvoll, wenn sie regelmäßig durchgeführt und langfristig abgesichert werden können.

### **1.4.3.2.3 Braunmoos- und Torfmoosmoore**

Die noch vor 100 Jahren große Anzahl wertvoller Arm- und Zwischenmoore ist heute meist auf kleine Reste überwiegend in Waldgebieten zusammengeschrumpft. In der Sensibilität und der Regenerierbarkeit unterscheiden sich die Sauer- Arm- und Zwischenmoore (Torfmoosmoore) beträchtlich von den Basen- und Kalk-Zwischenmooren (Braunmoosmoore). Beide werden nachfolgend getrennt berücksichtigt.

Braun- und Torfmoosmoore sind aufgrund ihrer Vegetation seit fast 100 Jahren bei Botanikern und Naturschützern von besonderem Interesse. Die Unterschutzstellung in Naturschutzgebieten konnte das rasante Sterben dieser Moore nicht aufhalten. Gut erhaltene Moore findet man heute im Verlandungsbereich von Seen mit stabilem Seespiegel, in kleinen Tälern mit Druckwasseraustritten und in Kesseln innerhalb der Waldgebiete. In Waldmooren sind vor allem die mikroklimatische Begünstigung und die geringen Nährstoffeinträge von Bedeutung für ihre Erhaltung.

Die Bewaldung ursprünglich gehölzfreier Moorstandorte stellt aus Naturschutzsicht ein besonderes Problem dar, da durch den Vegetationswandel vielfach ein „Wertverlust“ eintritt. Während für natürliche Kesselmoore ein Wechsel von Gehölz- und Offenphasen durchaus typisch ist, sind Durchströmungsmoore mit starkem Durchfluss natürlich gehölzarm. Auch Verlandungsmoore mit dünnen Schwingdecken sind im Anfangsstadium der Verlandung gehölzarm.



Bild 1.4.10: Bewaldungstendenz mit Erlen und Faulbaum im Braunmoosmoor Triebsee (T. HEINICKE 07/03)

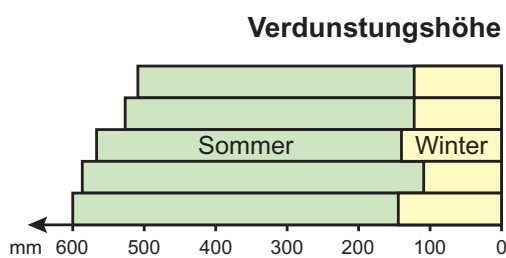
Entkusselungsmaßnahmen sind in Kesselmooren nur dann sinnvoll, wenn gleichzeitig eine Sanierung des Wasserhaushaltes stattfindet. Im intakten Kesselmoor bzw. Verlandungsmoor in Kessellage wechseln Gehölzphasen über Jahrzehnte mit Offenvegetation ab. Bei gestörten Kesselmooren ist die Sanierung des Wasserhaushaltes notwendig. In Verlandungsmooren außerhalb von Kessellagen mit stärker schwankenden Wasserständen lässt sich die Gehölzverlandung nur schwer aufhalten. Dies gilt insbesondere dann, wenn die Seespiegel staubeinflusst sind und im Sommer abgesenkt werden. Sinnvoll ist die Entkusselung in botanisch besonders wertvollen Bereichen dann, wenn sie langfristig sichergestellt werden kann. In revitalisierten Durchströmungsmooren mit vollständiger, ganzjähriger Wassersättigung ist am ehesten die Erhaltung gehölzärmer (pflegeneutraler) Standorte zu erwarten, auf denen sich langfristig wertvolle Moorpflanzen ohne menschliches Eingreifen erhalten.

Gehölzentnahmen auf Moorstandorten haben neben Gründen des Artenschutzes oft den Zweck, die Verdunstung von Moorflächen möglichst klein zu halten. In Abbildung 1.4.3 sind die Verdunstungshöhen verschiedener Vegetationstypen auf Mooren in Nordwestdeutschland dargestellt (Angaben für „Hochmoor“ sind adäquat für „Torfmoosmoor“). Im Allgemeinen steigt mit dem Biomasseanteil die Verdunstung der Vegetation.

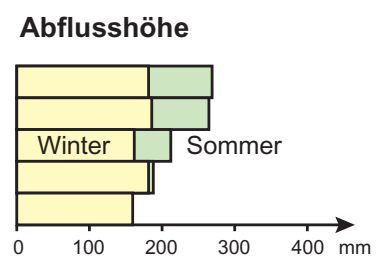


Bild 1.4.11: Entkusselungsarbeiten in einem Kesselmoor bei Ferch (M. NEUBAUER 09/93)

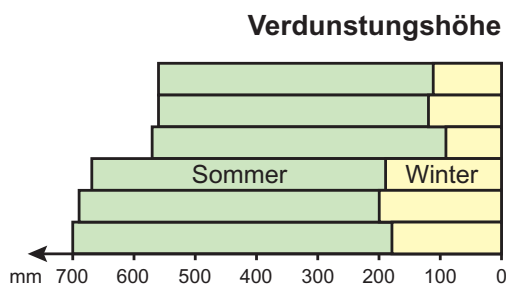
Die Höhe der Verdunstung von Moorflächen richtet sich nicht ausschließlich nach der assimilierenden Biomasse in der Vegetation. Neben der spezifischen Verdunstung des Moorökosystems nach ROMANOV IN EDM (2001) wird die Verdunstung auch maßgeblich durch die Strahlungsbilanz und den Luftmassenaustausch zwischen Moor und Landschaft bestimmt. Bei hydrologisch gestörten Kleinmooren kann der Verdunstungsverlust durch Gehölzentnahme reduziert werden, wobei zu beachten ist, dass ein lockerer Gehölzbestand die geringsten Verdunstungsverluste erzeugen kann (EDOM 2001).



Molinia-Stadium  
Calluna-Stadium  
Sphagnum-Stadium  
Birkenbruchwald  
Nadelwald



## Niedermoor



Weide  
Kleinseggen-Ried  
Wiese  
Großseggen-Ried  
Fichtenwald  
Erlenwald

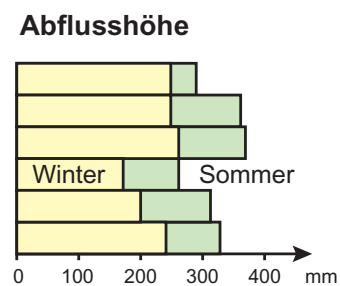


Abb. 1.4.3: Verdunstungshöhen und Abflüsse verschiedener Moorvegetationstypen unter nordwestdeutschen Klimaverhältnissen (EGGELSMANN 1990)

## Braunmoosmoore

Nach den bisher vorliegenden Untersuchungsergebnissen des Landesumweltamtes Brandenburg zu den Reststandorten von Braunmoosmooren (Basen- und Kalk-Zwischenmooren) in Brandenburg ergibt sich für nahezu alle Moore die Notwendigkeit, mittels geeigneter Maßnahmen den jetzigen Zustand wenigstens zu erhalten oder zu verbessern. Schutzziel für die verbliebenen Basen- und Kalk-Zwischenmoore muss eine Wiederherstellung des ursprünglichen Wasserregimes sein. Zur Erhaltung bzw. zur Verbesserung des Zustandes der Braunmoosmoore wären grundsätzlich u.a. folgende Maßnahmen, getrennt nach Moorkomplex und Einzugsgebiet, notwendig:

- a) innerhalb des Moorkomplexes:
  - Wiedervernässungsmaßnahmen (z.B. durch Anstau von Gräben),
  - Rückbau von Entwässerungssystemen,
  - Pflegemaßnahmen (z.B. Entfernung von Gehölzbewuchs, Pflegemahd, Flachabtorfungen),
  
- b) im Einzugsgebiet:
  - Rückbau aller Entwässerungseinrichtungen (z.B. Grabenverschlüsse, Entfernung von Dränagen in Grünland- und Ackergebieten),
  - Rückbau künstlicher Anschlüsse an den Vorfluter zur Wiederherstellung natürlicher Binneneinzugsgebiete,
  - Einrichten von hydrologischen und hydrochemischen Pufferzonen (mind. 10 mal breiter als der Moorkomplex),
  - Förderung extensiver Grünlandnutzung ohne Ausbringung von Pestiziden, Düngern, Schlacken etc. (Verringerung der Stoffeinträge ins Moor),
  - Verhinderung weiterer Wasserspiegelabsenkungen bei Verlandungsmooren an Seen,
  - Verbot der Fischfütterung an mooskundlich wertvollen Gewässern; an kalkreichen Gewässern <10 ha Größe völlige Nutzungsaufgabe,
  - Waldumbau zur Verbesserung der Grundwasserneubildung (schrittweiser Umbau von monotonen Kiefernforsten in Laub- und Mischwälder).

**Wiedervernässungsmaßnahmen sollten nach Möglichkeit schrittweise erfolgen, damit sich die Vegetation an die geänderten Wasserstände anpassen kann.** Zu rascher Anstau ist häufig mit erheblichen Nährstofffreisetzungen verbunden, die sich negativ auf die Vegetation auswirken. Ein Überstau kann zudem Fäulnisprozesse und ein Absterben der schützenswerten Moos- und Seggen-Flora hervorrufen. Eutrophe oder sogar polytrophe Standorte würden entstehen.

Pflegeeingriffe sollten auf einige wichtige Flächen konzentriert und möglichst als Zwischenschritt zu möglichst naturnahen Verhältnissen gesehen werden. Sie sollten mit Verbesserungen des Wasserhaushaltes gekoppelt sein, um Versauerungstendenzen (Ausbreitung von azidophilen Torfmoosen) einzuschränken und die Effizienz der durchgeführten Maßnahmen zu verbessern.

Da aufgrund mangelnder finanzieller und personeller Kapazitäten nicht in allen Basen- und Kalk-Zwischenmooren gleichzeitig Maßnahmen durchgeführt werden können, ist eine Prioritätensetzung unbedingt erforderlich.

## Torfmoosmoore

Auch Torfmoosmoore sind in ihrem Bestand erheblich gefährdet. Sie reagieren jedoch auf Eutrophierungseinflüsse weniger empfindlich als Braunmoosmoore. Torfmoosmoore können kurzzeitige Grundwasserabsenkungen besser überstehen.

Generell besteht in Brandenburg, abgesehen von menschlichen Einflüssen, auch eine natürliche Tendenz der Umwandlung von Braunmoosmooren in Torfmoosmoore. In der Entwicklungsgeschichte der brandenburgischen Moore findet sich bei einem Großteil der Moore eine Braunmoosmoor-Phase. **Wenn Naturräume heute die Voraussetzungen zu Regeneration von Braunmoosmooren nicht mehr erfüllen, sollte die Entwicklung von Torfmoosmooren angestrebt werden.**

**Torfmoosmoore besitzen ein erstaunliches Regenerationsvermögen.** Torfmoose können durch Abgabe von Hydronium-Ionen an die Umgebung und Kationenaustausch mit dem Moorwasser ihren Lebensraum selbst oligotrophieren. Sie schaffen und erhalten sich gewissermaßen ihr optimales Milieu selbst. Wie zahlreiche Vernässungsprojekte zeigen, kann diese Entwicklung bei günstigen Wasserverhältnissen, Vorhandensein von Restmoorvegetation und Fehlen aktueller Eutrophierungseinwirkungen sehr schnell ablaufen (siehe Kap. 2.1.11, 2.1.13 und 2.1.15).



Bild 1.4.12: Das Moosfenn – ein naturnahes Torfmoosmoor bei Potsdam (L. LANDGRAF 2002)

#### 1.4.3.2.4 Einfache Erfolgskontrolle nach der Renaturierung von Mooren

Im Anschluss an die Maßnahmenumsetzung kann der Erfolg einer Moorrenaturierung mit der Einschätzung folgender Parameter überprüft werden (Tabelle 1.4.10).

**Tab. 1.4.10: Erfolgskontrolle von Wiedervernässungsprojekten in Mooren (leicht verändert nach MAUERSBERGER 2003, unveröff.)**

Typ	Maßnahme	Merkmale optimaler Umsetzung
Kesselmoor	Sohlschwelle am Ablauf	Randsumpf ganzjährig wassergefüllt, periodisches Absterben des Gehölzbestandes im Zentrum
Verlandungsmoor		Ausbildung eines Randsumpfes, Standmoorbereiche im Frühjahr schwach überstaut, Schwingmoor weich und kaum betretbar
Versumpfungsmoor		In Hochwasserphasen regelmäßig mit offener Wasserfläche
Quellmoor	vollständige oder abschnittsweise Verfüllung der Entwässerungsgräben	Torfe nass (Grundwasserflurabstand <10 cm) bis überrieselt
Durchströmungsmoor, schwach geschädigt		Schwingmoorbildung, Durchströmung im Torf
Durchströmungsmoor, stark geschädigt		Wasserbewegung in breiter Front über den Torf, flächig durch die Vegetation (kein erosionswirksames Fließgewässer mehr)
Auen-Überflutungsmoor	Sohlaufhöhung im Fließgewässer	Überschwemmung in der Aue bei Hochwasser, alljährlich bis zum Ende des Frühjahrs, Furkationen, dynamische Verlagerung des Hauptgerinnes



## 1.5 Maßnahmen

Für die Planung von Renaturierungsvorhaben wird hier nach **Maßnahmen im Einzugsgebiet** und **Maßnahmen im eigentlichen Feuchtgebiet** getrennt, da sich die Ansätze für diese Handlungsräume z.T. erheblich unterscheiden. Die hier vorgestellten Maßnahmen stellen eine Auswahl der gebräuchlichsten bzw. wirkungsvollsten Handlungsoptionen dar. In Tabelle 1.5.1 sind die Maßnahmen hinsichtlich ihrer Anwendbarkeit für verschiedene Feuchtbiotopsgruppen aufgelistet.

Die technischen Zeichnungen wurden im Rahmen eines Werkvertrages durch die IHU Geologie und Analytik erstellt.

### 1.5.1 Maßnahmen im Einzugsgebiet

Ziel dieser Maßnahmen ist die Erhöhung des Retentionsvermögens in den Einzugsgebieten durch die Reaktivierung von Landschaftselementen mit Senken- und Speicherfunktion. Hierzu gehören die Wiederherstellung von Binneneinzugsgebieten, der naturnahe Waldbau, die Veränderung und Anpassung der Landnutzung an die Standortverhältnisse (z.B. humusmehrende Verfahren, effiziente Bewässerung, Extensivierung) und flurgestaltende Maßnahmen zur Herstellung von Pufferzonen.

#### 1.5.1.1 Wiederherstellung von Binneneinzugsgebieten

In Brandenburg kam es seit dem Mittelalter zu großflächigen Rodungen. Dies führte zu erhöhter Grundwasserneubildung, weshalb die Grundwasserstände in den Niederungen anstiegen. In der Folge wurden die Wasserstände durch Vorflutanschluss abgesenkt und stabilisiert. Durch den Anschluss von Binneneinzugsgebieten an das Gewässernetz erhöhten sich die Abflüsse, vor allem in abflussstarken Zeiten (Winter und Frühjahr). Höhere Gebietswasserabflüsse und Stoffausträge gingen einher mit dem Verlust natürlicher Retentionsräume.

So wurden z.B. im Gebiet der Havelquellseen in Mecklenburg-Vorpommern verschiedene Seen miteinander verbunden. Sie gehören heute zum oberirdischen Einzugsgebiet der Havel. Ein weiteres eindrucksvolles Beispiel für den Anschluss von Binneneinzugsgebieten an

einen Vorfluter ist das Döllnfließ im Biosphärenreservat Schorfheide-Chorin, wo verschiedene Versumpfungs-, Verlandungs- und Kesselmoore über ein künstliches Fließgewässer an die Havel angeschlossen wurden. Diese tiefgreifenden Veränderungen vollzogen sich über Jahrhunderte. Maßnahmen zur Wiederherstellung von Binneneinzugsgebieten sind daher nur sehr langfristig umzusetzen.

Zur Sicherung der Wasserspeisung für Feuchtgebiete sollten die ursprünglichen Binneneinzugsgebiete möglichst wiederhergestellt werden.

In waldgeprägten Binneneinzugsgebieten wirken sich Rückbaumaßnahmen in der Regel in geringerem Maße auf die Nutzer aus. Dagegen müssen in agrarisch geprägten Binneneinzugsgebieten die Auswirkungen steigender und stärker schwankender Wasserstände auf Nutzer oder Anlagen geprüft werden. Bei nicht zu lösenden negativen Auswirkungen kann ggf. nur ein Teilerückbau umgesetzt werden.

Bei der Wiederherstellung von Binneneinzugsgebieten kommt es zur Reduzierung bzw. zur Vermeidung des oberirdischen Abflusses, zur Anhebung des Grundwasserstandes und zur Erhöhung des Basisabflusses.

#### Vorgehensweise

(siehe auch Kap. 1.5.2, verschiedene Maßnahmen)

Die vollständige Wiederherstellung von Binneneinzugsgebieten umfasst den **Verschluss von Gräben und Rohrleitungen**, die diese künstlich miteinander verbunden haben (siehe auch Kap. 1.5.2.6). In vielen Gebieten ist diese Lösung jedoch zunächst nicht möglich, da das gesamte Meliorationssystem der ehemaligen Binneneinzugsgebiete auf die gegebenen Stauhöhen bezogen ist. Damit würden die Maßnahmen neben unmittelbar angrenzenden Flächen auch höher gelegene landwirtschaftliche Nutzflächen beeinträchtigen.

Eine erste Maßnahme zur Verbesserung der hydrologischen Situation kann in der Verminderung des Abflusses durch den **Bau von überströmbaren Stauen** (Kap. 1.5.2.4) bzw. **Sohlaufhöhung durch Stützschnellen** (Kap. 1.5.2.3) liegen. Diese Maßnahmen verkleinern den Querschnitt künstlicher Fließgewässer, die ursprünglich getrennte Binneneinzugsgebiete verbinden. Die Fixierung der Gewässersohle ermöglicht das Ein-

Tab. 1.5.1: Eignung der vorgestellten Maßnahmen für die Feuchtgebietstypen

	Maßnahme	Stand- gewässer/ Sölle	Fließ- gewässer/ Auen	Quellen bzw. Quellmoore	Moore
<b>Maßnahmen im Einzugsgebiet</b>					
1	Wiederherstellung von Binneneinzugsgebieten	++		+	+
2	Waldumbau in Waldeinzugsgebieten	+	+	++	++
3	Nutzungsumwandlung bzw. -extensivierung in landwirtschaftlich genutzten Einzugsgebieten	++	+	++	+
4	Einrichtung von Pufferstreifen/-zonen um Feuchtgebiete	++	++	++	+
<b>Maßnahmen im Feuchtgebiet</b>					
1	Sohlaufhöhung durch Schwellen in Fließgewässern		+ <sup>2</sup>	+ <sup>3</sup>	++
2	Einbringung biol. Hindernisse in Fließgewässer und Initiierung der Mäanderbildung		+		
3	Umbau von Stauen und Abstürzen in Sohlgleiten		++		
4	Einbau fester Staue in Abflussgräben von Mooren und Seen	+ <sup>1</sup>		++ <sup>3</sup>	++
5	Fischwanderhilfen		+		
6	Ersatz von Verrohrungen		++		
7	Entfernung von Sohl- und Böschungssicherungen in ehemals natürlichen Fließgewässern		++		
8	Wiederherstellung des natürlichen Gewässerverlaufes		+		
9	Modifizierte Gewässerunterhaltung		++		
10	Schaffung von Überflutungsflächen		++		++ <sup>5</sup>
11	Initialpflanzung zur Etablierung von Auwäldern		++		++ <sup>5</sup>
12	Seesanie rung	++			
13	Entschlammung und Wiederherstellung von Söllen	++		+ <sup>4</sup>	
14	Schöpfwerksstilllegung				++
15	Rückbau von Dränagen	+		++	++
16	Beseitigung von Bauwerken an Quellen			++	

<sup>1</sup> bzw. Bau von Überlaufvorrichtungen mit fester Stauhöhe

<sup>2</sup> ökologische Durchgängigkeit muss gewährleistet sein

<sup>3</sup> nur bei Quellmooren

<sup>4</sup> Entschlammung nur bei künstlich gefassten Quellen

<sup>5</sup> nur bei Auenüberflutungsmooren.

++ besonders geeignete Maßnahme

+ geeignete Maßnahme

stellen eines bestimmten Wasserstandes, wobei die Stauhöhe meist aus einem Kompromiss zwischen dem Nutzungsanspruch der Landwirtschaft und dem Feuchtgebietsschutz resultiert.

Maßnahmen zur Wiederherstellung von Binneneinzugsgebieten sollten in den höherliegenden Bereichen beginnen (von der „Quelle“ zur „Mündung“).

Das Wiederherstellen geschlossener Kleinstzugsgebiete von Kleingewässern bzw. Söllen sowie von Kleinstmooren (v.a. Kesselmoore), wie sie besonders in der Jungmoräne zu finden sind (Bild 1.5.1), gehört ebenfalls zum beschriebenen Maßnahmentyp. Bei diesen Gebieten tritt unter natürlichen Verhältnissen kein Gebietswasserabfluss auf, somit kann auch kein Hochwasserabfluss entstehen. Die Folge sind stark schwankende Wasserstände mit zeitweiser Überflutung von Randflächen. Im Rahmen der intensivierten Ackernutzung wurden viele Sölle und Moore über Rohrleitungssysteme an das Flächenentwässerungsnetz angeschlossen. Zur Erhöhung des Wasserrückhaltes sollte soweit möglich ein Verschluss dieser Rohrleitungen erfolgen. In jedem Fall sollten Stauvorrichtungen (zum Bau von Grabenstauen siehe Kap. 1.5.2.4) am Ablauf von Kleingewässern bzw. Mooren den Gebietsabfluss vermindern.

