



Wasserland Steiermark

Die Wasserzeitschrift der Steiermark 1/2007

**COPING WITH
WATER SCARCITY**

**22. MÄRZ 2007 GRAZ
WELTWASSERTAG**

Weltwassertag 2007

unter dem Motto
»Coping with Water Scarcity«

Internationaler Tag des Wassers

Medieninhaber/Verleger:

Umwelt-Bildungs-Zentrum Steiermark
8010 Graz, Brockmanngasse 53

Postanschrift:

Wasserland Steiermark
8010 Graz, Stempfergasse 7
Tel. +43(0)316/877-5801
(Projektleitung)
Fax: +43(0)316/877-2480
post@wasserland.at
www.wasserland.at
DVR: 0841421

Erscheinungsort:

Graz

Verlagspostamt:

8010 Graz

Chefredakteur: Margret Zorn

Redaktionsteam:

Uwe Kozina, Ursula Kühn-Matthes,
Hellfried Reczek, Florian Rieckh,
Robert Schatzl, Brigitte Skorianz,
Volker Strasser

**Die Artikel dieser Ausgabe wurden
begutachtet von:** Rudolf Hornich,
Gunther Suetter, Johann Wiedner

Die Artikel geben nicht unbedingt
die Meinung der Redaktion wieder.

Grafik- und Druckvorbereitung,

Abonnenenverwaltung:

Walter Spätauf
Tel. +43(0)316/877-2560
redaktion@wasserland.at

Anzeigebearbeitung:

Maria Höggerl

Titelbild:

FH-Joanneum,
Studiengang Informationsdesign, JG 04

Gestaltung:

graphic kerstein werbung&design
8111 Judendorf,
Tel.: +43(0)3124/54 418
graphic.kerstein@inode.at

Druck:

Medienfabrik, Graz
www.mfg.at

Gedruckt auf chlorfrei
gebleichtem Papier.
Bezahlte Inserate sind
gekennzeichnet.

Donnerstag, 22. März 2007

Die UNO hat im Jahr 1993 den 22. März zum Weltwassertag erklärt, der die Bedeutung und den Wert der weltweiten Wasserressourcen bewusst machen soll. **Das heurige Motto zum Weltwassertag lautet „Bewältigung der Wasserknappheit“.** Um der Intention der UNO Rechnung zu tragen, haben die Partner des Weltwassertages 2007 das Thema aufgegriffen und bereiten in Graz – wie alle Jahre – künstlerische bzw. kulturelle und auch wieder sportliche Beiträge vor.

Programm:

15.00 Uhr

Start des 3. Wasser- und Kanallaufes

Mit einer Streckenlänge von 10 km führt der Lauf vom Wasserwerk Andritz entlang der Mur zum Grazbachkanal (auf Höhe Augarten), wo unterirdisch bis zur Raimundgasse gelaufen wird. Weiter geht es über den Stadtpark bis ins Ziel am Karmeliterplatz.

Mit einer Startgebühr von 15,- Euro erhalten Sie auch tolle Geschenke, unter anderem die begehrte Halogenstirnlampe.

Anmeldung unter: Interpromotion - Erich Hollerer, Fax: +43(0)316/849988-14 oder per Mail an: interpromotion@aon.at

18.30 Uhr

Künstlerischer Abend (inszeniert von Richard Kriesche) mit NEPTUN-Wasserpreisverleihung im Bad zur Sonne

Begrüßen werden Sie bei dieser Veranstaltung Landesrat Johann Seitingner, Stadtrat Gerhard Rüsich und Stadtwerke-Vorstand Wolfgang Malik.

Der bekannte Medienkünstler Richard Kriesche sorgt in weiterer Folge in Zusammenarbeit mit den Studierenden der Fachhochschule Joanneum – Informationsdesign sowie der Kunstuniversität Graz für die Realisierung eines künstlerischen Beitrags – abgestimmt auf das heurige Motto zum Weltwassertag. Richard Kriesche thematisiert anhand von Parallelen und wohl auch Gegensätzen „die Anomalie des Wassers im Rahmen der naturgesetzlichen Normen“ und „die Anomalie der Kunst in der Gesellschaft“. Eine spannende Reise durch und mit Wasser ist mit Sicherheit zu erwarten.

Im Anschluss folgt die NEPTUN-Wasserpreisverleihung. Prämiert werden die besten Einreichungen der Kategorie „WasserEmotion“, die neben den bundesweiten Kategorien landesweit vergeben wird.

Einen Ausklang findet der Abend – schon traditionell – mit Fischsuppe, Wasser und Bier.

Weitere Informationen unter: www.wasserland.at





Coping with Water Scarcity

Johann Wiedner

2

Libyen – Ansätze für eine strategische Nutzung des Grundwassers

Hans Zojer

4

Hydrologische Übersicht für das Jahr 2006

Barbara Stromberger – Robert Schatzl – Daniel Greiner

8

Wasserlexikon

Claudia Hirschmann – Martha Moritz

13

Die Nitratproblematik im Murtal

Johann Fank

14

Kläranlage Graz

Harald Kainz – Gerald Maurer

18

Sachprogramm Grazer Bäche

Dietmar Lautscham

23

Hochwasserrückhaltebecken – Teil 1

Alfred Ellmer

28

Buchtipps

31

Gewässerpflege und -instandhaltung

Norbert Baumann

32

Optimierte Entlandungsmaßnahmen an alpinen Speichern

Helmut Knoblauch – Hannes Badura – Josef Schneider

36

Erstellung eines „Pegelschlüssels“ an der Pinka

Oskar Hable

41

Wasserwirtschaft in Tschechien

Ursula Kühn-Matthes

43

Veranstaltungen

47

Coping with Water Scarcity

Bewältigung der Wasserknappheit



DI JOHANN WIEDNER
Amt der Steiermärkischen
Landesregierung
Abteilung 19 – Wasser-
wirtschaft und Abfallwirt-
schaft
8010 Graz, Stempfergasse 7
Tel. +43(0)319/877-2025
johann.wiedner@stmk.gv.at

Der Weltwassertag 2007 steht unter dem Motto „Coping with Water Scarcity“, was soviel bedeutet wie die „Bewältigung der Wasserknappheit“. Ein Thema, das vor allem im Zeichen der globalen Probleme mit nicht ausreichenden Wasserressourcen steht. Das Thema Wasserknappheit ist jedoch auch immer wieder ein Thema in Europa und auch in der Steiermark.

Unter Wasserknappheit wird dabei jener Zustand verstanden, bei dem die Summe der Belastungen aller Nutzer in Bezug auf Wassermenge oder Wasserqualität ein Ausmaß erreicht, welches eine vollständige Bedarfsdeckung aller verschiedenen Sektoren einschließlich der Umwelt nicht mehr gewährleisten kann. Laut Schätzungen der UNO werden im Jahr 2025 rund 1,8 Mia. Menschen in Ländern oder Regionen leben, die von Wasserknappheit betroffen sind, etwa 2/3 der Weltbevölkerung könnten zumindest zeitweise belastenden Bedingungen ausgesetzt sein. Neben den bekannten Problembereichen etwa im Nahen Osten oder in Nord-

afrika, sind von dieser Entwicklung auch Staaten wie Mexiko, China oder Indien betroffen. Als Folge werden sowohl innerstaatliche als auch zwischenstaatliche Konflikte befürchtet.

Die Ursachen der Verknappung des Dargebotes an nutzbarem Wasser sind die Auswirkungen der Wohlstandsgesellschaft ebenso wie ressourcenüberlastende Bewirtschaftungsweisen. Das rapide Wachstum urbaner Ballungsräume führt zusehends zu einer Übernutzung lokaler Wasserressourcen. Die Tatsache, dass der globale Wasserverbrauch im letzten Jahrhundert mehr als doppelt so schnell gestiegen ist wie die Bevölkerungswachstumsrate, lässt erahnen, in welchen Dimensionen sich weitere Verände-

rungen in der menschlichen Nutzungsweise auf den Wasserhaushalt auswirken werden.

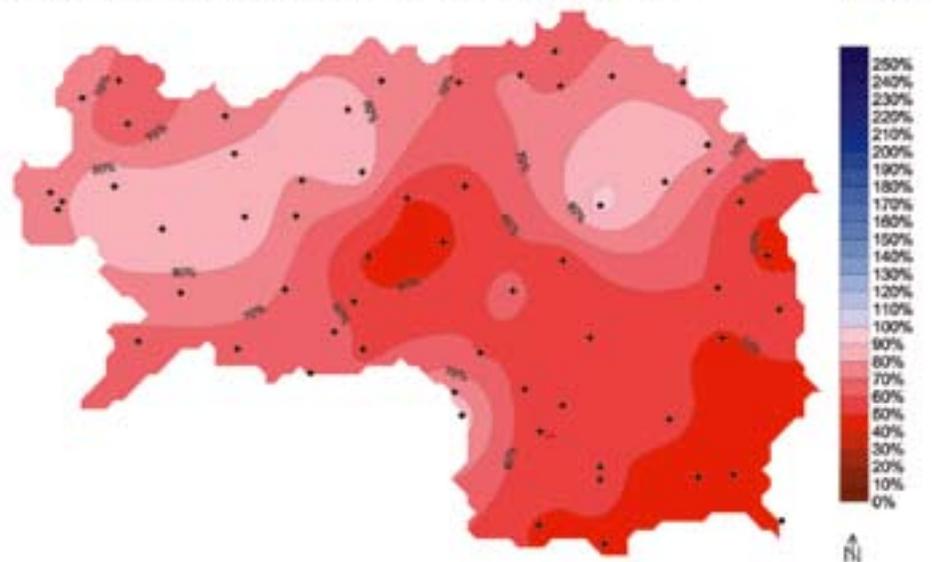
Über die zunehmenden Nutzungsansprüche hinaus müssen aber in Zukunft auch die Folgen des prognostizierten Klimawandels beachtet werden. Dieser könnte regional zur dauerhaften Abnahme bzw. zu starken temporären Schwankungen des Wasserdargebotes führen.

Ist die Steiermark von Wasserknappheit betroffen?

Die Steiermark verfügt im Gesamten über ausreichend Wasser um den Bedarf an Trinkwasser aber auch Nutzwasser für Wirtschaft und Industrie zu decken.

Abb. 1: Niederschlagsverhältnisse im 1. Halbjahr 2003 mit großen Abweichungen vom langjährigen Mittel. Vergleichsweise geringe Niederschläge in Verbindung mit einer Hitzeperiode führten 2003 zu örtlicher Wasserknappheit auch in der Steiermark

Relative Niederschlagsmenge von Jänner bis Juni 2003



(prozentualer Anteil an Normalwert 1961-1990)

Grundlagen: BfL, nach Umweltgipfel



Abb. 2: Kalte Mürz – Restwasserstrecke nach Kraftwerk

Wie die Trockenphase 2001 bis 2003 gezeigt hat (Abb. 1), können auch in der Steiermark regionale Wasserverknappungen auftreten bzw. kann es zu Nutzungskonflikten bei erhöhtem Bedarf an Bewässerungswasser für die Landwirtschaft kommen.

Die Ansprüche an das Wasser nehmen auch in unserem Bundesland zu. Einwandfreies Trinkwasser zählt zu diesen Ansprüchen ebenso wie jene nach geeigneten und preiswerten Produktionsmitteln für die Wirtschaft, auf Nutzung der Energiepotentiale (Abb. 2) aber auch auf einen wertvollen Natur- und Erlebnisraum. Die Ansprüche beziehen sich nicht nur auf die ausreichende Menge, sie beziehen sich ebenso auf eine gute Qualität (siehe auch Wasserland Steiermark, Zeitschrift 1/2006, Artikel „Nachhaltige Wasserwirtschaft“).

Bewältigung der Wasserknappheit

Unter diesen vielseitigen Gesichtspunkten wurde der von der Welternährungsorganisation (FAO) koordinierte Weltwassertag 2007 im Rahmen der Internationalen Wasserdekade „Water for Life“ unter das Motto „Coping with Water Scarcity“ gestellt. Damit soll weltweit die stetig steigende Bedeutung der Wasserknappheit ebenso ins Bewusstsein gerufen werden wie die Notwendigkeit, die Zusammenarbeit auf lokaler wie internationaler

Ebene zu intensivieren, um ein effizientes, gerechtes und nachhaltiges Management der Wasserressourcen sicherzustellen.

Die Beiträge in der Wasserland Steiermark-Zeitschrift beschäftigen sich immer wieder mit internationalen Wasserwirtschaftsfragen. In dieser Ausgabe widmet sich der Artikel von Dr. Zojer der Wasserwirtschaft in Libyen.

Auch für die Steiermark stellen einerseits die Bewusstseinsbildung zum verantwortungsvollen Umgang mit Wasser und andererseits die Zusammenarbeit auf lokaler und regionaler Ebene wichtige Instrumente zur Sicherung der Wasserbedarfsdeckung dar. Zur Sicherung der Trinkwasserversorgung, aber auch zur wasserwirtschaftlich verträglichen Entnahme von Wasser für Bewässerungszwecke in der Landwirtschaft, wurden in den letzten Jahren umfassende Konzepte entwickelt. Erhebliche Aufwendungen werden für die Beobachtung und Erkundung der Grundwasser-Ressourcen getätigt, um die zukünftigen Nutzungen von Wasser sowie die Maßnahmen, die auf den Wasserhaushalt wirken, nachhaltig gestalten zu können.

Wasserversorgungsplan Steiermark – Stand der Umsetzung

Das Schlüsselprojekt zur dauerhaften Sicherung der Trinkwasserversorgung in der Steiermark ist der Ausbau eines gemeinde- und regionenübergrei-



Abb. 3: Bau der Transportleitung in der 2. Plabutschraube (2004)

fenden Wassernetzwerkes. Ausgehend vom Wasserversorgungsplan Steiermark, der 2002 veröffentlicht wurde, und den nachfolgenden ergänzenden Planungen wurde begonnen, ein zukunftsfähiges Wassernetzwerk - bestehend aus örtlichen Verbindungsleitungen und regionalen Transportleitungen - umzusetzen. Das gesamte Programm „Wassernetzwerk Steiermark“ umfasst ein Investitionsvolumen von knapp 50 Mio. Euro.

Die notwendigen örtlichen Verbindungen mit Gesamtkosten von rd. 24 Mio. Euro wurden zwischenzeitlich zur Hälfte realisiert und haben sich im Betrieb bereits bewährt. Von den Transportleitungen wurde jene in der 2. Plabutschraube bereits fertiggestellt (Abb. 3). Mit dem größten Projekt der „Transportleitung Oststeiermark“ - einer Leitung von Graz nach Hartberg - wurde begonnen. Diese Leitung mit einem geschätzten Investitionsvolumen von 15 Mio. Euro soll in spätestens 3 Jahren in Betrieb gehen.

Ressourcenschutz

Neben dem Bau von Wassertransportleitungen darf jedoch der flächendeckende Schutz der nutzbaren Wasservorkommen vor Verunreinigung und Übernutzung nicht vernachlässigt werden. Dies gilt für die intensiv genutzten Talgrundwässer und Tiefengrundwässer ebenso wie für die zahlreichen Quellen der Steiermark.

Das Schlüsselprojekt zur dauerhaften Sicherung der Trinkwasserversorgung in der Steiermark ist der Ausbau eines gemeinde- und regionenübergreifenden Wassernetzwerkes.

Libyen – Ansätze für eine strategische Nutzung des Grundwassers



DR. HANS ZOJER
Joanneum Research
Institut für WasserRessourcenManagement
8010 Graz,
Elisabethstrasse 16
Tel. +43(0)316/8761374
hans.zojer@joanneum.at

Die ungleichmäßige Bevölkerungsverteilung sowie unsachgemäße Bewässerungstechniken führen in Libyen zu einer stetig steigenden regionalen Übernutzung der Wasserressourcen. Diese Problematik wird durch den Umstand, dass ein Großteil der Grundwasserreserven nicht erneuerbar ist, noch zusätzlich verschärft. Unter Mitwirkung des Joanneum Research wird daher nun verstärkt versucht, dieser Entwicklung durch eine nationale Wasserstrategie entgegenzuwirken.

Obwohl Libyen mit seiner Fläche von mehr als 1,5 Mio. km² wegen seiner Bevölkerungsverteilung als mediterranes Land angesehen wird, unterliegt der größte Teil dem ariden Wüstenklima mit Niederschlägen zwischen 1 und 35 mm/a. Lediglich entlang der Küste werden Niederschlagshöhen zwischen 200 und 400 mm erreicht. Der Küstenstreifen, der nur 2 % der Landesfläche ausmacht, beheimatet mehr als 80 % der Bevölkerung.

Wasserressourcen

Libyen ist ein arides Land und verfügt daher nicht nur über sehr begrenzte Wasservorräte, sie sind auch ungleichmäßig verteilt. Die unregelmäßigen Winterregen bedingen einen Abfluss von etwa 6 m³/s. Die episodischen Wadiflüsse in der Größenordnung von ca. 20 m³/s kommen vor allem der Grundwasserneubildung zugute. Die Trinkwasserversorgung stammt zu 97 % aus dem Grundwasser, wobei die Aquifere örtlich sogar eine Tiefe von über 1.000 m erreichen. Nur wenige der Grundwässer sind erneuerbar. Dies hat auch Auswirkungen auf

Abb. 1: Lage der Wasserleitungen aus dem Great Man River Project (aus Fischer Almanach 2005)



die Wasserbilanz: So sind von einem mittleren zur Verfügung stehenden Wasserpotential von etwa 3.800 Mio. m³/a nur 22 % erneuerbar. Dies führt dazu, dass die jährliche Wasserbilanz jeweils ein beträchtliches Defizit aufweist, das gegenwärtig bei 1.300 Mio m³/a liegt und einer Hochrechnung zufolge im Jahr 2025 4.000 Mio. m³/a übersteigen soll. Betrachtet man die einzelnen Grundwasserprovinzen separat, kommen die Defizite noch deutlicher zum Vorschein. So wies der am dichtesten besiedelte Bereich, die Jefarah-Ebene an der Küste

um Tripolis (Abb. 3), bereits 1995 ein Defizit von über 900 Mio. m³/a auf, das nur durch Zuleitungen aus Fremdgebieten kompensiert werden konnte.

Die Defizite nehmen seit den sechziger Jahren des letzten Jahrhunderts kontinuierlich zu, ausgehend von den Küstenebenen bis zu den Oasen im Inneren des Landes. Der Grund dafür liegt in der Landwirtschaft und hier vor allem in den Bewässerungsmethoden wie z.B. über Sprinkleranlagen, die dem ariden Klima wi-



Abb. 3: Tripolis

dersprechen und zu großen Verlusten infolge Pflanzenverdunstung führen. So werden in der Jafarah-Ebene 80 % des Wasserbedarfs durch die Bewässerung verursacht, in den Oasen im Süden (z.B. Murzuk), die intensiv bewirtschaftet sind aber nur einen geringen Bevölkerungsanteil aufweisen, steigt der Bewässerungsanteil nahezu auf 100 %. In Murzuk beträgt der Anteil für Trinkwasser am gesamt genutzten Wasser nur 2 %.

Diese fatale Entwicklung erforderte schnelle Entscheidungen, um entsprechende Maßnahmen zu setzen:

- gesetzliche Kontrolle der Wassernutzung vor allem hinsichtlich der Bewässerung
- Wasserpreis für Trink- und Nutzwasser
- verstärkte Meerwasserentsalzung
- Einrichtung von Brunnenfeldern im Süden des Landes und einen Wassertransport über Pipelines zu den Küstenregionen (Great Man River Project)

Great Man River Project (GMRP)

Schon in den fünfziger Jahren des vorigen Jahrhunderts wurden im Zuge der Erdölprospektion südlich der Großen Syrte beachtliche Grundwasservorräte angefahren. Bestimmungen des Wasseralters ließen den Schluss auf eine sehr unterschiedliche Neubildungscharakteristik zu. Eine große Zahl

von Grundwässern führt keinen radioaktiven Kohlenstoff mehr, was bedeutet, dass das Wasser älter als 35.000 Jahre ist und wahrscheinlich nicht mehr nachgebildet wird. Die meisten der Wässer liegen in ihrer Verweildauer zwischen 15.000 und 25.000 Jahren und gelten daher als klares Relikt einer Grundwasserneubildung aus der letzten Eiszeit, die in dieser Breite als Pluvialzeit geprägt war. Nur wenige Wässer sind jünger und entstammen lokalen Aquiferen.

In der ersten Phase wurde eine 1.200 km lange Pipeline vom Brunnenfeld Al Jazirah an die große Syrte gebaut, seit 1991 fließen von hier 23 m³/s nach Norden zur Versorgung der Küste zwischen Surt und Benghazi (Abb. 1). Seit der zweiten Phase werden Tripolis und die Jafarah-Ebene mit Wasser aus dem Süden versorgt. Aus dem Brunnenfeld nördlich von Sabha (Hasawinah) werden 25 m³/s entnommen. In der dritten Phase, die noch nicht abgeschlossen ist, sollen im östlichen Teil durch die Einbeziehung

der Bohrungen von Kufra weitere 19 m³/s erschrotet und die Versorgungsleitungen im Nordosten bis Tobruk erweitert werden. In dieser Phase ist auch eine Verlängerung der westlichen Leitung bis nach Murzuk vorgesehen. Im Endausbau sollen mehr als 60 m³/s zur Trinkwasserversorgung und Nahrungsmittelproduktion an der Mittelmeerküste zur Verfügung stehen.

Strategische Wasserpolitik

Da die Nutzung von Tiefengrundwasser im Süden des Landes zum Teil in krassem Widerspruch zur geringen oder überhaupt fehlenden Grundwasserneubildung steht, wurde ein Komitee eingesetzt, um Vorschläge für eine nationale Wasserstrategie zu erarbeiten:

- „Capacity building“ und Reform der Institutionen: Neben der Intensivierung der Fachausbildung im Bereich des Wassermanagements wird großer Wert auf eine integrierte Planung über alle Wasserbereiche gelegt, eine ausgewogene sozio-ökonomische Ent-

Libyen ist ein arides Land und verfügt daher nicht nur über sehr begrenzte Wasservorräte, sie sind auch ungleichmäßig verteilt.

Abb. 2: Kreisförmige Bewässerungen nahe der Stadt Sabha (P. Saccon)

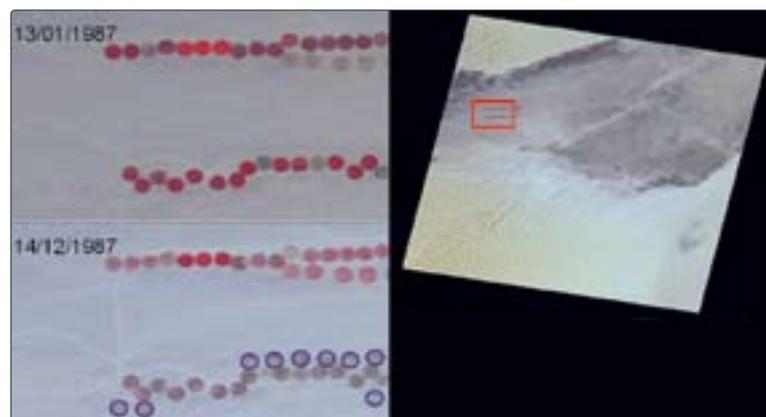


Abb. 4:
Wasserturm
als Trinkwasser-
reservoir



Um die nationale Wasserpolitik zu optimieren, wurde Joanneum Research eingeladen, eine Beratungsrolle in Form von Pilotprojekten zu übernehmen.

wicklung in den Wasserregionen verfolgt, die Effizienz in den Wasserinstitutionen gefördert und Prioritäten der Wassernutzung gesetzt.

- Minimierung der Wasserdefizite: Oberstes Gebot ist hier die drastische Reduzierung von Wasserverlusten durch falsche Bewässerungstechnologie (Abb. 2); eine Neuorientierung der Agrarpolitik über
- △ Einschränkung der Ausdehnung von Bewässerungsfeldern in Gebieten mit eingeschränktem Grundwasservorkommen,
- △ Bewässerung nur für den Anbau von Grundnahrungsmitteln,
- △ Grundwasserentnahme nur von erneuerbaren Aquiferen,
- △ Feldbewässerung mit geklärtem Abwasser,
- △ Ausfuhrbeschränkung für landwirtschaftliche Produkte,
- △ gesetzliche Regelungen zur Wasserentnahme,
- △ Verbesserung der Bewässerungstechnologie,
- △ Zurücknahme von staatlichen Unterstützungen und Erhöhung von Finanzabgaben für wenig effiziente Bewässerungssysteme,

- △ Ausbildungsprogramme für neue Bewässerungssysteme.
- Neubewertung der Wassernutzung aus dem Great Man River Project: Die Hauptnutzung an Tiefengrundwässern ist der Landwirtschaft gewidmet. Um den Nutzen zu optimieren, ist auch die Prioritätenreihung für die Wassernutzung neu zu definieren. Die Trinkwasserversorgung steht eindeutig an erster Stelle, gefolgt von der Industrie, lediglich das Restwasser fällt der Bewässerung zu.
- Reduzierung des Wasserbedarfs für Trinkwasser- und industrielle Zwecke: Obwohl dem Wasser ein sozialer Wert zugerechnet wird, muss ein Wasserzins eingehoben werden, der allerdings auch dem Wasserverbrauch für Landwirtschaft/Industrie gelten muss. Überdies soll das Wasserbewusstsein der Bevölkerung über spezielle Informationsschienen verbessert werden.
- Neue nationale und internationale Entwicklungen: Die Grundwassernutzung aus dem GMRP muss hinsichtlich der Nutzungsgrenzen, qualitativer Veränderungen und der Prioritätensetzung eingehend bewertet und optimiert werden. Von Bedeutung wird auch sein, inwieweit neue Technologien wie die künstliche

Grundwasseranreicherung und Meerwasserentsalzung realisierbar sind. Solche Entwicklungen müssen letztlich mit Maßnahmen zum Grundwasserschutz einhergehen.