## Wirkung

Die Verkleinerung des Querschnitts der Teileinzugsgebiete verbindenden künstlichen Fließgewässer vermindert den Gebietsabfluss vor allem bei Niedrigwasser (bei Stauen in Abhängigkeit von der Stauhöhe). Im Winterhalbjahr wird der Niederschlagsüberschuss weiterhin über das Fließgewässer in die unterhalb liegenden Gebiete abgeführt.

Mit der vollständigen Wiederherstellung von Binneneinzugsgebieten sollen die Feuchtgebiete (Kleingewässer und Moore) mittel- und langfristig wieder eine Senkenfunktion erhalten. Die Grundwasserneubildung wird gefördert, da der Niederschlagsüberschuss nicht unmittelbar über die Vorflut abgeführt wird. Hinsichtlich der hydrologischen Wirkung besteht zwischen dem vollständigen Verschluss auf ganzer Länge und dem abschnittweisen Verschießen von Gräben in der Regel kein Unterschied. Vor allem in Gebieten mit wasserdurchlässigen Sedimenten ist jedoch nur der vollständige Verschluss der Gräben erfolgreich, da hier ansonsten eine größere Wassermenge unterirdisch abfließt.



Bild 1.5.1: Kuppige Jungmoränenlandschaft in Nordbrandenburg  
(M. FREUDE)

## Vor- und Nachteile

Die Querschnittsverringering künstlicher Fließgewässer bzw. der Einbau von Stauvorrichtungen im Ablauf von Söllen bzw. Kleingewässern ermöglicht nur bei Niedrigwasserlagen eine bessere Wasserrückhaltung. Der positive Effekt für den Landschaftswasserhaushalt ist relativ klein. Durch die Abführung des Wasserüberschusses im Winterhalbjahr (für die Grundwasserneubildung besonders wichtig) wird die Gesamtbilanz des regionalen Wasserhaushalts nur unwesentlich verbessert.

Bei der vollständigen Wiederherstellung von Binneneinzugsgebieten wird der Landschaftswasserhaushalt durch die Förderung der Grundwasserneubildung dagegen ganzjährig verbessert. Besonders wichtig ist dies in Gebieten mit negativer klimatischer Wasserbilanz (siehe LUA 2000:59).

Der vollständige Verschluss von künstlichen Fließgewässern bzw. die Verkleinerung ihrer Abflussquerschnitte beeinträchtigt einerseits ihre ökologische Durchgängigkeit. Andererseits sollte der Verbesserung des Landschaftswasserhaushalts im niederschlagsarmen Land Brandenburg große Bedeutung beigemessen werden, insbesondere, wenn es sich um künstliche Fließgewässer handelt. Generell sollte erst nach Abwägung der Folgen über Rückbau bzw. Erhalt dieser Gewässer entschieden werden. Die Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit durch Entrohrung künstlicher Fließgewässerabschnitte ist eine sehr kostenintensive Maßnahme, da hierfür meterhohe natürliche Schwellen zwischen Feuchtgebieten durch Gräben miteinander verbunden werden. Dies ist mit entsprechend hohem Bauaufwand verbunden.

Nach vollständiger Wiederherstellung von Binneneinzugsgebieten wird eine intensive agrarische Nutzung durch zu erwartende Wasserstandsschwankungen und wechselnde Überflutungsbereiche der Kleingewässer in diesen Bereichen möglicherweise eingeschränkt.

## 1.5.1.2 Waldumbau in Waldeinzugsgebieten

Die hydrologische Situation von Feuchtgebieten kann durch waldbauliche Maßnahmen im Einzugsgebiet deutlich verbessert werden. Das gilt vor allem für im Wald gelegene kleine Feuchtgebiete (Versumpfungs-, Verlandungs- und Kesselmoore), weil die Wasserspeisung aus dem Einzugsgebiet erhöht werden kann. Dies ist besonders für die Regionen Brandenburgs mit einer ausgeglichenen oder negativen klimatischen Wasserbilanz wichtig, z.B. Fläming, Mittlere Mark, Niederlausitz, Uckermark.

In einer bundesweiten Modellstudie wurden die Werte der Tiefenversickerung bei realer und potenziell natürlicher Waldbedeckung verglichen (BOLTE ET AL. 2002). Die Ergebnisse zeigen, dass eine natürliche Waldbedeckung im Vergleich mit der heutigen, realen Bewaldung bundesweit zu einem Anstieg der Sickerungsraten um durchschnittlich 16 mm/a führen kann. Der Anstieg fällt regional unterschiedlich aus. Im sickerungsarmen nordostdeutschen Raum läge der „Sickerungsgewinn“ bei natürlicher Bewaldung im Mittel zwischen 15% und annähernd 30% der heutigen Sickerungsrate.

Wegen der Erhöhung der Sickerungsraten und damit der Grundwasserneubildung unter Wald hat der begonnene Waldumbau von Kiefernmonokulturen zu naturnahen Mischbeständen gerade im Land Brandenburg einen positiven Einfluss auf den Landschaftswasserhaushalt. Dieser Befund wird auch durch vergleichende Wasserhaushaltsuntersuchungen in einem Himbeer-Drahtschmielen-Kiefernforst und Schattenblumen-Buchenwald gestützt (ANDERS ET AL. 1999) (siehe Abb. 1.5.1).



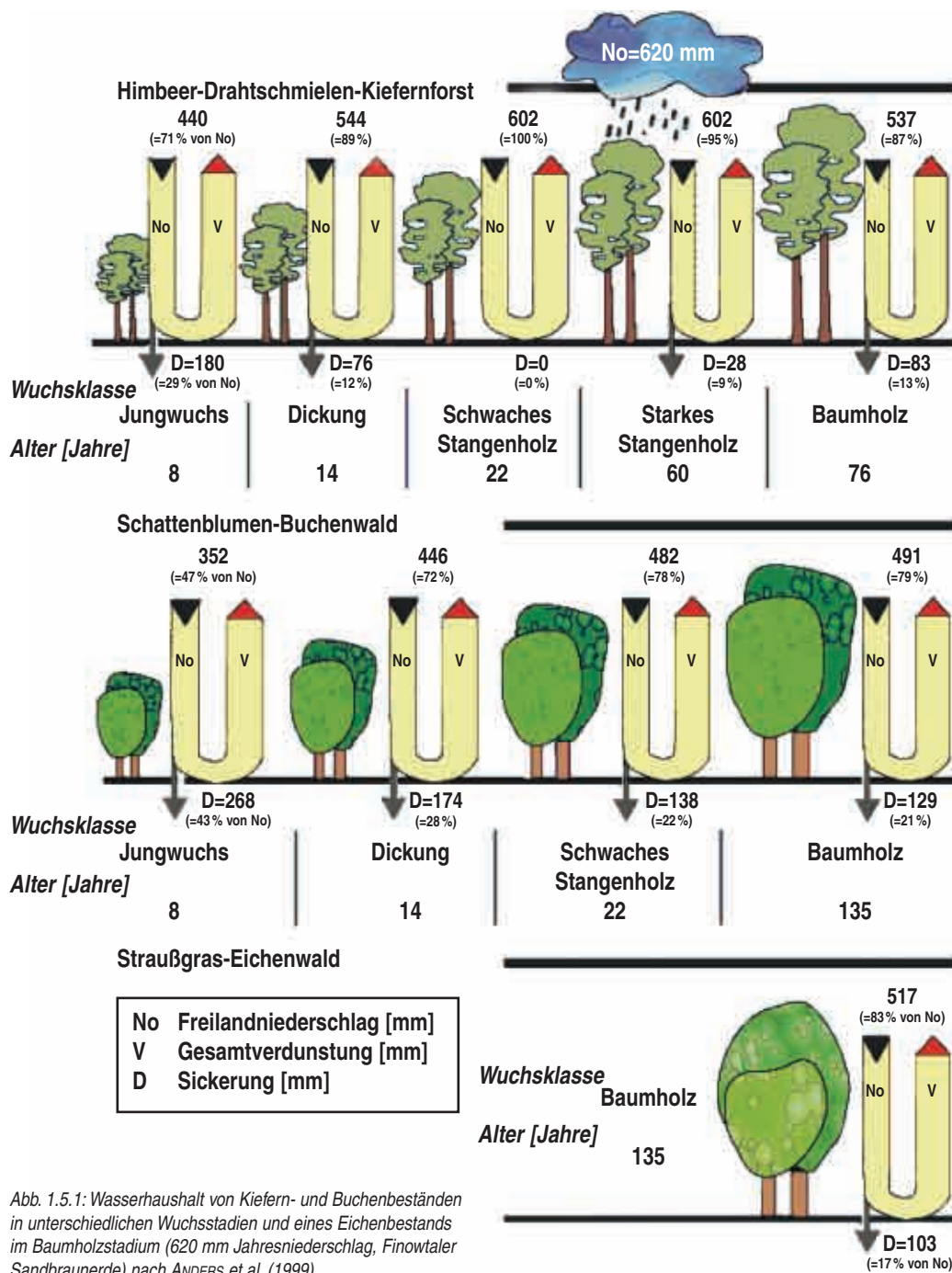


Abb. 1.5.1: Wasserhaushalt von Kiefern- und Buchenbeständen in unterschiedlichen Wuchsstadien und eines Eichenbestands im Baumholzstadium (620 mm Jahresniederschlag, Finowtaler Sandbraunerde) nach ANDERS et al. (1999)

### Vorgehensweise

Forstwirtschaftliche Maßnahmen steuern über Baumartenwahl und Altersaufbau die Verdunstung und damit über Versickerung, Zwischenabfluss und Grundwasserneubildung den Gebietsabfluss. In bewaldeten Einzugsgebieten haben waldbauliche Sanierungsmaßnahmen vor allem das Ziel, den Wasserhaushalt der eingeschlossenen Feuchtgebiete durch die bessere Regulierung und Steigerung des Zuflusses (auch in Form von Zwischenabfluss) zu verbessern.

Viele, in Waldgebieten gelegene, nicht entwässerte Moore weisen in den Sommermonaten sehr niedrige Wasserstände auf. Dies betrifft vor allem Moore in den Sanderlandschaften, in der Altmoräne bzw. in der älteren Jungmoräne Brandenburgs mit negativer klimatischer Wasserbilanz. Zwischenabfluss tritt bei guter Sickerfähigkeit des Profils und während der Sommermonate generell in den Hintergrund. Die Grundwasserkörper sind in diesen Regionen großflächig und relativ einheitlich aufgebaut und Veränderungen im Grundwasserspiegel wirken sich entsprechend weiträumig aus.

## Wirkung

Nadelbäume verdunsten bei gleichem Alter aufgrund der größeren Blattoberfläche (höhere Transpiration [=Verdunstung durch die Vegetation] und Interzeption [=Verdunstung von Vegetationsoberflächen]) ganzjährig deutlich mehr als Laubbäume (WOHLRAB ET AL. 1992). Dies bedeutet, dass durch einen langfristigen Umbau von Nadelbaummonokulturen zu Laubmischwäldern im Einzugsgebiet von Feuchtgebieten der Wasserhaushalt durch vermehrte Grundwasserneubildung wesentlich verbessert werden kann. Weil der Umbau von Nadelholzforsten in naturnahe Mischwälder zu einer Verminderung der Interzeption und Transpiration führt, steigen insbesondere auch die Grundwasserneubildung und der Basisabfluss.

## Vor- und Nachteile

Die positive Wirkung der erhöhten Grundwasserneubildung zeichnet sich erst nach sehr langen Zeiträumen (Baumgenerationen) im Landschaftswasserhaushalt ab. Neben der Wirkung auf den hydrologischen Zustand der Feuchtgebiete nimmt mit der Ausbildung naturnaher Waldbiotope auch die Artenvielfalt zu. Naturnahe Waldbiotope zeigen gegenüber nadelholzdominierten Monokulturen eine differenzierte Altersstruktur und einen größeren Totholzanteil mit entsprechend positiven Auswirkungen auf den Artenbestand.

Bei einem Waldumbau können kurzfristig wirtschaftliche Nachteile für den Nutzer entstehen. Langfristig überwiegen neben den positiven ökologischen Wirkungen (Landschaftswasserhaushalt, Biodiversität) jedoch auch hier die Vorteile.

In kleinen Einzugsgebieten von Feuchtgebieten müssen Kahlschläge vermieden werden. Vor allem in Bereichen mit starker Hangneigung kann es nach Entwaldungen neben verstärkter Erosion auch zu verstärkten Oberflächenabflüssen kommen, die nährstoffreiches Bodenmaterial in die Senken einschwemmen und einen Überstau hervorrufen können. Dieser Prozess ist z.B. für das Naturschutzgebiet Moosfenn (Kesselmoor) bei Potsdam gut dokumentiert (MÜLLER-STOLL & GRUHL 1959, LANDGRAF & NOTNI 2003), jedoch auch für viele andere Kleinmoore Nordostdeutschlands belegbar.

### 1.5.1.3 Nutzungsumwandlung bzw. Nutzungs-extensivierung in landwirtschaftlich genutzten Einzugsgebieten

Sanierungsmaßnahmen in landwirtschaftlich genutzten Einzugsgebieten haben das Ziel, die Zufuhr mineralischer Pflanzennährstoffe zu vermindern und die Nährstoffbelastung für die Gewässer bzw. Kleinmoore zu senken. Weiterhin sollten Oberflächenabfluss und Erosion durch eine veränderte Landnutzung vor allem auf gefährdeten Flächen (Topographie, Bodenart) vermindert bzw. verhindert werden.

Zur Sanierung der Einzugsgebiete von Söllen, Kleinmooren und Fließgewässern gehören folgende, zur Nutzungsextensivierung beitragende Maßnahmen auf landwirtschaftlichen Flächen:

- Anwendung humusmehrender bzw. -schonender Verfahren,
- Erhaltung und Entwicklung von Strukturvielfalt,
- Vermeidung von Bodenverdichtung und Oberflächenabfluss,
- Umwandlung von Acker in Dauergrünland,
- bei Ackernutzung erosionsmindernder Fruchtanbau und Bodenbearbeitung,
- bei Weidenutzung Auskopplung der Kleingewässer
- Vermeidung von Überdüngung und Pestizideinsatz,
- Anlage von Pufferzonen/-streifen um Kleingewässer, bzw. an Fließgewässern.

## Wirkung

Durch eine Extensivierung der Nutzung auf landwirtschaftlich genutzten Flächen kann der Stoffeintrag verringert werden. Hierzu tragen besonders der erosionsmindernde Fruchtanbau bei Ackernutzung und die Vermeidung übermäßiger Dünger- und Pestizidgaben bei. Mit der Umwandlung von Acker in Grünland können vor allem auf Schlägen mit einer hohen Zahl von Söllen und Kleingewässern die Niederschläge besser im Boden gespeichert werden. Hierdurch verringert sich der Oberflächenabfluss und damit auch das Ausmaß der Stoffeinträge.

Durch Auskoppelung, vor allem im Uferbereich von Gewässern, können die Trittbelastung bei Weidenutzung und weitere Stoffeinträge vermieden werden.

## Vor- und Nachteile

Positive Beispiele für Nutzungsextensivierungen beruhen fast ausschließlich auf der freiwilligen Mitwirkung der Landwirte und sind daher nur mit entsprechenden Ausgleichszahlungen umzusetzen. Um die Nachhaltigkeit der Wirkung zu gewährleisten, müssen Ausgleichszahlungen langfristig erfolgen. Über Erfahrungen mit der Nutzungsextensivierung durch Vertragsnaturschutz im Einzugsgebiet von Söllen berichtet u. a. FRIELINGHAUS (1996).

### 1.5.1.4 Einrichtung von Pufferstreifen/-zonen um Feuchtgebiete

Aufgrund ihrer negativen Wasserbilanz benötigen die Niedermoore in Brandenburg eine Wasserzufuhr aus dem Einzugsgebiet. Hieraus ergibt sich die Notwendigkeit hydrologischer Schutzzone. Vor allem für den Moortyp Quellmoor ist die Einrichtung einer hydrologischen Schutzzone eine der wichtigsten Maßnahmen, da die Existenz der Quellmoore in erster Linie von der ständigen Grundwasserzufuhr abhängt. Der Quellwasser-Zufluss muss vor allem quantitativ abgesichert werden. Hierzu ist eine genaue Kenntnis der Hydrogeologie des Einzugsgebietes notwendig.

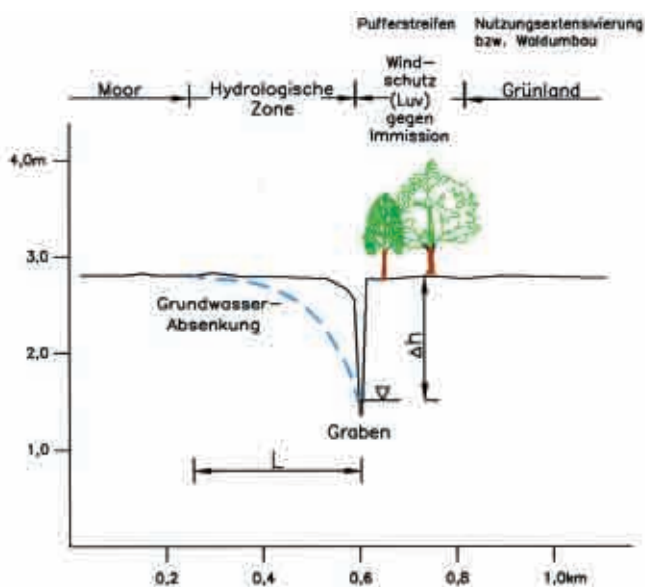


Abb. 1.5.2: Ermittlung der Schutzzone für Feuchtgebiete nach EGGELSMANN (1990)

Die Breite der hydrologischen Schutzzone kann nach EGGELSMANN (1990, siehe Abb. 1.5.2) berechnet werden. Sie kann bei Quellmooren mehr als 500 m betragen! Es muss aber darauf hingewiesen werden, dass auch außerhalb der hydrologischen Schutzzone Grundwasserentnahmen bis auf das Quellmoor zurückwirken können, wenn sie den unterirdischen Zufluss im Einzugsgebiet deutlich vermindern.

## 1.5.2 Maßnahmen im Feuchtgebiet

### 1.5.2.1 Sohlaufhöhung durch Schwellen in Fließgewässern

Bei erodierten oder tief in das Gelände eingeschnittenen Bachbetten kann mit Hilfe von Schwellen eine weitere Tiefenerosion der Bachsohle verhindert und eine Sohlaufhöhung eingeleitet werden.

#### Vorgehensweise

Dabei dienen **Grundschnellen** der Festlegung der Bachsohle und schließen mit dieser in der Regel bündig ab. **Stützschnellen** ragen dagegen deutlich über die Bachsohle hinaus und führen dadurch gleichzeitig zum Wasseraufstau. Einfache Grundschnellen können z. B. aus einer quer in die Bachsohle eingelassenen Feldsteinreihe oder Holzpalisaden, die bündig mit der Sohle abschließen, bestehen. Stützschnellen benötigen zur Realisierung des Wasseranstaus eine Dichtung. Diese kann z. B. in Form einer Holzspundwand oder Holzpalisade erfolgen. Stützschnellen dürfen die ökologische Durchgängigkeit nicht behindern. Das kann erreicht werden, indem sie wie naturnah gestaltete Sohlgleiten in Schüttsteinbauweise gestaltet werden (Kap. 1.5.2.3). Die Bauweise für solche Stützschnellen ist in Abbildung 1.5.3 dargestellt.

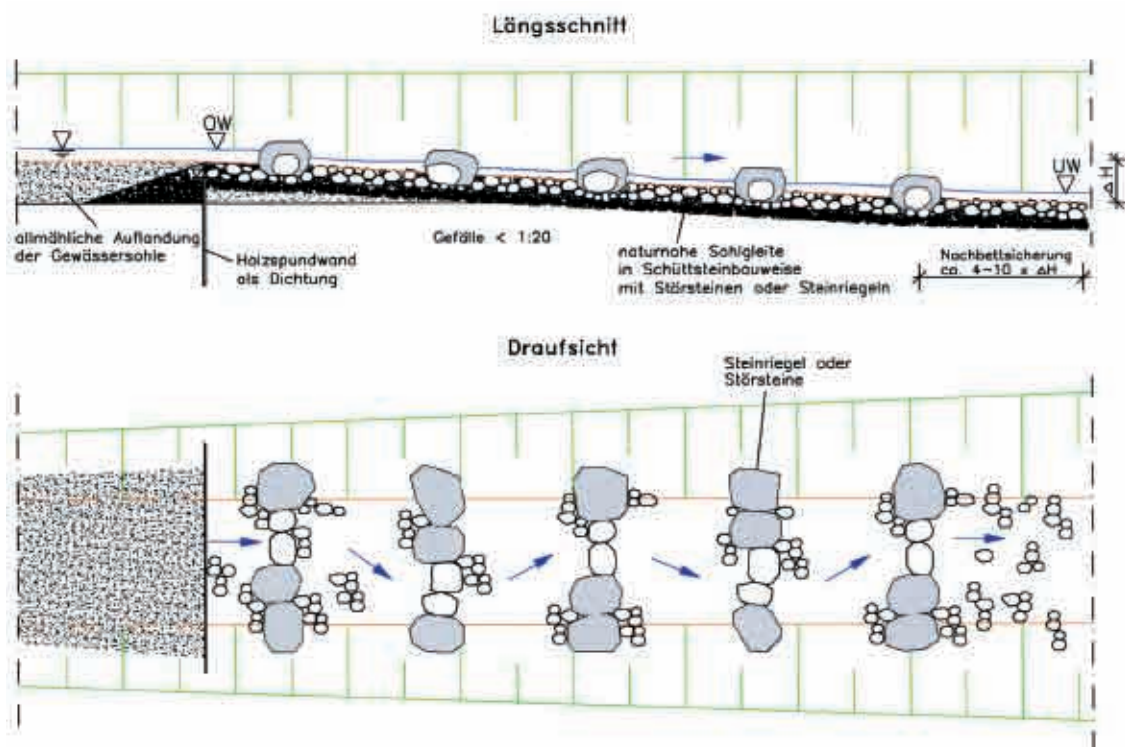


Abb. 1.5.3: Prinzipzeichnung einer ökologisch durchgängigen Stützschwelle (in Anlehnung an DVWK 1996a und MUNR 1997)

- Dichtung mittels Holzspundwand (Holzbohlen mit Nut und Feder, Dicke der Bohlen mind. 5 cm) zur Sicherstellung des Anstaus,
- Zusammenfassung der einzelnen Holzbohlen am oberen Ende mit Zangenhölzern, um ein Auseinanderdrücken der Bohlen zu verhindern,
- Einbindung der Holzspundwand: ca. 1,0 m in die Böschungsschultern und etwa das 2 bis 3-fache der Stauhöhe in die Bach-/Grabensohle, um eine Um-/Unterströmung zu vermeiden und die Stabilität zu erhöhen,
- im unterwasserseitigen Anschluss an die Spundwand Errichtung einer naturnahen Sohlgleite in Schüttsteinbauweise mit einem Gefälle von  $< 1:20$  (zur Bauweise vgl. Kap. 1.5.2.3),
- Spundwandoberkante soll etwa 20 cm tiefer liegen als die Oberkante der Steinschüttung, um die ökologische Durchgängigkeit im Sohlbereich nicht zu behindern,
- oberwasserseitig Anschüttung der Spundwand mit Grobkies/Steinschüttung, um Sohlanschluss zur Oberwassersohle herzustellen.

### Wirkung

Durch die punktuelle Festlegung des Sohlmaterials verhindern Grundswellen die weitere Erosion der Bachsohle. Eine Anhebung des Wasserspiegels und der Bachsohle kann mit Grundswellen nur in sehr kleinem Rahmen erreicht werden, da sie in der Regel nicht oder nur geringfügig über die Bachsohle hinausragen.

Mit Stützswellen wird der Wasserspiegel im Fließgewässer angehoben und das Fließgefälle oberhalb der Schwelle vermindert. Dadurch verringern sich in diesem Bereich die Fließgeschwindigkeiten und Schleppkräfte. In der Folge verstärken sich die Sedimentationsprozesse und der Rückstaubereich landet allmählich auf. Um eine zu starke Verschlämzung der Bachsohle zu vermeiden, sollte der Rückstau möglichst gering gehalten werden. Wenn in einem längeren Bachabschnitt eine Sohlauflhöhung erreicht werden soll, sind mehrere Stützswellen hintereinander anzuordnen.



## Vor- und Nachteile

Mit Grundswellen kann eine weitere Erosion der Bachsohle verhindert werden. Eine Sohl- oder Wasserspiegelanhebung ist damit aber kaum möglich. Werden Grundswellen freigespült, können sie wie kleine Abstürze wirken und dadurch die ökologische Durchgängigkeit behindern.

Mit Stützswellen kann langfristig eine Anhebung der Bachsohle erreicht werden. Voraussetzung ist aber, dass im Anstaubereich kein Sohlsubstrat entnommen wird. Im Rückstaubereich kann es durch die Sedimentation von feinem Material zur Verschlammung kommen. Dadurch können vorhandene kiesige Substrate abgedeckt werden und eine erhöhte Sauerstoffzehrung eintreten.

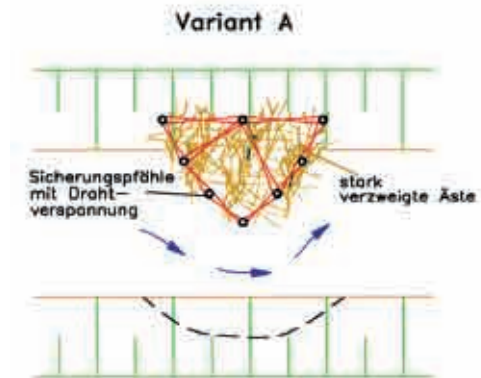
Eine Sohlaufhöhung kann langfristig auch durch eine veränderte Gewässerunterhaltung erreicht werden (Kap. 1.5.2.9). Dies ist die ökologisch verträglichste Variante.

### 1.5.2.2 Einbringen biologischer Hindernisse in Fließgewässer und Initiierung der Mäanderbildung

#### Vorgehensweise

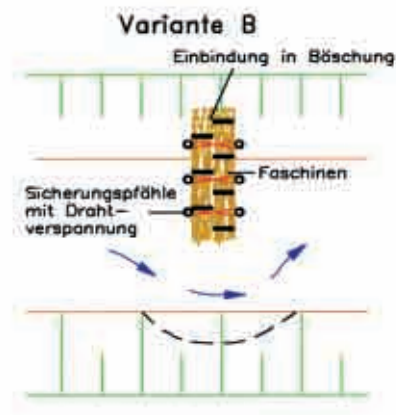
Mit dem Einbau von Strömungshindernissen in das Bachbett können die einheitlichen Strömungsverhältnisse in strukturarmen Fließgewässern verändert und eigendynamische Entwicklungen und Mäanderbildungen initiiert werden (vgl. Kap. 2.1.3).

## Varianten für Strömungshindernisse:



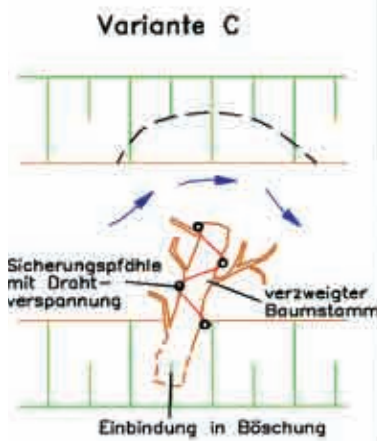
#### **Holzpackung** (Abb. 1.5.4, Variante A)

- reich verzweigte Äste (möglichst dickes Astmaterial) werden zu einer Holzpackung im Bereich des Böschungsfußes aufgestapelt
- Sicherung der Holzpackung mit Holzpfählen, die in die Bachsohle und Böschung eingeschlagen und mit einer Drahtverspannung versehen werden, dadurch Verhinderung des Aufschwimmens und Abdriftens von Holz
- Holzpackung soll etwa bis zur Bachmitte reichen, um den Abfluss weiterhin zu gewährleisten
- Höhe der Holzpackung etwa bis Mittelwasserstand
- einfache, preiswerte Bauweise, Material kann vor Ort gewonnen werden



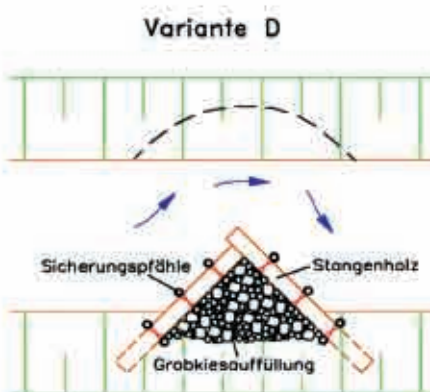
#### **Faschinenbuhne** (Abb. 1.5.4, Variante B)

- dickes Astmaterial wird zu etwa 20 cm starken und etwa 2–3 m langen Holzbündeln (Faschinen) mit Draht zusammengebunden
- mehrere Faschinen zu einer Faschinenbuhne auf der Bachsohle aufstapeln und mit Holzpfählen und Drahtverspannung gegen Abdriften sichern
- Faschinen werden in die Böschung eingegraben, dadurch bessere Stabilität
- Faschinenbuhne soll maximal etwa bis zur Bachmitte reichen, um Abfluss weiterhin zu gewährleisten
- Höhe der Faschinenbuhne etwa bis Mittelwasserstand
- einfache Bauweise, Material kann vor Ort gewonnen werden



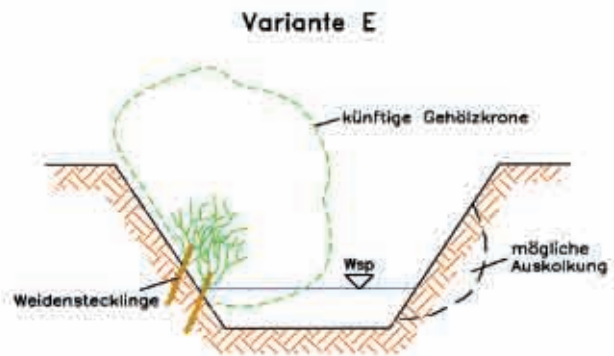
#### Baumstamm (Abb. 1.5.4, Variante C)

- ein möglichst reich verzweigter Baumstamm (bzw. Teil eines Stammes) oder großer Ast wird auf die Bachsohle gelegt
- Sicherung des Baumstammes mit Holzpfählen und Drahtverspannung oder mit Steinankern gegen Abdriftung
- Eingraben des Stammendes in die Böschung für zusätzliche Sicherung gegen Abdrift
- einfache, preiswerte Bauweise, Material kann vor Ort gewonnen werden



#### Dreiecksbuhne (Abb. 1.5.4, Variante D)

- aus Stangenholz (Dicke ca. 15–20 cm) wird ein Körper mit dreieckiger Grundfläche aufgebaut und mit Holzpfählen und Drahtverspannung gegen Abdriften gesichert
- Enden des Stangenholzes werden in die Böschung eingegraben, dadurch bessere Stabilität
- entstehender Hohlraum wird z.B. mit Bodenmaterial oder Totholz verfüllt
- Buhne soll maximal etwa bis zur Bachmitte reichen, um Abfluss weiterhin zu gewährleisten
- Höhe der Faschinenbuhne etwa bis Mittelwasserstand
- etwas aufwändigere Bauweise, Material kann vor Ort gewonnen werden



#### Lebender Strömungslenker (Abb. 1.5.4, Variante E)

- Steckhölzer oder lebende Faschinen von einheimischen und standorttypischen Weidenarten (*Salix purpurea*, *S. alba*, *S. fragilis*, *S. viminalis*)
- Steckhölzer schräg in die Böschung im Bereich der Mittelwasserlinie eingraben oder eindrücken
- Länge der Steckhölzer ca. 30–50 cm, 3–4 Augen sollen über der Bodenoberfläche liegen
- Dicke der Steckhölzer ca. 2–5 cm
- lebende Faschinen: frische Weidenäste werden zu etwa 30 cm dicken Holzbündeln zusammengebunden und im Bereich der Böschung bzw. des Böschungsfußes eingegraben
- Sicherung der Faschinen mit Holzpfählen
- weitere Hinweise zur Verwendung von Steckhölzern und Pflanzenmaterial in SCHLÜTER (1996)
- einfache und preiswerte Bauweise, die mit zunehmender Größe der Gehölze an Wirkung zunimmt, von allen Varianten die dauerhafteste und natürlichste Lösung

Anregungen zur Verwendung von Totholz als strukturförderndes Material in Fließgewässern sind auch in GERHARD & REICH (2001) zu finden.

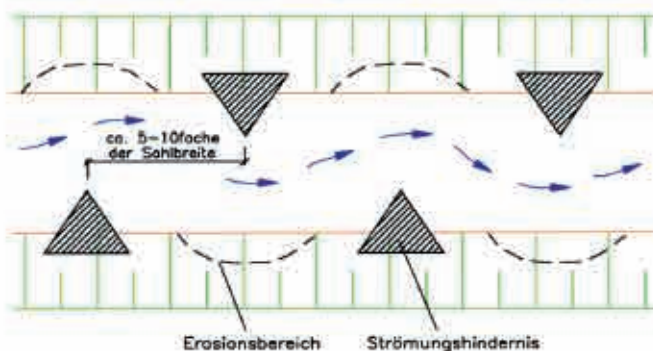
#### Wirkung

Natürliche wie künstlich eingebrachte Strömungshindernisse verursachen aufgrund ihrer unregelmäßigen Strukturen differenzierte Strömungsverhältnisse im Bachprofil und können bei entsprechender Größe vor allem bei Hochwasserdurchflüssen als Abflusshindernis wirken. So kann es in den strömungsberuhigten Bereichen unterhalb der Hindernisse zur Ablagerung von Sedimenten kommen. Dagegen ist in den Bachbereichen, die durch das Hindernis eingengt werden, mit einer erhöhten Fließgeschwindigkeit und einer erhöhten Geschiebeverlagerung zu rechnen. In der Folge können sich unterschiedliche Strukturen herausbilden (z.B. Kolke, Kies-, Sand- und Schlickbänke). Wird das Bachprofil durch das Strömungshindernis sehr stark eingengt, kann durch Seitenerosion (Uferabbrüche) eine allmähliche Verlagerung des Bachbettes eingeleitet

werden, bis hin zur Ausbildung von Mäandern. Durch wechselseitige Anordnung der Hindernisse in einem Bachabschnitt kann dieser Prozess gefördert werden, da hierdurch eine pendelnde Strömung initiiert werden kann (Abb. 1.5.4).

### Vor- und Nachteile

Das Einbringen von Strömungshindernissen in Fließgewässer ist eine preiswerte und ökologisch verträgliche Maßnahme zur Strukturverbesserung von strukturarmen Fließgewässern. Für solche Hindernisse können vor Ort gewonnene Materialien verwendet werden (z. B. Äste, Baumstämme). Durch Abtragen der Vegetationsschicht im Bereich der Hindernisse kann eine eigendynamische Entwicklung des Bachprofils beschleunigt werden. Strömungshindernisse sollten nur dort eingebracht werden, wo ausreichend breite Uferandstreifen vorhanden sind, in denen eine eigendynamische Entwicklung (z. B. Uferabbrüche) zugelassen werden kann. Außerdem sollte in diesen Bereichen keine Gewässerunterhaltung erfolgen, um die sich entwickelnden Strukturen nicht wieder zu zerstören. Wird Holz als Baustoff für Strömungshindernisse verwendet, sollte es sich möglichst dauerhaft im Wasser befinden, um die Lebensdauer des Hindernisses zu erhöhen. Eine ausreichende Sicherung ist bei Verwendung von Holzpakungen und Ästen erforderlich, damit ein Aufschwimmen und Abtreiben des Holzes verhindert wird.



**Anordnung mehrerer Strömungshindernisse**  
(Abb. 1.5.4, Variante F)

### 1.5.2.3 Umbau von Stauen und Abstürzen in Sohlgleiten

Stau und Abstürze unterbrechen die ökologische Durchgängigkeit in einem Fließgewässer. Dadurch wird die Wanderung aquatischer Organismen behindert oder vollständig verhindert. Um ökologisch verarmte Fließgewässerabschnitte wiederzubesiedeln, ist der Umbau solcher Staubauwerke Grundvoraussetzung. Dazu eignen sich vor allem naturnah gestaltete Sohlgleiten (vgl. Kap. 2.1.3).

### Vorgehensweise

Folgende Kriterien sind beim Bau naturnaher Sohlgleiten zu berücksichtigen:

- Bauweisen in Anlehnung an DVWK (1996a) als Schüttsteinbauweise mit integrierten Störsteinen oder Steinriegeln (Abb. 1.5.5),
- max. Strömungsgeschwindigkeit an Engstellen: 1,0–1,5 m/s, sonst deutlich geringer (entspricht etwa der Leistungsgrenze von Kleinfischarten wie Groppe, Elritze, Schmerle),
- lückenreiches, grobes Sohlsubstrat (Steinschüttung, Grobkies) von mindestens 30 cm Schichtdicke auf der gesamten Sohlgleite, damit auch die benthische Fauna die Sohlgleite überwinden kann (Wanderung erfolgt teilweise innerhalb des Sohlsubstrates), möglichst viele strömungsberuhigte Bereiche für Fische entstehen und die Sohlgleite langfristig gegen Erosion gesichert ist,
- Anschluss der Gleitensohle an die Gewässersohle im Ober- und Unterwasser, um eine Wanderung der benthischen Fauna zu ermöglichen,
- unbedingt Vermeidung von Abstürzen, damit die geforderten maximalen Fließgeschwindigkeiten eingehalten werden und neue Wanderbarrieren nicht entstehen können,
- Verzicht auf den Einbau nicht durchlässiger Querelemente im Bereich der Gleitensohle (z. B. Pfahlreihen oder einbetonierte Störsteine/Steinriegel), da sie die Durchgängigkeit im Sohlbereich behindern,
- bevorzugt Verwendung abgerundeten, natürlichen Steinmaterials für die Steinschüttung, Störsteine und Steinriegel, um Verletzungen der aquatischen Fauna (z. B. durch scharfkantige Steine) zu vermeiden,

- wenigstens einseitige Bepflanzung der Sohlgleite mit standorttypischen Ufergehölzen (vor allem Schwarz-erle) zur Beschattung der Gleite,
- Einspülen von Kiessand in die Steinschüttung bei Bächen mit geringen Abflüssen, dadurch verringerte Versickerung von Wasser innerhalb der Steinschüttung, evtl. Dichtung mit Folie oder Bentonitmatten vorsehen, um Versickerung im Sohlgleitenkörper zu vermeiden.

Bei nicht erosionsbeständigen Sohlsubstraten (schluffige/sandige Substrate oder Torf) ist ein mineralischer Filter oder ein Geotextil im Bereich der Sohlgleite sowie eine Nachbettsicherung vorzusehen. Weitere Hinweise zur baulichen Gestaltung von Sohlgleiten sind auch in GEBLER (1991) zu finden.

### Wirkung

Mit Sohlgleiten wird grundsätzlich eine Höhendifferenz im Bereich der Fließgewässersohle über eine längere Strecke abgebaut. Sohlgleiten, die vollständig für die aquatische Fauna passierbar sein sollen, müssen darüber hinaus so gestaltet werden, dass der Abfluss auf der Gleite strömend erfolgt und die für die Passierbarkeit erforderlichen Fließgeschwindigkeiten und notwendigen Wassertiefen eingehalten bzw. erreicht werden. Dies wird durch Störsteine oder Steinriegel ermöglicht, die in die Steinschüttung der Sohlgleite integriert werden.

### Vorteile

#### **Schüttsteinbauweise mit Störsteinen**

- einfache und relativ kostengünstige Bauweise

#### **Schüttsteinbauweise mit Steinriegel (Riegelbauweise)**

- auch bei geringen Wasserdurchflüssen kann ausreichende Wassertiefe auf der Sohlgleite durch die Steinriegel gehalten werden, zwischen den Riegeln entstehen größere, strömungsberuhigte Bereiche, die als „Ruheraum“ von der aquatischen Fauna genutzt werden können

### Nachteile

#### **Schüttsteinbauweise mit Störsteinen**

- bei niedrigem Wasserabfluss und geringen Wassertiefen auf der Sohlgleite kann die ökologische Durchgängigkeit zeitweise behindert werden

#### **Schüttsteinbauweise mit Steinriegel (Riegelbauweise)**

- bei unsachgemäßer Bauweise können durch Steinriegel neue Barrieren entstehen
- möglichst große Steine für die Störsteine und Steinriegel verwenden, dadurch keine Manipulation (z. B. durch spielende Kinder) möglich
- etwas größerer baulicher Aufwand im Vergleich zur Bauweise mit Störsteinen

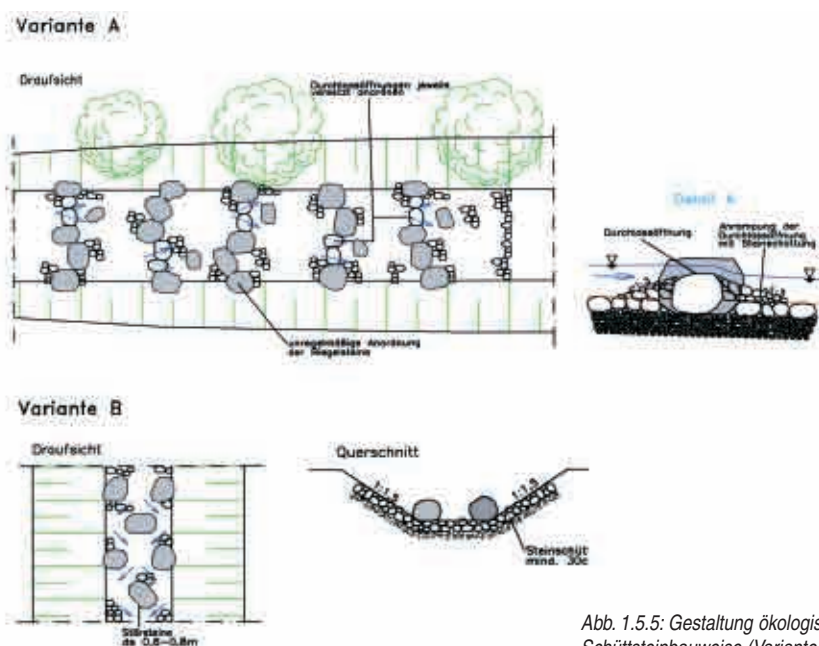


Abb. 1.5.5: Gestaltung ökologisch durchgängiger Sohlgleiten in Schüttsteinbauweise (Variante A: Sohlgleite mit Steinriegeln, Variante B: Sohlgleite mit einzelnen Störsteinen; in Anlehnung an DVWK 1996a)



### 1.5.2.4 Einbau fester Stau in Abflussgräben von Mooren und Seen

Mit Stauen erreicht man eine Anhebung des Wasserstandes in Gräben. Damit sind diese Bauwerke geeignete Mittel, wenn es um die Wiedervernässung von Mooren und die Erhöhung des Wasserstandes in Seen geht. Stau können so gestaltet werden, das sie eine feste Stauhöhe erhalten (=nicht regulierbarer Stau) oder die Stauhöhe entsprechend den Erfordernissen eingestellt wird (=regulierbarer Stau). Im Rahmen der Wiedervernässung von Feuchtgebieten sollten nicht regulierbare Stau bevorzugt werden, um eine ungewollte Manipulation des Wasserstandes sowie unnötigen Bau-, Wartungs- und Bedienungsaufwand zu vermeiden. Lösungen dieser Art sind nachhaltig, da langfristig stabil. Dabei kann zwischen überströmbar und nicht überströmbar Grabenstauen unterschieden werden.