Memorandum of Understanding

Um die nationale Wasserpolitik zu optimieren, wurde Joanneum Research eingeladen, eine Beratungsrolle in Form von Pilotprojekten zu übernehmen. Als Grundlage für diesbezügliche Aktivitäten wurde vorerst ein „Memorandum of Understanding“ mit der General Water Authority unterzeichnet, das sowohl die wissenschaftlichen als auch die umsetzungsorientierten Belange beinhaltet:

- Austausch von Erfahrungen aus der Wasserpolitik in beiden Ländern
- wissenschaftlich-technologische Zusammenarbeit in praktischen Projekten des Wassermanagements in Libyen
- methodische Entwicklung des Grundwassermanagements
- Zusammenarbeit auf internationaler Ebene
- Ausbildung und Training



Abb. 5: Ausgrabungen von Sabratalah (westlich von Tripolis).

Das „Memorandum of Understanding“ enthält auch Projektansätze, die einen breiten Rahmen umspannen:

- Optimierung der Grundwassernutzung in den Wüstengebieten: Neubewertung des Great Man River Projects
- künstliche Grundwasseranreicherung: eine Schlüsseltechnologie, die im Küstenbereich um Tripolis angewandt werden soll
- Auswirkungen von Landnutzungsänderungen auf die Wasserbilanz
- Nutzung von Karstwasservorräten in der Cyrenaika
- Süßwassernutzung aus den Sabkhas entlang der Mittelmeerküste

Umsetzung in Projekten

Nitratbelastung von Tiefenaquiferen

Das Grundwasserfeld von Hasawinah liegt nördlich von Sabha und ist der Ausgangsbereich für die Wasserpipeline der Phase II nach Tripolis. Aus mehr als 400 Produktionsbohrungen, die zwischen 400 und 550 m tief sind, werden etwa 25 m³/s entnommen und nach Norden transportiert. Die Problemstellung liegt im hohen Nitratgehalt einzelner Brunnenwässer, der bis zu 130 mg/l ansteigt. Das Nitrat unbekannter Herkunft ist im Aquifer unregelmäßig verteilt. Für diese Fragestellung prädestiniert ist die Anwendung des ¹⁵N/¹⁸O Isotopenverhältnisses. Aufgrund der gro-

ßen O-Isotopendifferenz im Nitrat zwischen der Produktion in der Atmosphäre und der Produktion durch mikrobiologische Prozesse im Boden kann eine Identifizierung des Nitrats aus Kunstdüngern, aus der Atmosphäre und aus dem Boden vorgenommen werden.

Künstliche Grundwasseranreicherung

Dieses Projekt soll in der Küstenebene (Jafarah) südlich von Tripolis durchgeführt werden. Die Jafarah ist dicht besiedelt und weiters durch intensive Landwirtschaft gekennzeichnet. Infolge des hohen Wasserbedarfs für Trinkwasser und Landwirtschaft sinkt der Grundwasserspiegel stetig ab. Gleichzeitig sinkt auch die Qualität des Grundwassers, ausgelöst durch undichte Abwasserrohre, Kunstdünger und Pestizide aus der Landwirtschaft und Meerwassereinfluss. Es ist vorgesehen, Oberflächenwasser, das gegenwärtig im Auslauf des Randgebirges in künstlichen Reservoirs gespeichert wird (Abb. 4), in den Untergrund versickern zu lassen. Damit würde man die Wasserverluste durch Evaporation von der freien Wasseroberfläche drastisch verringern. Weiters können Feinstoffe in den Reservoirs sedimentieren, so dass für die Infiltration Wasser mit einer nur geringen Suspension zur Verfügung stehen würde. Auf der Basis einer hydraulischen Grundwassermodellierung wird schließlich die Entfernung der Entnahmebrunnen von den Infiltrationsstellen festgelegt.

Karstwasserressourcen in der Cyrenaika

Die Karbonatgesteine der Cyrenaika sind durchwegs tiefreichend verkarstet. Damit wird eine Meerwasserintrusion in das Landinnere begünstigt, weil sich die Karstbasis während der letzten Eiszeit auf einen niedrigeren Meeresspiegel als heute eingestellt hat. Die Meerwasserströmung in das Festland tritt im Sommer auf, weil während der Trockenzeit der hydrostatische Druck von der Süßwasserkomponente fehlt und sich dadurch das Süßwasser/Salzwasser Interface weit in das Landinnere bewegen kann. Diese Mischungsprozesse bedingen eine Verbrackung des Karstwassers in den Sommermonaten, es ist dann für Trinkwasser, in den meisten Fällen auch für Bewässerungszwecke, nicht mehr geeignet. Es ist daher notwendig, geeignete Maßnahmen zur Nutzung des Karstwassers der Cyrenaika zu setzen, entweder

- das Süßwasser vor dem Mischen mit dem Salzwasser zu fassen oder
- das im Winter durchwegs als Süßwasser auftretende Karstwasser in dieser Jahreszeit für eine künstliche Grundwasseranreicherung zu nutzen.

Literatur:

Technical Committee for the Study of Water Resources in Libya (1999). Water Resources Study – National Strategy for Water Resources Management (2000-2025), Final Report, Tripoli, Libya.



MAG. BARBARA STROMBERGER

Amt der Steiermärkischen Landesregierung
Fachabteilung 19A
Wasserwirtschaftliche Planung und Siedlungswasserwirtschaft
8010 Graz, Stempfergasse 7
Tel. +43(0)316/877-2017
barbara.stromberger@stmk.gv.at



DI DR. ROBERT SCHATZL

Amt der Steiermärkischen Landesregierung
Fachabteilung 19A
Wasserwirtschaftliche Planung und Siedlungswasserwirtschaft
8010 Graz, Stempfergasse 7
Tel. +43(0)316/877-2014
robert.schatzl@stmk.gv.at



MAG. DANIEL GREINER

Amt der Steiermärkischen Landesregierung
Fachabteilung 19A
Wasserwirtschaftliche Planung und Siedlungswasserwirtschaft
8010 Graz, Stempfergasse 7
Tel. +43(0)316/877-2019
daniel.greiner@stmk.gv.at

Hydrologische Übersicht für das Jahr 2006

Der folgende Bericht zeigt die hydrologische Gesamtsituation in der Steiermark im Jahr 2006. Ganglinien bzw. Monatssummen von charakteristischen Messstellen der Fachbereiche Niederschlag, Oberflächenwasser und Grundwasser werden präsentiert.

Niederschlag

In weiten Teilen der Steiermark gab es im ersten Halbjahr 2006 ein Plus an Niederschlägen zwischen 10 % und 20 %. Im letzten Quartal des Jahres wiesen vor allem die südlichen Landesteile ein Niederschlagsdefizit bis zu -50 % auf. Somit kam es in Summe in den nördlichen Teilen der Obersteiermark zu einem Plus, während es in den übrigen Teilen der Steiermark etwa 10 % weniger regnete (Abb. 2). Lokale Starkregenereignisse mit Gewittern und Hochwässern gab es in den Monaten Juni, Juli und August in den Einzugsgebieten der Mürz und Salza.

Betrachtet man die einzelnen Monatssummen, so waren vor allem die Monate April, Mai und August niederschlagsreich, die Monate März, Juli, September, Oktober und besonders der Dezember waren zu trocken. Im Dezember gab es landesweit ein Minus von knapp 80 %. Die höchste Monatssumme gab es im August an der Station Frein/Mürz mit 356 mm, die niedrigste wurde in Graz mit 13 mm Niederschlag im Monat Dezember verzeichnet (Abb. 3).

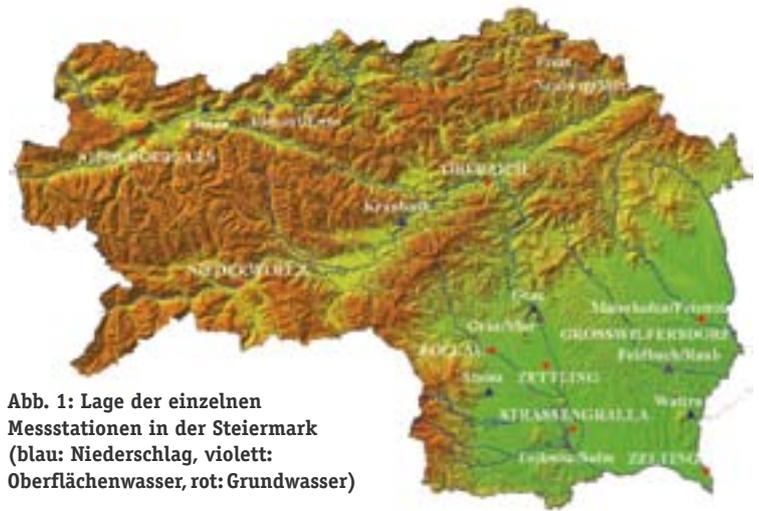


Abb. 1: Lage der einzelnen Messstationen in der Steiermark (blau: Niederschlag, violett: Oberflächenwasser, rot: Grundwasser)

Lufttemperatur

Die Temperaturen lagen im ersten Quartal zum Teil deutlich unter den Mittelwerten. Dies sorgte für eine lang anhaltende Schneedecke. In der zweiten Hälfte des Monats Mai gab es einen Kaltlufteinbruch, der bis Mitte Juni

dauerte. Danach stiegen bis etwa Ende Juli die Temperaturen auf hochsommerliche Verhältnisse an. Ab August waren die Monatsmittel bedingt durch ein ausgeprägtes Hochdruckgebiet über Europa sehr hoch, wobei hier die



Abb. 2: Relative Niederschlagsmenge 2006 in Prozent des langjährigen Mittels

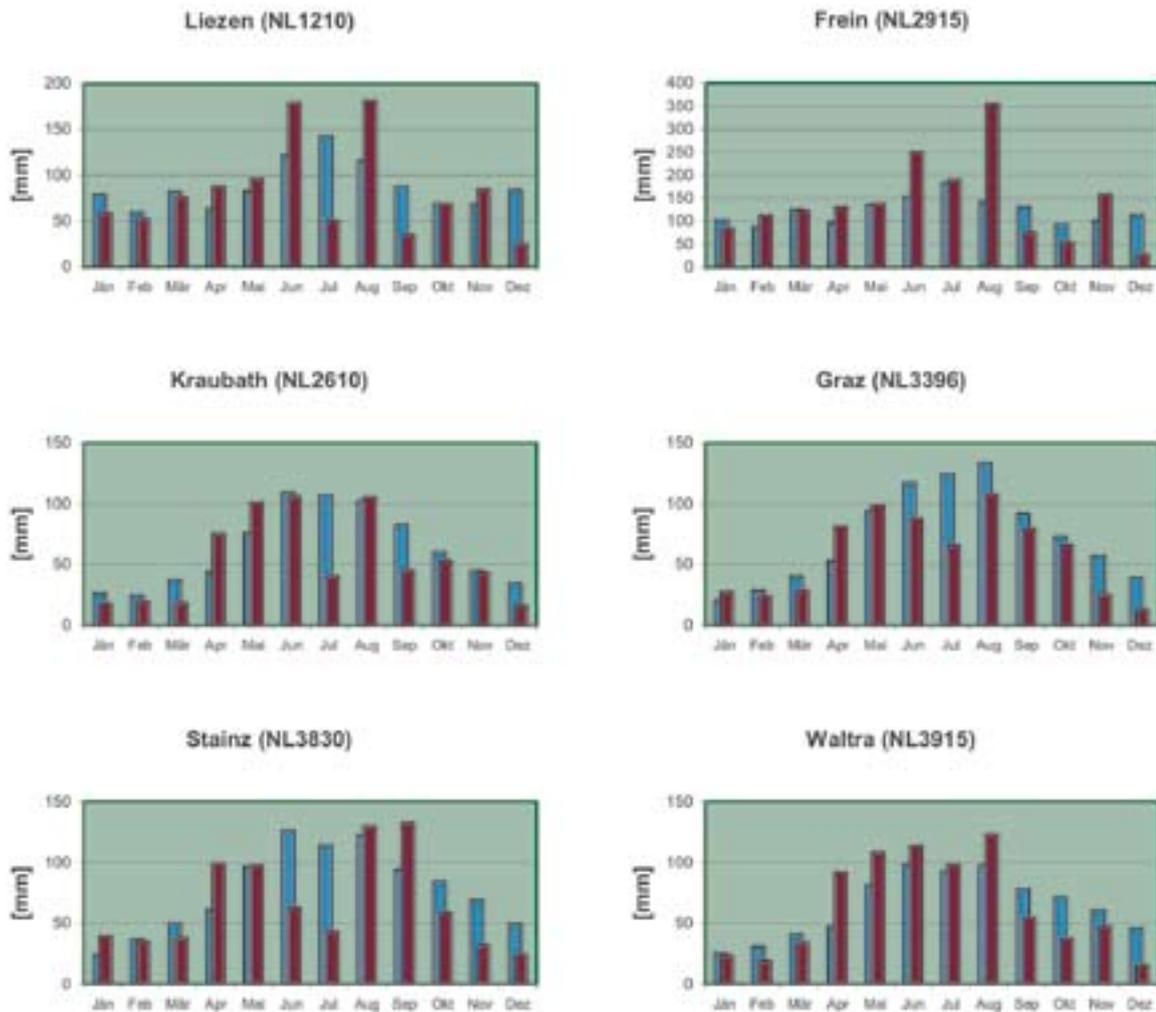


Abb. 3: Vergleich der Niederschlags-Monatssummen 2006 (rot) mit dem langjährigen Mittel (1981 – 2000, blau)

Monate September, Oktober und November herausragten (Abb. 4). Im Jahresmittel jedoch streuten die Temperaturen um den Mittelwert mit Abweichungen nach oben und unten bis $0,6^{\circ}\text{C}$. An der Station Liezen wurde das Temperaturmittel genau erreicht.

Oberflächenwasser

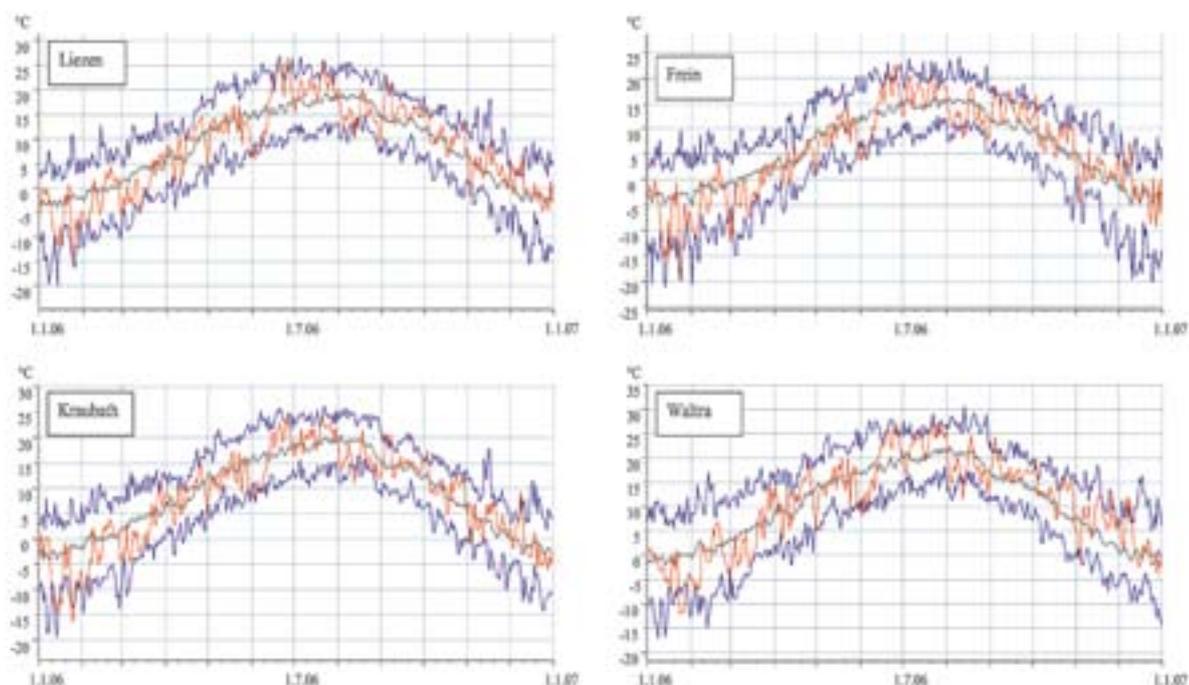
In räumlicher als auch in zeitlicher Hinsicht zeigte sich das Durchflussgeschehen im Jahr 2006 zweigeteilt. Während im ersten Halbjahr die Durchflussganglinien ab etwa Mitte März bis Ende Juni landesweit um oder über den langjährigen Mittelwerten lagen, sanken diese in der zweiten Jahreshälfte vor allem in den südlichen Landesteilen (Ost- und Weststeiermark) deutlich ab. Bedeutendere Hochwasserereig-

nisse waren lediglich im Norden des Landes zu verzeichnen, vor allem an der Mürz im Juni und August (Abb. 5, linke Seite). Dieses Verhalten spiegelt sich auch in den Monatsfrachten wider. Während diese in den ersten drei Monaten generell unter dem Mittel lagen, waren sie in den Monaten April bis Juni landesweit stark überdurchschnittlich. Im zweiten Halbjahr lagen die Monatsfrachten in den nördlichen Landesteilen inklusive der oberen Mur nur im August bzw. im November über den Mittelwerten, in der Ost- und Weststeiermark generell darunter (Ausnahme September am Pegel Leibnitz/Sulm; Abb. 5, rechte Seite). Die Gesamfrachten lagen somit im Norden geringfügig über dem Mittel (deutlich an der Mürz aufgrund der Hochwasserereignisse), im Süden unter den langjährigen Vergleichswerten (Tab. 1).

Grundwasser

Das Jahr 2006 bleibt als ein Jahr extremer klimatologischer Besonderheiten in Erinnerung. Markant waren einerseits das erste Quartal mit ungewohnt tiefen Temperaturen und ein besonders warmer Herbst. Andererseits gab es eine niederschlagsreiche erste Jahreshälfte, der eine sehr niederschlagsarme zweite Jahreshälfte mit einem extrem trockenen Herbst (in der südlichen Steiermark mit weniger als 50 % der Normalniederschlagsmengen) gegenüber stand. Zeigte sich das Land zu Beginn des Jahres als „weiße“ Steiermark mit ausreichend Schnee in allen Höhenlagen, war es Ende des Jahres weitgehend grün mit fehlender Schneebedeckung – auch in hohen Lagen.

Abb. 4: Temperaturvergleich: Temperaturen 2006 (rot), langjähriges Temperaturmittel (1998 - 2004, schwarz) und Extremwerte (blau)



Entsprechend der Niederschlagsverteilung gab es 2006 drei bedeutende Phasen der Grundwasserneubildung: Eine erste Phase Mitte März bis Anfang April auf Grund der Schneeschmelze, sowie zwei weitere Ende April/Anfang Mai und Ende Mai/Anfang Juni in Folge ergiebiger Niederschlagsereignisse, sodass zum ersten Mal seit 2001 in der ersten Jahreshälfte in allen Regionen der Steiermark die mittleren Grundwasserstände deutlich überschritten wurden. Die ab Juli folgenden niederschlagsarmen, zum Teil extrem trockenen Monate führten

zu einem stetigen Absinken des Grundwasserspiegels, das regional bisher noch nicht beobachtete Tiefstände erreichte.

In den nördlichen Landesteilen lagen die Grundwasserstände Ende des Jahres deutlich unter den langjährigen Mittelwerten, an einigen Grundwassermessstellen im Mürztal und Mittleren Murtal wurden sogar die bisher niedrigsten Grundwasserstände seit Beginn der Messungen festgestellt.

In den südlichen, westlichen und östlichen Landesteilen kam es in der ersten Jahreshälfte zu einer vorerst nachhaltigen Auffüllung der Bodenspeicher und zu deutlich überdurchschnittlichen Grundwasserständen. So lagen

im Raum Radkersburg Ende Mai die Grundwasserstände bis zu 1,5 m über den langjährigen Mittelwerten und bis zu 2 m über den Vorjahreswerten. Die geringen Niederschläge in der zweiten Jahreshälfte führten jedoch zu einem anhaltenden Absinken der Grundwasserstände bis unter die langjährigen Mittelwerte.

Tab. 1: Vergleich der Gesamtfrachten mit den langjährigen Mittelwerten

Pegel	Gesamtfracht Jänner - Juni [10^6 m^3]		
	2006	Langjähriges Mittel (1985 - 2004)	Abweichung vom Mittel [%]
Admont/Enns	2569	2537 (1985 - 2004)	+1%
Neuberg/Mürz	279	216 (1961 - 2004)	+29%
Graz/Mur	3500	3357 (1966 - 2004)	+4%
Feldbach/Raab	146	178 (1949-2004)	-18%
Leibnitz/Sulm	454	492 (1949 - 2004)	-8%

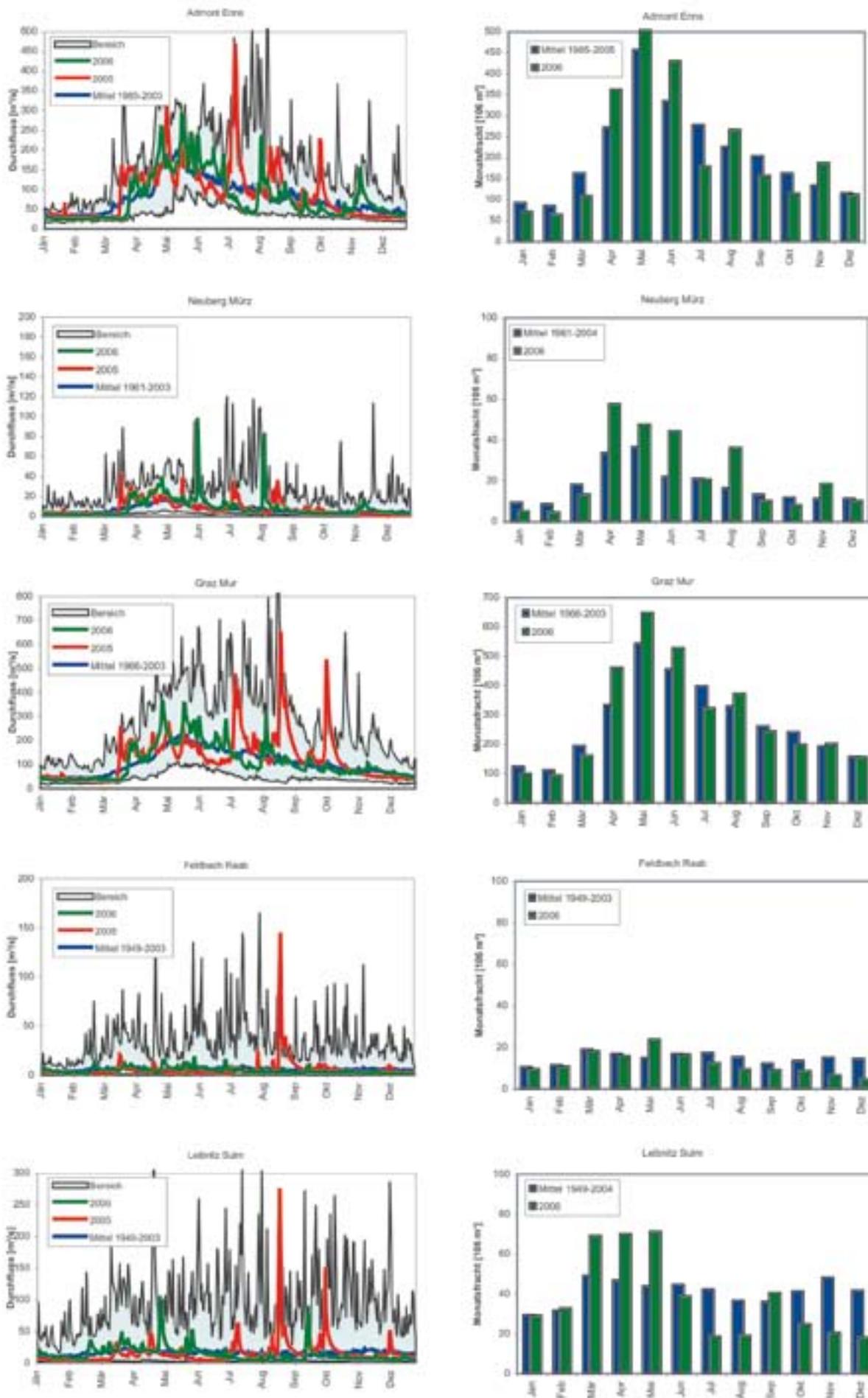


Abb. 5: Durchflussganglinien (links) und Monatsfrachten (rechts) an ausgewählten Pegeln



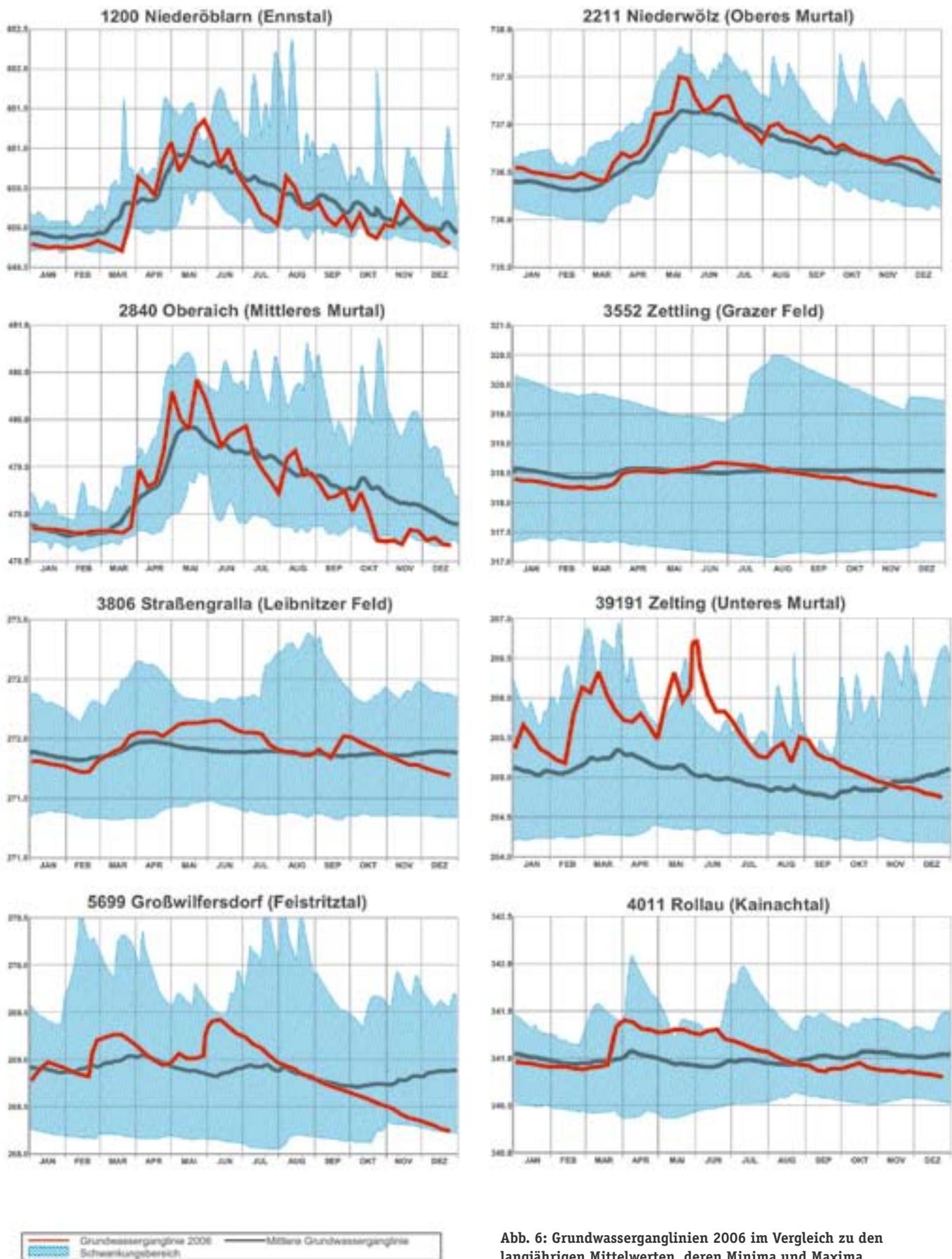


Abb. 6: Grundwasserganglinien 2006 im Vergleich zu den langjährigen Mittelwerten, deren Minima und Maxima



Klimaatlas Steiermark

In einer Pressekonferenz am 15. Februar 2007 wurde der neue Klimaatlas für die Steiermark von den zuständigen Landesräten Johann Seitinger und Ing. Manfred Wegscheider gemeinsam mit HR Dr. Harald Pilger, Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, präsentiert. Daten zahlreicher Messstellen des Hydrografischen Dienstes wurden für die Erstellung dieses mehr als 170 Darstellungen umfassenden Kartenwerkes verwendet. Der Klimaatlas Steiermark ist unter www.umwelt.steiermark.at kostenlos abrufbar.