#### Vorgehensweise

##### a) Überströmbarer Stau

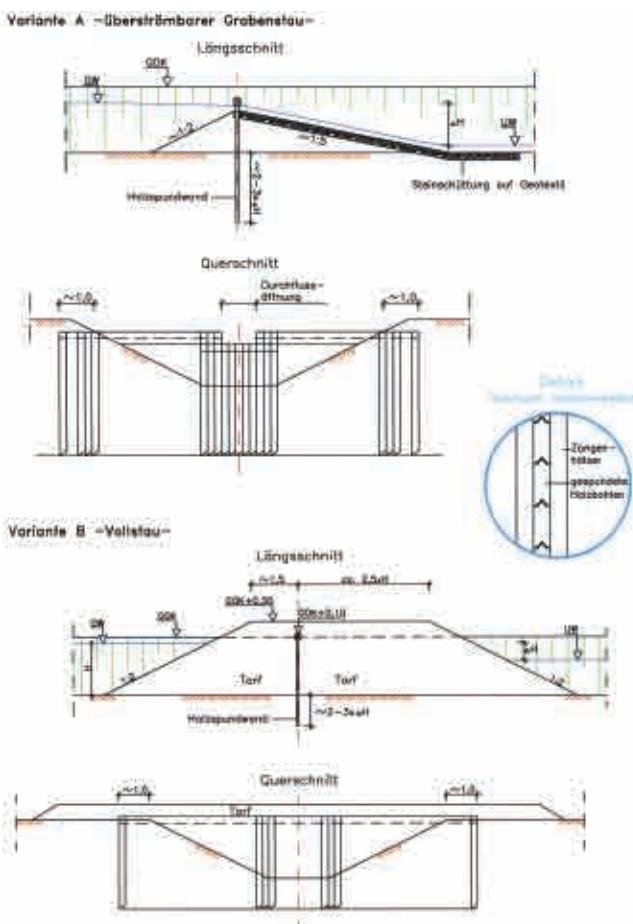


Abb. 1.5.6: Bauweise von Grabenstauen aus Holzspundwänden (überströmbarer Stau, Vollstau)

#### Bauweise aus Holzspundwand

(vgl. Abb. 1.5.6, Variante A)

- Bauweise aus Holzspundwand mit gespundeten Holzbohlen (Bohlen mit Nut und Feder, z.B. aus Eichenholz), Dicke der Bohlen mind. 5 cm
- Zusammenfassung der einzelnen Holzbohlen am oberen Ende mit Zangenhölzern, um ein Auseinanderdrücken der Bohlen zu verhindern
- Grabenstau erhält mittig ein Abflussprofil, in dem der Abfluss konzentriert wird
- Holzbohlen werden mit Baggerschaufel eingedrückt oder mit mobilem Rammgerät eingerammt, dabei Verwendung der Zangenhölzer als Führung
- Anschrägung der Bohlenfüße, dadurch wird die Feder der Bohlen beim Eindrücken bzw. Einrammen jeweils in die Nut der jeweils vorher eingebrachten Bohle gepresst
- Einbindung der Holzspundwand ca. 1,0 m in die Böschungsschultern und etwa das 2 bis 3-fache der Stauhöhe in die Bach-/Grabensohle, um eine Um-/Unterströmung zu vermeiden und die Stabilität zu erhöhen
- Anschüttung der Holzspundwand ober- und unterwasserseitig mit Torf oder Bodenmaterial und anschließende Verdichtung, dadurch längere Haltbarkeit des Holzes und bessere Stabilität
- Unterwasserbereich muss zusätzlich gegen Erosion gesichert werden, z.B. mit Steinschüttung auf einer Lage Geotextil
- Stauhöhe bei Holzspundwänden maximal etwa 1,5 m, d.h. die Wasserspiegeldifferenz zwischen Ober- und Unterwasser am Grabenstau sollte max. etwa 1,5 m betragen, um ausreichende Stabilität zu gewährleisten; bei größeren Stauhöhen Anordnung mehrerer Grabenstau
- wenn ökologische Durchgängigkeit gefordert, dann Ausbildung des Staues wie eine Stützschwelle mit naturnaher Sohlgleite im Anschluss an die Spundwand (vgl. Kap. 1.5.2.3)

#### b) Vollstau (nicht überströmbar)

#### Bauweise aus Holzspundwand

(vgl. Abb. 1.5.6, Variante B)

- Bauweise aus Holzspundwand mit gespundeten Holzbohlen analog zu a)
- Holzspundwand wird auf ganzer Breite bis etwa 10 cm über die Böschungsoberkante ausgeführt und entsprechend der Prinzipzeichnung vollständig mit Torf oder Bodenmaterial angeschüttet, dadurch kann der Wasserspiegel bis in Geländehöhe angestaut werden
- bei Verwendung von Torf zur Anschüttung muss wegen der späteren Sackung eine Überhöhung der Anschüttung um etwa 0,5 m erfolgen
- Sicherung des Unterwasserbereiches kann entfallen, da kein Wasserabfluss im Bereich des Grabenstaues erfolgt

### Variante C –Grabenstau mit Stammholz–

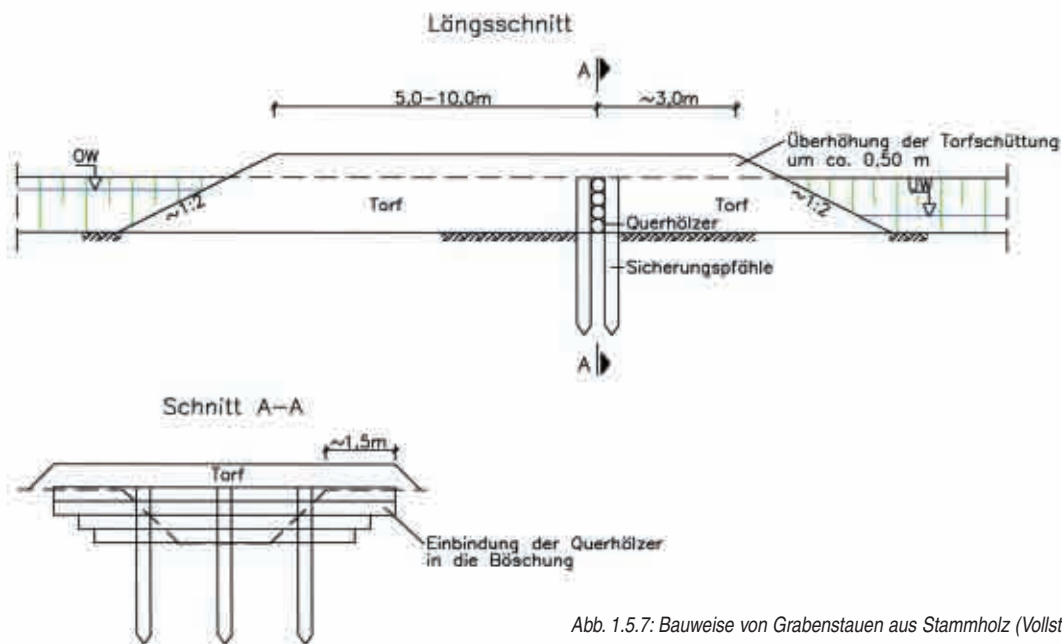


Abb. 1.5.7: Bauweise von Grabenstauen aus Stammholz (Vollstau)

#### Bauweise aus Stammholz

(vgl. Abb. 1.5.7, Variante C)

- Verwendung von Stammholz (z.B. von Kiefer) als Stützkörper
- Anordnung der Querhölzer entsprechend der Prinzipskizze und Sicherung mit senkrecht eingebrachten Sicherungspfählen
- Einbindung der Querhölzer ca. 2,0 m in die Böschung, dadurch Sicherstellung der Stabilität
- Einschüttung der Holzstämme mit Torf oder Bodenmaterial als Dichtung und zur Verlängerung der Haltbarkeit des Holzes
- evtl. Einbau einer zusätzlichen Dichtung oberhalb der Querhölzer, z.B. Bentonitmatte oder Folie zur Verbesserung der Abdichtung

#### Wirkung

Mit Grabenstauen wird der Wasserstand in einem Graben bzw. Fließgewässer oberhalb der Staustelle angehoben. Dadurch können angrenzende Flächen vernässt und ein höherer und ausgeglichener Grundwasserstand erreicht werden. Gleichzeitig kann mit einer erhöhten Wasserretention der Abfluss verringert bzw. verzögert werden, was aus Sicht des Hochwasserschutzes von Bedeutung ist. Der durch den Grabenstau verursachte Rückstau richtet sich nach dem vorhandenen Sohl- bzw. Fließgefälle des Gewässers, d.h. bei geringem Sohlgefälle oberhalb des Staues wird ein größerer Rückstau erreicht als bei großem Sohlgefälle. Nicht überströmbare Staue halten das gesamte Wasser oberhalb des Staubauwerkes zurück. Der Anstau erfolgt bis zur Geländeoberkante. Überströmbare Staue sind so gestaltet,

dass ein Teil des Wassers nach Erreichen der Stauhöhe über das Staubauwerk abfließen kann. Der Anstau erfolgt in der Regel nicht bis in Geländehöhe.

#### Vor- und Nachteile

Grabenstaue aus Holzspundwänden sind etwas aufwändiger als z.B. aus Stammholz. Dafür sind sie besser wirksam und auch für überströmbare Staue gut geeignet. Staue aus Stammholz sind preiswert, wenn das Material vor Ort gewonnen werden kann. Da sie nicht absolut wasserdicht sind, sind entsprechende Vorsichtungen mit dichtendem Material (z.B. Torf) oder andere Dichtungen (z.B. Bentonitmatten, Folie) erforderlich. Das Stammholz dient dann als Stützkörper und verhindert eine Erosion des Dichtungsmaterials. Ist mineralischer Baugrund vorhanden und sind die Anstauhöhen gering, kann auf einen Grabenstau verzichtet werden und z.B. eine Plombierung des Grabens erfolgen. Dabei wird der Graben an der Staustelle auf einer längeren Strecke mit anstehendem Bodenmaterial zugeschüttet und das Material verdichtet. Mit überströmbaren Staue kann eine gewünschte Stauhöhe unterhalb der Geländehöhe erreicht werden. Damit kann z.B. auf vorhandene Flächennutzungen im Anstaubereich (z.B. Aufrechterhaltung einer extensiven Nutzung) Rücksicht genommen werden.

### 1.5.2.5 Fischwanderhilfen

Im Sinne eines Biotopverbundes sollten Flüsse und Bäche für alle aquatischen Lebewesen von der Quelle zur Mündung passierbar sein. Nicht nur die Wanderfischarten, wie z.B. Bach- und Flussneunauge, Stör, Lachs, Meerforelle und Aal, sind auf Aufstiegshilfen angewiesen, sondern auch Kurzstanzwanderer (z.B. Quappe, Rاپfen), limnophile Arten (z.B. Hecht, Ukelei), Fischlarven, Jung- und Kleinfische sowie große Teile der Wirbellosenfauna (z.B. Krebstiere, Schnecken und Insekten, die keine flugfähigen Lebensstadien besitzen) (LUA 2004).

#### Vorgehensweise

Wenn an bestehenden Wehranlagen eine ökologische Umgestaltung auf der gesamten Bachbreite nicht möglich ist, z.B. aus Gründen der weiterhin erforderlichen Wasserstandsregulierung, sollte möglichst ein Teil der Wehranlage so umgestaltet werden, dass eine ökologische Durchgängigkeit wiederhergestellt werden kann. So kann z.B. in ein Wehrfeld eine naturnahe Sohlgleite (Fischrampe) integriert werden. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, die vorhandene Wehranlage mit einem naturnahen Umgehungsgerinne zu umgehen. Kriterien zur Gestaltung und Auslegung solcher Fischwanderhilfen sind in DVWK (1996a) sowie GEBLER (1991) zusammengefasst.

#### a) **Fischrampe** (vgl. Abb. 1.5.8)

- Einbau einer Fischrampe in Schüttsteinbauweise mit Störsteinen bzw. Einbau von Störsteinen in ein Wehrfeld
- Trennung der Fischrampe vom angrenzenden Wehrfeld durch eine Trennwand
- wenn notwendig Einlaufbauwerk zur Abflussbegrenzung, z.B. um Hochwasserdurchflüsse auf der Fischrampe zu begrenzen
- Einbau einer Spundwand im Einlaufbereich der Fischrampe zur Dichtung und Vermeidung von Um- und Unterströmung
- sonstige Kriterien für die Bauweise analog zu Sohlgleiten in Schüttsteinbauweise (vgl. Kap. 1.5.2.3)
- Anordnung und Gestaltung der Fischrampe so, dass optimale Lockströmung im Unterwasserbereich entsteht, damit Fische den Einstieg sicher finden, dabei Unterscheidung folgender Varianten:
  - Gesamt- bzw. Hauptabfluss erfolgt ständig über die Fischrampe: Anordnung der Ausmündung der Fischrampe ist nicht so entscheidend, da eine ausreichende Lockströmung entsteht
  - Abfluss über die Fischrampe und die verbleibenden Wehrfelder ist etwa gleich groß oder niedriger: Ausmündung der Fischrampe sollte möglichst dort angeordnet werden, wo die turbulente Zone des Wehrüberfalles endet
- Ausmündung der Fischrampe in jedem Fall möglichst parallel zur Hauptfließrichtung und am Ufer anordnen, um ein Auffinden des Einstieges in die Rampe für aquatische Organismen zu erleichtern

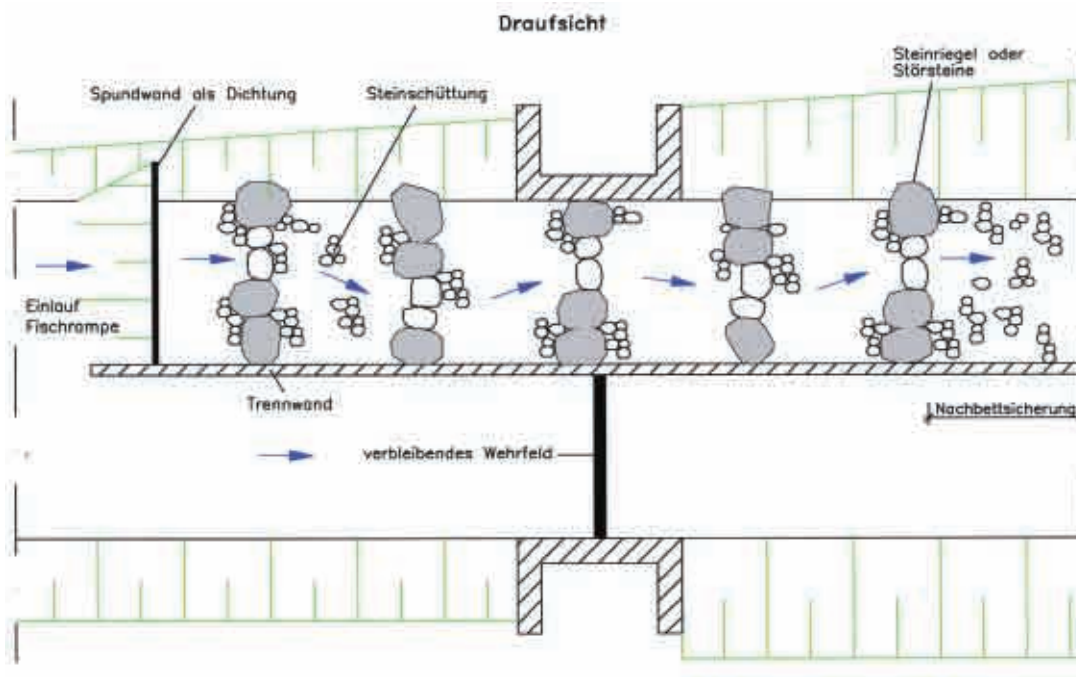


Abb. 1.5.8: Integration einer Fischrampe in ein Wehrfeld einer bestehenden Stauanlage

### b) Umgehungsgerinne (vgl. Abb. 1.5.9)

- bei ausreichend verfügbarem Platzangebot neben dem Wehr ist die Anlage eines Umgehungsgerinnes möglich
- Gerinne erhält ein naturnahes Bachprofil mit unterschiedlichen Sohlbreiten und Ufergehölzen
- zur Vermeidung einer Sohl- und Böschungssicherung auf der gesamten Länge des Gerinnes sollte der Gefälleabbau auf mehrere kleine Gefällestrrecken verteilt werden; zwischen diesen Gefällestrrecken Sohlgefälle so vorsehen, das keine Sohl- und Böschungssicherung notwendig wird

- Sohlgefälle der Gefällestrrecken maximal 1 : 20 oder kleiner, im übrigen Bereich deutlich kleiner
- Gestaltung und Bauweise der Gefällestrrecken wie eine Sohlgleite in Schüttsteinbauweise (Kap. 1.5.2.3)
- wenn notwendig, Einlaufbauwerk für Zuflussbegrenzung vorsehen, z.B. zur Begrenzung des Zuflusses im Hochwasserfall
- Ausmündung des Umgehungsgerinnes ins Unterwasser möglichst parallel zur Hauptströmung bis maximal 45°, um ein Auffinden des Einstieges in das Gerinne für aquatische Organismen zu erleichtern

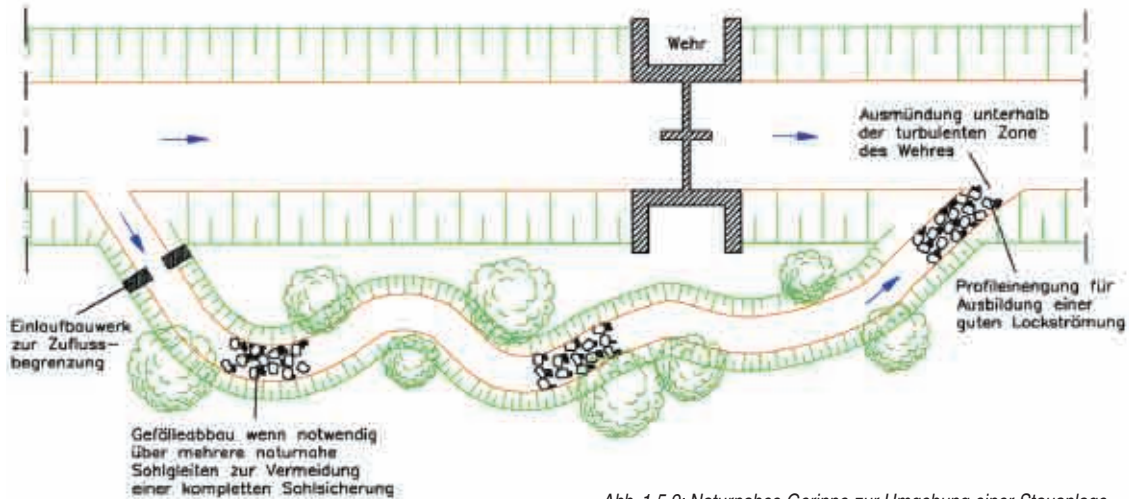


Abb. 1.5.9: Naturnahes Gerinne zur Umgehung einer Stauanlage

### Wirkung

Fischrampen und Umgehungsgerinne ermöglichen die Wanderung aquatischer Organismen. Das Fließ- und Sohlgefälle wird bei Fischrampen auf einer relativ kurzen Distanz, bei Umgehungsgerinnen auf einer langen Strecke reduziert. Zusammen mit Störelementen (z.B. Störsteine, Steinriegel) sowie einer möglichst rauen Sohle (Steinschüttung) können schützende Unterstände geschaffen und die erforderlichen Fließgeschwindigkeiten eingehalten werden. Eine gut ausgebildete Lockströmung im Unterwasserbereich der Fischrampen bzw. Umgehungsgerinne hilft der aquatischen Fauna, den Einstieg in die Aufstiegsanlage zu finden. Bei der Errichtung von Fischwanderhilfen ist darauf zu achten, dass jeder Standort einer Einzellösung bedarf, die den jeweiligen hydrologischen, hydraulischen, morphologischen und biologischen Erfordernissen angepasst sein muss.

### Vor- und Nachteile

#### Fischrampe

Vorteile:

- Herstellung der Durchgängigkeit auch bei geringem Platzangebot neben der Wehranlage möglich
- im Vergleich zu technischen Aufstiegshilfen (vgl. DVWK 1996a) für alle aquatischen Organismen geeignet

Nachteile:

- meist höherer baulicher und finanzieller Aufwand als Umgehungsgerinne,
- bei geringem Wasserabfluss besteht die Gefahr des Trockenfallens (durch Sandeinspülung in die Steinschüttung und Verwendung der Riegelbauweise kann aber ein ausreichender Wasserstand gewährleistet werden)
- Manipulation/Zerstörung der Anlage (z.B. durch spielende Kinder) ist möglich; deshalb für Störsteine und Steinriegel möglichst große Steine verwenden!