V.l.n.r.: Ing. Manfred Wegscheider, HR Dr. Harald Pilger, LR Johann Seitinger.

Foto: Leodolter



WASSERLEXIKON

MAG. CLAUDIA
HIRSCHMANN
Wasserland Steiermark



MAG. MARTHA
MORITZ
Wasserland Steiermark



BIOLOGISCHE PHOSPHORELIMINATION: HINTERRINNER:

Der biologischen Phosphorelimination liegt die Erkenntnis zu Grunde, dass es möglich ist, verschiedene Bakteriengruppen im Belebtschlamm anzureichern, die unter entsprechenden Bedingungen vermehrt Phosphor aufnehmen. Durch die biologische Phosphorelimination erhöht sich der Phosphorgehalt des abgezogenen Überschussschlammes, wodurch der Gesamt-Phosphatgehalt im Wasser sinkt.

FAULGAS:

Faulgas ist ein Gemisch von zu meist brennbaren Gasen, das bei der anaeroben Gärung (biologische Zersetzung unter Abwesenheit von Sauerstoff) kohlenwasserstoffhaltiger biologischer Substanzen durch Bakterien entsteht. Der häufigste brennbare Bestandteil des Gasgemischs ist Methan.

In der Natur entsteht Faulgas vor allem in Sümpfen und anderen stehenden Gewässern. In technischen Einrichtungen entsteht Faulgas unter anderem beim Ausfaulen der Klärschlämme von Kläranlagen (Klärgas). Die Nutzung des Gases ist ökonomisch und ökologisch interessant, da das Methan ein hochwertiger Brennstoff ist.

Ein Hinterrinner ist eine Tiefenrinne im Bereich zwischen dem Ufer und vorgelagerten Kiesbänken bzw. Inseln. Der Wasserkörper ist wellenschlaggeschützt und damit besonders wertvoll für Jungfische und aquatisch lebende Organismen.

KOPFSPEICHER:

Liegen an einem Gewässer mehrere Laufkraftwerke unmittelbar hintereinander, so bezeichnet man das erste (bedingt speicherfähige) Laufkraftwerk der Kette als Kopfspeicher.

NITRIFIKATION:

Als Nitrifikation bezeichnet man die bakterielle Oxidation von Ammoniak (NH₃) bzw. Ammonium-Ionen (NH₄⁺) zu Nitrat (NO₃⁻).

SBR-VERFAHREN (SEQUENCING BATCH REAKTOREN):

Frei ins Deutsche übersetzt: sequentielles biologisches Reinigungsverfahren.

Das SBR-Verfahren ist eine Variante des „Belebtschlammverfahrens“. Der Unterschied zum konventionellen Durchlaufverfahren liegt darin, dass die Verfahrensschritte nicht entlang einer Wegachse, sondern entlang einer

Zeitachse geführt werden. Das bedeutet, dass beim SBR-Verfahren alle zur biologischen Reinigung des Abwassers notwendigen Schritte nicht in mehreren voneinander getrennten Reaktionsräumen stattfinden (anaerobe, aerobe, anoxische Zonen, Nachklärbecken), sondern in einer zeitlichen Abfolge im selben Behälter ablaufen.

STAULEGUNG:

Unter Staulegung versteht man die Entleerung von Stauräumen. Dabei wird angelandetes Material aus dem Staubereich entfernt (kann während eines Hochwassers durchgeführt werden).

STAUWURZEL:

Die Stauwurzel ist die Übergangsstelle von der natürlichen Fließstrecke eines Gewässers in die Staustrecke. Die Wirkung der Stauung beginnt an der Stauwurzel sichtbar zu werden; in diesem Bereich weist das Gewässer noch seine natürliche Tiefe auf.

UNTERWASSER:

Im Wasserbau bezeichnet Unterwasser die dem aufgestauten Wasser abgewandte Seite eines Absperrbauwerks (z. B. Wehranlage).



DR. JOHANN FANK
JOANNEUM RESEARCH
Joanneum Research
Institut für WasserRessourcenManagement
8010 Graz,
Elisabethstrasse 16
Tel. +43(0)316/876 1393
johann.fank@joanneum.at

Die Nitratproblematik im Murtal von Graz bis Radkersburg aus hydrologischer Sicht

Ende der 80er und Anfang der 90er Jahre des 20. Jahrhunderts wurden im Grundwasser des Murtales zwischen Graz und Bad Radkersburg Nitratwerte gemessen, die über den erlaubten Grenzwerten lagen. In Zusammenarbeit von Verwaltung, Behörde, Landwirtschaft und Wissenschaft gelang es, das Grundwasser bis Anfang des 21. Jahrhunderts zu sanieren. Nach den Trockenjahren 2001 bis 2003 stiegen die Nitratwerte im Grundwasser des Murtales wieder an, sodass aktuell an einigen Wasserversorgungsbrunnen eine direkte Einspeisung in das Trinkwasserversorgungsnetz nicht möglich ist. Neben den Auswirkungen der Witterung ist der zu intensive Einsatz von Stickstoffdünger eine der Hauptursachen für diese Entwicklung.

Die räumliche Verteilung der Nitratkonzentration im Grundwasser

Die Nitratkonzentration im Grundwasser von seicht liegenden freien Porengrundwasserleitern ist nach derzeitigem Kenntnisstand in erster Linie eine Folge der Art und Intensität der landwirtschaftlichen Bewirtschaftung. Stickstoff aus der Düngung wird über infiltrierende Niederschläge über das Sickerwasser aus der ungesättigten Zone in das Grundwasser eingetragen und dort über die Grundwasserströmung verteilt (Fank et al., 2006). Die teilweise sehr langen Verweilzeiten des Sickerwassers im Boden und in der ungesättigten Zone (mehrere Jahre) lassen einen direkten Rückschluss von den Grundwasserqualitätsdaten auf die agrarische Nutzungsintensität nur bedingt und dann in Ausnahmefällen zu. Zudem wird die Nitratkonzentration im Grundwasser neben der Anreicherung durch Sickerwasser aus infiltrierenden Niederschlägen auch durch die Wechselwirkung des Grundwassers mit

Oberflächengewässern gesteuert, die das Grundwasser beeinflussen und üblicherweise zu einer Verdünnung und damit zu einer Verminderung der Nitratkonzentration im Grundwasser beitragen.

Betrachtet man die Einzugsgebiete der Wasserversorgungsanlagen in den Porengrundwassergebieten des Murtales zwischen Graz und Bad Radkersburg, so ist klar erkennbar, dass die Einhaltung von Trinkwassergrenzwerten im nativen Grundwasser nur in jenen Bereichen möglich ist,

- in denen die Erneuerung des Grundwassers zusätzlich zur flächenhaften Neubildung über infiltrierende Niederschläge auch durch eine Wechselwirkung des Grundwassers mit Oberflächengewässern gesteuert wird (z.B. Brunnenfeld Haslacher Au im Leibnitzer Feld),
- die Brunnen im Aubereich situiert sind, wo große Teile des Einzugsgebietes durch geringe Boden- und Überdeckungs-mächtigkeiten sowie durch Waldbestand gekennzeichnet

sind (z.B. Brunnenfeld Flutten-dorf – Donnersdorf im Unteren Murtal),

- oder eine Reduktion der Nährstoffkonzentrationen im Grundwasser im Zuge der Durchströmung von offenen Wasserflächen erfolgt (z.B. Brunnenfeld Kaendorf im Leibnitzer Feld, Brunnenfeld Kalsdorf im Grazer Feld).

Besonders hohe Nitratkonzentrationen finden sich im Grundwasser unter besonders intensiver ackerbaulicher Bewirtschaftung (Feldgemüsebaugelände im westlichen Grazer Feld) und unter älteren Terrassen (Rißterrasse bei Jöss und Wagendorfer Terrasse), auf denen unter besonders günstigen ackerbaulichen Standortverhältnissen eine hohe Produktionsleistung mit hohen Düngemengen zu erzielen versucht wird. Zudem ist gerade unter diesen älteren Ablagerungen die Sickerwassergeschwindigkeit bei hohen Grundwasserüberdeckungen abgemindert, sodass die heute im Grundwasser gemessenen Werte teil-

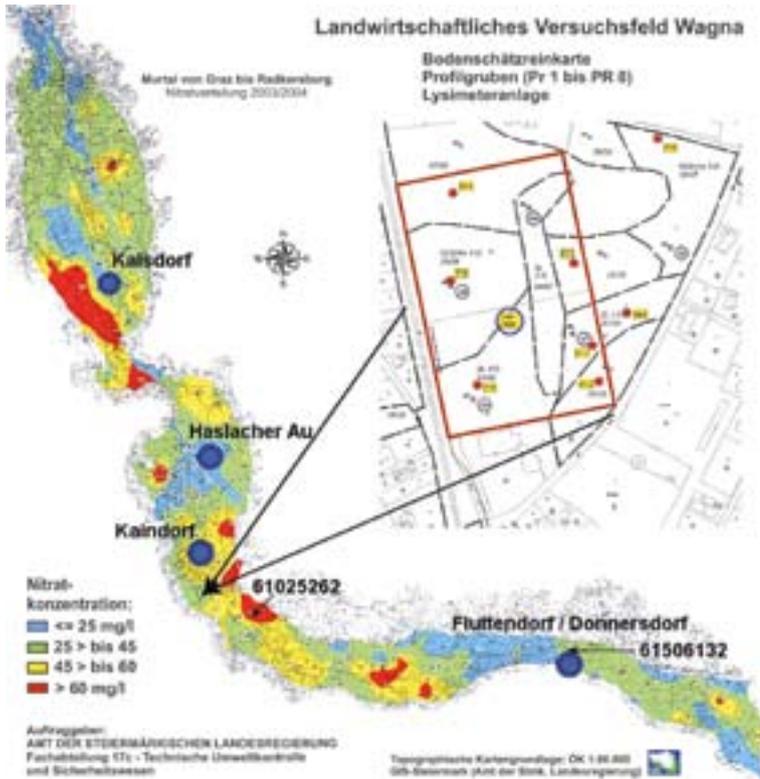


Abb. 1: Nitratverteilung im Murtal (von Graz bis Radkersburg) 2003/2004 und landwirtschaftliches Versuchsfeld Wagner.

weise auf Bewirtschaftungsmaßnahmen in den 80er und 90er Jahren des 20. Jahrhunderts zurück zu führen sind (Abb. 1).

Die zeitliche Entwicklung der Nitratsituation in den letzten Jahren

Generell war nach den Trockenjahren 2001 bis 2003 ein Ansteigen der Nitratwerte zu erwarten. Am Versuchsfeld Wagner unter kontrollierten landwirtschaftlichen Bewirtschaftungsbedingungen auf mittelgründigen Böden der Niederterrasse stiegen die Nitratwerte von 35 mg/l in den Jahren 2000/2001 auf 48 mg/l in den

Jahren 2005/2006 an. Die teilweise wesentlich stärkeren Anstiege in überwiegend landwirtschaftlich genutzten Bereichen ohne deutlich erkennbaren Oberflächengewässer-Einfluss bzw. außerhalb des Abstrombereiches von Nassbaggerungen sind allein durch die Witterungsverhältnisse nicht erklärbar.

Charakteristisch und spezifisch interessant ist auch der Anstieg der Nitratkonzentration an der Messstelle 61025262 südöstlich des Planksees von 60 mg/l im Jahr 2004 auf 130 mg/l 2006 (Abb. 2, links). Aufgrund des hö-

heren Wasserdargebotes (höherer Grundwasserspiegel) in den Jahren 2005/2006 dürfte diese Messstelle verstärkt von abströmendem Wasser aus der Wagendorfer Terrasse mit Nitratkonzentrationen von durchwegs über 100 mg/l beeinflusst sein. Eine ähnliche Wechselwirkung des Grundwassers im Gnasbachtal mit dem Grundwasser des Unteren Murtales könnte auch den Anstieg der Nitratwerte an der Messstelle 61506132 in Donnersdorf erklären. Hier stiegen die Nitratkonzentrationen von 37 mg/l im Jahre 2003 auf 70 mg/l im Jahr 2006 an (Abbildung 2, rechts).

Besonders hohe Nitratkonzentrationen finden sich im Grundwasser unter besonders intensiver ackerbaulicher Bewirtschaftung ...

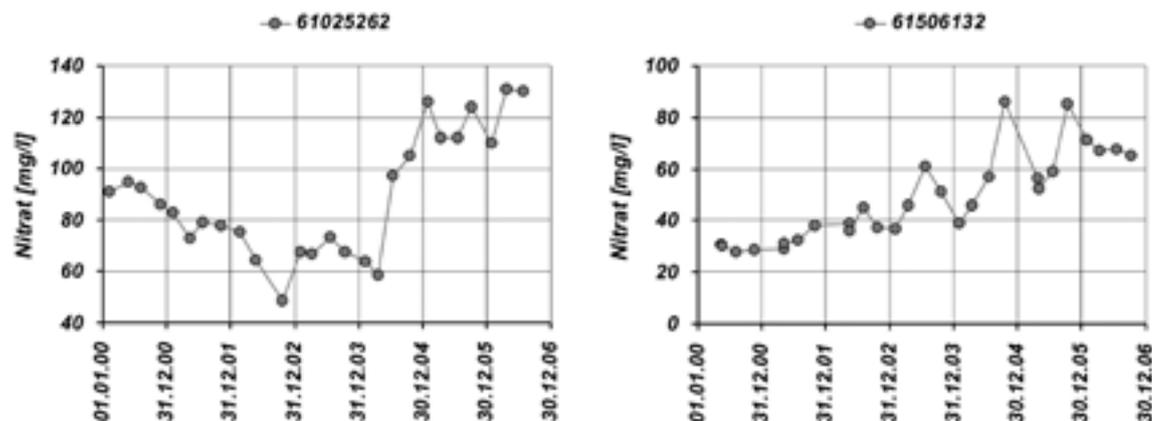


Abb. 2: Nitratentwicklung an Messstellen im südöstlichen Leibnitzer Feld (links) und im Unteren Murtal (rechts).





Anlässlich des Schongebietstages am 2. März 2007 in Seggau betonte Landesrat Johann Seitinger die Notwendigkeit der grundwasserverträglichen Landwirtschaft. V.l.n.r.: Dr. Johann Fank, Kammerobmann Josef Kowald, Landesrat Johann Seitinger und Präsident der Landeskammer Steiermark Gerhard Wlodkowski. Foto: Beichler



Abb. 3: Das Bild zeigt einen Ausschnitt des Versuchsfeldes Wagna mit der Lysimeteranlage im Zentrum (Aufnahme: 8. August 2006).

Foto: Joanneum Research

tuation im Murtal drei Faktoren herausarbeiten:

- Die Wettersituation der Jahre 2001 bis 2003, die zu einer Depotbildung von Stickstoff (N) in der ungesättigten Zone führte, das in den darauf folgenden Jahren mit hoher Grundwasserneubildung ins Grundwasser ausgetragen wurde.
- Die Grundwassersituation, die in den Jahren 2004 bis 2006 durch hohe Grundwasserspiegellagen – entsprechend einem höheren Dargebot an Wasser – charakterisiert werden kann. Dies führt v.a. in den Randbereichen des südöstlichen Leibnitzer Feldes (Wagendorfer Terrasse) und möglicherweise auch an der Einmündung der Grabenlandbäche in das Untere Murtal zu einem verstärkten Zufluss von Grundwasser mit hohen Nitratwerten, was zu starken Nitratanstiegen führen kann.
- Die landwirtschaftliche Nutzungssituation, die – erkenntlich an den Nitratwerten in Bereichen ohne Oberflächengewässereinfluss - durch großflächig zu hohe Düngenniveaus charakterisiert werden muss.

Grundwasserverträgliche ackerbauliche Bewirtschaftung

Gerade der letzte Punkt führt zur Frage, ob in derartigen Systemen wie dem Murtal eine grundwasserverträgliche ackerbauliche Bewirtschaftung überhaupt möglich ist. Zu dieser Frage wurden am Versuchsfeld Wagna seit 1987 unterschiedliche Düngenniveaus zu Mais und eine Fruchtfolgevariante in einem Großparzellenversuch gefahren. Die Bodenverhältnisse des Versuchsfeldes werden nach der Finanzbodenschätzung charakterisiert als

- 40 % IS/Scho 4 D 35/39,
- 20 % IS 3 D 47/50,
- 20 % SL 2 D 64/67 und
- 20 % SL 3 D 54/56.

Die Ergebnisse der Auswertungen dieses Versuches unter Verwendung des numerischen Stickstofftransportmodells STOTRASIM des Instituts für Kulturtechnik und Bodenwasserhaushalt in Petzenkirchen (Fank et al., 2006) zeigen:

- Die Sickerwasserkonzentration bei einer Maismonokultur mit einer jährlichen Stickstoffgabe von etwa 110 kg/ha und winterharter Gründেকে liegen im Mittel bei etwa 40 mg/l.
- Die Ernteerträge lagen bei Mais im Mittel bei etwa 8.100 kg/ha.
- Der begrenzende Faktor für die Ertragsentwicklung ist v.a.

in Jahren mit geringem Wasserdargebot in der Hauptwachstumsperiode die verfügbare Wassermenge und nicht das Stickstoffdargebot.

- Eine Berechnung der Versuchsdaten für einen langen Zeitraum (1987 bis 2003) und die Auswertung der Ergebnisse des Zeitraumes 1993 bis 2003 – um die Wetterschwankungen und die Langzeitwirkung von Vorkulturen herauszurechnen - zeigte, dass der Grundwassergrenzwert von 50 mg/l bei einer Stickstoffmenge von 110 kg/ha auch auf den seichtgründigen Standorten des Versuchsfeldes einzuhalten ist (Lanthaler et al., 2007). Im Mittel der Bodenverhältnisse des Versuchsfeldes ist bei Maisanbau mit winterharter Gründেকে eine Stickstoffmenge von 145 kg/ha/a bei Einhaltung des Grundwassergrenzwertes im Sickerwasser möglich. Die mittlere Ertragsersparung liegt in diesem Fall bei etwa 9.000 kg/ha. Wie in Abb. 4 sehr deutlich erkennbar ist, wird eine weitere Steigerung des Ernteertrags von Mais durch eine Erhöhung der Stickstoffdüngengebe durch einen enorm starken Anstieg der Nitratkonzentration im Sickerwasser „erkaufte“:

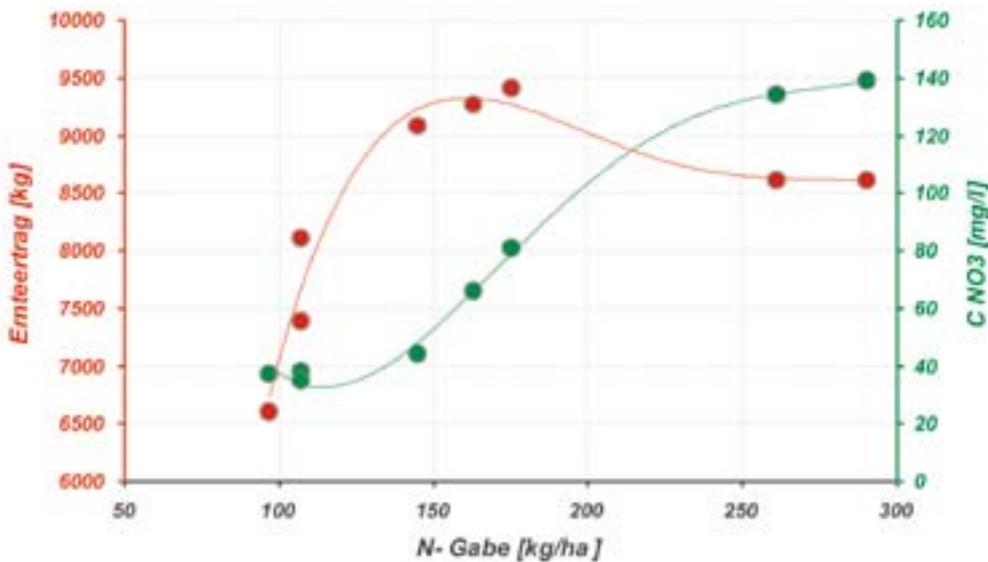


Abb. 4: Ernteertrag bei Mais und Nitratkonzentration im Sickerwasser in Abhängigkeit von der Jahresstickstoffgabe. Ergebnisse von Modellrechnungen am Versuchsfeld Wagna.

eine Erhöhung der Düngemenge auf 175 kg/ha führt zu einer Steigerung des Ernteertrages um etwa 450 kg/ha und einen Anstieg der mittleren Nitratkonzentration im Sickerwasser von 44 auf 81 mg/l.

- Eine Fruchtfolge mit zwei Mal Mais (110 kg N), Kürbis (60 kg N) und Wintergerste (100 kg N) zeigt bei der Auswertung deutlich schlechtere Auswirkungen auf die Sickerwasserqualität. Die berechnete mittlere Sickerwasser-Nitratkonzentration liegt bei 65 mg/l. Grund dafür ist die verminderte Trockenmassebildung und die dafür zu hohen Düngegaben bei Kürbis (gemessener Entzug durch die Samen im Jahr 2005 von 40 kg N) und wahrscheinlich auch bei Wintergerste.

Die in diesem Versuch aufgebrauchten Düngemengen entsprechen durchaus den Düngempfehlungen nach den Richtlinien für die sachgerechte Düngung. Dabei kann aufgrund der Untersuchungsergebnisse am Versuchsfeld die Ertragslage für Körnermais als Mittel (6 bis 10 t/ha) eingeschätzt werden. Für mittlere Ertragsersparung wird eine Empfehlungsgrundlage von 130 kg N/ha/a angegeben.

Für die seichtgründigen Standorte berechnet sich unter Berücksichtigung der Abschläge für leichte Böden (-5 %) und den hohen Grobanteil (-5 %) sowie der Stickstoffzufuhr aus der atmosphärischen Deposition (-25 kg/ha) eine Stickstoffdüngemenge von 92 kg/ha/a. Für sehr gute Standorte berechnet sich durch Berücksichtigung von Zuschlägen für hohe Ertragsersparung (+20 %), tiefe Gründigkeit (+5 %), Bodenschwere (+5 %) und dem Abzug der atmosphärischen Deposition eine Stickstoffgabe von 144 kg/ha/a. Die angeführte Empfehlungsgrundlage für die Düngerbemessung von 120 bis 140 kg/ha/a für Körnermais deckt sich beim Lysimeterstandort am Versuchsfeld Wagna (Abb. 3) auch mit den gemessenen Entzugszahlen des Jahres 2006. In den Körnern wurde bei einem Ertrag von etwa 9.000 kg/ha eine Stickstoffmenge von 137 kg/ha gemessen.

Schlussfolgerungen

Gerade auf den seichtgründigen Standorten im Murta empfiehlt sich die Anwendung der Richtlinien für sachgerechte Düngung, wobei jedoch das angeführte Abschlagssystem und die Zufuhr von Stickstoff über die atmosphärische Deposition zu berücksichtigen ist. Während die grundwassererträgliche ackerbauliche Be-

wirtschaftung unter Anwendung der sachgerechten Düngung auf den kurzfristig reagierenden Systemen der leichten Böden realisierbar scheint, wurden bis dato noch keine Strategien entwickelt, die die Sanierung der Nitratwerte unter den gut speichernden Böden mit hohen Anteilen an organischer Substanz erlauben. Hier sind langfristige Konzepte des „Abmagerns“ zu entwickeln, da das Grundwasser unter diesen Böden mit dem Grundwasser der Niederterrasse oft in Wechselwirkung tritt (Jöss, Wagendorfer Terrasse, Gnasbachtal) und damit eine Gefährdung für die Trinkwassergewinnung in den Talgrundwassersystemen darstellt.

Literatur

FANK, J., G. FASTL, H. KUPFERSBERGER, G. ROCK (2006): Die Bewirtschaftung des Versuchsfeldes Wagna – Auswirkungen auf die Grundwassersituation. Bericht über das Seminar „Umweltprogramme für die Landwirtschaft und deren Auswirkung auf die Grundwasserqualität“, 7. – 8. März 2006, 43-48, Irdning-Gumpenstein

LANTHALER, CH., J. FANK, H. KUPFERSBERGER (2007): Erarbeitung grundwassererträglicher ackerbaulicher Bewirtschaftungsformen auf Basis von Langzeit-Modellierungen. Bericht zur 12. Gumpensteiner Lysimetertagung, 19.-20. April 2007, Irdning (in Druck).

Gerade auf den seichtgründigen Standorten im Murta empfiehlt sich die Anwendung der Richtlinien für sachgerechte Düngung ...

Kläranlage Graz

Technischer Standard auf höchstem europäischen Niveau

Wenn im heurigen Sommer die neu ausgebaute Grazer Großkläranlage ihren Probetrieb aufnimmt, dann verfügt Graz über eine der modernsten Kläranlagen Europas. Mit einem Investitionsvolumen von 49 Mio. Euro wurde bzw. wird die bestehende Anlage, in der seit 1974 die Abwässer aus dem Großraum Graz gereinigt werden, komplett umgebaut, vergrößert und mit der modernsten Reinigungstechnologie ausgestattet.

In der neuen Großkläranlage werden künftig rund 27 Mio. Kubikmeter Abwasser pro Jahr mit höchstem technischen Standard gereinigt und in den Kreislauf der Natur zurückgeführt. Die biologischen Verunreinigungen des Abwassers werden nahezu vollständig abgebaut und die Belastung der Mur mit Ammonium-Stickstoff von ursprünglich 2.000 kg pro Tag auf künftig 100 kg pro Tag reduziert. Die Mur flussabwärts von Graz wird dadurch deutlich entlastet.

Eine große Herausforderung bei diesem Projekt bestand u. a. darin, die bestehende Anlage bei

laufendem Betrieb umzubauen und den Betrieb der Anlage zu jedem Zeitpunkt aufrecht zu halten. Rund 4 Mio. Liter Abwasser pro Stunde galt es parallel zu den laufenden Umbaumaßnahmen zu reinigen, was eine enge Zusammenarbeit und äußerst sensible Terminabstimmungen zwischen dem Kläranlagenbetriebspersonal und den ausführenden Firmen erforderlich machte.

Grundlagenerhebung und Variantenuntersuchungen

Bevor mit dem Bau der Anlage begonnen werden konnte (Abb. 3), waren intensive Grundlagenerhebungen und Variantenuntersuchungen erforderlich.

Dazu wurden die langjährigen Betriebsaufzeichnungen der Kläranlage ausgewertet, die Einzugsgebiete mit ihrer Bevölkerung und den Industriegebieten erhoben und die zukünftige Entwicklung abgeschätzt. Zusätzlich wurden über mehrere Wochen umfangreiche Messprogramme zur Bestimmung der Tages- und Wochenganglinie durchgeführt. Auf Basis dieser Untersuchungen wurde die Bemessungsbelastung mit 500.000 EW und die hydraulische Belastung mit 90.000 m³/d festgelegt. Die hydraulische Tagesspitze ergab sich bei Trocken-



DDI. DR. HARALD KAINZ
Technische Universität Graz
Institut für Siedlungswasserwirtschaft und Landschaftswasserbau
8010 Graz,
Stremayrgasse 10/1
Tel. +43(0)316/873-8370
kainz@sww.tugraz.at



DI GERALD MAURER
Stadt Graz – Kanalbauamt
8011 Graz, Europaplatz 20
Tel. +43(0)316/872-3701
kanalbauamt@stadt.graz.at

Abb. 1: Belebungsbecken neu, im Hintergrund die Faultürme





Abb. 2: Lageplan – einstufiges Belebungsverfahren (Variante 1, ARGE Vatter-SAG, 2001)

wetterzufluss mit 1,6 m³/sec und bei Mischwasserzufluss mit 3,2 m³/sec.

Für die mechanische und biologische Reinigungsstufe wurden mehrere Varianten untersucht, wobei allein für die biologische Stufe folgende sieben Hauptvarianten eingehend geprüft wurden:

1. Einstufiges Belebungsverfahren
2. Membran-Belebungsverfahren
3. Zweistufiges Belebungsverfahren
4. Zwei parallel betriebene Belebungsstufen
5. Belebungsstufe mit Biofiltration zur Denitrifikation
6. Lamellen-Separatoren im Belebungsbecken zur Erhöhung der Feststoffkonzentration
7. SBR-Verfahren (Sequencing Batch Reaktoren) als zweite parallele Belebungsstufe.

Entscheidend für die Variantenwahl waren die Gesamtkosten, bestehend aus Investitions- und Betriebskosten, die Verfahrenstechnik und generelle ökologische Aspekte. Bei der Verfahrenstechnik wurde vor allem auf hohe Betriebssicherheit, Prozessstabilität, Flexibilität und Bedienkomfort Wert gelegt.

Das einstufige Belebungsverfahren wies zusammen mit der Variante 7 – Teilstrombiologie nach

dem SBR-Verfahren - die geringsten Investitionskosten auf. Bei den Betriebskosten lag die Variante 1 vor der Variante 6 mit Lamellen-Separatoren. Den niedrigsten Projektkostenbarwert ergab in Summe klar das einstufige Belebungsverfahren, das auch im Bereich Verfahrenstechnik und Ökologie sehr gut bewertet wurde. Es stellt ein betriebssicheres, flexibles, bewährtes und einfach zu betreibendes System dar. Die Entscheidung fiel daher aus wirtschaftlichen, verfahrenstechnischen und betrieblichen Gründen auf die Variante 1 „Einstufiges Belebungsverfahren“ (Abb. 2).



Abb. 4: Mischwasserüberlaufbecken mit Spülkippen im Hintergrund



Abb. 3: Luftbild während der Umbauarbeiten 2005 (Foto Schiffer)

Das Projekt:

Mischwasserüberlaufbecken:

Für Umschlussarbeiten während des Umbaus wurde vor der Kläranlage ein Speicherbecken mit einem Volumen von 12.000 m³ errichtet. Das aus vier Kaskaden bestehende Becken kann in der Nacht den Trockenwetterzufluss zur Kläranlage bis zu zehn Stunden aufnehmen.

Dieses Becken wurde so gestaltet, dass es zukünftig zur Mischwasserbewirtschaftung und für Störfälle in der Kläranlage optimal genutzt werden kann. Die Kaskaden wurden mit Spülkippen zur

Das aus vier Kaskaden bestehende Becken kann in der Nacht den Trockenwetterzufluss zur Kläranlage bis zu zehn Stunden aufnehmen.





Abb. 5: Belüfteter Sandfang neu

... durch diesen innovativen Ansatz wurde gegenüber einer herkömmlichen Bemessung etwa 10.000 m³ Belebungsbecken eingespart.

automatischen Reinigung und mit einem Schneckenhebewerk und Rechen bei den Überläufen bzw. zur Entleerung in die Kläranlage ausgestattet (Abb. 4).

Mechanische Reinigungsstufe:

Die mechanische Reinigungsanlage wurde an die erhöhten Anforderungen angepasst. Alle Anlagenteile wurden redundant ausgeführt, um bei Ausfall einzelner Linien den vollen Volumenstrom durchsetzen zu können. So wurden ein zweiter Schotterfang und eine dritte Rechenstraße errichtet, da die Abscheideleistung der alten Langsandfänge nicht mehr

den heutigen Anforderungen entsprach. Es wurden drei belüftete Sandfänge mit Leichtstoffabscheideraum errichtet (Abb. 5 und 6). Die Aufenthaltszeit des Abwassers in den alten Vorklärbecken (2 x 5.000 m³) war für eine wirksame Denitrifikation zu groß. Die Durchmesser der Dükerleitungen beider Becken entsprach ebenfalls nicht den hydraulischen Anforderungen. Verschiedene Umbau- und Neubauvarianten wurden technisch und wirtschaftlich untersucht. Das Ergebnis war, die bestehenden Becken abzutragen und vier neue rechteckige Vorklärbecken mit einem Gesamtvolumen von etwa 2.900 m³ gemeinsam mit den neuen Sandfängen auf der Fläche des ersten Vorklärbeckens zu errichten.

Biologische Stufe:

Zur Sicherung der Nitrifikation bei Temperaturen unter 10°C wurde eine Vorfällung installiert. Das Bemessungsschlammalter konnte daher auf acht Tage und das Volumen des Belebungsbeckens auf 54.000 m³ beschränkt werden. Durch diesen innovativen Ansatz wurden gegenüber einer herkömmlichen Bemessung etwa 10.000 m³ Belebungsbecken eingespart. Die Stickstoffelimination wurde für zehn Szenarien mit Temperaturen zwischen 12°C und 21°C, unterschiedlichen Lastannahmen und Revisionsfällen für die Belebungs- und Nachklärbecken ermittelt. Jedem Szenario wurde eine bestimmte Anzahl von Tagen eines Jahres zugeordnet und somit eine gewichtete Stickstoffelimination von über 70 % an Tagen mit mehr als 12°C nachgewiesen.

Die bestehenden Belebungsbecken werden weiterverwendet und durch Anhebung des Wasserspiegels das Beckenvolumen von 28.900 m³ auf 33.000 m³ erhöht. Diese Becken besitzen etwa 60 % des Belebungsbeckenvolumens und werden konstant belüftet. Dazu wurden die seit 1979 in Betrieb befindlichen sechs Becken saniert und in zwei Linien umgebaut, wobei jeweils drei alte Becken in Serie durchströmt werden. Die beiden 1996 in Betrieb genommenen Umlaufbecken werden auch weiter genutzt.

Abb. 6: Blick unter die belüfteten Sandfänge





Abb. 7: Pumpwerk im neuen Maschinenhaus

Alle vier Becken können für Wartungsarbeiten einzeln außer Betrieb genommen werden.

In einem vorgeschalteten Block wurden vier neue Belebungsbecken mit insgesamt 21.000 m³ auf der Fläche des alten, zweiten Vorklärbeckens neu errichtet. Die neuen Becken können gerührt oder belüftet betrieben werden. Dadurch ist bei mittleren und hohen Temperaturen eine biologische Phosphorelimination möglich, was durch eine variable Zugabestelle des Rücklaufschlammes und des Schlammes der internen Rezirkulation unterstützt wird. Bei hoher Belastung und tiefen Temperaturen können alle Belebungsbecken aerob betrieben und dadurch eine hohe Sicherheit bei der Reinigung erreicht werden (Abb. 1).

Das alte Maschinenhaus wurde komplett umgebaut und vergrößert. Es beherbergt nunmehr das Zwischenpumpwerk, das Rücklaufschlammumpwerk und die Gebläsestation sowie drei Blockheizkraftwerke, die das anfallende Faulgas verstromen und zusätzlich Nutzwärme liefern. Der Strombedarf der Kläranlage kann durch diese Kraftwerke bis zu 60 % und der Wärmebedarf fast zur Gänze gedeckt werden (Abb. 7, 8 und 10).

Nachklärung:

Für den Ausbau der Nachklärung wurden ebenfalls mehrere Varianten untersucht. Betrachtet wurden Lösungen mit Aufhöhung bzw. Vergrößerung des Durchmessers der bestehenden Nachklärbecken als auch mit der Ergänzung des Bestandes um ein oder zwei neue Nachklärbecken. Die wirtschaftlichen Unterschiede dieser Varianten waren gering. Der einfache und sichere Betrieb und die gute Zugänglichkeit waren letztlich ausschlaggebend, dass die bereits 25 Jahre alten, bestehenden Nachklärbecken abgetragen und durch vier neue Becken mit 55 m Durchmesser und 4,7 m Tiefe ersetzt wurden. Die neuen Nachklärbecken weisen eine rd. 20 %

größere Fläche und etwa die doppelte Tiefe auf und bringen somit die doppelte Leistung gegenüber den vier alten Becken (Abb. 9).

Schlammbehandlung:

Mit der Sanierung und Erweiterung der Schlammbehandlungsanlagen wird gerade begonnen. Aufgrund der tiefen Trichter der neuen Vorklärbecken und einer gesteuerten Entnahme wird auf die Voreindickung des Primärschlammes verzichtet. Die mechanische Überschussschlammeeindickung wird um eine dritte Linie erweitert. Derzeit sind die beiden 1998 errichteten Faultürme mit je 6.000 m³ Volumen in Betrieb. Für die Sanierung

Mit der Sanierung und Erweiterung der Schlammbehandlungsanlagen wird gerade begonnen ...

Abb. 8: Innenansicht eines Blockheizkraftwerkes



Abb. 9: Blick auf die neuen Nachklärbecken, zwei Becken in Betrieb, zwei Becken in Bau



Die Qualität der Mur flussabwärts von Graz wird dadurch wesentlich verbessert.

der drei alten Faultürme mit je 4.000 m³ wurden mehrere Szenarien untersucht. Die beiden ersten Faultürme werden als zweite Faulungsstufe den neuen Faultürmen nachgeschaltet. Der dritte Faulturm wird als Nachfaulung und Schlamm-speicher genutzt.

Die Fertigstellung der Gesamtanlage ist für Ende 2007 geplant.

Zusammenfassung:

Die Kläranlage Graz wird mit einem Aufwand von 49 Mio. Euro an den Stand der Technik mit Stickstoff- und Phosphorelimination angepasst und von 400.000 auf 500.000 EW erweitert. Eine umfangreiche Variantenuntersuchung hat ergeben, dass der Ausbau der einstufigen Belebtschlammanlage die wirtschaftlich, verfahrenstechnisch und betrieblich beste Lösung für den Ausbau darstellte. Die bestehenden Belebungsbecken wurden saniert und adaptiert. Ihre Volumi-

na wurden durch Hebung des Wasserspiegels vergrößert. Vorgeschaltet wurden vier neue, für die Nitrifikation und Denitrifikation errichtete, Belebungsbecken. Bei günstigen Belastungs- und Temperaturverhältnissen werden diese Becken teilweise anaerob betrieben, um eine biologische Phosphorelimination und damit eine Einsparung von Fällmitteln zu erreichen.

Eine gute Abtrennung der Feststoffe wurde durch den Neubau größerer und tieferer Nachklärbecken sichergestellt. Die Anlagen zur Schlammbehandlung werden im Herbst 2007 saniert und erweitert.

Durch diesen Ausbau werden jährlich 27 Mio. m³ Abwasser aus dem Großraum Graz einer Reinigung auf höchstem technischen Niveau mit weitgehendster Nährstoffelimination unterzogen. Die Belastung der Mur mit Ammonium-Stickstoff wird von 2.000 kg pro Tag auf 100 kg pro Tag reduziert. Die Qualität der Mur flussabwärts von Graz wird dadurch wesentlich verbessert.



Abb. 10: Maschinenhaus mit Biologie neu

Sachprogramm Grazer Bäche

Hochwasserschutz in Graz

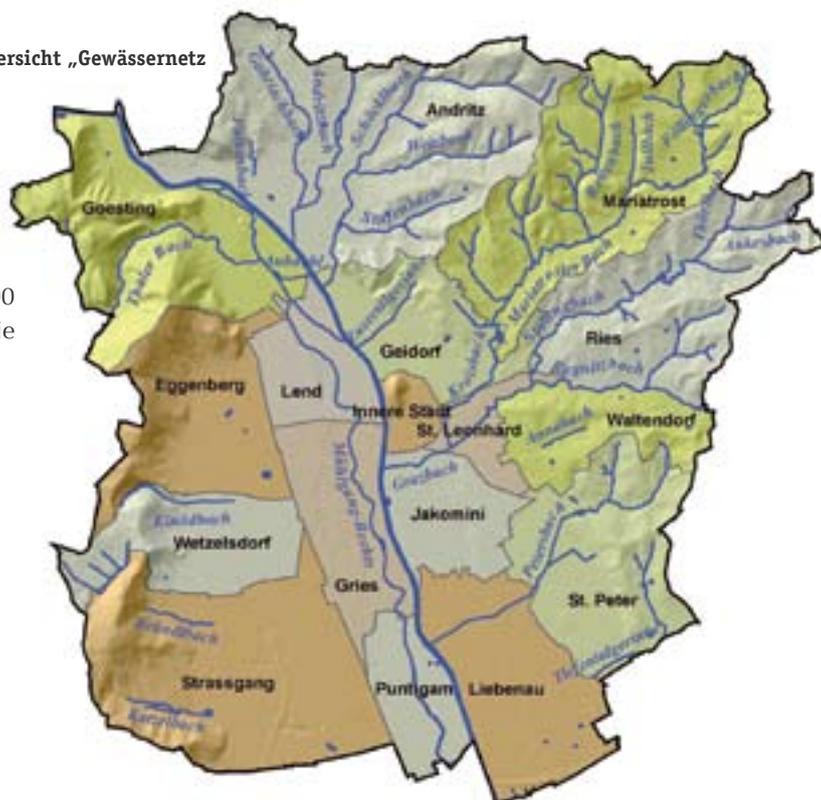


DI DIETMAR LAUTSCHAM
 Amt der Steiermärkischen
 Landesregierung
 FA 19B –
 Schutzwasserwirtschaft
 und Bodenwasserhaushalt
 8010 Graz, Stempfergasse 7
 Tel. +43(0)316/877-3177
 dietmar.lautscham@stmk.gv.at

Bei Hochwasser sind im Stadtgebiet von Graz an die 1.000 Objekte teilweise massiv gefährdet. Mit dem „Sachprogramm Grazer Bäche“ liegt nunmehr ein auf zehn Jahre ausgelegtes Maßnahmenpaket vor, das für die gefährdeten Bereiche entsprechende Schutzkonzepte enthält.

Abb. 1: Stadt Graz: Übersicht „Gewässernetz und Stadtbezirke“

Quelle: GIS-Steiermark



Das Stadtgebiet von Graz umfasst eine Fläche von rund 13.000 Hektar, wovon etwas mehr als die Hälfte auf Bauland und Straßenverkehrsflächen entfällt. Innerhalb des Stadtgebietes befinden sich über fünfzig Bäche, zusätzlich eine Vielzahl von kleineren Fließgewässern. Insgesamt beträgt die Gewässernetzlänge etwa 270 km (Abb. 1). Die bedeutendsten Bäche sind:
 (links der Mur; münden in die Mur)

- der Andritzbach mit dem Gabriachbach
- der Schöckelbach mit einigen Zubringern, wie dem Weizbach und dem Stufenbach
- der Mariatrosterbach
- der Stiftingbach und der Ragnitzbach, die zusammen den Leonhardbach bilden
- der Petersbach

(rechts der Mur)

- der Thalerbach (mündet in den Mühlgang)
- der Einöb, der Bründlbach und der Katzelnbach (diese drei genannten Bäche haben entweder keinen Vorfluter oder münden in das öffentliche Kanalsystem).

„Wer am Fluss baut, muss mit nassen Füßen rechnen ...“

Was für viele städtische Räume häufig zutrifft, gilt auch für die meisten Grazer Bäche. Durch das immer weitere Heranrücken von Bebauungen an Fließgewässer bzw. durch höherwertige Nutzungen an den Gewässern gehen im Unterlauf die Hochwasser-Abflussräume beinahe zur Gänze zurück und die Abflussquerschnitte (Bachbette, Brückendurchlässe etc.) nehmen eher ab als zu (Abb. 2). Der für die schadlose Aufnahme ankommender Hochwässer benötigte Platz ist somit größtenteils nicht mehr vorhanden. Verrohrungen

bzw. Überdeckungen (Abb. 3) und das Abrücken von Gerinnen aus der Tiefenlinie für die Gewinnung bebaubarer Flächen haben zusätzlich dazu geführt, dass es teilweise zu Hochwasserabflüssen kommt, die vom Bachbett völlig abgetrennt sind und ein Zurückfließen in das Bachbett nicht mehr stattfinden kann. Eine nicht zu unterschätzende Gefahrenquelle stellen auch unkoordinierte Schutzmaßnahmen bzw. Einbauten an jenen Gerinnen dar, die auf privaten Grundstücken verlaufen (Abb. 4).





Abb. 2: Weizbach; „verklausungsanfälliges“ Brückenlicht-raumprofil (Franz Werfel-Weg)



Abb. 3: Falkenbach; das Ende der freien, offenen Fließstrecke (Betonrohr DN300; $HQ_{100} = 6\text{m}^3/\text{s}$)

Hochwässer in Graz

Hochwässer zählen seit jeher zu den schlimmsten Bedrohungen für den Menschen, für seine Siedlungen und für die von ihm geschaffenen Güter. In den letzten beiden Jahrzehnten gehen rund zwei Drittel der volkswirtschaftlichen Schäden bei Katastrophen im Alpenraum auf Hochwasserereignisse zurück. Zahllose klein- und großräumige, zu allen Jahreszeiten auftretende Hochwasserkatastrophen sind uns überliefert.

Die in Abbildung 5 dargestellte Hochwassermarken befindet sich neben dem Eingang des Hotels Mariahilf in Graz. Das damalige Mur-Hochwasser war so enorm, dass der Färberplatz nur

mit Kähnen befahrbar war. Nach dieser Katastrophenüberschwemmung wurde mit der Vertiefung des Murbettes begonnen.

Während heutzutage im Grazer Stadtgebiet die von der Mur ausgehende Hochwassergefährdung durch das regulierte, tief eingeschnittene Flussbett als sehr gering einzustufen ist, besteht bei den so genannten „Grazer Bächen“ durchwegs noch ein enormes Gefährdungs- und Schadenspotential.

Zuletzt führten am Sonntag, den 21. August 2005 mehrere Bäche im Grazer Stadtgebiet Hochwasser, wodurch teilweise massive Ausuferungen und Schäden verursacht wurden. Um die Mittags-

zeit wurde Katastrophenalarm ausgelöst. Hunderte Keller und Erdgeschosse wurden unter Wasser gesetzt. Die dadurch verursachten Schäden - mit Ausnahme der versicherten Schäden - betrugen ungefähr 5 Mio. Euro.

Entwicklung der Strategien zum Hochwasserschutz in Graz

Grazer Bäche, Hochwasserrückhaltebeckenstudie 1981

Nachdem es an allen Bächen, die im Stadtgebiet von Graz in die Mur münden, bei Starkniederschlägen immer wieder zu Ausuferungen kommt, die Schäden und Beeinträchtigungen an Siedlungsgebieten, Verkehrswegen und Kulturen verursachen, wurde seitens der Stadt Graz und des Landes Steiermark angestrebt, alle Möglichkeiten des Hochwasserrückhaltes zu nutzen. Insgesamt wurden 20 Standorte untersucht. An 8 Standorten (Thalerbach, Erlenbach, Andritzbach, Gabriachbach, Schöckelbach, Mariatrosterbach und Ragnitzbach) wurde die Errichtung von Hochwasserrückhaltebecken empfohlen. Jene Standorte, die innerhalb des Grazer Stadtgebietes lagen (Gabriachbach und Mariatrosterbach), wurden als Vorbehaltsflächen in den Flächenwidmungsplan aufgenommen.

Abb. 4: Stufenbach; ein Absturzbauwerk als Grundgrenze



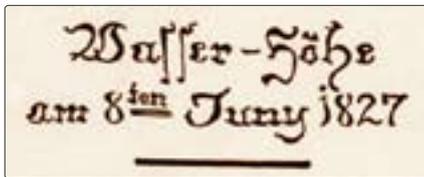


Abb. 5: Hochwassermarken aus dem Jahre 1827
Quelle: Popelka, Geschichte der Stadt Graz, 1935



Abb. 6: Hochwasser 1975: links: Mariatrosterbach; Kirchbergstraße (Anstieg zur Mariatroster Basilika); rechts: Schöckelbach; Brücke Schöckelbachweg – Andritzer Reichsstraße, knapp vor der Andritzer Maut.
(Foto: Zwittnig)

Grazer Bäche, Abflussuntersuchung 1997

Nach mehrjähriger Arbeit lag 1997 das Ergebnis einer gemeinsam von Bund, Land und Stadt beauftragten Abflussuntersuchung (HQ_{30/100}) für alle wesentlichen Grazer Bäche vor. „... Die Grazer Bäche sind teilweise so eingezwängt, dass sie sich im Fall eines Hochwassers unberechenbare Wege suchen könnten. Allein am Schöckelbach sind 200 Gebäude bei einem großen Hochwasser in Gefahr. Am Mariatrosterbach sind es 150 und am Andritzbach sowie am Einödbach jeweils 90 Objekte. In ganz Graz sind insgesamt 1.000 Objekte hochwassergefährdet...“ berichtete damals die Kleine Zeitung. Die Ergebnisse dieser Untersuchung wurden in Form eines Deckplanes Bestandteil des Flächenwidmungsplanes.