### Umgehungsgerinne

Vorteile:

- naturnahe Variante, die gleichzeitig neuen Lebensraum bietet

Nachteile:

- relativ großer Flächenbedarf
- Gefahr des Trockenfallens bei nicht optimaler Bauweise

Auf technische Aufstiegshilfen (z.B. Beckenpass, Rhomboidpass, Denilpass und Modifikationen, Vertical-Slot-Fischpass) wird hier nicht näher eingegangen, da diese sich zwar für Salmoniden eignen, nicht jedoch für leistungsschwächere Fischarten (GEBLER 1991). Damit werden sie dem Ziel „Durchgängigkeit für die gesamte Gewässerfauna“ nicht gerecht.

#### 1.5.2.6 Ersatz von Verrohrungen

Verrohrte Bachabschnitte sind für die aquatischen Organismen unüberwindbare Barrieren. Rohrleitungen haben in der Regel kein Sohlssubstrat und sind nicht durchlichtet. Die Fließgeschwindigkeiten sind meist relativ hoch. Absturzschächte können das Gefälle unterbrechen. Als „Durchlässe“ bezeichnet man kurze Rohrleitungen unter 30 m im Kreuzungsbereich der Fließgewässer mit Wegen und Straßen. Die Entrohrung von Bachabschnitten bzw. die Umgestaltung von Durchlässen ermöglicht die Wiederherstellung der ökologischen Durchgängigkeit und eine naturnahe Bachbettgestaltung.

### Vorgehensweise

Entsprechend den Verhältnissen vor Ort sind folgende Varianten möglich:

#### a) Neutrassierung eines naturnahen Bachprofils außerhalb der Rohrleitungstrasse

(vgl. Abb. 1.5.10)

- neues Bachprofil wird unter Ausnutzung von Geländetiefpunkten bzw. des ursprünglichen Bachverlaufes außerhalb der Rohrleitungstrasse angelegt, Anschluss des Bachprofils an den Ober- und Unterwasserbereich der Rohrleitung
- größerer Gefälleabbau sollte durch Anordnung naturnaher Sohlgleiten (vgl. Kap. 1.5.2.3) erfolgen, dadurch kann eine Sohl- und Böschungssicherung längerer Bachabschnitte unterbleiben
- Rohrleitung wird im Oberwasserbereich verschlossen, die Ausmündung der Rohrleitung muss unter Umständen geöffnet bleiben, z.B. wenn Dränagen bzw. andere Rohrleitungen angeschlossen sind, die weiterhin Vorflut benötigen

#### b) Neutrassierung eines naturnahen Bachprofils im Bereich der Rohrleitungstrasse

(vgl. Abb. 1.5.10)

- die vorhandene Rohrleitung wird entfernt, das neue Bachprofil wird unmittelbar im Bereich der Rohrleitungstrasse angelegt
- entsprechend wird die Bachtrasse vom Verlauf der ehemaligen Rohrleitung bestimmt
- um einen völlig geradlinigen Verlauf zu vermeiden, sollte das Bachprofil möglichst abwechslungsreich gestaltet werden, z.B. mit kleineren Windungen im Längsverlauf sowie unterschiedlichen Sohlbreiten und Böschungneigungen
- größerer Gefälleabbau durch naturnahe Sohlgleiten (vgl. Kap. 1.5.2.3)

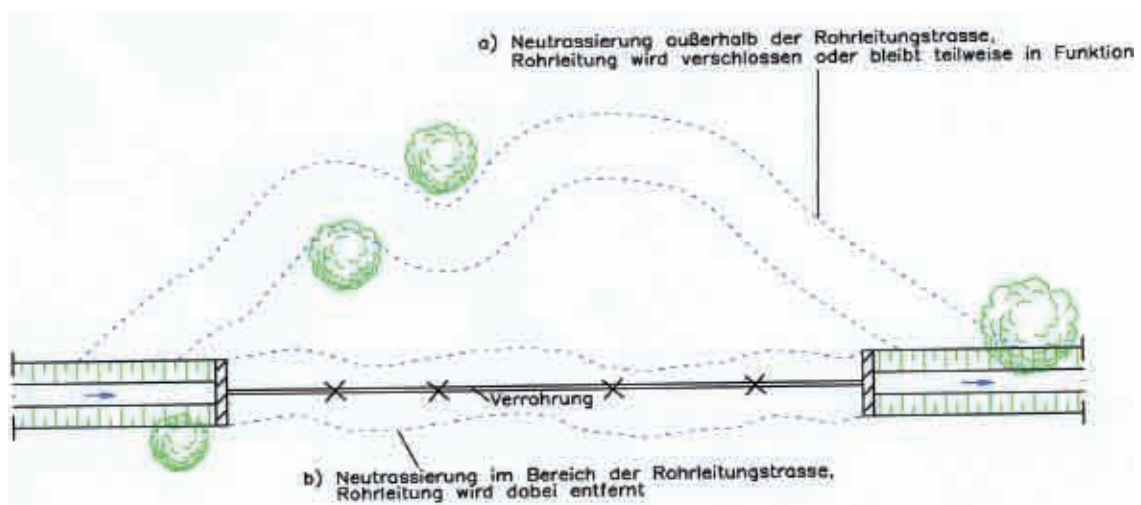


Abb. 1.5.10: Varianten zur Öffnung verrohrter Bachabschnitte

Wenn die Vorflutverhältnisse und angrenzende Nutzungen dies zulassen, kann mit dem neuen Bachprofil bei beiden Varianten gleichzeitig eine Sohlanhebung erfolgen. Vorhandene und noch genutzte Vorflutleitungen müssen an das neue Bachprofil angeschlossen werden, wodurch eine Sohlanhebung oft begrenzt wird.

### **c) Umgestaltung von Durchlässen**

- Einbringen von grobem Sohlssubstrat (z.B. Grobkies) auf die Sohle des Durchlasses
- dadurch Erhöhung der Sohlrauheit, Verminderung der Fließgeschwindigkeit und Herstellung der ökologischen Durchgängigkeit auch im Sohlbereich
- der Hochwasserdurchfluss darf dadurch nicht behindert werden!
- Ersatz zu kleiner Durchlässe durch Durchlässe mit größerem Querschnitt
- durch Tieferlegung der Durchlasssohle unterhalb der Bachsohle kann sich natürliches Sohlssubstrat im Durchlass ablagern und halten
- das Verhältnis von Durchmesser des Durchlasses zur Durchlasslänge sollte mindestens 1 : 10 betragen, d.h. ein 10 m langer Rohrdurchlass sollte einen Durchmesser von mindestens 1,0 m aufweisen
- Straßendurchlässe sind zusätzlich fischotterfreundlich zu gestalten, d.h. Schaffung eines Trittpfades innerhalb des Durchlasses, der bei Mittelwasserdurchflüssen trocken liegt.

### **Wirkung**

Durch den Rückbau von Verrohrungen entsteht wieder ein offenes Fließgewässerbiotop mit natürlichem Sohlssubstrat, das vollständig belichtet wird. Die auftretenden Fließgeschwindigkeiten ermöglichen eine Wanderung für alle aquatischen Organismen. Durch Einbringen von grobem Sohlssubstrat in Durchlässe wird eine möglichst rauhe und offenporige Durchlasssohle geschaffen, die Unterstände bietet und die Durchgängigkeit auch im Sohlbereich ermöglicht.

Die Entfernung von Verrohrungen an künstlichen Gewässern ist kritisch zu hinterfragen. Mit der Schaffung offener Gräben erhöht sich in der Regel die Entwässerungsintensität – dies dient nicht der Verbesserung des Wasserrückhaltes in der Landschaft.

### **Vor- und Nachteile**

Der Ersatz von Verrohrungen ist in der Regel mit einem größeren planungstechnischen und finanziellen Aufwand verbunden. Auch eigentumsrelevante Fragen können von Bedeutung sein. So geht bei Öffnung einer

Verrohrung z.B. landwirtschaftliche Nutzfläche verloren (möglicher Konflikt mit Flächennutzer). Soll eine sehr tief liegende Rohrleitung entfernt werden und ist eine gleichzeitige Sohlanhebung aus Gründen der Aufrechterhaltung der Vorflut (von z.B. einmündenden Drägen) nicht möglich, entsteht zwar ein offenes, aber sehr tief eingeschnittenes Fließgewässer.

Kann die Entrohrung durch Umverlegung in den ehemaligen Bachlauf bei gleichzeitiger Sohlanhebung erfolgen, kann ein naturnaher Bachverlauf wiederhergestellt werden.

Bei Durchlässen mit ausreichend großer Dimensionierung der vorhandenen Durchlassrohre kann mit relativ einfachen Mitteln die ökologische Durchgängigkeit hergestellt werden. Sind die Durchlassrohre für das Einbringen von Sohlssubstrat zu klein, ist eine Durchgängigkeit nur durch einen Neubau des Durchlasses mit einem größeren Profil möglich. Dies wird entsprechend kostenintensiver.

### **1.5.2.7 Entfernung von Sohl- und Böschungssicherungen in ehemals natürlichen Fließgewässern**

Oft sind Fließgewässerprofile durch künstliche Sohl- und Böschungsbefestigungen gesichert, um der angreifenden Strömung zu widerstehen und das vorhandene Abflussprofil zu erhalten. Eigendynamische, naturnahe Entwicklungen des Fließgewässers sind in so gesicherten Abschnitten nicht möglich. Die ökologische Durchgängigkeit ist oft eingeschränkt. Werden diese Befestigungen beseitigt, führt das zu einer „Entfesselung“ der eigendynamischen Kräfte im Fließgewässer. In der Folge können sich wieder naturnahe Fließgewässerstrukturen herausbilden. Nach solchen Maßnahmen ist die Entwicklung des Fließgewässers regelmäßig zu kontrollieren, um auf mögliche Fehlentwicklungen rechtzeitig reagieren zu können. Kann auf eine Sohl- bzw. Böschungsbefestigung nicht verzichtet werden, z.B. wegen angrenzender Bebauung, sind flexible, wasserdurchlässige und grobporige Befestigungen (z.B. Steinschüttung) zu bevorzugen.

## Vorgehensweise

### a) Umgestaltung Kastenprofil

(vgl. Abb. 1.5.11)

- Ein- oder beidseitige Beseitigung der senkrechten Uferbefestigungen, abhängig vom zur Verfügung stehenden Platz
- Ersatz durch natürliche, möglichst flache Böschungen; dadurch sind Wechselwirkungen zwischen Bachbett und Uferbereich wieder möglich
- sind senkrechte Uferwände z.B. aus Platzgründen zwingend notwendig, sollte der Einsatz von durchlässigen, flexiblen Bauweisen zur Erhöhung des Strukturangebotes geprüft werden – z.B. Einsatz von Drahtschotterkörben (Gabionen)
- möglichst vollständiger Verzicht auf Sohl- und Böschungsbefestigungen, sonst Ersatz starrer, undurchlässiger Sohlbefestigungen durch flexible Sicherungen oder ingenieurbioologische Bauweisen (z.B. Steinschüttungen, Weidenspreitlage, Ufergehölze)
- dadurch Erhöhung der Sohlrauheit, Minderung der Fließgeschwindigkeiten, Schaffung potenzieller Laichplätze und Wiederherstellung der ökologischen Durchgängigkeit im Sohlbereich
- praktische Hinweise zu ingenieurbioologischen Bauweisen in BEGEMANN (1994) UND SCHLÜTER (1996)

### b) Beseitigung von Böschungsfuß-, Böschungs- und Sohlsicherungen

(vgl. Abb. 1.5.12)

- vollständige Entfernung von Faschinen oder Holzpfählen im Bereich des Böschungsfußes
- durch „Aufreißen“ der Böschung kann eigendynamische Entwicklung beschleunigt werden
- Entfernung von flächigen Sohl- und Böschungsbefestigungen, wie z.B. Rasengittersteinen oder Betonplatten, wenn notwendig Ersatz durch ingenieurbioologische Bauweisen

## Wirkung

Der Austausch starrer Sohl- und Böschungsbefestigungen durch flexible, offenporige Materialien erhöht die Rauheit im Fließgewässerprofil. Es entstehen Unterstände für die aquatische Fauna. Aufgrund der höheren Rauheit vermindern sich die Fließgeschwindigkeiten im Sohlbereich, was im Hinblick auf die ökologische Durchgängigkeit positiv zu bewerten ist. Der Anschluss zu den angrenzenden Uferbereichen verbessert sich. Mit Beseitigung von Böschungsfußsicherungen und an-

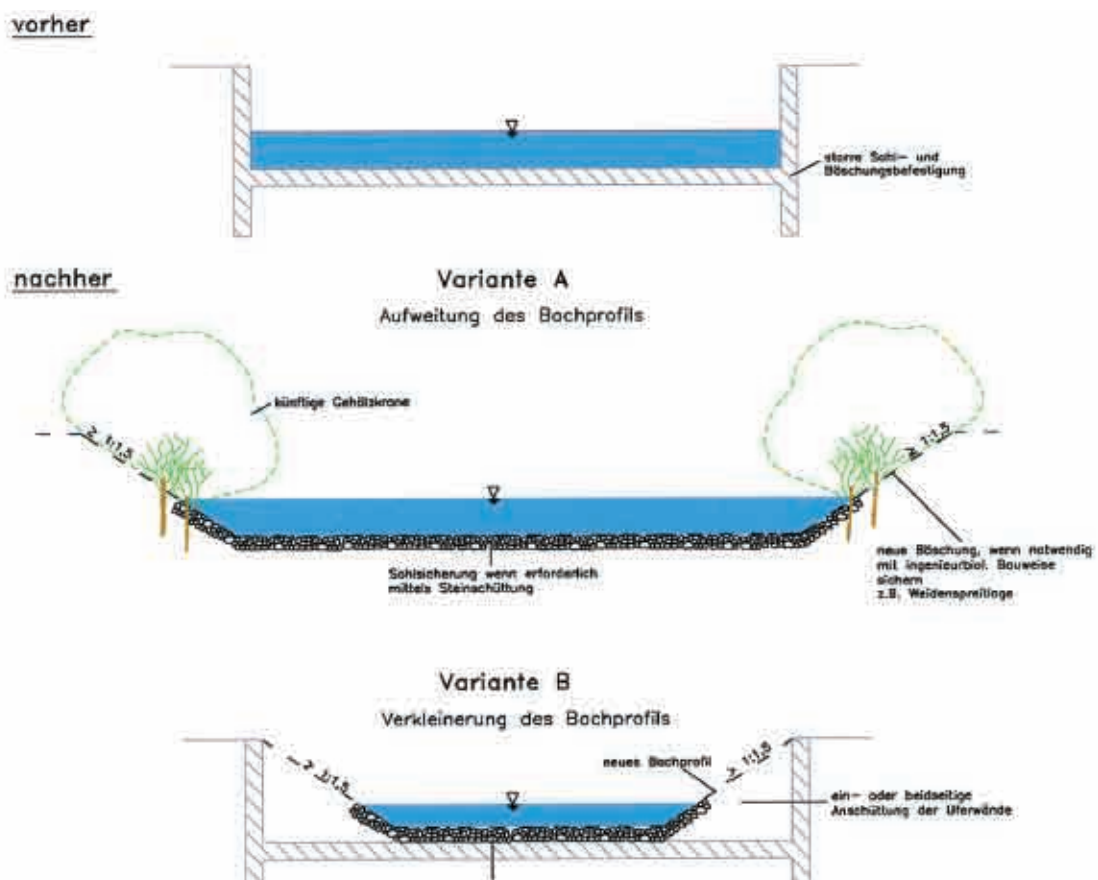


Abb. 1.5.11: Möglichkeiten zur Umgestaltung von Kastenprofilen in Fließgewässern

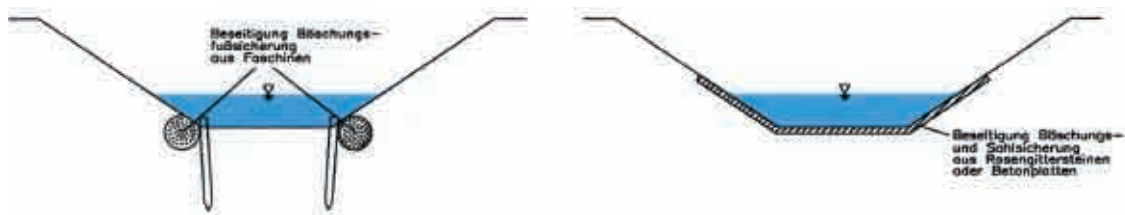


Abb. 1.5.12: Varianten zur Beseitigung von Böschung- und Sohlsicherungen in Fließgewässern

deren Böschungssicherungen nimmt die Stabilität der Böschungen ab – sie werden angreifbarer für die Strömung. So kann es zu Auskolkungen und Böschungsabbrüchen kommen. Eine eigendynamische Entwicklung des Bachprofils wird wieder möglich.

### Vor- und Nachteile

Durch Beseitigung von Sohl- und Böschungsbefestigungen kann mit relativ geringem Aufwand eine naturnahe Entwicklung des Fließgewässers eingeleitet werden. Maßnahmen dieser Art sind nur in solchen Gewässerabschnitten möglich, in denen ausreichende Uferrandstreifen für eigendynamische Entwicklungen zur Verfügung stehen und keine baulichen Anlagen gefährdet sind.

#### 1.5.2.8 Wiederherstellung des natürlichen Gewässerverlaufes

Bei der Wiederherstellung des natürlichen Gewässerverlaufes wird das ursprüngliche Gerinne rekonstruiert. Vorhandene Altarme können miteinander verbunden werden. So kann aus einem begradigten Fließgewässer wieder ein innerhalb seiner natürlichen Aue mäandrierender Bach entstehen.

#### Vorgehensweise

- neuen Fließgewässerverlauf so legen, dass vorhandene Altarme angeschlossen werden können (Abb. 1.5.13, Variante A, vgl. auch Kap. 2.1.2 und 2.1.3)
- Absperren des bisherigen Fließgewässerverlaufes mit einem nicht überströmbaren Grabenstau bis zur Geländeoberkante, jeweils unterhalb der Kreuzungspunkte mit der neuen Fließgewässertrasse (vgl. Kap. 2.1.2)
- bei gleichzeitiger Sohlanhebung im neuen Fließgewässerprofil: unterwasserseitig Anschluss an die vorhandene Sohle mit naturnaher Sohlgleite vorsehen (vgl. Kap. 1.5.2.3)

- sind vorhandene Altarmprofile für den Bemessungsdurchfluss zu klein, nur einseitige Profilaufweitung vornehmen, um vorhandenen Gehölzbestand auf einer Seite zu schonen
- im Bereich des neuen Fließgewässerlaufes nur grobe Profilierung vornehmen, da sich das Gewässer sein Profil selbst gestalten soll
- nicht mehr benötigte Abschnitte des alten Profils der natürlichen Sukzession überlassen
- bei Nutzung des bisherigen Fließgewässerprofils als Flutrinne zur Hochwasserentlastung kann das neue Gewässerprofil kleiner gestaltet werden (vgl. Abb. 1.5.13, Variante B)
- statt umfangreicher Gehölzpflanzungen möglichst Selbstansiedlung von Gehölzen abwarten.

#### Wirkung

Der aktuelle Gewässerverlauf weicht in Grundriss und Längsschnitt häufig deutlich vom natürlichen Gewässerverlauf ab. Angrenzende Nutzungen haben sich auf den aktuellen Verlauf eingestellt. Noch vorhandene Altarme weisen in der Regel ein viel kleineres Abflussprofil auf, die Altarmsohle liegt deutlich höher als im aktuellen Bachprofil. Häufig sind die Altarme mit Ufergehölzen bewachsen. Der Anschluss solcher Altarme bzw. die Wiederherstellung des natürlichen Gewässerverlaufes sollte immer mit einer Sohlanhebung einhergehen, um eine übermäßige Vertiefung des Gewässerbettes zu vermeiden und naturnahe Abfluss- und Überflutungsverhältnisse wiederherzustellen. So kann der Wasserhaushalt der gesamten Aue in einen naturnahen Zustand überführt werden.



## Vor- und Nachteile

Eine Umverlegung in die ursprüngliche Gewässertrasse ist meist mit größerem Aufwand und Konflikten verbunden (u.a. Eigentums- und Nutzungsinteressen). Aufgrund des oft großen baulichen Aufwandes sind solche

Gewässerumverlegungen relativ teuer, besonders wenn Grunderwerb und eventuell Ausgleichszahlungen erforderlich werden. Die Vorteile liegen in der konsequenten Schaffung eines naturnahen Gewässerprofils mit vielfältigen Strukturen und in der positiven Beeinflussung der Aue bei gleichzeitiger Anhebung der Gewässersohle und des Wasserspiegels (vgl. Kap. 1.5.2.1).