Grazer Bäche, Gefahrenzonenplanung 1999

Rund 90 % der Grazer Bäche befinden sich im Zuständigkeits- bzw. Betreuungsbereich der Bundeswasserbauverwaltung. Der Rest (einige Oberläufe und Zubringerbäche) wird vom Forsttechnischen Dienst für Wildbach- und Lawinverbauung, Sektion Steiermark, betreut. Von dieser Dienststelle wurde 1999 die Gefahrenzonenausweisung vorgelegt, deren Ergebnisse ebenso wie jene der Abflussuntersuchung 1997 (Bundeswasserbauverwal-

lung) in den Flächenwidmungsplan einbezogen wurden.

Sachprogramm Hochwasser

Zu Beginn des Jahres 2001 hat die Stadt Graz in ihrem Entwicklungskonzept (Version 3.0) die Ausarbeitung eines „Sachprogramms Hochwasser“ als notwendige Maßnahme festgelegt und anlässlich der Erstellung des Flächenwidmungsplanes 2002 als dringliche weiterführende Maßnahme zur Lösung der anstehenden Probleme bestätigt.

Sachprogramm Grazer Bäche

Im November 2004 wurde von der Stadt Graz und dem Land Steiermark das gemeinsam erarbeitete Strategiepapier „Sachprogramm Grazer Bäche“ präsentiert. Unter Berücksichtigung der Erfordernisse der Fachbereiche Raumordnung/Stadtentwicklung/Freiraumplanung, Gewässerökologie, Siedlungswasserwirtschaft und Katastrophenschutz wurde das prioritäre Ziel mit „Erreichen eines nachhaltigen Hochwasserschutzes für die gefährdeten Objekte innerhalb der Stadt Graz“ formuliert. Ein weiteres Ziel war, dass alle notwendigen Maßnahmen des Hochwasserschutzes und die damit einhergehenden Vorhaben (Beseitigung von Migrationshindernissen für Fische und Kleinstlebewesen, Öffnen von Verrohrungen, Verbesserung der Naherholungsmöglichkeit an den Bächen etc.) im Rahmen eines 10-Jahresprogrammes (2006-2015) umgesetzt werden sollen.

Besonders im städtischen Raum ist die Vorsorge gegen Hochwasser keine rein wasserbauliche Aufgabe, sondern gleichermaßen eine der räumlichen Planung.

Die Organisationsstruktur des Sachprogramms beinhaltet die Einrichtung von vier Projektgruppen (Hochwasserschutz, Raum-/Freiraumplanung, Ökologie und Siedlungswasserwirtschaft), deren Arbeit in engster Kooperation abzulaufen hatte.

Unter Mitwirkung des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft wurde, federführend durch das Land Steiermark und die Stadt Graz, als erster Schritt die Ausarbeitung einer schutzwasserwirtschaftlichen Studie im Auftrag gegeben. Diese bestand im Wesentlichen aus:

- der Aktualisierung der Hochwasserabfluss- bzw. -gefährdungssituation,
- der Erarbeitung von entsprechenden Schutzmaßnahmevorschlügen (Darstellung der Hauptvariante in genereller Form) zur Erreichung eines bestmöglichen Hochwasserschutzes für die gefährdeten Bereiche (angestrebt wird ein Schutz bis zu Hochwasserereignissen mit 100-jährlicher Eintrittswahrscheinlichkeit/HQ₁₀₀) sowie
- einer groben Schätzung der zu erwartenden Kosten.

Besonders im städtischen Raum ist die Vorsorge gegen Hochwasser keine rein wasserbauliche Aufgabe, sondern gleichermaßen eine der räumlichen Planung.



Abb. 7: Hochwasser 21. August 2005: Foto links: Schöckelbach; Andritzer Ortszentrum (Andritzer Reichsstraße - Gottlieb Remschmidt-Gasse); Foto Mitte: Andritzbach; Kreuzung Stattegger-, St. Veiter-, Weinitzenstraße; Foto rechts: Mariatrosterbach; Bachbettverlegung durch Schwemmholt (Mariatrosterstraße - Hauszufahrt bei Bach-km 6,38)

Die Gesamtkosten für dieses Zehnjahresmaßnahmenprogramm wurden auf der Preisbasis 08/2006 mit 65 Mio. Euro geschätzt.

Zunächst wurde das Grazer Stadtgebiet in 7 Hauptflussgebiete (Tab. 1) eingeteilt. Durch diese Einteilung ergab sich, dass für die schutzwasserwirtschaftliche Planung sieben verschiedene Ingenieurbüros herangezogen wurden. Zwei weitere Büros wurden mit der Bearbeitung der Fachgebiete Gewässerökologie und Raumplanung betraut. Für die Gesamtkoordination wurde noch die Stelle einer Projektsteuerung eingerichtet. Neben den einzelnen Ingenieurbüros, der Projektleitung/Projektsteuerung wurden Beiräte (Vertreter der Stadt Graz, des Landes Steiermark, der Technischen Universität, verschiedener Naturschutzorganisationen, der Stadtfeuerwehr und des Landesfischereiverbandes) zur Mitarbeit eingeladen.

Nach umfangreichen Erhebungen, Vorarbeiten, ergänzenden Vermessungen und Abstimmungen zwischen den Projektgruppen in mehreren Workshops lagen die grundsätzlichen Schutzkonzepte in der ersten Hälfte des Jahres 2006 grob vor. Für jene Bachabschnitte, wo eine ent-

sprechende Schutzgradverbesserung nur durch die Errichtung von Hochwasserrückhalteanlagen erreichbar ist, war es zur Schärfung der Aussagekraft unbedingt erforderlich, eine Niederschlag-Abfluss-Modellierung durchzuführen. Im August 2006 waren die Arbeiten an den schutzwasserwirtschaftlichen Studien abgeschlossen. Der vorgeschlagene Maßnahmenkatalog („Maßnahmenbündel“) ist sehr umfangreich und beinhaltet

- die unbedingte Freihaltung (Vorsorge) und zusätzliche Schaffung von Überschwemmungsräumen,
- die Errichtung von Hochwasserrückhaltebecken (29 Stück; davon liegen 7 Standorte außerhalb des Stadtgebietes; das gesamte Retentionsvolumen beträgt dabei ca. 1 Mio. m³),
- die Beseitigung von Engstellen (Bachbette und Durchlässe/Brücken) nach schutzwasserbaulichen und gewässerökologischen Gesichtspunkten und
- die Verbesserung der ökologischen Funktionsfähigkeit (Erreichen eines möglichst guten Zustandes).

Jeder Kubikmeter Wasser, der auf (wieder gewonnenen) Überschwemmungsgebieten durch Gewässerstrukturierungen sowie durch Erhalt und Förderung von Kleinstrukturen in der Landschaft zurückgehalten wird, ist ein Gewinn für den Naturhaushalt und eine Entlastung bei Hochwasser.

Trotz größtmöglicher Ausnutzung der örtlichen Gegebenheiten (verbunden mit umfangreichen Grundbeanspruchungen) wird es nicht möglich sein, für alle gefährdeten Siedlungsräume einen Hochwasserschutz bis zu einem HQ₁₀₀ zu erreichen. Am augenscheinlichsten tritt dies am Schöckelbach hervor. Hier liegt der maximal erreichbare Schutzgrad bei HQ₅₀. Der Vergleich zur derzeitigen Situation (Ausuferungen ab HQ₂₋₅) zeigt auch hier die deutliche Verbesserung.

Die Gesamtkosten für dieses Zehnjahresmaßnahmenprogramm wurden auf der Preisbasis 08/2006 mit 65 Mio. Euro geschätzt (Bundeswasserbauverwaltung ca. 59 Mio. Euro; Wildbach- und Lawinenverbauung ca. 6 Mio. Euro). Die Finanzierung wird von Bund, Land und Stadt getragen.

Unter Heranziehung der vorhandenen Überflutungshäufigkeiten und des vorhandenen Schadenspotentials wurde im Bewusstsein, dass alle Schutzmaßnahmen wichtig und notwendig sind, eine Prioritätenreihung (bezogen auf die Hauptflussgebiete) vorgenommen, an der der Abflussraum des Schöckelbaches eindeutig an erster Stelle steht. Ihm folgen Andritzbach, Petersbach, Thalerbach, Mariatrosterbach, Ragnitzbach-Leonhardbach und Stiftingbach.



Abb. 8: Hochwasser 1998: Gabriachbach; die Hoffeldstraße als „Reißender Fluss“ (rechts Vergleichsfoto)



Abb. 9: Übersicht „Die Grazer Bäche mit ihren Einzugsgebieten“ (Hauptflussgebiete: 1. Thalerbach, 2. Andritzbach, 3. Schöckelbach, 4. Mariatrosterbach, 5. Stiftingbach, 6. Ragnitzbach-Leonhardbach und 7. Petersbach);

Quelle: GIS-Steiermark

In der Studie wurden auch die Hangwasserproblematik, die in vielen Teilen des Stadtgebietes vorhanden ist, sowie der Umstand, dass bestehende Regenwassereinleitungen in die historisch gewachsene Mischwasserkanalisation nach dem Motto „Das Regenwasser soll in den Bach und nicht in den Kanal“ möglichst reduziert werden sollen, angesprochen und aufgezeigt.

Parallel mit den ersten detaillierten Schutzwasserbau-Ökologie-Fachplanungen (Schöckelbach, Andritzbach, Bründlbach) laufen derzeit vorbereitende Arbeiten für die Erstellung von

- Gewässermanagementplänen (Arbeitspakete, Zeitpläne, Bewirtschaftungspläne),
- Hochwasserprognosemodellen, Warn- und Alarmplänen, sowie
- Restrisikoanalysen (Gefährdung über das Bemessungshochwasser hinaus) und Einsatzplänen.

Am Einödbach und am Gabriachbach wird schon gebaut. Hier waren die schutzwasserbaulichen Projekte und rechtlichen Verfahren schon vor dem Einstieg in das Sachprogramm Grazer Bäche abgeschlossen. Am Gabriachbach wird die Gestaltung bzw. Bepflanzung des Rückstaubereiches der Hochwasserrückhalteanlage

„Am Eichengrund“ schwerpunktmäßig durch die Schüler, Lehrer und Eltern der Volksschule Graz-St. Veit erfolgen.

Ein besonderes Augenmerk wurde und wird der Öffentlichkeitsarbeit (Information der Bevölkerung und Stärkung des „Bächebewusstseins“) zugewendet. In Ergänzung zu den vorgesehenen Schutzmaßnahmen durch die Öffentliche Hand wird es auch unumgänglich sein, dass jeder einzelne Betroffene in Eigenverantwortung an Schutzmaßnahmen wie

- hochwasserangepasstes Bauen, Leben und Wohnen,
- Einsatz mobiler Hochwasserschutzelemente,
- persönliche Notfallpläne und
- Hochwasserschadensversicherungen,

denkt und bei Bedarf auch vornimmt. Ohne dieses Zutun, das auf dem Bewusstsein für die Gefahren und die Einsicht zur Selbstverpflichtung aufbaut, ist ein integraler Hochwasserschutz nicht realisierbar.

Abb. 10: Petersbach; gemeinsames Projekt (Restrukturierung eines hart verbauten Bachabschnittes) mit der Öko-Tech-Hauptschule Graz-St. Peter („Bachpatenschaft“)



... wird es auch unumgänglich sein, dass jeder einzelne Betroffene in Eigenverantwortung an Schutzmaßnahmen denkt.

Weiterführende Informationen zum Thema Hochwasserschutz:

- <http://wasser.lebensministerium.at/>
- <http://www.wasserwirtschaft.steiermark.at/>
- <http://www.graz.at/>

Hochwasserrückhaltebecken

Ein zukunftsweisender Weg in der Hochwasserprävention Teil I: Rückhaltebecken an Wildbächen



DI ALFRED ELLMER
Wildbach- und
Lawinenverbauung
Sektion Steiermark
8010 Graz,
Conrad-v.-Hötzendorf-Str. 127
Tel. +43(0)316/425817-32

Durch die Ausbreitung der Siedlungsräume und die Intensivierung der landwirtschaftlichen Nutzung wurden in den letzten Jahrzehnten immer mehr Hochwasserabflussräume vom Menschen in Anspruch genommen. Durch den Verlust von natürlichen Retentionsräumen entlang unserer Fließgewässer einerseits sowie durch Regulierungsbauten andererseits kommt es zu einer Abflussverschärfung. Immer größere und beschleunigte Hochwasserspitzen treten auf. Dies führt zu immer zahlreicher auftretenden Hochwässern und daraus resultierenden Schäden. Seit Jahren werden nun Hochwasserrückhaltebecken (RHB) zur Reduktion extremer Abflüsse gebaut und bilden heute einen unverzichtbaren Bestandteil eines wirksamen Hochwasserschutzes.

Rückhaltebecken werden sowohl in Gebirgsregionen als auch im Tiefland eingesetzt. Die Wildbäche fallen dabei in den Zuständigkeitsbereich des Forsttechnischen Dienstes für Wildbach- und Lawinenverbauung, kurz WLW. Seit 1984 errichtete die WLW Sektion Steiermark insgesamt 17 derartige Anlagen, 13 weitere sind in Planung (Abb. 1). Es handelt sich dabei durchwegs um kleinere Becken mit Volumina von 10.000 bis 383.000 m³. Im Jahr 2005 wurde mit dem RHB Waisenbach im Gemeindegebiet von Birkfeld, welches eine Stauhöhe von ca. 21 m und ein Rückhaltevolumen von 383.000 m³ aufweist, das bisher größte Rückhaltebecken der WLW Steiermark fertig gestellt (Abb. 2). Derzeit wird intensiv an der Umsetzung eines großen Rückhaltebeckens am Lankowitzbach (Gemeinde Maria Lankowitz, Bezirk Voitsberg) gearbeitet.



Abb. 2: Waisenbach, Gemeinde Birkfeld,
Hochwasser-Rückhaltebecken

Hochwasserrückhaltebecken der WLV in der Steiermark



Abb. 1: Übersichtskarte Becken WLV Steiermark

Generelle Wirkungsweise

Hochwasserrückhalteanlagen dienen dem Zweck, Siedlungen und Objekte vor den schädlichen Auswirkungen von Hochwässern durch Verminderung der Abflussspitze zu schützen. Künstlicher Hochwasserrückhalt kann im Rahmen eines Gesamtschutzkonzeptes angestrebt werden, wenn natürliche Rückhalteräume nicht ausreichend vorhanden sind. Bei Rückhalteanlagen wird der Ausfluss aus dem Becken durch ein Drosselbauwerk, z. B. einem Grundablass mit definiertem Ausflussquerschnitt, reguliert. Die Rückhaltemaßnahmen sollen so dimensioniert werden, dass die gedämpften Hochwasserspitzen schadlos in den Unterlaufgerinnen abgeführt werden können. In manchen Siedlungsberei-

chen sind dazu zusätzliche lokale Maßnahmen (größere Brückenquerschnitte, Geländeanpassungen, Gerinneausbauten...) erforderlich, um die nötige Abflusskapazität zu erreichen. Die Errichtung eines Hochwasserrückhaltebeckens stellt eine punktuelle Maßnahme dar, daher können vielfach gewässerökologisch negativ wirkende, lineare Regulierungen entfallen.

Besondere Rahmenbedingungen in Wildbacheinzugsgebieten

In Wildbacheinzugsgebieten werden durch die rasch und nur kurzfristig eintretenden Wasseranschwellungen Feststoffe und Wildholz mitgerissen. Es entwickeln sich oft stark geschiebebelastete Wasserabflüsse bis hin zu Massenströmen (Muren). Die Bewirtschaftung solcher Feststoffmassen stellt die prioritäre Aufgabe im Rahmen der Schutzprojekte der WLV dar. Hochwasserrückhalteanlagen sollen bedroh-

te Siedlungen schützen. Voraussetzungen für den Bau derartiger Anlagen sind:

- ausreichende Stauräume
- standfeste Hänge
- günstige Untergrundverhältnisse
- schwacher Geschiebe- u. Holztrieb.

In den engen und steilen Wildbacheinzugsgebieten sind diese Voraussetzungen aber nicht immer gegeben. Als günstig für einen Hochwasserrückhalt erweisen sich die steilen und kurzen Hochwasserwellen aus kleineren und mittleren Wildbacheinzugsgebieten, weil hier mit relativ geringen Rückhaltevolumina eine effiziente Reduktion der Hochwasserspitzen möglich ist. Durch die Drosselung der Wassermenge vermindern sich auch die Schleppkräfte im Bachbett und es ist mit geringeren Erosionser-

Hochwasserrückhalteanlagen dienen dem Zweck, Siedlungen und Objekte vor den schädlichen Auswirkungen von Hochwässern durch Verminderung der Abflussspitze zu schützen.

Fotos: WLW



Abb. 3: Gamsbach, Gemeinde Gams bei Hieflau, Hochwasser 1961 (SW-Bild)

scheinungen und geringerer Geschiebemobilisierung zu rechnen.

Planung

Für jedes Rückhaltebecken ist eine Niederschlag-Abflussberechnung für das betreffende Einzugsgebiet durchzuführen. Die Berechnung ist für verschiedene Szenarien durchzurechnen, wodurch die Wirkung des Beckens unmittelbar unterhalb des Beckenstandortes und im Unterlauf bzw. im Vorfluter abgeschätzt werden kann. Für jedes Szenario ist ein geeigneter Niederschlagsansatz (N-Dauer, N-Höhe, N-Verteilung) zu treffen. Das Becken wird somit nicht nur für kurze Intensivniederschläge, sondern auch für längere Regenerereignisse dimensioniert. In der Gesamtsicht aller möglichen Ereignisse ist jeweils das ungünstigste für die weiteren Planungsschritte zu wählen. Durch diese Analyse der Hochwasser-Entstehung und des Hochwasser-Verlaufes ist eine Optimierung des Standortes und der Größe des Rückhaltebeckens möglich. Durch ungünstig platzierte oder falsch dimensi-

onierte Rückhaltebecken könnte unter Umständen sogar eine Verschlechterung der Hochwassersituation im Gesamteinzugsgebiet eintreten.

Betrieb der Anlagen

Um die Betriebssicherheit und die Funktionalität der Anlagenteile auf Dauer zu gewährleisten, werden seitens der WLW mehrere Maßnahmen gesetzt. Die größte Gefahr im Betriebsfall liegt in der Verklauung des Grundablasses durch Unholz, wodurch kein oder zu wenig Wasser aus dem Becken strömen kann. Zur Vermeidung derartiger Situationen werden vor den Grundablässen ausreichend große Unholzrechen montiert. Für die Standsicherheit des Absperrbauwerkes werden während der Planungs- und Bauphase intensive geotechnische Untersuchungen gemäß ÖNORM B 4402 durchgeführt. Die Betreuung der Becken erfolgt durch die Betreibergemeinden und den bei der WLW eingesetzten Betreuungsdienst.

Für jedes Rückhaltebecken wird von der WLW ein sogenanntes „Beckenbuch“ angefertigt und der betreffenden Gemeinde übergeben. Vor Ort wird ein sogenannter Beckenwärter eingesetzt,

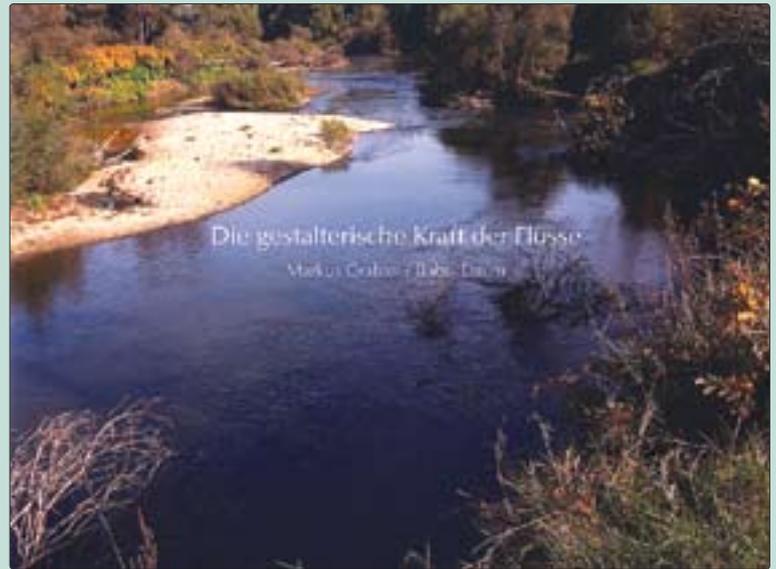
der die laufende Überwachung übernimmt, dies im Beckenbuch dokumentiert und eventuelle Mängel an die Gemeinde und an die WLW weiterleitet. Die durch Maßnahmen wie Räumungen, Wartungen, Böschungs- und Gehölzpflege etc. beseitigten Mängel werden gemäß Wasserbautenförderungsgesetz 1959 finanziert. Nach größeren Ereignissen werden Dokumentationen und Analysen erstellt und letztendlich entschieden, ob Anpassungen im Betrieb erforderlich sind. Grundsätzlich ist festzuhalten, dass Rückhalteanlagen einer laufenden Betreuung bedürfen. Unabhängig sind daher Rechenanlagen und Räumzufahrten. Die Deponie des Räumgutes muss rasch erfolgen, Deponieräume sind zu fixieren.

BUCHTIPP



Ausblick

Beim Forsttechnischen Dienst für Wildbach- und Lawinenverbauung Steiermark wird der Bedarf an solchen Anlagen durch zunehmende Nutzung der Siedlungsräume sicher noch steigen. Neben solchen Maßnahmen des aktiven Schutzes stellen die raumordnerischen Maßnahmen, dargestellt in den Gefahrenzonenplänen der WLK, ein wichtiges Instrument dar, um bedrohte Flächen von Besiedlung freizuhalten oder diese so zu lenken, dass Schäden präventiv vermieden werden. Derzeit läuft ein Schwerpunktprogramm „Gefahrenzonenplanung“ in der Steiermark, um bis 2010 flächendeckend Gefahrenzonenpläne bereitzustellen zu können. Im Zuge der Gefahrenzonenplanung können auch mögliche Standorte für Rückhaltmaßnahmen identifiziert und somit freigehalten werden („Blaue Vorbehaltsbereiche“). Besonders wichtig ist auch die Erhaltung von bestehenden Überflutungsräumen entlang der Fließgewässer, sogenannter „Fließretentionsräume“ („Violette Hinweisbereiche“). Dadurch können Verschlechterungen der Abflussverhältnisse verhindert werden.



Die gestalterische Kraft der Flüsse

Markus Grabler, Babsi Baum

Flüsse sind die Lebensadern unserer Landschaft. Sie bringen Leben, fallweise auch Verderben, und sind selbst einer ständigen Verwandlung unterworfen. Ihre Formenvielfalt ist gigantisch, ebenso wie das Leben im Wasser und an ihren Ufern.

„... in ihre Schönheit eintauchen ...“ – dieser Satz umschreibt wohl am besten die Art und Weise, wie dieser Bildband gestaltet wurde. Rund 340 Farbfotos stellen Ästhetik, ökosystemare Zusammenhänge und die gestalterische Kraft von fließendem Wasser ins Zentrum der Betrachtung. Die fachlichen Erklärungen, knapp und prägnant formuliert, wurden in einem „Fließtext“ dargestellt, ein interessanter Kontrast zu den fast poetischen Fotos.

„Das Buch ist eine Liebeserklärung an lebendige Flüsse ...“, so die Autoren. Für alle Interessierten – Flussbaufachleute, BiologInnen oder Naturliebhaber – ist dieses Werk gleichermaßen eine wertvolle Ergänzung für die Bibliothek.

Eigenverlag Movingwater

Wagna/Wien 2006

Format 20x27 cm, 170 Seiten

ISBN-10: 3-200-00742-7

€ 32,00

Für Sie gelesen von Dr. Uwe Kozina

Gewässerpflege und -instandhaltung

Ein Beitrag zur Verbesserung des Gewässerzustandes



DR. NORBERT BAUMANN
Amt der Steiermärkischen
Landesregierung
FA 19B - Schutzwasser-
wirtschaft und Bodenwasser-
haushalt
8010 Graz, Stempfergasse 7
Tel. +43(0)316/877-2494
norbert.baumann@stmk.gv.at

Gewässer und die von ihnen beeinflussten Räume besitzen als lebensnotwendige Elemente und Schutzgüter in der Kulturlandschaft höchste Bedeutung in der Gesellschaft. Es ist somit eine Vorgabe und eine Herausforderung für eine moderne Schutzwasserwirtschaft aktive Maßnahmen unter größtmöglicher Rücksichtnahme auf den hohen Stellenwert des Wassers und der Gewässer zu projektieren und auszuführen. Dies gilt auch für sämtliche Maßnahmen der Gewässerpflege und -instandhaltung, die, entsprechend den Zielsetzungen der EU-Wasserrahmenrichtlinie, auch unter dem Aspekt einer nachhaltigen Erhaltung und Entwicklung des ökologischen Zustandes zu verstehen sind.

Im Allgemeinen ergibt sich die Notwendigkeit von Pflege- und Instandhaltungsmaßnahmen aus dem Unterschied zwischen dem aktuellen Zustand vor Ort und einem Zielzustand, welcher durch den wasserrechtlichen Konsens, den schutzwasserwirtschaftlichen Handlungsbedarf aber auch durch die damit verbundenen ökologischen Anforderungen unter Berücksichtigung eines spezifischen Leitbildes definiert wird. Dies bedeutet, dass bei der notwendigen Instandhaltung ausgebauter Gewässerstrecken eine Anpassung an die ökologischen Erfordernisse, unter Berücksichtigung schutzwasserwirtschaftlicher Vorgaben, anzustreben ist, und dies völlig unabhängig davon, ob damit der gute Zustand oder lediglich das gute ökologische Potential des Gewässers erreichbar wird. Anstelle von klassischen und meist konservierenden Maßnahmen der Gewässerinstandhaltung, wie etwa die Freihaltung von Abflussquerschnitten monotoner Trapez-

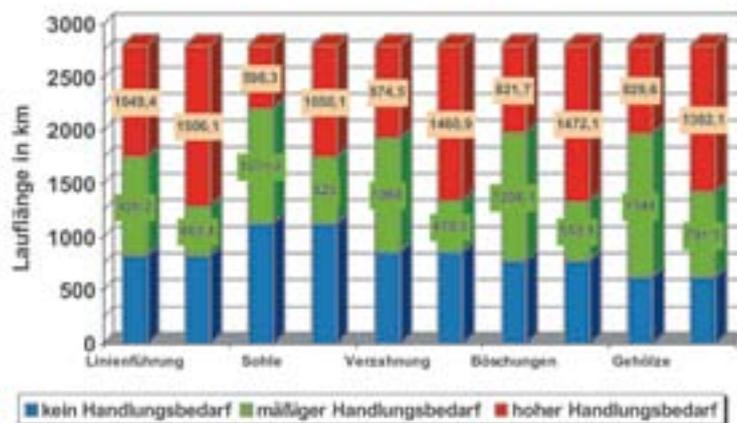


Abb. 1: Auswertung der Gewässerzustandskartierung für Gewässer mit einem Einzugsgebiet >100 km² - ökologischer Handlungsbedarf: Variante 1 - linker Balken, Variante 2 - rechter Balken (siehe Text).

profile oder die Sanierung von Einrissen in nicht mehr zeitgemäßen Bauformen, sind, unter Berücksichtigung einer entsprechenden Hochwassersicherheit, in verstärktem Umfang Maßnahmen vorzusehen, die eine Entwicklung entsprechend dem Leitbild fördern. In Erfüllung dieser Zielsetzungen ist bei Gewässern sowohl ein schutzwasserwirtschaftlicher Handlungsbedarf als auch ein - vielfach durch wasserbauliche Aktivitäten verursachter - ökologischer Handlungsbedarf zu berücksichtigen.

Bestandsaufnahmen und Auswertungen der morphologischen Verhältnisse der Gewässer - als Momentaufnahme der Gewässerentwicklung - bieten Rückschlüsse auf die Eingriffsintensität durch unterschiedliche Maßnahmen. Daher wird bereits seit 1996 der morphologische Gewässerzustand in der Steiermark erhoben. Die Hauptziele liegen in der Bestandserhebung, im Aufzeigen struktureller Defizite, in der Be-

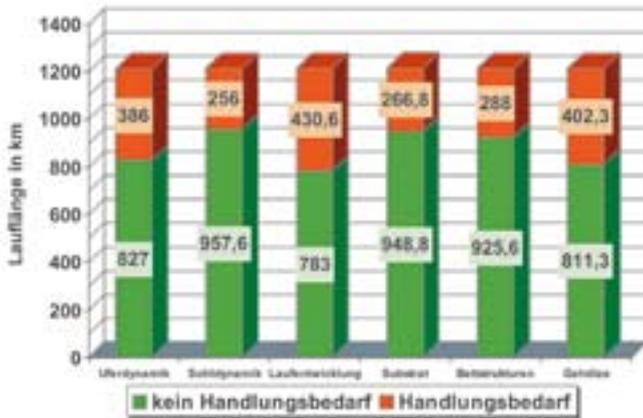


Abb. 2: Auswertung der Gewässerzustandskartierung (Screening-Methode) für Gewässer mit einem Einzugsgebiet zwischen 10 und 100 km² - ökologischer Handlungsbedarf

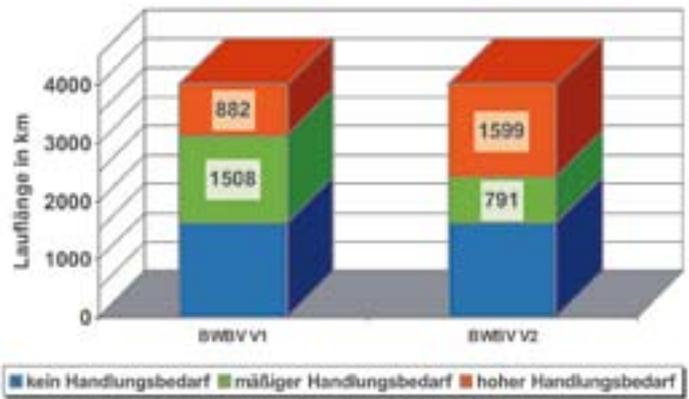


Abb. 3: Auswertung der Gewässerzustandskartierung für Gewässer mit einem Einzugsgebiet zwischen 10 und 100 km² - ökologischer Handlungsbedarf: Variante 1 - linker Balken, Variante 2 - rechter Balken (siehe Text).

reitstellung von Basisinformationen für ein Fließgewässermonitoring und schließlich auch in einer Erfolgskontrolle von Maßnahmen im naturnahen Wasserbau. Die Bewertung erfolgte auf einer 7-stufigen Skala nach Werth. Die Zustandsklassen reichen von natürlichen über naturnahen bis zu naturfremden Fließgewässerabschnitten. Nach dieser Methode wurden sämtliche Fließgewässer mit einem Einzugsgebiet über 100 km² sowie die Grazer Bäche bewertet (Abb. 1).

Die Ergebnisse für diese Gewässer mit einer Gesamtlänge von etwa 2.800 km zeigen aus ökologischer Sicht für lediglich 700 km befriedigende Verhältnisse. Je nach Definition sind signifikante morphologische Belastungen mit Erreichen der Zustandsklasse II-III (deutlich beeinträchtigt - Variante 1) oder Zustandsklasse III (stark beeinträchtigt - Variante 2) gegeben. Die Ergebnisse für beide Varianten sind für die untersuchten Parameter in Abbildung 1 dargestellt.

Dementsprechend wäre auch die Dringlichkeit für einen ökologischen Handlungsbedarf anzusetzen.

Für die Fließgewässer mit einem Einzugsgebiet zwischen 10 und 100 km² wurde im Jahre 2006 eine weitere Zustandserhebung nach der Screening-Methode des BMLFUW durchge-

führt. In dieser werden im Gegensatz zur steirischen Methode 500-Meter-Abschnitte entlang eines Fließgewässers bewertet. Dabei wird zum Beispiel die Uferdynamik als Grad der anthropogenen Beeinträchtigung durch Uferverbauungen beurteilt. Daraus können Rückschlüsse gezogen werden, inwieweit das Gewässer seinen Uferverlauf selbstständig verändern und dynamisch umgestalten kann. Mit der Beurteilung der Sohdynamik kann der Grad der anthropogenen Beeinträchtigung der Fließgewässer-sole durch Verbauungsmaßnahmen abgebildet werden. Die steirischen Erhebungen der hydro-morphologischen Belastungen der Fließgewässer mit Einzugsgebieten zwischen 10 und 100 km² nach der vorgegebenen und oben kurz dargestellten Screening-Me-

thode zeigen folgende Ergebnisse (Abb. 2):

Von den 1.214 km Lauflänge an steirischen Gewässern, die sich im Betreuungsbereich der Bundeswasserbauverwaltung (BWBV) befinden, sind etwa ein Drittel bezüglich ihrer Uferdynamik als zumindest „durchgehend anthropogen überformt bzw. verbaut“ einzustufen. In etwa einem Viertel dieser Gewässer ist außerdem die Sohdynamik zumindest „deutlich eingeschränkt“. Dementsprechend wäre auch hier der ökologische Handlungsbedarf gegeben.

Der Versuch einer Zusammenfassung der Strukturkartierungen von etwa 4.000 km steirischer Fließgewässer im Betreuungsbereich der BWBV zeigt unter dem Aspekt eines ökologischen Hand-



Abb. 4: Kontinuumsunterbrechung am Schwarzaubach



Abb. 5: Aufgelöste Kontinuumsunterbrechung am Schwarzaubach



Abb. 6: Aufweitung an der Mur in Oberschwarza

lungsbedarfes folgendes Ergebnis (Abb. 3):

Etwa 1.600 km der untersuchten steirischen Fließgewässer mit einem Einzugsgebiet größer als 10 km² sind als naturnah zu bezeichnen. Für 2.400 km besteht Handlungsbedarf, welcher je nach Interpretation der Ergebnisse aus der steirischen Kartierungsmethode für 880 km (Variante 1) bzw. für 1.600 km (Variante 2) als hoch einzustufen ist. Die Ursachen liegen vorwiegend in den Auswirkungen wasserbaulicher Maßnahmen und den daraus resultierenden unbefriedigenden morphologischen Verhältnissen.

Abb. 7: Aufweitung der Mur in Weitersfeld (Bauphase). Auch hier wurde durch die Anlage eines Hinterriners und die Dotation des anfallenden Materials sowohl wasserbaulichen als auch ökologischen Zielen entsprochen.



Neben den morphologischen Gegebenheiten sind etwa 5.000 Sohlstufen, -rampen und -schwelen als organismenpassierbare Querbauwerke Ausdruck von Stabilisierungsmaßnahmen. An den Gewässern der BWBV - ohne Berücksichtigung von Wehranlagen – bestehen etwa 2.500 für Wasserorganismen unpassierbare Kontinuumsunterbrechungen (Abb. 4), welche im Zuge wasserbaulicher Maßnahmen errichtet wurden.

Wenn man berücksichtigt, dass in den Jahren 2003 bis 2006 etwa 100 Kontinuumsunterbrechungen im Zuge schutzwasserbaulicher Maßnahmen und Instandhaltungen in der Steiermark rückgebaut werden konnten, wird der

Zeitraum ersichtlich, welcher anzusetzen sein wird, bis zumindest alle berichtspflichtigen Gewässer ein durchgängiges Kontinuum aufweisen werden.

Hochwasserschutzbauten sind nach dem Gesetz zu erhalten. Eine offensichtliche Vernachlässigung ist auch eine Verletzung öffentlicher Interessen. Somit werden schutzwasserwirtschaftlicher Handlungsbedarf und ökologischer Handlungsbedarf im Rahmen von Pflege- und Instandhaltungsmaßnahmen meist unterschiedlich beurteilt und dementsprechend in unterschiedlichem Umfang, der oft auf persönlichen Einsatz zurückzuführen ist, bei der Maßnahmenumsetzung berücksichtigt.

Die Förderung der Dynamik durch Initialmaßnahmen, Vergrößerung des Raumangebotes für das Gewässer durch Uferstreifen, sukzessive Beseitigung struktureller Defizite, Wiederherstellung der Durchgängigkeit und Initiierung naturnaher typspezifischer Gewässerabschnitte gelten heute als Stand der Technik, der auch im Rahmen der Tätigkeiten zur Pflege und Instandhaltung einzuhalten ist. Darunter wären unter anderem Gewässeraufweitungen zur Verhinderung einer Sohleintiefung oder zum verbesserten Hochwasserrückhalt zu verstehen. Auch der Rückhalt von Wasser in der Landschaft durch Gewässerrenaturierung oder der Er-



Abb. 8: Aufweitung der Mur in Donnersdorf (Geschiebedotation). Aufweitung der Mur und Vernetzung mit einem Zubringer inklusive Geschiebedotation dienen der Gewässervernetzung und der Sohlstabilisierung entsprechend dem Grundsatzkonzept für die Grenzmuir.

halt und die Förderung von Kleinstrukturen im Sinne eines zukunftsweisenden Hochwasserschutzes sind heute unbestritten.

Abbildung 6 und 8 zeigen Aufweitungen im Bereich der Mur zwischen Spielfeld und Bad Radkersburg, welche als Geschiebelieferanten einer weiteren Sohleintiefung entgegenwirken und gleichzeitig durch ihre strukturbildende Funktion die morphologischen Verhältnisse im Abschnitt verbessern.

Durch eine weitgehende Entfernung der Böschungssicherungen wird zusätzlich eine eigendynamische Entwicklung des Gewässerabschnittes möglich.

Im Sinne der bestmöglichen Nutzung beschränkter finanzieller Ressourcen zur Erfüllung der Instandhaltungs- und Pflegemaßnahmen an Gewässern, ist eine Orientierung an einem Zielzustand entsprechend der Gewässerentwicklung notwendig. Dort, wo entsprechende Konzepte vorliegen, sind auch Instandhaltungs- und Pflegemaßnahmen derart auszurichten, dass diese Ziele kostengünstig, mit der Chance auf ein Maximum an Verbesserungen, erreicht werden. In den oben genannten Beispielen wurde ein Kostenbeitrag von 50 Prozent durch die Europäische Union im Rahmen des IN-

TERREG IIIa-Programmes „Maßnahmen Unteres Murtal“ sichergestellt. Ein weiteres Beispiel für eine Instandhaltungsmaßnahme unter Berücksichtigung der künftigen Gewässerentwicklung stellt der Mündungsbereich der Palten in die Enns dar, wo notwendige Instandhaltungsmaßnahmen in Verbindung mit dem LIFE-Projekt „Naturschutzstrategie für Wald und Wildfluss im Gesäuse“ ebenfalls mit 50 Prozent aus Mitteln der Europäischen Union gefördert werden.

Wie weit Pflege- und Instandhaltungsmaßnahmen dazu herangezogen werden, oder aber geeignet sind, ökologischen Handlungsbedarf an Fließgewässern zu senken, werden künftige Strukturhebungen in Form eines morphologischen Monitorings zeigen. Das Ziel einer zeitgemäßen Gewässerpflege und –instandhaltung ist es jedenfalls, die Entwicklung der Gewässer im Hinblick auf die Schutzziele und Umweltziele als Stand der Technik und als ein öffentliches Interesse entsprechend den jeweiligen Leitbildern zu optimieren und langfristig zu sichern.

Abb. 9: Mündungsbereich der Palten in die Enns. Gewässerrenaturierung oder der Erhalt und die Förderung von Kleinstrukturen im Sinne eines zukunftsweisenden Hochwasserschutzes sind heute unbestritten.

Fotos: FA 19B





DI DR. HELMUT KNOBLAUCH

Technische Universität Graz
Institut für Wasserbau und
Wasserwirtschaft
8010 Graz, Stremayrgasse 10
Tel. +43(0)316/873-8362
helmut.knoblauch@tugraz.at



DI HANNES BADURA

Technische Universität Graz
Institut für Wasserbau und
Wasserwirtschaft
Tel. +43(0)316/873-8852
h.badura@tugraz.at



DI DR. JOSEF SCHNEIDER

Technische Universität Graz
Institut für Wasserbau und
Wasserwirtschaft
Tel. +43(0)316/873-8862
schneider@tugraz.at

Optimierte Entlandungsmaßnahmen an alpinen Speichern

Die Speicher wasserbaulicher Anlagen dienen zur Erzeugung elektrischer Energie, zur Sicherung des Hochwasserschutzes, zur Bewässerung oder auch zur Gewinnung von Trinkwasser. Die Funktionsfähigkeit der Speicher kann jedoch durch die Verlandung infolge des natürlichen Sedimenttransportes beeinträchtigt werden. Aus diesen Gründen sind die Betreiber von wasserbaulichen Anlagen bemüht, ein nachhaltiges Sedimentmanagement anzuwenden.



In den Jahren 2003 bis 2006 wurde das internationale EU INTERREG III B Projekt ALPRESERV durchgeführt, um die Bemühungen in Bezug auf die wasserwirtschaftlichen, rechtlichen und ökologischen Randbedingungen zusammenzufassen und einen gegenseitigen Erfahrungsaustausch zu ermöglichen. Im Zuge dieses Projektes wurde als ein Pilotprojekt der Stauraum des Kraftwer-

kes (KW) Bodendorf an der Oberen Mur ausgewählt. Im Rahmen zweier Stauraumpülungen wurde hierfür ein umfangreiches Monitoring in Bezug auf den Feststofftransport durchgeführt, um die Auswirkungen zukünftiger Entlandungsmaßnahmen in wasserwirtschaftlicher und ökologischer Hinsicht zu optimieren.

Das EU INTERREG III B Projekt ALPRESERV

Im Rahmen des EU-initiierten INTERREG III B Programms wurde Anfang 2003 das Projekt ALPRESERV („Sustainable Sediment Management of ALPine RESERVoirs considering ecological and economical aspects“) gestartet, das

Abb. 1: Lokalisierung der Pilotprojekte (Tourtemagne, Forni, Barcis, Pieve di Cadore, Sylvenstein, Margaritze, Bodendorf) und der Projektpartner

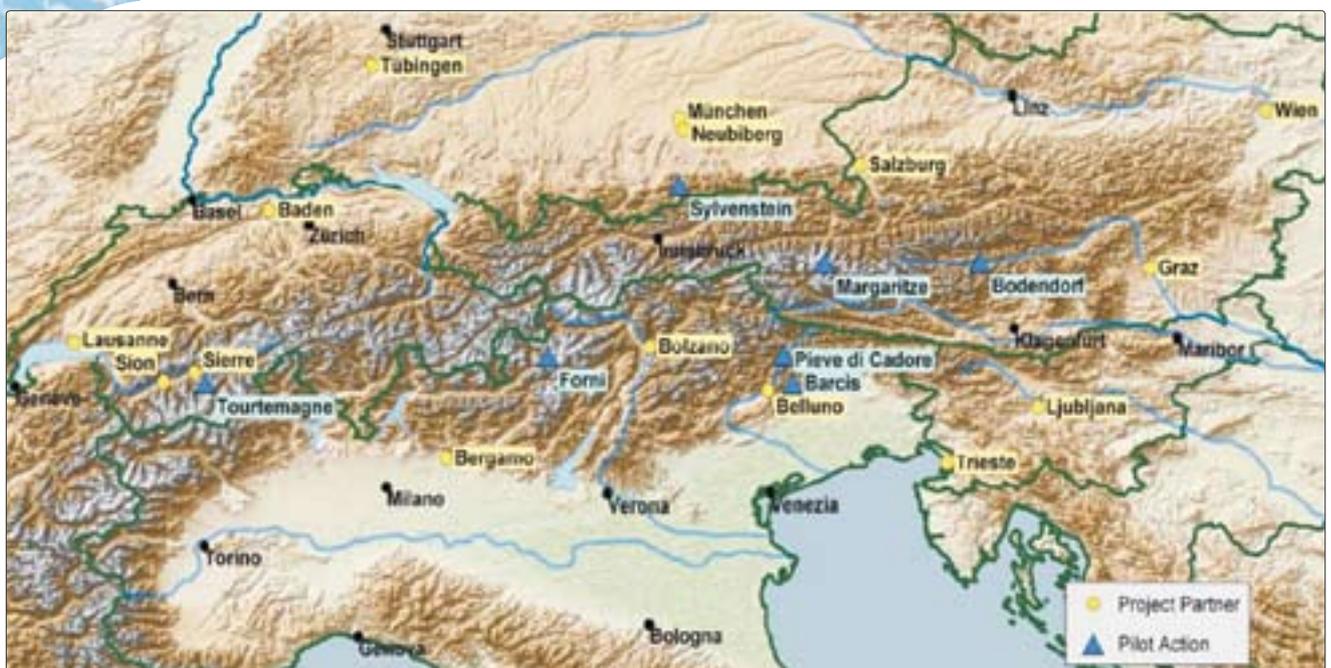




Abb. 2: Das Kraftwerk Bodendorf

(Quelle: Verbund AHP)

17 Projektpartner aus 5 Ländern (Deutschland, Österreich, Italien, Schweiz und Slowenien) vereinte. Die Ziele des Projekts bestanden darin, durch einen Wissensaustausch, durch Pilotprojekte und eine gemeinsame Datenbank die Probleme der Verlandung von Speichern im alpinen Raum auf einer internationalen Expertenebene zu diskutieren und gemeinsam Lösungen zu erarbeiten.

Die Randbedingungen für einen Maßnahmenkatalog wurden aus technischer, rechtlicher und ökologischer Sicht zusammengefasst und über eine Datenbank interessierten Personen wie auch Institutionen zur Verfügung gestellt.

Die Pilotprojekte

Die Auswahl der in Summe sieben Pilotprojekte erfolgte unter dem Kriterium, ein möglichst breites Spektrum von Problemstellungen zum Thema der Stauraumverlandung zur Verfügung zu haben. Berücksichtigt wurden ein Flusskraftwerk, Speicher im voralpinen Bereich und weitere in der alpinen Zone (Abb. 1).

Das Pilotprojekt Kraftwerk Bodendorf

Dieses Flusskraftwerk dient als Kopfspeicher der Mur (Abb. 2). Es befindet sich im Eigentum der Verbund-Austrian Hydro Power AG. Oberhalb des Staurumes befindet sich eine freie Fließ-

strecke, in der das Flusssediment ungehindert transportiert werden kann. Größtenteils lagert sich das transportierte Sediment im Stauraum Bodendorf ab. Daraus ergeben sich Anlandungen, die im Bereich der Stauwurzel zum Anheben der Wasserspiegel führen. Weiters kann angelandetes Geschiebe zu Funktionsbeeinträchtigung der Betriebsorgane (Krafthaus und Wehranlage) führen. Im Unterwasser hingegen kommt es in der Mur durch den fehlenden Geschiebeeintrag zu Eintiefungserscheinungen und zu verringerter Umlagerung von Schotterbänken, die als Fischlaichplätze dienen.

»ALPRESERV« vereint 17 Projektpartner aus 5 Ländern (Deutschland, Österreich, Italien, Schweiz und Slowenien).

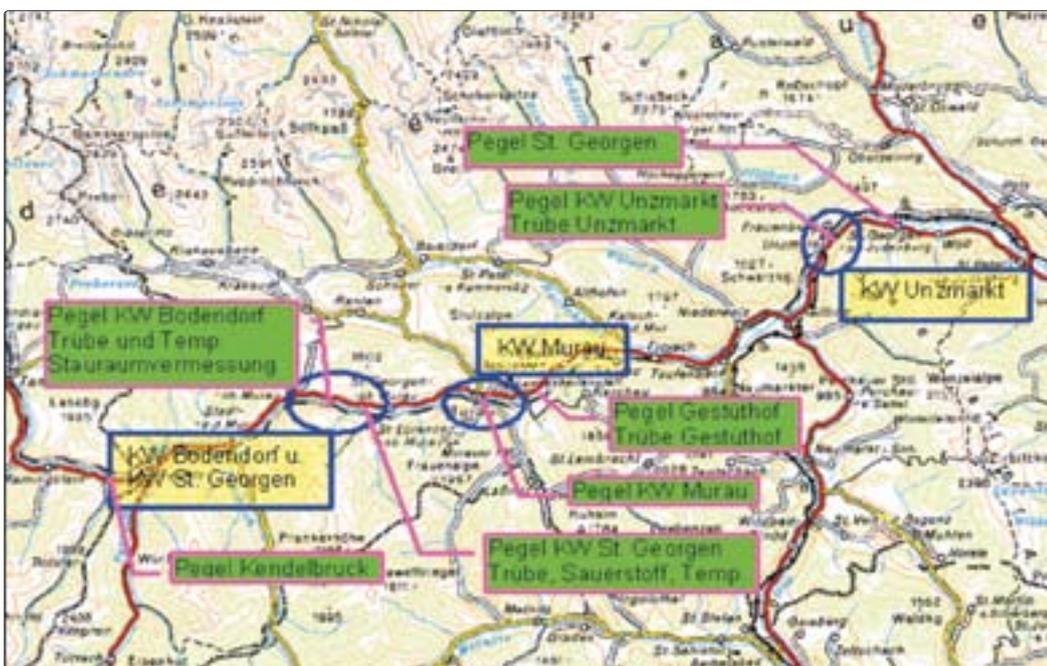
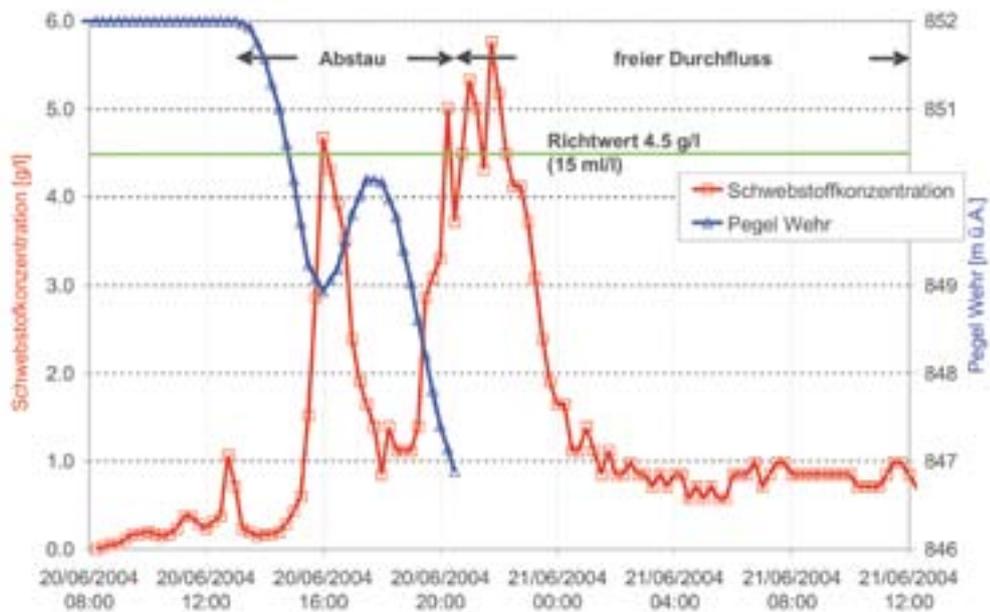


Abb. 3: Übersicht über das Projektgebiet und über die Messstellen an der Oberen Mur (Hintergrund: Kartenwerk ÖK 500, BEV)

Abb. 4: Pegel Bodendorf und Schwebstoffkonzentrationen St. Georgen (2004), Wiederaufstau nach Überschreiten der Schwebstoffkonzentration von 4,5 g/l.