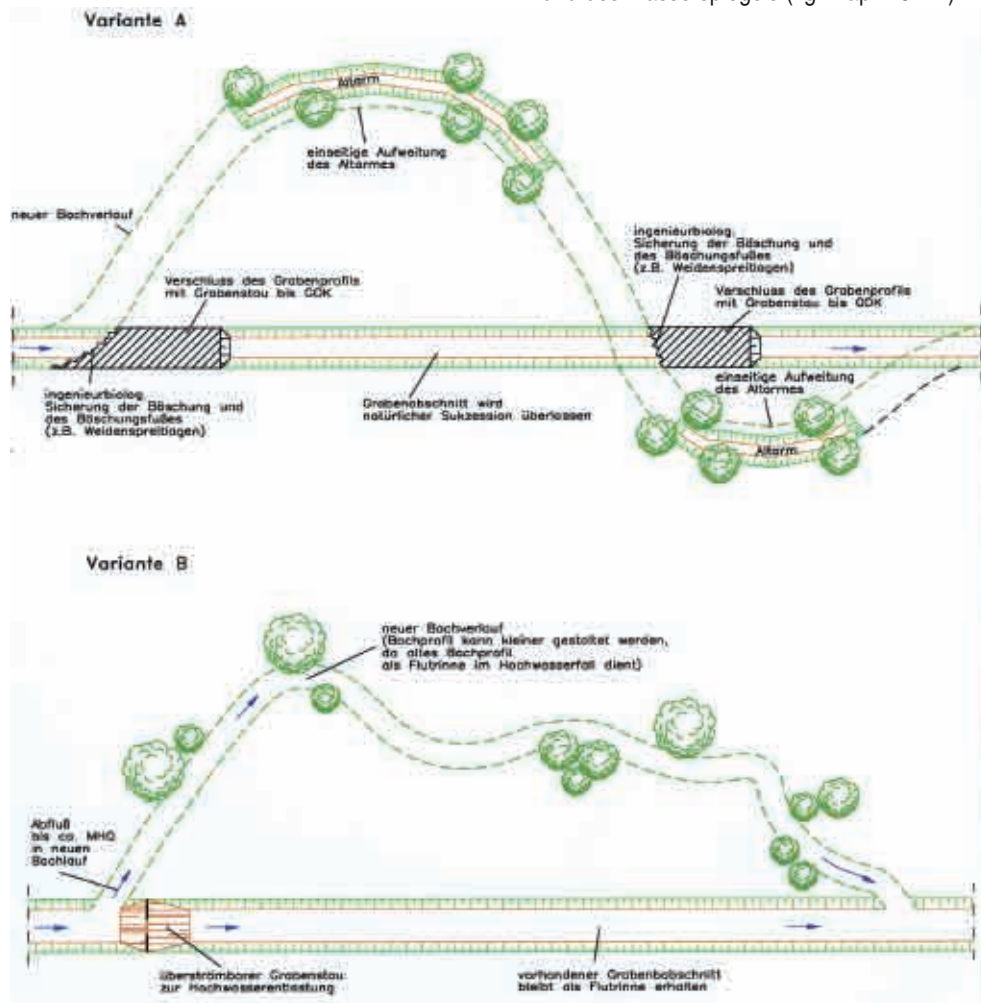


Abb. 1.5.13: Wiederherstellung eines natürlichen Gewässerlaufes (Variante A – Anschluss vorhandener Altarme, Variante B – Neutrassierung des Gewässerlaufes und Nutzung des alten Profils als Flutrinne)

### 1.5.2.9 Modifizierte Gewässerunterhaltung

Im Rahmen der Gewässerunterhaltung wird künstlich in natürliche Entwicklungsprozesse der Fließgewässer eingegriffen – eigendynamische Prozesse werden verhindert. Durch Einstellung bzw. Modifizierung der Gewässerunterhaltung (je nach bestehenden Nutzungs- und Entwicklungsinteressen) kann mit relativ geringem Aufwand eine eigendynamische Entwicklung des Fließgewässers eingeleitet bzw. zugelassen werden.

### Vorgehensweise

#### a) Vollständige Einstellung der Gewässerunterhaltungsmaßnahmen, wie z. B.

- Böschungsmahd und Sohlkrautung
- Grundräumung
- Beseitigung umgestürzter Bäume und Uferabbrüche
- Schnitt von Ufergehölzen

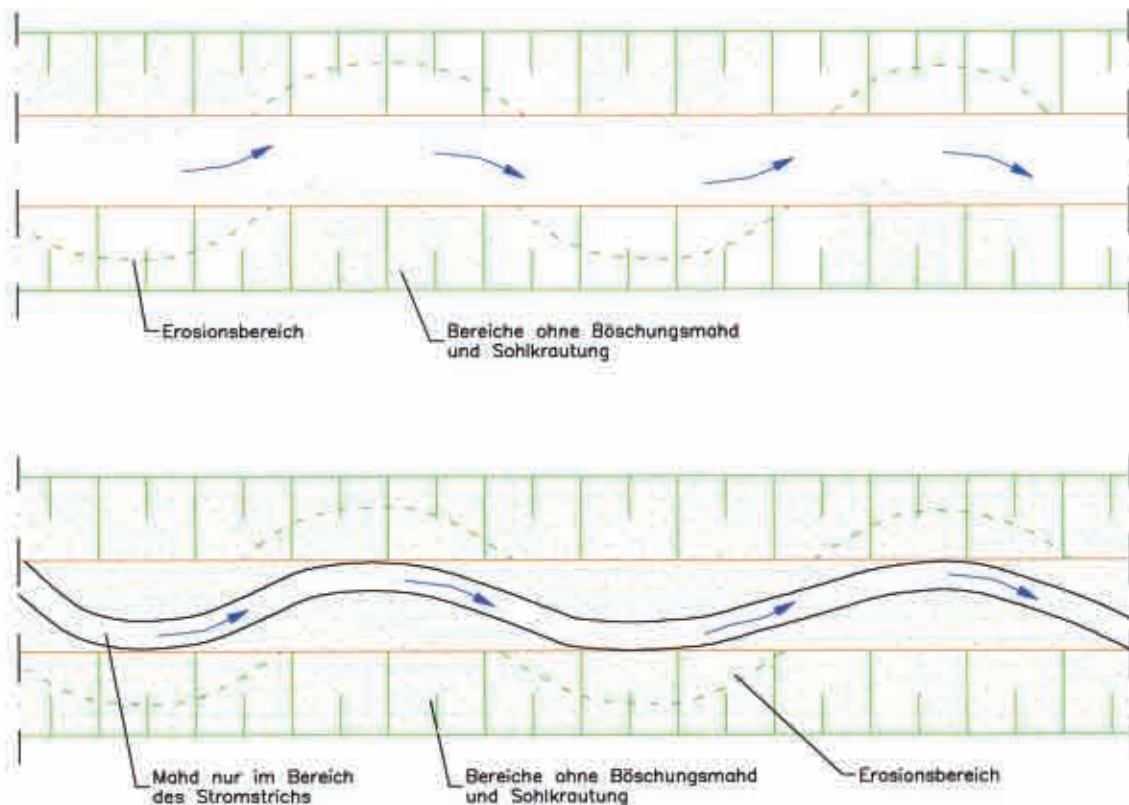


Abb. 1.5.14: Möglichkeiten zur Modifizierung der Sohlkrautung und Böschungsmahd bei der Gewässerunterhaltung (oben: wechselseitige Mahd; unten: Stromstrichmahd)

### b) Modifizierung der Gewässerunterhaltung

(siehe auch „Richtlinie für die naturnahe Unterhaltung und Entwicklung von Fließgewässern“, MUNR 1997)

Belassen naturnaher Ufer- und Sohlstrukturen

- entstandene Strukturen wie Uferabbrüche, Sand- und Kiesbänke, Kolke, umgestürzte Bäume, ins Wasser hängende Äste, Totholz u. a. möglichst nicht beseitigen
- bei notwendigen Sicherungsarbeiten naturnahe Bauweisen bevorzugen, z. B. ingenieurbioologische Bauweisen wie Weidenspreitlagen, Steckhölzer, Ufergehölze

Wechselseitige Böschungsmahd und Reduzierung der Krautung (vgl. Abb. 1.5.14):

- in Abständen von ca. dem 10 bis 20-fachen der Sohlbreite jeweils wechselseitig keine Böschungsmahd und Sohlkrautung; dadurch Einengung des Abflussprofils, in kleinen Fließgewässern entsteht pendelnde Strömung
- alternativ kann eine Mahd nur im Bereich des Stromstriches erfolgen („Stromstrichmahd“, vgl. Kap. 2.1.5)
- Wirkung: Erhöhung der Strömungsvielfalt

Pflanzung von Ufergehölzen:

Grundsätzlich sollte die natürliche Gehölzansiedlung Vorrang vor Pflanzmaßnahmen haben, auch wenn dies mehr Zeit in Anspruch nimmt. Bepflanzungen ehemals natürlicher Fließgewässerabschnitte vor einer Renaturierung mit eigendynamischer Entwicklung sollten unterbleiben, denn sie würden den Gewässerlauf vorzeitig festlegen. Sinnvoll sind Bepflanzungen an künstlichen Gewässerläufen.

- Bepflanzung der Bachböschung in baumlosen Bachabschnitten mit standortgerechten Ufergehölzen, vor allem mit Schwarzerle (*Alnus glutinosa*) und Baumweiden (z. B. *Salix alba*, *S. fragilis*)
- Beschattung des Bachbettes durch Ufergehölze vermindert den Krautwuchs, dadurch ist in diesen Bereichen bei kleinen Fließgewässern meist keine Sohlkrautung und Böschungsmahd notwendig
- geschlossene Bepflanzung längerer Bachabschnitte möglichst vermeiden, weil dadurch ausgebaute Bachprofile stabilisiert und eigendynamische Veränderungen des Bachbettes behindert werden können, besser ist gruppenweise Bepflanzung
- möglichst wechselseitige Bepflanzung vorsehen, dadurch abwechslungsreiche Gestaltung
- Pflanzungen sollten etwa im Bereich der Mittelwasserlinie beginnen, dies ermöglicht enge Wechselwirkung zwischen Gehölz und Gewässer
- Abstand zwischen einzelnen Gehölzgruppen unterschiedlich groß wählen (Monotonie vermeiden)
- vorhandene standortfremde/nichteinheimische Gehölze nach und nach durch standorttypische einheimische Gehölze ersetzen

## Wirkung

Die vollständige Einstellung der Gewässerunterhaltung an einem kleinen Fließgewässer wird langfristig in der Regel zu einer Aufhöhung der Bachsohle und zur eigen-dynamischen Entwicklung des Bachprofils führen. Dichte Krautvegetation führt zu einer Strömungsberuhigung, in deren Folge mitgeführte Partikel verstärkt sedimentieren. In der Vegetationsperiode führt die Krautvegetation zur Anhebung des Wasserspiegels (sogenannter Krautstau). Krautpolster und eine ins Wasser reichende Böschungsvegetation verursachen außerdem differenzierte Fließgeschwindigkeiten und Strömungsverhältnisse.

Bei ausbleibender bzw. wechselseitiger Böschungsmahd wird die sonst relativ feste Grasnarbe aufgelockert und ist damit für die Strömung angreifbarer. So können sich z.B. Auskolkungen im Böschungsbereich entwickeln. Weiterhin bildet sich ein differenziertes Sohlsubstrat aus – am ungemähten Böschungsfuß lagert sich aufgrund der Strömungsberuhigung verstärkt Feinsediment ab. Dagegen kann sich im Bereich der Einengung aufgrund höherer Fließgeschwindigkeiten gröberes Sohlsubstrat einstellen. Die natürliche Ansiedlung von Ufergehölzen wird gefördert, da z.B. Erlensämlinge durch die fehlende Böschungsmahd nicht ständig beseitigt werden. Sich entwickelnde naturnahe Strukturen, wie z.B. Kolke, Uferabbrüche und Sandbänke bleiben bei Aussetzung der Gewässerunterhaltung erhalten und bilden die Grundlage für eine standorttypische aquatische Lebensgemeinschaft.

## Vor- und Nachteile

Die Einstellung der Gewässerunterhaltung wird in der stark anthropogen beeinflussten Landschaft in der Regel nur in wenigen Bachabschnitten vollständig möglich sein. Bauliche Anlagen, land- und forstwirtschaftliche Nutzflächen sowie Siedlungsflächen dürfen bei einer Einstellung der Gewässerunterhaltung in der Regel nicht gefährdet werden, hier sind bei Bedarf entsprechende Sicherungs- und Unterhaltungsmaßnahmen erforderlich. Problematisch sind einmündende Drän-sammler und Rohrleitungen, die bei starker Verkrautung und Sohlaufhöhung eingestaut werden können. Dies ist vor Einstellung der Unterhaltungsmaßnahmen zu prüfen. Die Entwicklung des Bachabschnittes, an dem die Gewässerunterhaltung eingestellt wurde, ist regel-

mäßig zu beobachten, damit auf eventuelle Fehlentwicklungen bzw. Gefährdungen rechtzeitig reagiert werden kann.

Ist eine vollständige Einstellung der Gewässerunterhaltung nicht realisierbar, sollte eine modifizierte Unterhaltung angestrebt werden. Dabei ist für jeden Bachabschnitt zu prüfen, welche Unterhaltungsmaßnahmen unbedingt notwendig sind und welche unterbleiben können. Eine gute Grundlage dafür sind Unterhaltungspläne. Auch in Gebieten mit starken Nutzungsinteressen kann so mit relativ geringem Aufwand der ökologische Zustand der Fließgewässer verbessert werden.

Insgesamt sind die Kosten für eine Einstellung bzw. Modifizierung der Gewässerunterhaltung relativ gering. Bei vollständiger Einstellung der Unterhaltung werden die Unterhaltungskosten komplett eingespart. Kosten entstehen allerdings, wenn aufgrund von Fehlentwicklungen lenkend in die natürlichen Entwicklungsprozesse eingegriffen werden muss. Bei einer modifizierten Gewässerunterhaltung ist mit etwas geringeren Kosten als bei voller Unterhaltung zu rechnen. So sind z.B. bei wechselseitiger Böschungsmahd insgesamt weniger Böschungsfelder zu mähen.

### 1.5.2.10 Schaffung von Überflutungsflächen

Auen sind die Flächen entlang von Fließgewässern, die auch bei seltenen Hochwässern noch regelmäßig überflutet werden. Sie sind durch einen periodischen Wechsel von Überflutung und Trockenfallen geprägt. Bei Hochwasser wird der bordvolle Abfluss überschritten, das Wasser strömt in die Aue und lagert aufgrund der geringeren Fließgeschwindigkeiten transportiertes Material ab. Nach anhaltenden Eingriffen in den Wasserhaushalt erfüllen die meisten Auen ihre Funktion als Retentionsräume in der Landschaft nicht mehr – eine Überflutung bei Hochwasser ist häufig nicht mehr möglich.

## Vorgehensweise

Um die natürlichen Retentionsräume/Überflutungsflächen soweit wie möglich wiederherzustellen, sind vor allem folgende Maßnahmen erforderlich (siehe u.a. auch DVWK 1996 b):

- Maßnahmen zur Laufverlängerung durch Wiederherstellung des natürlichen Gewässerverlaufes (siehe auch Kap. 1.5.2.8 und 2.1.2),
- Anheben der Fließgewässersohle (und damit der Wasserstände), insbesondere bei fortgeschrittener Tiefenerosion; dabei ökologisch durchgängige Querbauwerke verwenden (siehe auch Kap. 1.5.2.1 und 1.5.2.5),

- bei Sohlenerhebung sollte die Geschiebestabilität bei Mittelwasserabfluss maßgeblich sein – damit ergibt sich zwangsläufig die naturraumtypische Fließgeschwindigkeit/Abflussdynamik,
- Prüfung der Notwendigkeit vorhandener Deichbauwerke und damit verbundener Einengungen des Gesamtauenprofils; partieller Rückbau, wo für den Hochwasserschutz nicht zwingend erforderlich,
- Schaffung von Flutpoldern (Deichschlitzung, Regulierung durch Ein- und Auslaufbauwerke),
- Vermeiden weiterer Bodenversiegelung durch Siedlungs- und Verkehrsflächen in der Aue,
- Erweiterung des Gehölz- und Feuchtfächenanteils in der Aue durch Zulassen natürlicher Sukzession.

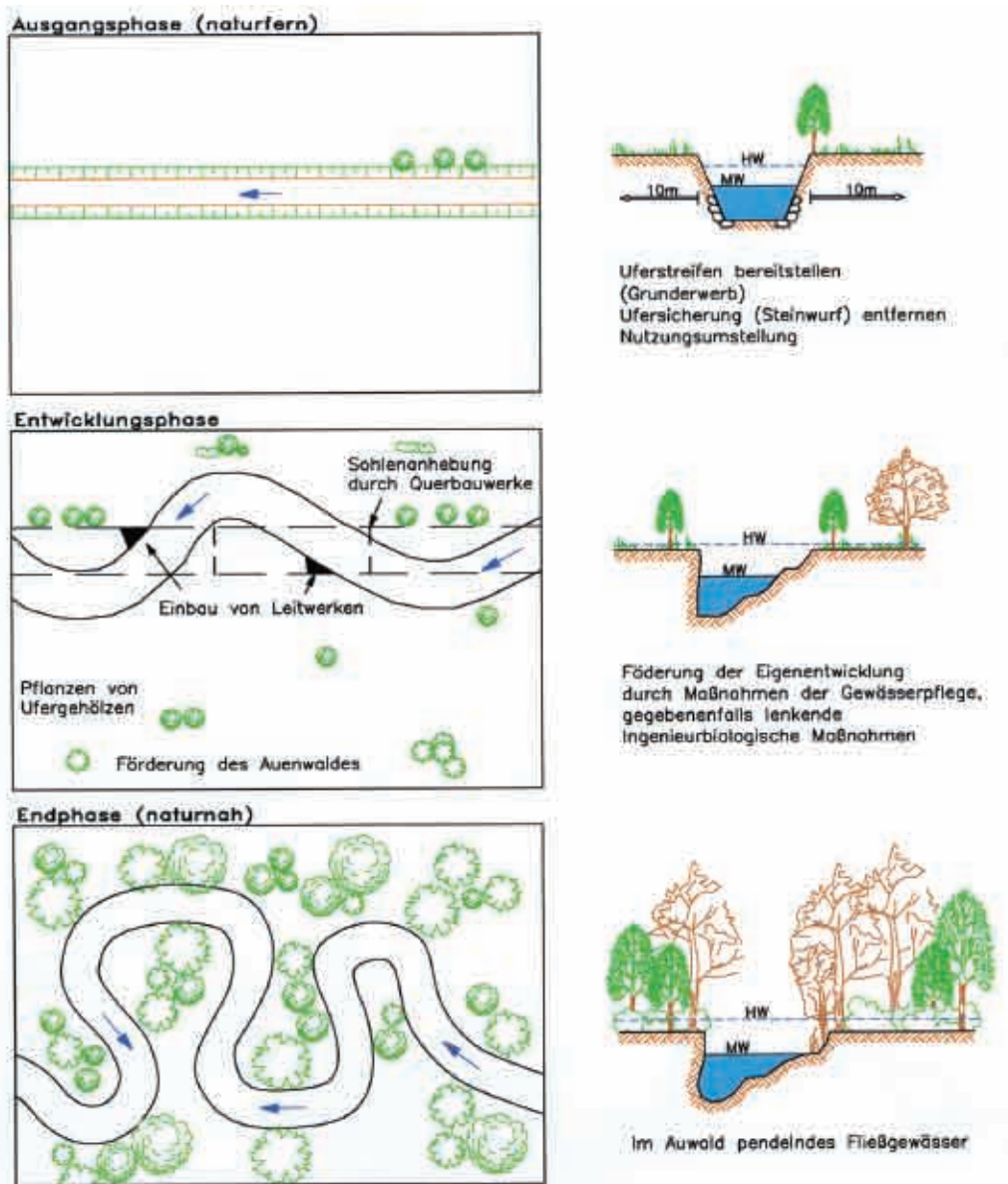


Abb. 1.5.15: Entwicklung eines Gewässerabschnittes nach Renaturierungsmaßnahmen (verändert nach DVWK 1996b)



Abbildung 1.5.15 (verändert nach DVWK 1996b: 250) zeigt vereinfacht die Grundsätze, die bei der Gestaltung der Überflutungsflächen in Verbindung mit der naturnahen Umgestaltung des Gewässers zu beachten sind. Der obere Teil der Abbildung zeigt das Gewässer im Ausgangszustand. Im mittleren Teil befindet sich das Gewässer in der ersten Entwicklungsphase nach der Umgestaltung – nach Durchführung der notwendigen ingenieurbioologischen Maßnahmen. Im unteren Teil der Abbildung ist das im Auwald pendelnde Fließgewässer als Ziel der angestrebten Gewässerentwicklung dargestellt. Bestehende Nutzungsinteressen lassen allerdings häufig nicht die ökologisch optimale Lösung zu – als Alternative sind erreichbare Entwicklungsziele zu entwickeln.

### **Wirkung**

Das Anheben der Fließgewässersohle, die Maßnahmen zur Wiederherstellung des natürlichen Gewässerverlaufes sowie der Rückbau vorhandener Deichbauwerke führen dazu, dass bei Hochwasser wieder Ausuferungen möglich werden (siehe Abb. 1.5.15). Flutpolder gestatten die gezielte Kappung von Hochwasserspitzen. Die Retentionswirkung besteht vor allem in der Verzögerung der Hochwasserwelle. Je nach Größe der Überflutungsfläche lassen sich große Wassermengen über mehrere Tage in der Aue zurückhalten (verlängerte Fließzeit) und Hochwasserscheitel vermindern – das Schadensrisiko für Unterlieger sinkt. Bei Erweiterung des Gehölz- und Feuchthflächenanteils in der Aue können sich wieder vermehrt autotypische Floren- und Faunenelemente einstellen.

### **Vor- und Nachteile**

Brandenburg hat bisher kaum eigene Erfahrungen mit der Schaffung von Überflutungsflächen. Projekte zur Fließgewässerrenaturierung haben sich bisher in der Regel auf das eigentliche Gewässer beschränkt. Derzeit werden Projekte zur Rückdeichung/Schaffung von Überflutungsflächen an der Elbe (z. B. 420 ha im Biosphärenreservat Flusslandschaft Elbe-Brandenburg zwischen Lenzen und Wustrow, siehe u. a. [www.burg-lenzen.de/deichrückverlegung/](http://www.burg-lenzen.de/deichrückverlegung/) oder [www.mlur.brandenburg.de/n/elbdeich.htm](http://www.mlur.brandenburg.de/n/elbdeich.htm)) und an der Oder vorbereitet bzw. geplant.

### **1.5.2.11 Initialpflanzungen zur Etablierung von Auwäldern**

In naturnahen Fluss- und Bachtälern prägen Auwälder die Niederungen. Die sehr artenreichen Auwälder gehören zu den am stärksten gefährdeten Lebensräumen Europas. Hier setzen sich bei Überflutungen Schweb- und Nährstoffe ab. Zusammen mit den Altwässern bilden sie struktur- und artenreiche Lebensräume. An vielen Bach- und Flussabschnitten wurden die Auwälder zugunsten landwirtschaftlicher und anderer Nutzungen zurückgedrängt, so dass die Gewässer heute oft nur noch von schmalen Ufergehölzsäumen begleitet werden.

### **Vorgehensweise**

Voraussetzung für die Neubegründung von Auwald ist die Wiederherstellung naturnaher Abflussverhältnisse mit der Möglichkeit von Überschwemmungen. Dabei sollte die natürliche Sukzession Vorrang vor Anpflanzungen haben. Weil Altbäume zur Naturverjüngung in der Fläche meist weitgehend fehlen, sind häufig zumindest Initialpflanzungen mit möglichst autochthonem Pflanzenmaterial sinnvoll.

Entscheidend für die Ausprägung der Auwaldgesellschaften ist vor allem ihre Höhe über dem mittleren Wasserstand. Weichholzaeuwälder (u. a. mit Weiden, Schwarzpappel) wachsen in etwa 0,1 bis 0,8 m über Mittelwasser, Hartholzaeuwälder (u. a. mit Ulmen, Eschen und Eichen) erst bei einer höheren Lage (SCHAFFRATH 1996). Ursache dafür ist die unterschiedliche Überflutungstoleranz der Baumarten. Die Begründung großflächiger Hartholzaeuwälder ist oft nicht möglich, da entsprechend hochliegende Flächen in den Überflutungsräumen nicht zur Verfügung stehen.

Die potenziell natürlichen Pflanzengesellschaften sind eine wichtige Grundlage für die Entwicklung einer standortgerechten, heimischen Vegetation und die Auswahl der Gehölze. Für die Pflanzung und Entwicklung von Auwäldern bzw. naturnaher Ufergehölzsäume gibt es keine allgemeingültige Regel, denn die Entwicklungsziele müssen immer auf das jeweilige Fließgewässer und die Standortverhältnisse abgestimmt werden. Beschreibungen der wichtigsten Auwaldtypen und Grundsätze zur Neuanlage bzw. Entwicklung sind verschiedenen wasserwirtschaftlichen Schriften zu entnehmen (z. B. UMWELTMINISTERIUM BADEN-WÜRTTEMBERG 1989).

Hydrologische Angaben zu verschiedenen Auwald-Typen, unter anderem Angaben zur Überflutungsabhängigkeit, sind in GOEBEL (1996) enthalten.

### **Wirkung**

Die Entwicklung von Auwäldern wirkt sich positiv auf den Landschaftswasserhaushalt aus. Auwälder unterstützen die Retentionswirkung der Aue und tragen zur Grundwasseranreicherung bei, indem sie das bei Hochwasser über die Uferböschungen tretende Wasser länger zurückhalten. So wirken sie dämpfend auf Hochwasserspitzen.

### **Vor- und Nachteile**

Eigene Erfahrungen liegen hierzu in Brandenburg kaum vor. Erste Pflanzungen (70 ha) fanden im Biosphärenreservat Flusslandschaft Elbe-Brandenburg statt. Im Rahmen der Deichrückverlegung zwischen Lenzen und Wustrow sind weitere 120 ha Auwaldbegründung mit autochthonem Pflanzenmaterial (eigene Baumschule) geplant (nähere Informationen und Ansprechpartner siehe u. a. [www.burg-lenzen.de/deichrückverlegung/](http://www.burg-lenzen.de/deichrückverlegung/)).

#### **1.5.2.12 Seesanie rung**

Wenn durch die Sanierung des Einzugsgebietes die Nährstoffeinträge vermindert werden, kann das zu einer Verbesserung der Wasserqualität von Seen führen. Oft sind dafür aber längere Zeiträume einzuplanen. Die Verbesserung der Gewässergüte von Seen ist aber in vielen Fällen nicht allein durch eine verminderte Nährstoffzufuhr erreichbar. Häufigster Grund für den Einsatz seeinterner Sanierungsverfahren ist, dass die Reaktionszeit des Gewässers auf eine Reduzierung der Nährstoffeinträge länger andauert, als man aus politischen und ökonomischen Gründen zu warten bereit ist. Die meisten seeinternen Sanierungsverfahren zielen darauf ab, die Phosphat-Konzentration im Seewasser zu reduzieren (Phosphor (P) ist limitierender Faktor für die Primärproduktion in Gewässern). Ausführliche Informationen zu seeinternen Maßnahmen, die den P-Haushalt eutrophierter Seen beeinflussen, finden sich u. a. in SCHAUSER ET AL. (2002). Bei Maßnahmen zur Phosphat-Fällung in Gewässern ist die geogene Phosphat-Belastung des Grundwassers zu prüfen. So ist

z. B. die Grundbelastung des Grundwassers im Schlaubetal mit Phosphat so hoch, dass bislang Phosphat-Fällungen im Müllroser See wenig Effekt erzielt haben.

### **Vorgehensweise**

#### ***Zugabe von Sauerstoff oder Nitrat***

Diese Maßnahme dient der Belüftung geschichteter Seen als Sofortmaßnahme bei akuten Sauerstoff-Mangelsituationen (Gefahr von Fischsterben) oder als Übergangslösung bis externe Maßnahmen zur Verbesserung der Gewässergüte führen.

Es gibt vielfältige technische Lösungen, um den Sauerstoffeintrag in ein Gewässer zu realisieren, z. B.:

- Destratifikation („Zwangszirkulation“): sauerstoffarmes Wasser wird an die Oberfläche gebracht, so dass sich der atmosphärischen Sauerstoffeintrag verstärkt
- Tiefenwasserbelüftung: sauerstoffarmes Wasser wird nach oben befördert und nach Sauerstoffanreicherung wieder in die Tiefe geleitet, ohne die thermische Schichtung zu zerstören
- Tiefenwasserbelüftung durch Einleiten von Sauerstoff/Luft mittels Pumpen direkt in das Tiefenwasser von Seen (je nach Intensität ist dabei die Zerstörung der thermischen Schichtung möglich)
- Nitrat wird in flüssiger Form/als Granulat auf das Sediment aufgebracht bzw. eingearbeitet

#### ***Probleme:***

Sauerstoffzufuhr kann extremen Sauerstoffmangel vorübergehend entschärfen, in Seen mit eisenreichem Sediment kann die P-Freisetzung kurzfristig verhindert werden. Eine langfristig positive Wirkung auf den P-Haushalt ist jedoch nicht zu erwarten. Die Wirkungs-dauer ein- oder mehrmaliger Nitratzugaben wird von der Verbrauchsrate begrenzt, die Maßnahme ist zur Bekämpfung kritischer Schwefelwasserstoffkonzentrationen geeignet. Die komplexen gewässerchemischen Vorgänge können die Wirksamkeit dieser Maßnahmen aufgrund unterschiedliche Probleme einschränken (siehe dazu ausführlich z. B. SCHAUSER ET AL. 2002)

### **Phosphat-Fällung mit Aluminium, Eisen oder Calcium**

Durch wiederholtes Einbringen von Aluminium-, Eisen- oder Calciumverbindungen kann Phosphor ausgefällt oder gebunden werden. Die Reaktionsprodukte lagern sich am Seeboden als Sediment ab. Damit soll das im Wasserkörper vorhandene Phosphor unmittelbar entfernt und/oder die P-Rücklösung aus dem Sediment vermindert werden.

#### *Probleme:*

Ohne Sanierung des Einzugsgebietes wird die ausgefallene P-Menge u.U. schnell durch fortgesetzte Einträge ersetzt. P-Bindungen können im Sediment wieder instabil werden, bei Überlagerung kann die P-bindende Schicht ihre Wirkung für den Wasserkörper rasch verlieren. Wiederholte Fällmittelanwendungen können zur Salzanreicherung im Gewässer führen. Der Einsatz von Aluminium wird sehr kontrovers diskutiert und ist besonders in Seen mit niedrigem/mäßigem pH-Wert sehr risikoreich (siehe SCHAUSER ET AL. 2002).

#### **Abdeckung**

Durch Aufbringen einer phosphorbindenden Deckschicht (Aluminium-, Eisen- oder Calciumverbindungen) auf die Sedimentoberfläche wird die P-Freisetzung aus dem Sediment in den Wasserkörper verringert.

#### *Probleme:*

Erfolgreiche Beispiele sind bisher nur beschrieben, wenn das verwendete Material neben günstigen physikalischen Eigenschaften auch gute Sorptionseigenschaften für Phosphor hat. Durchbrechende Gasblasen und Bioturbation können die Deckschicht beschädigen oder zerstören. Wird die Deckschicht mit frischem Sediment überlagert, verliert sie allmählich ihre Wirkung (siehe SCHAUSER ET AL. 2002).

### **Entschlammung**

Bei Entschlammungsmaßnahmen werden Sedimente teilweise oder vollständig aus dem Gewässer entfernt. Ziele der Maßnahmen sind z.B. Verhinderung von Verlandungstendenzen, Entfernung von Schadstoffen, Erhöhung der Schichtungsstabilität des Gewässers (damit Verringerung des P-Nachschubs aus dem Tiefenwasser), Entlastung des Sauerstoffhaushaltes des Tiefenwassers und Verminderung der P-Freisetzung.

#### *Probleme:*

Entschlammung stellt einen drastischen Eingriff in das Ökosystem mit schwer absehbaren Folgen dar. Nähr- und Schadstoffe können aufgewirbelt und rückgelöst werden (z.B. Schwermetall- und P-Verbindungen). Organische Sedimente und freigesetzte reduzierende Verbindungen belasten den Sauerstoffhaushalt des Gewässers. Die Schlammbehandlung und -entsorgung sowie die Aufbereitung des Rücklaufwassers sind aufwändig. Eine Entschlammung ist nur sinnvoll, wenn gleichzeitig die externe Stoffeinträge verringert werden (siehe SCHAUSER ET AL. 2002).

### **Tiefenwasserableitung (TWA) ohne oder mit externer Behandlung**

Das Grundprinzip besteht darin, statt des nährstoffarmen Oberflächenwassers nährstoffreiches Tiefenwasser abzuleiten und damit den P-Export zu erhöhen. Um die notwendige Fördermenge auch in Seen mit einer geringen Wassererneuerung zu ermöglichen, kann das Tiefenwasser extern durch Fällungs- oder Adsorptionsverfahren behandelt und wieder in den See eingeleitet werden.

#### *Probleme:*

Die Maßnahme kann nur in geschichteten Gewässern durchgeführt werden. Bei längerer Verweilzeit des Wassers ist die TWA nicht zu empfehlen. Das abgeleitete Tiefenwasser kann Fließgewässer und unterhalb gelegene Seen belasten (siehe auch SCHAUSER ET AL. 2002).

Tabelle 1.5.2 charakterisiert die Wirkung der Maßnahmen zur Seerestaurations entsprechend ausgewählter Kriterien.

**Tab. 1.5.2: Wirkungen seeinterner Maßnahmen auf die P-Retention im Sediment (nach SCHAUSER et al. 2002)**

Verfahren	Kosten	Primäre Steuergröße	Effektivität	Zeitliche Wirkung
Oxidation mit Sauerstoff oder Nitrat	hoch (Sauerstoff) mittel (Nitrat)	Redoxpotenzial	niedrig	kurz
Fällung mit Al	gering	P-Bindungskapazität	hoch	kurz bis lang
Fällung mit Fe (II, III)	gering	P-Bindungskapazität	niedrig bis hoch <sup>2</sup>	kurz
Mitfällung mit Calcit	gering	P-Bindungskapazität	niedrig bis hoch <sup>2</sup>	kurz bis lang
Abdeckung	gering-hoch <sup>3</sup>	Porosität	niedrig bis hoch <sup>2</sup>	kurz bis lang
Entschlammung	hoch	P-Gehalt des Sedimentes	niedrig bis hoch <sup>2</sup>	kurz
Tiefenwasserableitung (ohne oder mit externer Behandlung)	ohne externe Beh. gering-mittel mit externer Beh. hoch	P-Konzentration im Hypolimnion	niedrig	lang

<sup>2</sup> Abhängig von spezifischen Bedingungen

<sup>3</sup> Abhängig von der P-bindenden Komponente (Fe, Al, Ca)

### 1.5.2.13 Entschlammung und Wiederherstellung von Söllen

Um die langfristige Wirkung von Maßnahmen im Gewässer zu sichern, sollte eine Restaurierung von Kleingewässern nicht ohne die Sanierung ihres Einzugsgebietes erfolgen. Oberstes Ziel ist die möglichst weitgehende Wiederherstellung geschlossener Wasser- und Stoffkreisläufe auf einem niedrigeren Nährstoffniveau.

#### Vorgehensweise

Die wichtigsten Restaurierungsmaßnahmen (siehe auch KALETKA 1996) sind:

- Sanierung und Wiederherstellung von Binneneinzugsgebieten (siehe Kap. 1.5.1.1)
- Rückbau von Entwässerungssystemen
- muss die Vernässung angrenzender landwirtschaftlicher Nutzfläche vermieden bzw. begrenzt werden, Erhöhung des Wasserrückhaltes durch Einbau spezieller Stau- und Überlaufvorrichtungen, die bei kritischen Wasserständen einen Mindestablauf sicherstellen (Funktionsweise eines sogenannten Ablaufschachtes siehe Abb. 1.5.16)

- Entschlammung durch vollständiges Abtragen oder Absaugen der jüngsten, anthropogen entstandenen Sedimente (v.a. Faulschlamm) in noch vorhandenen Gewässern von Söllen (siehe Abb. 1.5.17, Varianten A und B)
- Wiederherstellung verdeckter bzw. zugedeckter Sölle, vorrangig aus Artenschutzgründen z.B. für Amphibien (SCHNEEWEIß 1996).

Eine dauerhafte und nachhaltige Wirkung der Restaurierungsmaßnahmen besteht nur bei:

- dauerhaft eingeschränkten Stoffeinträgen (Bodenerosion vermindern/verhindern)
- ausreichendem Wasserdargebot durch Grund- oder/und Stauwasser (Sölle besitzen naturgemäß eine enorme Schwankungsbreite in der Wasserführung und können in/nach trockenen Witterungsperioden trockenfallen)
- hinreichender Sollgröße und -tiefe (d.h. bei Neubzw. Wiederanlage als Biotop möglichst 1000 m<sup>2</sup> Mindestfläche, bei geringerer Größe sollten möglichst weitere Gewässer in der Nähe liegen (Biotopverbund); um winterliches Durchfrieren bzw. sommerliche Austrocknung zu vermeiden, sollte die Gewässertiefe mindestens 1 bis 2 m betragen)



- vorhandenem Potenzial für eine Wiederbesiedlung durch aquatische Lebewesen (z.B. Restpopulationen von Amphibien)
- Kenntnis von Sollenstehung, -aufbau und -funktion (mit Hilfe von Sondierungsbohrungen, siehe auch KALETTKA 1996); beim Ausbaggern muss das Durchstoßen wasserdichtender Schichten vermieden werden, bei wasserführenden echten Söllen mit mächtigen Torfkörpern sollte nur die oberste Torfschicht bzw. die aufgeschwemmte/aufgetragene nährstoffreiche, sauerstoffzehrende Schicht abgetragen werden
- natürlicher Gestaltung der Uferbereiche (Gewässerrand mit möglichst breiten Flachwasserzonen mit Ufergefälle von 1 : 10 bis 1 : 5) wie in Abbildung 1.5.18 (nach AID 1995)
- eingeschränktem Bewuchs der Uferbereiche mit Bäumen, da durch die Beschattung eine Besiedlung des Gewässers erschwert wird und durch Laubfall Nährstoffe eingetragen werden.

**Technische Verfahren** für die Entschlammung und Wiederherstellung zugeschütteter Sölle:

- **Saug-Spülverfahren**, effektiver bei größeren Gewässern (siehe Abb. 1.5.17):  
Das Wasser des Gewässers wird zum Spülen verwendet. Das wasserreiche Sediment kann nicht abtransportiert werden, sondern muss in Absetzbecken oder mit technischen Einrichtungen entwässert werden.
- **Nassbaggerung**, nur in kleinen Gewässern (siehe Abb. 1.5.17):  
Vom Ufer oder vom Wasser aus erfolgt eine direkte Entnahme. Eventuell sind Abholzungen im Uferbereich notwendig. Schlamm wird im Seitenbereich zum Abtrocknen zwischengelagert und einplaniert.
- **Trockenverfahren**:  
Bagger werden direkt auf der Gewässersohle eingesetzt, wenn das Wasser ganz oder teilweise abgelassen werden kann – der Schlamm kann vollständig entfernt werden.

Vor Beginn der Maßnahme ist das zu entnehmende Sediment zu untersuchen. Unbelastete Sedimente können z.B. in der Landwirtschaft verwertet werden, mit Schadstoffen belastete Sedimente müssen gesondert behandelt bzw. deponiert werden. Die Kosten schwanken stark und richten sich nach den eingesetzten Technologien bzw. Deponie- und Wiederverwertungsmöglichkeiten.

## Wirkung

Für den Landschaftswasserhaushalt ist die Erhöhung der Wasserspeicherfunktion in der Landschaft das vorrangliche Ziel. Besonders wirkungsvoll ist dabei die Wiederherstellung von Binneneinzugsgebieten einzuschätzen. Auch die Entschlammung bestehender Gewässer in Söllen bzw. die Wiederherstellung zugeschütteter Sölle wird diesem Ziel gerecht, weil zumindest kleinräumig die Wasserspeicherung in der Landschaft deutlich erhöht werden kann.

Die Entschlammung größerer Sölle sichert wichtigen Wasserspeicherraum. Bei Kleinsöllen, die auch unter natürlichen Bedingungen trockenfallen, kann der Anteil von Trockenphasen reduziert werden. Mit dem Rückbau von Entwässerungssystemen bzw. Wiederherstellung geschlossener Kleinstzugsgebiete reduziert sich der Nährstoffaustrag, durch Entnahme der sauerstoffzehrenden Schichten in bestehenden Gewässern kann sich die Wasserqualität deutlich verbessern. Werden zugeschüttete Sölle wiederhergestellt, können sich eine strukturreiche, naturnahe Vegetation und zusätzliche Amphibienlebensräume entwickeln.

## Vor- und Nachteile

Vollständig restaurierte Gewässer zeigen im Vergleich zu unbehandelten und teilentschlammten Söllen bzw. Kleingewässern niedrigere Nährstoffgehalte (siehe GREULICH & SCHNEEWEIß 1996). Teilentschlammungen, bei der das anthropogen entstandene Sediment nicht vollständig entfernt wird, verbessern die Gewässersituation kaum: Die verbliebenen Sedimente sorgen für eine ständige Nährstoffnachlieferung, so dass sich die Wasserqualität nur unwesentlich bzw. kurzfristig verbessert. Deshalb sollte möglichst die gesamte nährstoffreiche, sauerstoffzehrende Schicht beseitigt werden, ohne die wasserstauenden Schichten im Untergrund zu durchstoßen (s. o.).

Aus Artenschutzgründen kann die Wiederherstellung bzw. Neuanlage von Kleingewässern sinnvoll sein, wobei eine gründliche Kosten-Nutzen-Abwägung erfolgen sollte und die standörtlichen Gegebenheiten zu beachten sind (z.B. Nutzungsintensität der Umgebung, möglicher Biotopverbund). Natürlich verlandete Gewässer (ohne Faulschlamm-Ablagerungen) sollten nur in gut begründeten Einzelfällen wiederhergestellt werden.

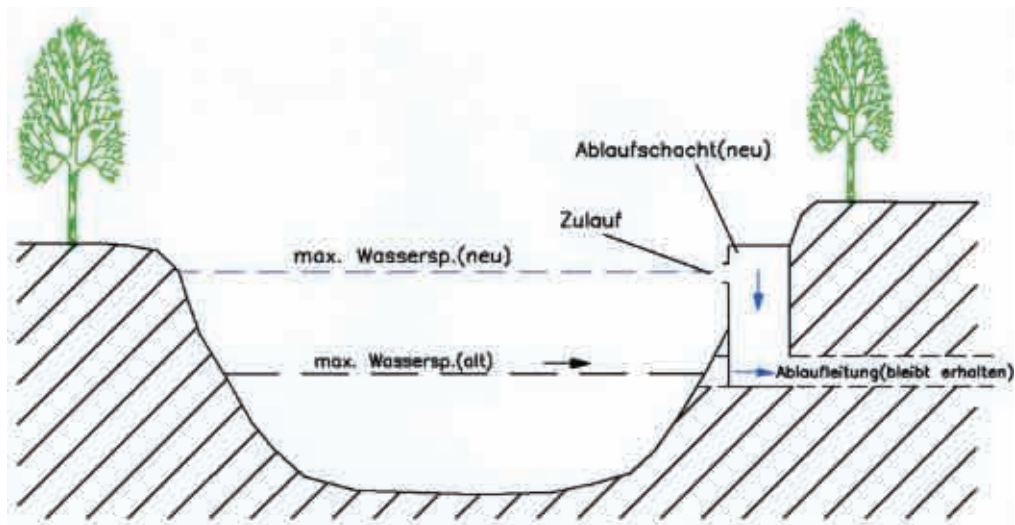


Abb. 1.5.16: Einbau von Überlaufeinrichtungen in Abfließleitungen

Beim **Saug-Spülverfahren** wird die Wasserqualität relativ wenig beeinträchtigt und es können auch geringmächtige Sedimentschichten ab 0,3 m beseitigt werden. Bei der **Nassbaggerung** ist die Arbeitstiefe wenig regulierbar, der aufgewirbelte Schlamm beeinträchtigt die Wasserqualität. Dünflüssiger Schlamm kann wieder ins Gewässer gelangen, durch die Zwischenlagerung des Schlammes kann nährstoffreiches Sickerwasser die Wasserqualität erneut beeinträchtigen. Das **Trockenverfahren** stellt einen schweren Eingriff dar und sollte nur in Ausnahmefällen bzw. bei der Wiederherstellung von zugeschütteten Söllen eingesetzt werden. Hierbei können die sauerstoffzehrenden Schichten vollständig entfernt werden.