Die Messergebnisse fanden einerseits in die wasserwirtschaftliche Beurteilung einer Spülung Eingang, andererseits dienten sie zur Kalibrierung eines Geschiebmodells für den Stauraum und eines instationären Strömungsmodells. Im Projekt ALPRESERV sollte durch den Vergleich zwischen den Messungen vor, während und nach einer Spülung und den Ergebnissen von Berechnun-

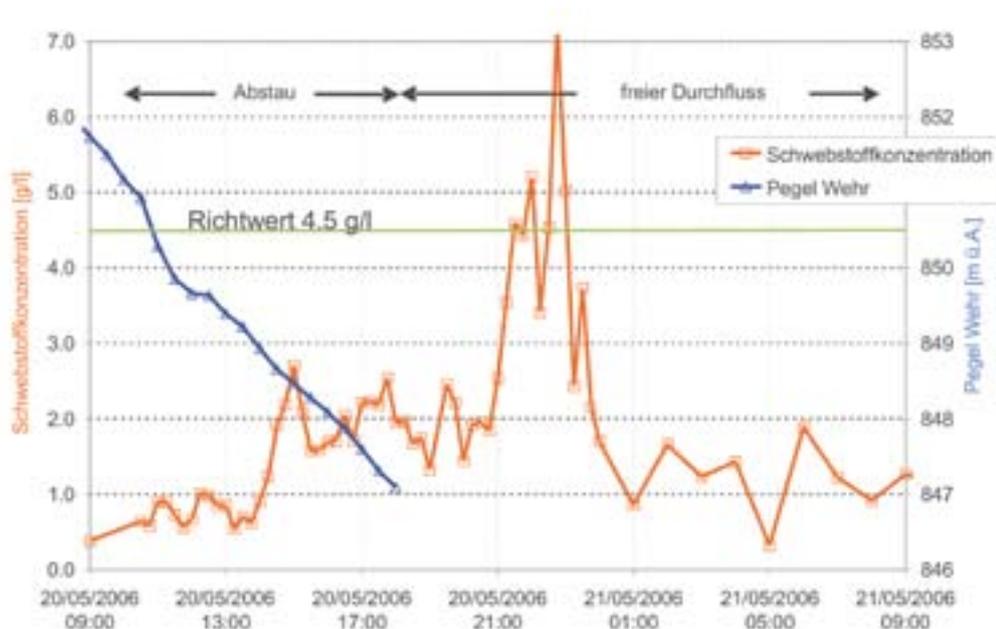
gen ein Instrument zur Beschreibung der dynamischen Schweb- und Geschiebetransportvorgänge gefunden werden. Es sollte so zu einer wesentlichen Verbesserung der Spülsituation, insbesondere zur Verbesserung des Geschiebetransports in den Stauräumen bei gleichzeitiger Verringerung der für die Fischpopulation schädlichen Schwebstoffkonzentrationsspitzen in der Mur kommen. In Abbildung 3 sind in einer Übersicht die Lage der bei den beiden Spülungen 2004 und 2006 betroffenen Kraftwerke und die Lage der Messstellen angegeben.

Schwebstoffmessungen während der Stauraumspülung

Aus den Messungen der Echolotungen, der Schwebstoff-, Geschiebe- und Pegelmessungen konnten die Spülungen bilanziert und die Auswirkung der Maßnahmen auf den Feststofftransport genau dokumentiert werden.

Exemplarisch für die Messergebnisse wird in den Abbildungen 4 und 5 die Schwebstoffkonzentrationsmessung unterhalb des Kraftwerkes St. Georgen ob Mu-

Abb. 5: Pegel Wehr Bodendorf und Schwebstoffkonzentrationen St. Georgen (2006), Reduktion der Abstaugeschwindigkeit nach Erreichen einer vorgegebenen Wasserspiegellhöhe



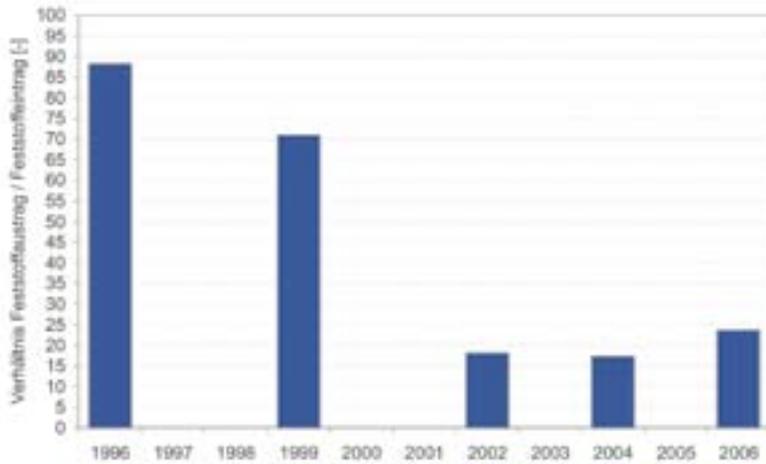


Abb. 6: Verhältniswerte aus mittlerem Eintrag zu mittlerem Austrag von Feststoffen während einer Spülung am KW Bodendorf

rau (Unterlieger des KW Bodendorf) mit dem Staupegel am KW Bodendorf während der Spülungen in den Jahren 2004 und 2006 dargestellt. Während der Spülung im Jahr 2004 wurde der Abstauvorgang unterbrochen und ein kurzzeitiger Wiederaufstau eingeleitet, um die Schwebstoffkonzentration unter dem Richtwert von 4,5 g/l halten zu können. Nach dem Rückgang der Schwebstoffkonzentration (ca. 18:00, siehe Abb. 4) wurde vollständig abgestaut, wobei im Übergang zum freien Durchfluss der maximale Konzentrationswert erreicht wurde (ca. 22:00).

Die Erfahrungen aus der Spülung im Jahr 2004 und den vorangegangenen Spülungen zeigten, dass die Schwebstoffkonzentration ab einer bestimmten abgesenkten Wasserspiegellhöhe im Stauraum Bodendorf ansteigt. Für die Spülung im Jahr 2006 wurde daher eine Reduktion der Abstaugeschwindigkeit von 0,5 m/h auf 0,3 m/h vorgeschlagen. Bei der Durchführung der Maßnahme im Jahr 2006 hat sich die positive Wirkung der Reduktion der Abstaugeschwindigkeit bestätigt und die Schwebstoff-

konzentrationen während des Abstauvorganges konnten unter dem Richtwert gehalten werden (Abb. 5).

Nicht geklärt ist das Auftreten der hohen Konzentrationsspitze am 21. Mai 2006 um ca. 22:00 Uhr (Abb. 5). Der Stauraum des KW Bodendorf war zu diesem Zeitpunkt bereits entleert und es herrschte freier Durchfluss am Wehr. Der plötzliche Konzentrationsanstieg kann wegen der großen Masse nicht auf das Einrutschen einer Flanke zurückgeführt werden. Eine mögliche Erklärung ist eine Überlagerung von Feinsedimenten durch Geschiebe während eines zehnjährigen Hochwasserereignisses, das im Oktober 2005 auftrat. Bei diesem Hochwasser gab es keine Staulegung, entsprechend viele Feststoffe setzten sich während des Ereignisses im Stauraum ab. Beim Abstau während der Spülung im Mai 2006 konnte das abgesetzte Geschiebe wegen der fehlenden Schleppkräfte während des Abstauvorganges vorerst nicht bewegt werden. Erst nach einer „Abspülphase“ dieses Geschiebes bei freiem Durchfluss könnten die darunter liegenden Feinsedimente freigelegt worden sein. Die Erosion dieser Sedimente könnte in weiterer Folge zum Anstieg der Schwebstoffkonzentration im Unterwasser geführt haben.

Optimierung der Entlandungsintervalle durch Feststoffbilanzen

Die Massenbilanz für den Stauraum Bodendorf setzt sich aus gemessenen und errechneten Werten zusammen.

Die Verhältnisse des Feststoffaustrags zum natürlichen Feststoffeintrag während einer Spülung sind in Abbildung 6 festgehalten. Seit der Inbetriebnahme des Kraftwerks Bodendorf bis zur ersten Spülung im Jahre 1996 vergingen 14 Jahre. Das Verhältnis zwischen Ein- und Austrag aller Feststoffe bei den Spülungen 1996 und 1999 betrug dabei 1:86 bzw. 1:71. Bei den Spülungen 2002, 2004 und 2006 betragen die Verhältnisse von Eintrag zu Austrag zwischen 1:19 (Spülung 2002) und 1:22 (Spülung 2006). Bei den kurzen Spülintervallen von 2 bis 3 Jahren konnte sich daher ein stabiles Verhältnis zwischen eingetragenen und ausgetragenen Sedimenten einstellen.

Die Abbildung 7 zeigt die mittleren und maximalen Schwebstoffkonzentrationen während der bisher durchgeführten Spülungen. Die Erstspülung 1996 brachte sowohl in der mittleren Schwebstoffkonzentration (blau) als auch in der maximalen Schwebstoffkonzentration (rot) eine deutliche Überschreitung des Richtwerts (4,5 g/l). Während der Spülung 1999 sank die maximale Schwebstoffkonzentration, allerdings ist die mittlere Konzentration noch deutlich höher als bei den letzten drei Spülungen. Bei einem großen Hochwasser wie im Jahr 2002 (Spitze ca. HQ_{3}) sinkt die mittlere Konzentration wegen des Verdünnungseffektes ab, gleichzeitig können jedoch deutliche Konzentrationsspitzen entstehen.

Als Schlussfolgerung kann damit festgehalten werden, dass bei längeren Spülintervallen die plötzliche Schwebstoffbelastung für das Gewässer erheblich ansteigt. Bei den Spülungen 2004 und 2006 ($\sim HQ_1$ und $\sim HQ_{1,5}$) mit

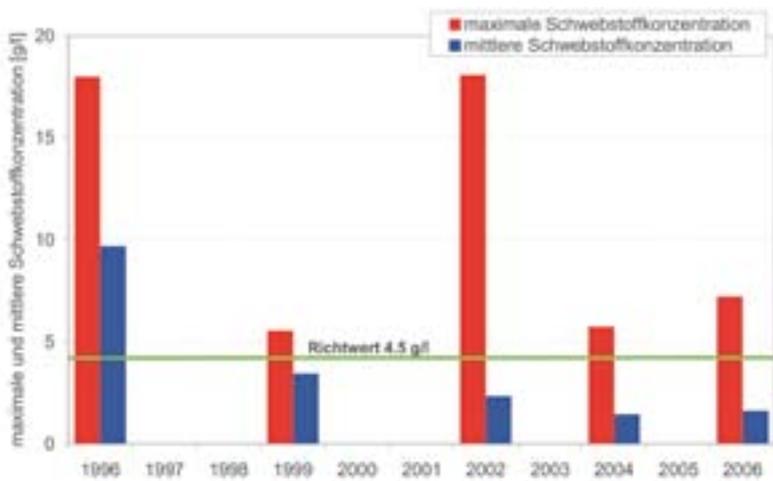


Abb. 7: Mittlere u. maximale Schwebstoffkonzentrationen, Messstelle St. Georgen ob Murau

einem Spülintervall von ca. zwei Jahren wurden hingegen nur geringfügige Richtwertüberschreitungen der Schwebstoffkonzentrationen registriert.

Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Die Möglichkeiten, Maßnahmen gegen Stauraumverlandungen zu setzen, sind begrenzt und werden zusätzlich durch wirtschaftliche, technische, rechtliche und ökologische Aspekte beschränkt. Das EU-INTERREG IIIB Projekt ALPRESERV soll auf der Grundlage von Betriebserfahrungen die nachhaltige Bewirtschaftung von Speichern ermöglichen.

Die für eine Entladung eines Stauraumes maßgebenden Parameter sind die hydrologischen, hydraulischen und zeitlichen Randbedingungen. Diese haben auch kurz- bis mittelfristige Auswirkungen auf die ökologischen Bedingungen im Flusssystem. Unter anderem sollen die Schwebstoffkonzentrationen unter Berücksichtigung der technischen Möglichkeiten während der Durchführung einer Spülung gering gehalten werden, um negative ökologische Folgewirkungen im Fluss zu minimieren. Um diese Punkte für das Pilotprojekt KW Bodendorf an der Oberen Mur zu

erfüllen, ergibt sich aus den Auswertungen und der Interpretation der Messungen und Berechnungen ein regelmäßiges Spülintervall von 1 - 2 Jahren. Damit wird verhindert, dass sich Feinsedimente im Stauraum ablagern, die bei einer Spülung zu übermäßig erhöhten Schwebstoffkonzentrationen in der Mur führen würden. Abgelagertes Geschiebe im Stauwurzelbereich kann leichter weitertransportiert werden. Weiters wird eine Staulegung ab einem HQ₅ empfohlen, damit massive Anlandungen von Geschiebe an der Stauwurzel verhindert werden bzw. das Geschiebe ungehindert ins Unterwasser befördert werden kann.

Die Auswertungen der hydraulischen Berechnungen und der Messergebnisse zeigen, dass die über zwei Jahre hindurch eingetragene Feststofffracht mittels eines Hochwassers mit einer Spitze von ca. 180 m³/s unter Beibehaltung einer Spüldauer von zwei Tagen wieder ausgebracht werden kann. Bereits ein dreijährliches Spülintervall würde eine langfristige Verlandung des Stauraumes Bodendorf bedeuten. Unter Berücksichtigung des Mindestabflusses und den Auswertungen der Abflusszeitreihe der letzten 35 Jahre ist dieser Ansatz als realistisch und technisch umsetzbar einzuschätzen.

Die negativen, ökologischen Folgen hoher Schwebstoffkonzentrationen im Fall einer Spülung können ebenfalls durch ein kurzes,



Foto: Spätauf

Das Projekt ALPRESERV wurde unter Mitwirkung des Landes Steiermark durchgeführt und am 29. November 2006 in Graz präsentiert.

Als Verantwortlicher für die Wasserwirtschaft konnte Landesrat Johann Seitinger zu dieser Veranstaltung zahlreiche interessierte Experten begrüßen.

regelmäßiges Spülintervall minimiert werden. Kurze Konzentrationsspitzen können durch eine gezielte Abstauregelung und durch eine nicht lineare Abstaugeschwindigkeit an den Wehren vermieden werden.

Literatur

Badura, H., Larsen, O., Knoblauch, H., Schneider, J. und Heigerth, G. 2006. Numerische Simulation des Abstauvorgangs während Stauraumspülungen am Beispiel der Oberen Mur. Schriftenreihe zur Wasserwirtschaft der Technischen Universität Graz, Band 46/1, S. 349.

Dorfmann, C. 2006. Optimierung der Ab- und Aufstauvorgänge bei Stauraumspülungen an der Oberen Mur. Diplomarbeit an der Technischen Universität Graz.

Erstellung eines „Pegelschlüssels“ an der Pinka



DI DR. OSKAR HABLE
 Höhere Technische
 Bundeslehranstalt Pinkafeld
 Abteilung für Bautechnik
 7423 Pinkafeld,
 Meierhofplatz 1
 Tel. +43(0)3357/42491
 hable@schule.at

Bericht über die Durchführung eines Mathematik-Naturwissenschaften-Informatik (MNI)-Projektes im Rahmen des Fonds für Unterrichts- und Schulentwicklung an der höheren technischen Bundeslehranstalt Pinkafeld, Abteilung für Bautechnik.

Aufgabenstellung

Das E-Werk Pinkafeld betreibt an der Pinka ein Ausleitungskraftwerk. Im Rahmen der wasserrechtlichen Betriebsbewilligung ist die Dotierung (Abgabe) der vorgeschriebenen Konsenswassermenge im natürlichen Lauf der Pinka festgelegt worden, deren Einhaltung über einen (zumindest) jährlich zu erstellenden „Pegelschlüssel“ (= Wasserstand-Abflussbeziehung) überprüfbar sein muss.

Den Schüler/innen der vierten Klasse Bautechnik/Tiefbau kann die Erstellung eines „Pegelschlüssels“ zur Vermittlung wasserwirt-

schaftlicher Grundlagen im Regelunterricht nur theoretisch erklärt werden, daher ergab sich im Rahmen des vorliegenden MNI-Projektes die besondere Möglichkeit, das „Erlern“ in der tiefbaulichen Ingenieurspraxis anzuwenden und den Lerneffekt somit nachhaltig zu steigern.

Das durchgeführte MNI-Projekt verbindet in nachhaltiger Weise den Mathematikunterricht mit dem in der vierten Klasse Bautechnik/Tiefbau lehrplanmäßig vorgesehenen fachtheoretischen Unterricht in Grund-Wasserbau.

Ziele

Die allgemeinen Ziele und Erwartungen im Sinne einer nachhaltigen Wissensvermittlung lassen sich wie folgt darstellen:

- Nachhaltige Verbindung zwischen naturwissenschaftlicher und fachtheoretischer Ausbildung gemäß den Vorgaben des MNI-Fonds.
- Förderung praxisnaher Ausbildung gemäß dem Leitbild der

Schule als Beitrag zur Schulentwicklung (www.htlpinkafeld.at).

- Anwendung eines Lernmanagement-Systems (LMS-Burgenland) zur praktischen Projektentwicklung (<https://learn.bildungsserver.com>).

Durchführung

Zur Unterstützung des fachtheoretischen Unterrichtes wurde im Rahmen des LMS-Burgenland ein entsprechender projektbezogener Kurs eingerichtet.

Für Abflussmessung können „direkte oder indirekte Verfahren“ eingesetzt werden. Die im Rahmen des vorliegenden MNI-Projektes durchgeführten Abflussmessungen gehören zur Gruppe der indirekten Verfahren, bei welchen als Messgröße die Geschwindigkeit erfasst wird. Für die erforderlichen Geschwindigkeitsmessungen wurden hydro-metrische Flügel eingesetzt, die zu Vergleichszwecken durch Tracermessungen (Indikatorverfahren) ergänzt wurden.

Die Erarbeitung des zur Durchführung erforderlichen Basiswissens erfolgte im fachtheoretischen Unterricht. Die praktischen Abflussmessungen wurden von Herrn Roland Fuchs, Mitarbeiter am Institut für Siedlungswasserwirtschaft der Technischen Universität Graz, ausgewertet. Diese Ergebnisse bildeten die Grundlage zur Erstellung des „Pegelschlüssels“ im Rahmen des Mathematikunterrichtes.

Abflussmessungen an der Pinka.





Fotos: Hable



Messtrupp beim Messeinsatz an der Pinka (Pegel Sinnersdorf)

Ergebnisse

- Die Auswertung der Schüler/innen-Interviews und die fortlaufenden Unterrichtsbeobachtungen zeigen, dass die Durchführung des MNI-Projektes gesamtheitlich positive Auswirkungen ausgelöst hat. Besonders erwähnenswert sind die motivationssteigernde Wirkung, der (nachhaltige) Wissenszuwachs und das hohe Interesse an fachspezifischen (tiefbaulichen) Aufgabenstellungen.
- Die praktische Projektdurchführung (Kommunikation, Datenaustausch) wurde durch die Anwendung des LMS-Burgenlandes erleichtert.
- Das praktische Ergebnis dieser Aufgabenstellung ist die Erstellung des „Pegelschlüssels“ auf Grundlage der Abflussmessungen vom 21. September 2005. Nach Abschluss der erforderlichen Arbeiten wurde der „Pegelschlüssel“ an das E-Werk Pinkafeld übergeben.

Der Auftraggeber (E-Werk Pinkafeld) zeigte sich von der praxisorientierten Bearbeitung der Aufgabenstellung und der Qualität der erbrachten Schülerleistungen in hohem Maß beeindruckt.

Die aktuelle Beteiligungsstatistik des MNI-Fonds zeigt, dass berufsbildende höhere Schulen unterdurchschnittlich repräsentiert sind. In diesem Zusammenhang

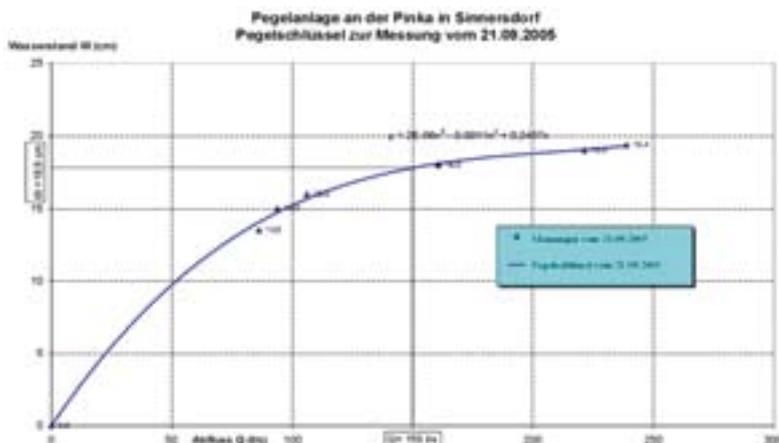
wäre es wünschenswert, wenn dieses Projekt potenzielle Interessenten zu einer aktiven Teilnahme motivieren könnte.

Aktuelle Projektberichte über alle im vergangenen Schuljahr durchgeführten MNI-Projekte sind auf der Homepage des MNI-Fonds bereitgestellt.

Danksagung

Besonderer Dank für die Unterstützung bei der Realisierung dieses Projektes gilt dem E-Werk Pinkafeld und dem Institut für Siedlungswasserwirtschaft der Technischen Universität Graz.

Der Auftraggeber zeigte sich von der praxisorientierten Bearbeitung und der Qualität der erbrachten Schülerleistungen in hohem Maß beeindruckt.



Wasserwirtschaft in Tschechien



URSULA KÜHN-MATTHES
Amt der Steiermärkischen
Landesregierung
Fachabteilung 19A
Wasserwirtschaftliche
Planung und Siedlungs-
wasserwirtschaft
8010 Graz, Stempfergasse 7
Tel. +43(0)316/877-2476
ursula.kuehn-matthes@stmk.gv.at

Die Wasserrahmenrichtlinie der Europäischen Union sieht eine Gewässerbewirtschaftung nach Flusseinzugsgebieten vor. Dies bewirkt, dass die Staaten im Einzugsgebiet der Donau, dem auch die Steiermark mit den Planungsräumen Mur, Raab, Enns und Drau zugeordnet ist, über das bisherige Ausmaß hinausgehend ihre Interessen, Ziele und Maßnahmen abzustimmen haben. Ein Grund sich mit der wasserwirtschaftlichen Situation der europäischen Staaten, insbesondere jener, die Anteil am Donaueinzugsgebiet haben, zu beschäftigen.

Die Republik Tschechien setzt die im Jahr 2005 begonnene Berichtsserie fort. Der Beitrag basiert auf Veröffentlichungen seitens des tschechischen Landwirtschaftsministeriums und des Umweltministeriums. Ergänzende Informationen können unter den angegebenen Links über das Internet abgerufen werden.

Tschechien ist eine parlamentarische Republik mit einer Ausdehnung von 78.864 km². Davon sind rund 690 km² Gewässer. Das Land mit seinen mehr als 10 Mio. Einwohnern wird seit dem Jahr 2000 in 14 übergeordnete Verwaltungseinheiten (kraje) eingeteilt. Diese haben teilweise eigene Kompetenzen und eine gewählte Regionalvertretung, der ein Bezirkshauptmann (hejtman) vorsteht.

Seit dem 1. Mai 2004 ist Tschechien Mitglied der Europäischen Union, seit 1990 Vertragspartei der Internationalen Kommission zum Schutz der Elbe, seit 1998 Mitglied der Donauschutzkonvention und darüber hinaus an grenzüberschreitenden und bilateralen Gewässerkommissionen mit Österreich, Deutschland, Polen und der Slowakei beteiligt.



Abb. 1: Elbe bei Veletov

Die Gewässer Tschechiens

Die tschechische Republik wird durch ihre Gebirgszüge in mehrere Beckenlandschaften untergliedert. Höchster Punkt Tschechiens ist die Schneekoppe (tschech. Sněžka) im Riesengebirge mit 1.602 m, der tiefste Punkt liegt mit 115 m Seehöhe an der Elbe.

Das Land hat mit Labe (Elbe, Abb. 1), Odra (Oder) und Donau 3 Hauptflusseinzugsgebiete und 8 Teileinzugsgebiete (Abb. 2). Neun Staaten werden von tsche-

chischem Wasser durchflossen, drei Meere von ihm gespeist. Da Tschechien keinen eigenen Zugang zum Meer hat, überschreitet sämtliches Wasser des insgesamt ca. 17.000 km langen Gewässernetzes irgendwann die Landesgrenzen: Aus Böhmen erfolgt der Abfluss über Moldau und Elbe nach Deutschland und schließlich in die Nordsee. Die March leitet das mährische Was-



Abb. 2: Flusseinzugsgebiete Tschechiens

In den letzten Jahren wurden mehr als 400 Kläranlagen neu errichtet und bestehende Anlagen modernisiert.

ser nach Österreich weiter in die Donau und ins Schwarze Meer. Teile Nordmährens und Schlesiens liegen schließlich im Einzugsbereich der Oder, die in die Ostsee mündet. Der Böhmerwald, das Böhmisches Mittelgebirge, die Beskiden sowie die ersten Ausläufer der Karpaten bilden die Europäische Wasserscheide.