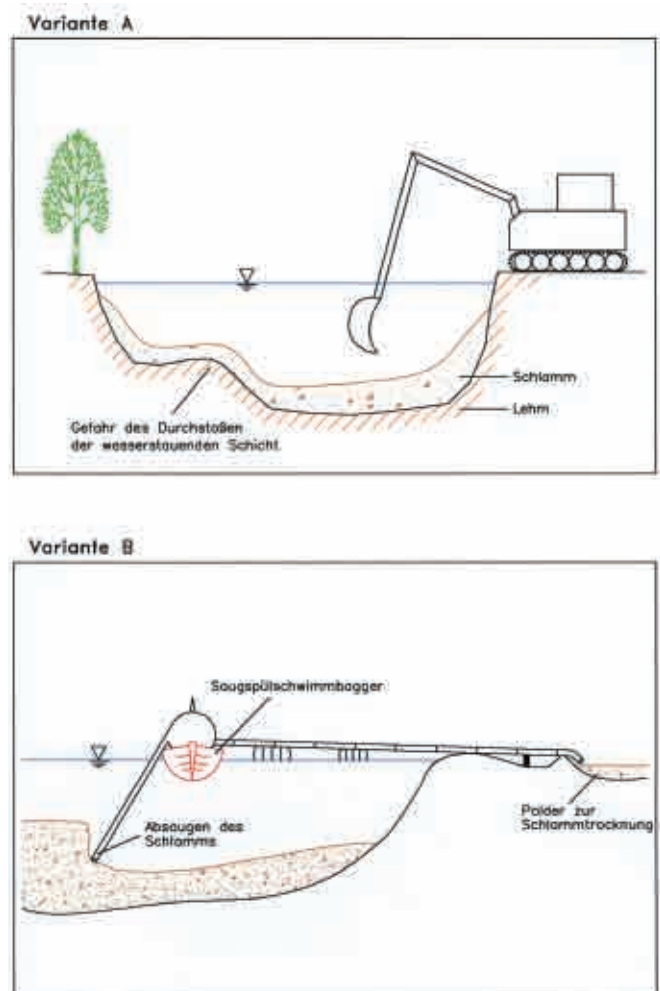


Abb. 1.5.17: Bauweisen bei der Entschlammung von Söllen  
(Variante A: Nassbaggerung, Variante B: Saug-Spülverfahren)

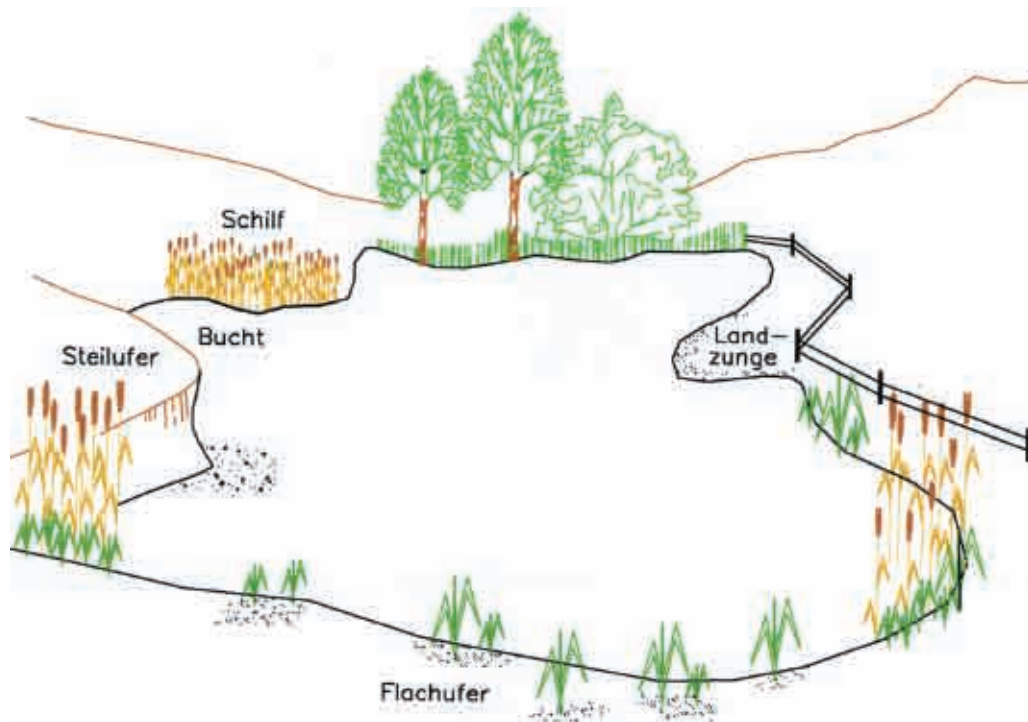


Abb. 1.5.18: Teich mit abwechslungsreich gestalteter Uferzone (AID 1995: 26).

#### 1.5.2.14 Schöpfwerksstilllegung

Schöpfwerke wurden gebaut, um tiefliegende Gebiete ohne ausreichende Vorflut zu entwässern. Mit dem Bau dieser Anlagen wurde i. d. R. die Eindeichung dieser Gebiete erforderlich – die Entwässerungsgebiete wurden zu Poldern. Die gepolderten Flächen liegen tiefer als das als Vorfluter dienende Gewässer. Die Polderfläche umfasst alle Flächen, die unter dem für die Höhe des Deiches berücksichtigten Außenwasserstand liegen.

Zu den Polderflächen gehören größtenteils auch Moor- und Auenflächen, die als Folge der Entwässerung einer besonders intensiven Bodenveränderung unterliegen. Durch den Prozess der Moorsackung liegen die Flächen schon nach wenigen Jahren Schöpfwerkbetrieb deutlich tiefer als vor dem Schöpfwerkbau (siehe Kap. 2.1.12). Die Größenordnung der Moorsackung ist abhängig von verschiedenen Faktoren, vor allem aber von der Moormächtigkeit und der Entwässerungsintensität. Flächen mit größerer Mächtigkeit sacken stärker als Flächen mit geringerer Mächtigkeit. Schwerwiegende anhaltende Standortveränderungen der Moorstandorte in den Polderflächen führen dazu, dass die Befahrbarkeit und die Produktivität der Grünlandflächen weiter abnehmen.

Durch die Umstrukturierung in der Landwirtschaft und die veränderten agrarpolitischen Rahmenbedingungen wird die kostenintensive Entwässerung kleiner Flächen (relativ hohe Betriebskosten von mehr als 50 €/ha Vorteilsfläche und Jahr) zunehmend unrentabel. Dies trifft besonders auf Grenzertragsstandorte zu, wo es angesichts eines minimalen zu erwartenden Reingewinns (z.B. ca. 100 €/ha/Jahr im Peenetal) bei Ausbleiben bisheriger Förderung relativ schnell zur Nutzungsaufgabe kommen kann (HENNICKE in SUCCOW & JOOSTEN 2001: 491).

#### Vorgehensweise

- Schöpfwerks-Stilllegung ohne weitere Maßnahmen ist nur möglich, wenn in die Polderfläche einleitende Dränagen und Zuleiter nicht eingestaut werden (mögliche Beeinträchtigung höher liegender Ackerflächen) und die Grünlandfläche im Polder nicht mehr genutzt wird
- bei Schöpfwerks-Stilllegung und Schaffung einer Vorflut durch Schlitzten vorhandener Deiche (Abb. 1.5.19, Variante A) erfolgt der Hochwasserabfluss über die tiefliegenden Bereiche des Polders in den Vorfluter; auch hier ist die Betroffenheit von Zuläufen und Dränagen zu beachten

- bei Schöpfwerks-Stilllegung und Schaffung einer natürlichen Vorflut durch Öffnen des Vorflutgrabens (Anschluss an Hauptvorfluter, Abb. 1.5.19 Variante B) Nutzung des Schöpfwerk-Freiauslaufes bzw. Herstellung einer Grabenverbindung aus der Polderfläche zum Hauptvorfluter

### Wirkung

Mit Einstellung des Schöpfwerksbetriebes steigen die Wasserstände in der Polderfläche. Bei entsprechend tiefem Gelände können sich mehr oder weniger große Wasserflächen bilden. Bei Niedrigwasser wird der Abfluss im Vorfluter durch die Speisung aus dem Polder erhöht, abhängig von der Größe der Vernässungsgebiete. Bei Hochwasser entfalten die Polderflächen ihre Funktion als Retentionsräume und schwächen durch Aufnahme großer Wassermengen und Verzögerung des Abflusses die Auswirkungen der Hochwasserwelle ab.

### Vor- und Nachteile

Nach einer Grundwasseranhebung bis zur Geländeoberfläche wird der Moorschwund gestoppt. In den Randbereichen der neu entstandenen Wasserflächen können sich die Moorböden über lange Zeiträume regenerieren. Weitere positive Auswirkungen sind die Ver-

besserung des Lokalklimas und die Schaffung von Rast- und Überwinterungsplätzen für die Vogelwelt (nordische Gänse, Entenvögel, Limikolen und Greifvögel).

Aus den überstauten Flächen werden zunächst weiterhin Nährstoffe freigesetzt und über die Vorfluter abgeführt. Allmählich wird sich jedoch die für naturnahe Niedermoore charakteristische Senkenfunktion (Festlegung von Kohlenstoff, Nähr- und Schadstoffen aus dem Stoffkreislauf) wieder einstellen. Dieser Prozess kann wenige Jahre bis mehrere Jahrzehnte in Anspruch nehmen. Um die negative Wirkung der Nährstofffreisetzungen auf die Wasserqualität zu verringern, sollte vor der Schöpfwerkstilllegung eine Nutzungsphase eingeschaltet werden, die z.B. durch Mahd bzw. Beweidung zu einer weitgehenden Aushagerung der Flächen führt.

Die unter den mittleren Wasserständen des Hauptvorfluters gelegenen Bereiche des Polders können nach einer Schöpfwerks-Stilllegung nicht mehr landwirtschaftlich genutzt werden. Für die übrigen Polderflächen sind nur noch extensive Nutzungsformen möglich.

Die Kosten für den Schöpfwerk-Rückbau sind verglichen mit den notwendigen Planungskosten relativ gering. Höhere Kosten entstehen, wenn auch Teile der Deichanlagen zurückgebaut werden sollen.

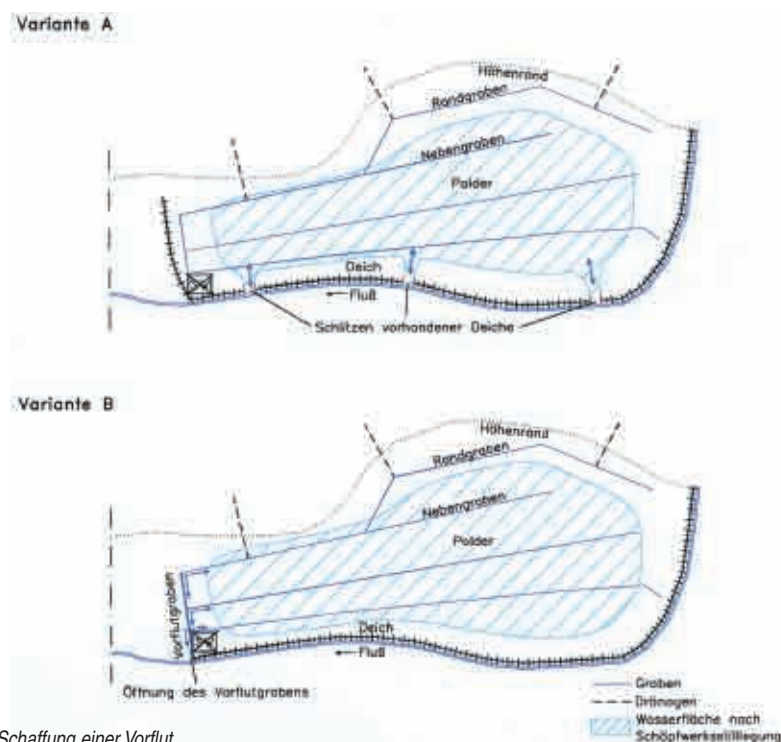


Abb. 1.5.19: Schöpfwerksstilllegung  
(Variante A: Schöpfwerks-Stilllegung und Schaffung einer Vorflut durch Schlitzen vorhandener Deiche; Variante B: Herstellung einer Grabenverbindung aus der Polderfläche zum Hauptvorfluter)



### 1.5.2.15 Rückbau von Dränagen

In landwirtschaftlich genutzten Gebieten mit hohen Grundwasserständen (Niedermoore, Auen) bzw. mit oberflächennah anstehendem Schichtenwasser (Lehmgebiete der Grund- und Endmoränen) wurden große Flächen unterirdisch dräniert. Der hiermit verbundene Anschluss von Binneneinzugsgebieten an das Gewässernetz führte zu einer Vergrößerung der oberirdischen Einzugsgebiete und damit zu einem erhöhten Abfluss (vor allem der Abflussspitzen). Damit gelangen erhebliche Nährstoffmengen von den Acker- und Grünlandflächen über die Dränageleitungen direkt in die Gewässer.

Auch in Niederungsgebieten wurden Gräben durch Dräne ersetzt, denn größere zusammenhängende Flächen erleichterten die Bewirtschaftung. Für eine effektive Wiedervernässung ist es notwendig, noch funktionierende alte Dränrohre unwirksam zu machen. Um die Dränwirkung aufzuheben, ist es i. d. R. ausreichend, die Dräne abschnittsweise zu unterbrechen (siehe z. B. Abb. 1.5.20 A).

#### Vorgehensweise

- Durchtrennen bzw. Herausnahme der Ton- oder Kunststoff-Dränrohre an mehreren Stellen, z. B. mittels Bodenmeißel durch einen Bagger (mind. 1,5 m lang)
- ist die Lage der Dränrohre unbekannt, sollte die gesamte gedränte Fläche mit einem Betonmeißel aufgerissen werden; alternativ dazu Aufnehmen der Dränstränge mit dem Bagger
- nach Herausnahme der Dränrohre Einebnen des Oberbodens mittels Bagger

Wo Dränagen durch Wiedervernässungsmaßnahmen eingestaut werden und zur Vermeidung von Schäden an landwirtschaftlichen Nutzflächen weiterhin eine Vorflut notwendig ist, müssen die Dränagen aufgenommen und durch Gräben ersetzt werden.

Bei Wiedervernässungsmaßnahmen muss die für Moorstandorte häufig verwendete Maulwurfausschnittsdränung (von einer Maschine in den Boden gefräste, unbefestigte Hohlräume) wegen ihrer begrenzten Funktionsdauer (maximal 10–15 Jahre) nicht beseitigt werden.

#### Wirkung

Durch den Rückbau von Dränagen reduziert sich der Abfluss von diesen Flächen – die Grundwasserneubildung wird erhöht. In Niederungsgebieten lässt sich durch diese Maßnahme mehr Wasser für längere Zeit in der Fläche zurückhalten.

#### Vor- und Nachteile

Aus dieser Maßnahme ergeben sich besonders in den Niederungen positive Wirkungen für den Wasser- und Stoffhaushalt. Indem Wasser und Stoffe länger in der Fläche zurückgehalten werden, regeneriert bzw. erhöht sich ihre Senkenfunktion. Der Eintrag von Nährstoffen in die vorgelagerten Gewässer kann deutlich vermindert werden. Bei erneut einsetzendem Moorwachstum werden mit den aufgewachsenen Torfen Nährstoffe festgelegt.

Nachteilig wirkt sich der Rückbau von Dränagen auf die Nutzbarkeit dieser Flächen aus, da sie nun wieder zunehmend von Staunässe bzw. hohen Grundwasserständen bestimmt werden.

### 1.5.2.16 Beseitigung von Bauwerken an Quellen

Häufig wurden Quellen unterhalb der Quellaustritte „gefasst“, um sie z. B. als Viehtränke oder Teich zu nutzen. Auch durch Entwässerungsmaßnahmen, wie z. B. Dränierung der Quellbereiche, wurde das Wasserregime vieler Quellbiotope beeinträchtigt. Infolge solcher Eingriffe gingen die typischen Lebensgemeinschaften der Quellbereiche verloren bzw. verarmten.

#### Vorgehensweise

Im Rahmen von Renaturierungsmaßnahmen müssen vor allem die ursprünglichen hydrologischen Verhältnisse möglichst weitgehend wiederhergestellt werden.

- Aufhebung der Entwässerungswirkung von Entwässerungsanlagen (Abb. 1.5.20 Variante A)
  - Dränagen (Sauger- und Sammlerleitungen) in Quellbereichen unwirksam machen; damit Anhebung des Grundwasserstandes und Verhinderung der schnellen Wasserabführung zur Vorflut (vgl. Kap. 1.5.2.15)

- vollständiger Verschluss von Gräben zur Fassung und Entwässerung von Quellaustritten und Quellbiotopen, dadurch Wiedervernässung der Quellbiotope
  - bei ursprünglich natürlichen Bächen im Bereich der Quellaustritte Anhebung der Bachsohle auf das natürliche Niveau, dadurch Verminderung der Entwässerungswirkung
- Entfernen von Stauanlagen und künstlichen Becken (Abb. 1.5.20 Variante B)
    - Entfernen von Stauen oder Dämmen zum künstlichen Anstau von Quellaustritten und dadurch entstandener Teiche oder befestigter Wasserbecken
    - Entfernen vorhandener Schlammablagerungen in den abgelassenen Teichen, um das natürliche Bodensubstrat freizulegen

### Wirkung

Ziel aller Maßnahmen ist die Beseitigung der künstlichen Entwässerungs- und Stauanlagen und der damit verbundenen Veränderungen im Wasserhaushalt der Quellbiotope. Durch Beseitigung künstlicher Stauteiche kann z.B. wieder eine flache Überrieselung des

Quellbereiches mit austretendem Quellwasser erfolgen, in deren Folge sich eine quelltypische Lebensgemeinschaft entwickeln kann. Durch Beseitigung von Dränagen und Gräben wird der Grundwasserstand angehoben und eine schnelle Abführung des Wassers verhindert – das Quellbiotop wird wiedervernässt (vgl. Kap. 2.1.1).

### Vor- und Nachteile

Quellbiotope sind in der Regel nur durch vollständigen Rückbau vorhandener Entwässerungs- und Stauanlagen zu renaturieren. Bei kleinen, lokal eng begrenzten Quellaustritten und -biotopen ist von relativ geringen Kosten für eine Renaturierung auszugehen, da meist nur ein kurzer Grabenabschnitt zugeschüttet oder kleinere Bauwerke beseitigt werden müssen. Sind die Quellbiotope größer, wie z.B. bei Sumpfqellen oft der Fall, können ganze Niederungsbereiche von der Renaturierungsmaßnahme betroffen sein. Bei landwirtschaftlicher Nutzung mit zahlreichen Entwässerungsanlagen (Gräben, Dränagen) ist eine Renaturierung entsprechend teuer. Sind infolge der Renaturierung größere Flächen nicht mehr oder nur noch eingeschränkt landwirtschaftlich nutzbar, kann das zu Konflikten mit Nutzern und/oder Flächeneigentümern führen.

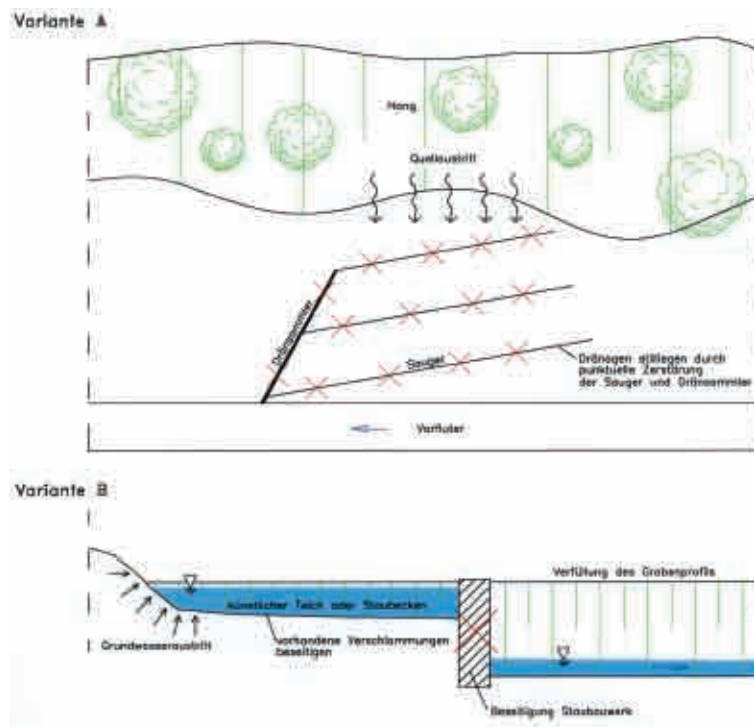


Abb. 1.5.20: Beseitigung von Bauwerken in Quellbereichen (Variante A: Aufhebung der Entwässerungswirkung von Dränagen, Variante B: Beseitigung eines künstlichen Anstaus)