Die Gewässergüte hat sich seit 1990 ständig verbessert. Dennoch werden der Reduktion von mikrobiologischer Belastung (speziell für die Trinkwasseraufbereitung) und das Verhindern von Einfließen gefährlicher Stoffe in Ökosysteme weiterhin oberste Priorität haben (siehe Abb. 3).

Wasserbilanz

Das Wasserdargebot wird zum überwiegenden Teil durch atmosphärische Niederschläge gebildet und unterliegt daher starken jährlichen Schwankungen. Bei einer landesweiten durchschnittlichen Jahresniederschlagsmenge von knapp unter 700 mm entspricht das im Mittel rund 55 Mio. m³ pro Jahr. Etwa 30 % dieser Menge wird in Form von Oberflächengewässern an die Nachbarstaaten abgegeben. Lediglich 780 Mio. m³ fließen aus dem Ausland zu.

Die hydrologischen Gegebenheiten sind regional sehr unterschiedlich. Grundwasserressourcen höchster Qualität sind in Teilen Nord- u. Ostböhmens zu finden und bilden die Basis für eine Nutzung als Trinkwasser. In der Region um Ostrau und im Nordwesten Mährens sind im Einzugsgebiet der March ähnlich günstige Bedingungen vorhanden. Mehr als die Hälfte des Staatsgebiets der Republik Tschechien weist jedoch ungünstigere Bedingungen auf. Hier kann man das Grundwasservorkommen nur lokal und sehr begrenzt nutzen.

Die Gesamtentnahmemenge aus Grundwasserressourcen betrug 2005 rund 400 Mio. m³. Davon entfielen über 95 % auf die Wasserversorgung und ca. 1,2 % auf die Landwirtschaft. Bei den Oberflächengewässern lag die Entnahmemenge bei 1,5 Mia. m³. Dabei wurden rund 25 % zur Trinkwassergewinnung, 0,5 % für die Landwirtschaft, über 30 % für die Energiegewinnung und weitere 25 % für die Industrie genutzt.

Der durchschnittliche Verbrauch pro Kopf liegt in Tschechien bei 120 l/Person/Tag, die Gesamtentnahmemenge bei 750 l/Person/Tag.

Wasserversorgung

2005 waren 9,38 Mio. Einwohner (das sind 91,6 % der Gesamtbevölkerung) an die öffentliche Wasserversorgung angeschlossen. Die Gesamtmenge des zur

Verfügung gestellten Wassers beträgt rund 700 Mio. m³, Haushalte verbrauchen davon ca. 340 Mio. m³. Der Versorgungsgrad ist in der Hauptstadt am größten (99,5 %), in Pilsen und der zentralböhmischen Region am geringsten (82 %).

Das Trinkwasser bezieht die tschechische Hauptstadt aus drei Versorgungsanlagen, nämlich aus dem Wasserwerk in Karany, das am Zusammenfluss der Elbe mit der Jizera/Iser liegt, aus dem Wasserwerk am Fluss Zelivka und aus der Wasseraufbereitungsanlage im Stadtteil Podoli in Prag (Abb. 4). Zelivka ist die größte und modernste Aufbereitungsanlage für Prag. Der Wasserpreis für Trinkwasser betrug 2005 0,82 Euro.

Abwasserentsorgung

Die Abwässer von mehr als 8 Mio. Tschechen werden in öffentliche Abwasserentsorgungsanlagen eingeleitet (Abb. 5). Rund 540 Mio. m³ Abwasser werden ins Kanalsystem geleitet, davon werden 94,6 % einer Klärung unterzogen. In den letzten Jahren wurden mehr als 400 Kläranlagen neu errichtet und bestehende Anlagen modernisiert. Alle Gemeinden mit mehr als 10.000 Einwohnern verfügen nun über eine Kläranlage. Die biologisch abbaubaren Verunreinigungen der Flüsse konnten um 90 % gesenkt werden, die Schwebstoffe wurden um 85 % reduziert. Auch die Schwermetallbelastungen sind deutlich zurückgegangen, bei Quecksilber etwa um 80 %. Vor allem ist es nunmehr gelungen, die größten punktuellen Verschmutzungen abzustellen.

Prag liegt mit einem Entsorgungsgrad von 99,2 % an der Spitze, gefolgt von der Karlsbader Region (91,5 %), der geringste Entsorgungsgrad ist in der zentralböhmischen Region gegeben (63,6 %), dicht gefolgt von Pardubitz (68,2 %). Das Kanalsystem hat mittlerweile eine Länge von 36.233 km erreicht und wird ständig weiter komplettiert.



Abb. 3: Gewässergüte in Tschechien

Abwasserentsorgung und Trinkwasserversorgung wurden 1996 per Gesetz unter „Handel mit Dienstleistungen“ gestellt. Diese Dienstleistungen wurden mittels behördlicher Genehmigung an Unternehmen vergeben. Die Kosten für diese Dienstleistungen wurden per Gesetz festgelegt.

Der durchschnittliche Wassermischpreis im Jahre 2002 betrug lt. geschätztem arithmetischem Mittel 1,35 Euro.

Hochwasserschutz

Tschechien wurde zuletzt im Zeitraum 1997 bis 2002 von schweren Hochwässern heimgesucht. Oberste Priorität und Langzeitziel im Hochwasserschutz ist die Ausweitung von Retentionsräumen. Die Umsetzung von Hochwasserschutzmassnahmen wurde 2005 seitens des Ministeriums entsprechend dem Programm „Flood Prevention Strategy for the Territory of the Czech Republic“ zügig vorangetrieben. An bedrohten Flächen sollen Abflussgebiete von HQ_{20} zu HQ_{50} ausgewiesen werden. Anfang 2005 wurden die Hochwasserschutzpläne vervollständigt, wobei Hochwasserschutz als Vorsorgemaßnahme interdisziplinär gesehen und als solche behandelt wird. Raumordnerische und grenzüberschreitende Maßnahmen sind daher fixe Bestandteile des Programms.

Im Einzugsgebiet der Elbe wurde das mit Hilfe von EU-Fördergeldern im Rahmen von INTERREG finanzierte Projekt ELLA (vorsorgender Hochwasserschutz durch transnationale Raumordnung) entwickelt. Ein Ziel war die transnationale Zusammenarbeit zu stärken, da die Ursachen und Schäden in internationalen Flussgebieten grenzüberschreitende Zusammenhänge aufweisen. Das Projekt wurde im Dezember 2006 abgeschlossen.

Rechtliche Grundlagen

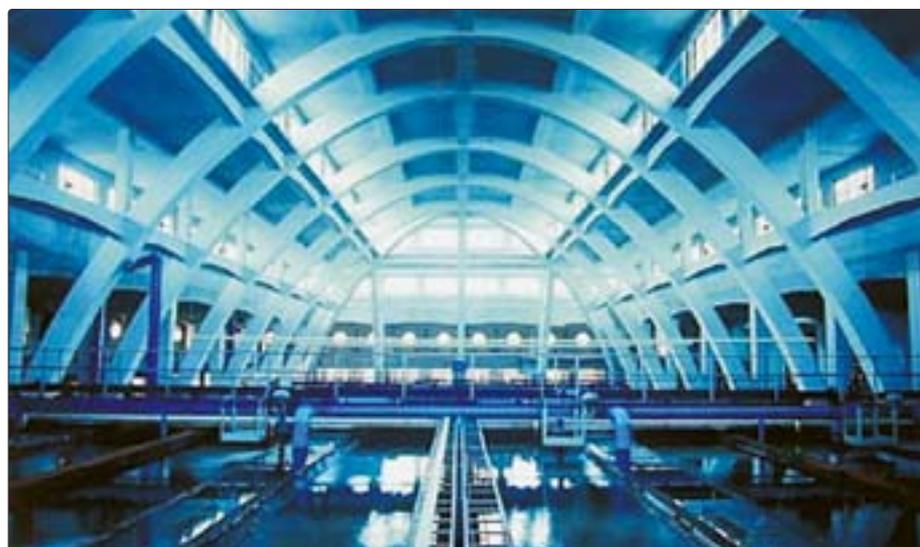
Den rechtlichen Rahmen auf nationaler Basis bilden vor allem das Wasserrechtsgesetz (WRG) Nr. 254/2001 und die Verordnung zur Flussgebietsplanung Nr. 142/2005. Verwaltungsbehörde für die großen Flussläufe sind fünf staatliche Flussdirektionen (Elbe, Eger, Moldau,

Oder, March). Diese Flussdirektionen sind gleichzeitig zuständige Behörde für die Flussgebietsplanung. Für kleine Flüsse sind die Gemeinden zuständig. Verwaltungsbehörde ist die Landwirtschaftliche Wasserwirtschaftsverwaltung, die dem Landwirtschaftsministerium ebenso untersteht wie die Flussdirektionen (siehe Abb. 6).

Umwelt- u. Landwirtschaftsministerium sind duale oberste Behörde im Vollzug des Wasserrechtsgesetzes. Das Umweltministerium deckt die Bereiche Gewässerschutz, Berichtswesen, Informationssystem, Grundwasserschutz, Schutz- u. Schongebiete, Hochwasserschutz und Wasserrechtliche Bewilligungen ab.

Tschechien wurde zuletzt im Zeitraum 1997 bis 2002 von schweren Hochwässern heimgesucht.

Abb. 4: Wasseraufbereitungsanlage in Prag, Podoli



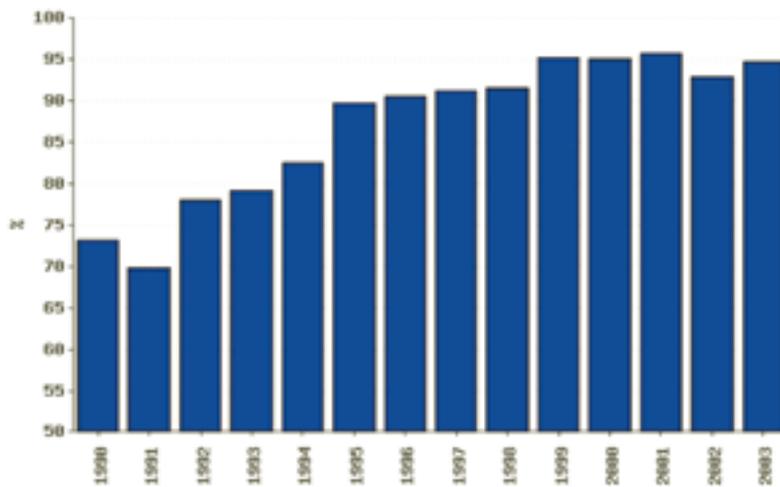


Abb. 5: Grad der Abwasserbehandlung

Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie

Tschechien war der erste Staat der neuen Mitgliedsländer, der die Wasserrahmenrichtlinie vollständig in nationales Recht umgesetzt hat. Die Hauptakteure bei der Umsetzung der WRRL sind das Ministerium für Umwelt, das Ministerium für Landwirtschaft und die Flussgebietsverwaltungen (Povodís) als Verwaltungsbehörden der drei Hauptflusseinzugsgebiete im Land. Im Jahr 2003 wurde eine nationale Kommission zur Umsetzung der WRRL eingerichtet. Diese war in acht Flusseinzugsgebietskommissionen (entsprechend den acht Teileinzugsgebieten) – bestehend aus Arbeitskreisen zu den Themen „Oberflächenwasser“, „Grundwasser“ und „Ökonomie“ – unterteilt.

Im Rahmen des PHARE-Twinning-Programms CZ2001/IB-EN-01 kamen Tschechiens Gewässer

dem in der EU-Wasserrahmenrichtlinie geforderten „guten ökologischen Zustand“ einen bedeutenden Schritt näher. Ziel des Projekts, das von Mai 2002 bis Februar 2004 lief, war, die tschechische Wasserverwaltung bei der Vorbereitung der Umsetzung der Vorgaben der EU-Wasserrahmenrichtlinie zu unterstützen. Das Projekt wurde von tschechischen Experten in Zusammenarbeit mit England, Frankreich und Österreich durchgeführt.

Von den sechs Themenkreisen des Projektes war Österreich für die Bereiche „Gesetzgebung“, „Umsetzung“ und „Umweltmonitoring“ zuständig. Weiters erfolgten Beiträge zu der Erstellung eines Pilot-Flussgebietsbewirtschaftungsplanes für das Teileinzugsgebiet Orlice. Diese Bereiche wurden von Experten des Umweltbundesamts sowie der Oberösterreichischen Landesregierung bearbeitet.

Im Jahre 2004 wurde in Zusammenarbeit aller zuständigen Stellen

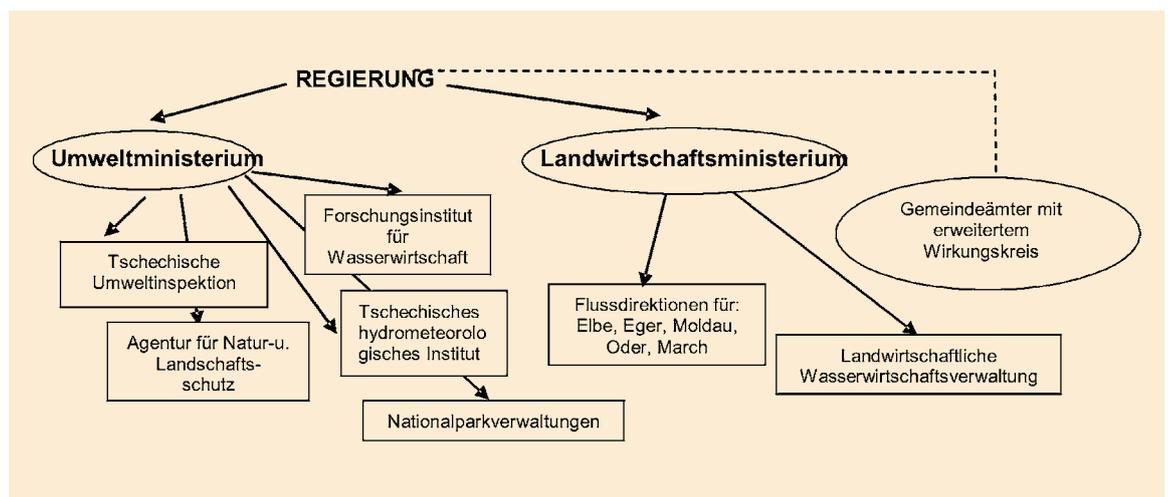
ein Wasserportal eingerichtet, das höchstem europäischem Standard entspricht. Die Ist-Bestandsanalyse der Gewässer Tschechiens ist auch darin abrufbar.

Beabsichtigte Maßnahmen von 2004 – 2010

Das Maßnahmenpaket des Landwirtschaftsministeriums wurde bereits 2004 beschlossen und deckt den Zeitraum bis 2010 ab. Oberste Priorität haben die vollständige Umsetzung der kommunalen Abwasserrichtlinie und der Hochwasserschutz. Weiterer Schwerpunkt ist die Entwicklung und Umsetzung eines strategischen Konzepts zur Wasserpolitik im Einklang mit Art. 24 des tschechischen Wasserrechtsgesetzes 254/2001. In dessen Mittelpunkt steht die Wasserversorgung und Abwasserentsorgung im Sinne von Dienstleistungen, die sowohl von privater als auch von öffentlicher Hand angeboten werden.

Tschechien war der erste Staat der neuen Mitgliedsländer, der die Wasserrahmenrichtlinie vollständig in nationales Recht umgesetzt hat.

Abb. 6: Verwaltungsebenen in Tschechien



Quellenangaben:

Abb. 1: http://www.mze.cz/UserFiles/File/1600/Anglicka_verze/Blue%20Report/Blue_Report_2005.pdf

Abb. 2: <http://www.voda.mze.cz/en/>

Abb. 3: http://www.mze.cz/UserFiles/File/1600/Anglicka_verze/Blue%20Report/Blue_Report_2005.pdf

Abb. 4: <http://www.radio.cz/de/artikel/82785>

Abb. 5: http://indikatory.env.cz/indikator.php?group=ENA&main_id=41&sub_id=-1&process=1&checked=1

Abb. 6: <http://www.arbeiterkammer.at/pictures/d38/TagungsbandWasser2006.pdf>

General information about water management in the Czech Republic
(Grundlagen der Wasserwirtschaft in Tschechien)
http://www.mze.cz/attachments/water_2003.pdf

Report on the state of water management in the Czech Republic in 2005
(Bericht zur Wasserwirtschaft Tschechiens im Jahre 2005)
http://www.mze.cz/UserFiles/File/1600/Anglicka_verze/Blue%20Report/Blue_Report_2005.pdf

ELBE - LABE Vorsorgende Hochwasserschutzmaßnahmen durch transnationale Raumordnung (ELLA)
<http://www.ella-interreg.org/486.html>

Tschechisches Wasserrechtsgesetz
http://www.mze.cz/attachments/The_Water_Act.pdf

aqua press INTERNATIONAL 1/2004: Tschechien macht Dampf bei der WRRL
http://www.aquamedia.at/downloads/download_1675.pdf

Tschechisches Wasserinformationssystem
<http://www.voda.mze.cz/en/>

Ist Bestandsanalyse der Gewässer Tschechiens (Wasserrahmenrichtlinie)
http://heis.vuv.cz/_english/default.asp

Internationale Kommission zum Schutz der Elbe
<http://www.ikse-mkol.org/index.php?id=35>

Vertragsparteien der Internationalen Kommission zum Schutz der Donau
http://www.icpdr.org/icpdr-pages/contracting_parties.htm

Wasserwirtschaftliche Zusammenarbeit mit der Tschechischen Republik (Wassernet -Lebensministerium)
<http://www.wassernet.at/article/article-view/44271/1/5711/>

Conception of water management policy of the ministry of agriculture of the Czech Republic For the Period after EU accession (2004 – 2010)
http://www.mze.cz/attachments/Conception_WMP_June_04.pdf

Amtsblatt der Europäischen Union, Anhang V Liste nach Artikel 24 der Beitrittsakte:
Tschechische Republik
http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/de/oj/2003/L_236/L_23620030923de08030811.pdf
(S. 7)

FACHABTEILUNG 19A – WASSERWIRTSCHAFTLICHE PLANUNG UND SIEDLUNGSWASSERWIRTSCHAFT

Amt der Steiermärkischen Landesregierung
8010 Graz, Stempfergasse 7, Tel. +43(0)316/877-2025

**Regionale Informationsveranstaltungen zum Thema
„Nachhaltige Siedlungswasserwirtschaft“
FA19A in Kooperation mit dem Stmk. Gemeindebund und
dem Steirischen Städtebund**

Ort: Leoben
Datum: 23. Mai 2007

Ort: Gleisdorf
Datum: 4. Juni 2007

ÖSTERREICHISCHE VEREINIGUNG FÜR DAS GAS- UND WASSERFACH (OVGW)

1010 Wien, Schuberting 14, Tel. +43(0)1/5131588-0,
www.ovgw.at

Vorträge

**Kundenorientierung und Beschwerdemanagement für
Wassermeister**

Ort: Wien
Datum: 27. bis 28. März 2007

Wasserverluste und Leckortung

Ort: St.Veit/Glan
Datum: 11. bis 12. April 2007

Sanierung von Bauwerken in der Wasserversorgung

Ort: Salzburg
Datum: 10. Mai 2007

**Kundenorientierung und Beschwerdemanagement für
Wassermeister**

Ort: Wien
Datum: 11. bis 12. Juni 2007

Biologie und Mikrobiologie in der Wasserversorgung

Ort: Wien
Datum: 10. bis 11. September 2007

Wassermeister-Schulungen

Ort: Linz
Datum: 16. bis 20. April 2007

Ort: Wörgl
Datum: 23. bis 27. April 2007

Ort: Wien
Datum: 18. bis 22. Juni 2007

ÖSTERREICHISCHER WASSER- UND ABWASSERWIRTSCHAFTSVERBAND (ÖWAV)

1010 Wien, Marc-Aurel-Straße 5, Tel. +43(0)1/5355720,
www.oewav.at

Tagungen / Seminare

**Zivil- und strafrechtliche Haftung für das Management in
der kommunalen Wasser-, Abwasser- und Abfallwirtschaft**

Ort: Graz

Datum: 11. April 2007

Kanalmanagement, Unterirdische Kanalsanierung

Ort: Wien

Datum: 17. April 2007

**Aktuelles zum Vergaberecht für die Wasser-, Abwasser-
und Abfallwirtschaft**

Ort: Wien

Datum: 26. April 2007

**Extreme Abflussereignisse – Dokumentation, Bedeutung,
Bestimmungsmethoden**

Ort: Wien

Datum: 24. bis 25. Mai 2007

European Water Forum 2007

Ort: Wien

Datum: 12. bis 13. Juni 2007

Abwassergebührensplittung

Ort: Graz

Datum: 26. September 2007,

Kurse:

1. ÖWAV-Ausbildungskurs „Gewässermeister“, Grundkurs

Ort: Gmunden

Datum: 23. bis 27. April 2007

**4. ATCOLD-ÖWAV-Kurs „Sicherheit von kleinen Stau- und
Sperranlagen“**

**Kurs für Verantwortliche im Bereich Bau, Betrieb und
Überwachung**

Ort: Leibnitz

Datum: 8. bis 9. Mai 2007

7. Schneimeisterkurs

Ort: wird noch bekannt gegeben

Datum: 18. bis 19. September 2007

FAKULTÄT FÜR BAUINGENIEURWISSEN- SCHAFTEN

Technische Universität Graz

8010 Graz, Lessingstrasse 25/1, Tel. +43(0)316/ 873-6111

www.sww.tugraz.at, office@sww.tugraz.at

Vortagsreihe Donnerstag 17 Uhr:

Geotechnik: Wasserkraft in seismisch aktiven Zonen:

Geotechnische Problemstellung & Methoden

Ort: Graz, PORR Hörsaal (HS L)

Datum: 21. Juni 2007

**Wasserwirtschaft: Weitergehende Behandlung von
Kläranlagenabläufen**

Ort: Graz

Datum: 28. Juni 2007

UMWELT-BILDUNGSZENTRUM STEIERMARK (UBZ)

8010 Graz, Brockmanngasse 53, Tel. +43(0)316/835404,
www.ubz-stmk.at, office@ubz-stmk.at

**Lehrerfortbildung und Exkursionsseminare im Rahmen des
Projekts „Wasserland Steiermark“**

Praxisseminar: Wasserführungen am Bach

Ort: Bezirk Feldbach

Datum: 24. Mai 2007

Ort: Bezirk Knittelfeld

Datum: 21. Juni 2007

**Exkursionsseminar: für Lehrende an Pflichtschulen und
Interessierte**

Wasserlandschaften

Ort: Ödensee, Gemeinde Pichl-Kainisch

Datum: 6. September 2007

NATURPARK AKADEMIE STEIERMARK

8961 Stein an der Enns 107, Tel. +43(0)368/20924

www.naturparkakademie.at, kontakt@naturparkakademie.at

Flusswandern an der Sulm

Ort: Naturpark Südsteirisches Weinland

Datum: 02. Juni 2007

Wasser - Schaubergers gestern und heute

Viktor Schaubergers Ideen, Visionen und sein Wirken
in der Region

Ort: Naturpark Mürzer Oberland

Datum: 16. Juni 2007

**Leben in Saus und Braus - Eine Bootsfahrt durch den
Nationalpark Gesäuse**

Ort: Nationalpark Gesäuse

Datum: 21. Juli 2007

Karst - wenn sich der Berg auflöst

Ort: Nationalpark Gesäuse

Datum: 1. September 2007

Wasserwanderung in Altenberg an der Rax

Experimente, kreative Spiele und Spaß rund
ums Thema Wasser

Ort: Naturpark Mürzer Oberland

Datum: 15. September 2007

FREILICHTMUSEUM STÜBING

8114 Stübing, Tel. +43 (0) 3124/ 53 700

www.stuebing.at, service@freilichtmuseum.at

HoamART im Österreichischen Freilichtmuseum

Die Kunst Nachhaltig zu leben. Kooperationsveranstaltung
mit Land Steiermark, Fachabteilung 19D, Bio Ernte Austria
Steiermark, G'scheitfeiern, Abfallwirtschaftsverband Graz-
Umgebung, Wasserland Steiermark.

Ort: Freilichtmuseum Stübing

Datum: 20. Mai 2007

Wasserradl dreh´ dich

Ein Wasserradlbaukurs als besonderes Familienerlebnis

Ort: Freilichtmuseum Stübing

Datum: 28. Juli 2007

**JA, SENDEN SIE IN ZUKUNFT DIE ZEITSCHRIFT
WASSERLAND STEIERMARK KOSTENLOS AN FOLGENDE ADRESSE:**

Titel

Name

Straße

PLZ und Ort

**COPING WITH
WATER SCARCITY**

**22. MÄRZ 2007 GRAZ
WELTWASSERTAG**



AN
WASSERLAND STEIERMARK
STEMPFERGASSE 7
8010 GRAZ

Sie können unsere
Zeitschrift auch kostenlos
telefonisch bestellen:
Unser Mitarbeiter
Walter Spätauf
nimmt Ihre Bestellung
gerne entgegen!

0316/877-2560

www.grazer-stadtwerke.at

Wir untersuchen Ihr Wasser!

Im Wasserlabor der Grazer Stadtwerke AG
nach § 73 Lebensmittelsicherheits- und Verbraucherschutzgesetz
staatlich autorisiert und als Prüf- und Überwachungsstelle akkreditiert.



T: (0316) 887-1071 bzw. 1072
F: (0316) 887-1078
E: wasserlabor@gsfw.at

Ein Service der 

Wasserlabor der Grazer Stadtwerke AG | Wasserwerk-gasse 10 | 8045 Graz

P.b.b. Verlagspostamt 8010 • Aufgabepostamt 8010 Graz
DVR: 0841421 • Auflage 6.500 Stück