

**Zeitschrift:** Regio Basiliensis : Basler Zeitschrift für Geographie

**Herausgeber:** Geographisch-Ethnologische Gesellschaft Basel ; Geographisches Institut der Universität Basel

**Band:** 42 (2001)

**Heft:** 1

**Artikel:** Revitalisierung und Trinkwasserschutz in der dicht genutzten Wiese-Ebene. Feuchtgebiete als Reinigungsstufe

**Autor:** Wüthrich, Christoph / Geissbühler, Urs / Rüetschi, Daniel

**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-1088440>

#### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

#### Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

#### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 14.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## Revitalisierung und Trinkwasserschutz in der dicht genutzten Wiese-Ebene. Feuchtgebiete als Reinigungsstufe

Christoph Wüthrich, Urs Geissbühler und Daniel Rüetschi

### Zusammenfassung

*Etwa 50 % des Basler Trinkwassers wird in der ehemaligen Auenlandschaft der Wiese durch Grundwasseranreicherung gesichert. Seit den 60er Jahren wird zu diesem Zweck vorfiltriertes Rheinwasser in die Wiese-Ebene gepumpt und der Kontakt von Wiese-Wasser zum Grundwasser wird auf ein Minimum begrenzt. Um genügend sauberes Wasser für Revitalisierungsmassnahmen in der Trinkwasserschutzzone der Wiese-Ebene bereitstellen zu können, wird in einem MGU-Pilotprojekt das Wasser des Mühlenteichs (ausgeleitetes Wasser der Wiese) anstatt Rheinwasser in eine naturnahe, bewaldete Wässerstelle ("Stellimatte") der städtischen Trinkwasserwerke zur Reinigung eingeleitet. Erste Resultate zeigen, dass das heutige Wiese-Wasser bezüglich trinkwassergefährdender Stoffe weniger Probleme verursacht als ursprünglich befürchtet. Wegen der häufig auftretenden und sehr rasch anspringenden Trübungsschübe muss der Mühlenteich jedoch permanent überwacht werden. Durch die Verwendung von Wiese-Wasser anstatt von vorfiltriertem Rheinwasser für die Grundwasseranreicherung wurde im nahen Brunnen 9 die Trübung vorübergehend etwas erhöht. Dieser Effekt ist inzwischen verschwunden und die bakteriologische Situation ist gegenüber der Situation nach dem Sturm "Lothar" sogar verbessert. Ein leichter Rückgang der Nitratbelastung kann auf verbesserte Denitrifikation durch die längeren Überstauphasen zurückgeführt werden. Man darf nach den vorliegenden Resultaten davon ausgehen, dass die Einleitung von Wiese-Wasser in die Wässerstelle im getesteten Rahmen (40 l/s) keine Probleme mit der Trinkwasserqualität verursacht. Die Reinigungseffizienz in der Wässerstelle "Stellimatte" kann erst nach Etablierung der Riedvegetation und nach Einrichtung grösserer Fließstrecken beurteilt werden, obwohl bereits heute nach wenigen Metern Durchlauf verschiedene Wasserqualitätsparameter ( $O_2$ , pH, DOC) deutliche und reproduzierbare Veränderungen zeigen.*

---

Adresse der Autoren: Dr. Christoph Wüthrich, Dipl. Geogr. Urs Geissbühler, Dipl. Biol. Daniel Rüetschi, Geographisches Institut der Universität Basel, Abteilung Physiogeographie und Landschaftsökologie, Spalenring 145, CH-4055 Basel

# 1 Einleitung

Auen werden regelmässig oder gelegentlich überflutet und sind durch verschiedene Entwicklungsstadien bezüglich Vegetation und Böden gekennzeichnet. Jede Flusslandschaft hat ein charakteristisches Überflutungsregime, welches sich vor allem durch die Form, das Relief, die Boden- und Vegetationsverhältnisse des Einzugsgebiets sowie durch den Stand und die Art des Flussverbaus erklären lässt. Die für Auenlandschaften typische, hohe zeitliche und räumliche Variabilität erzeugt einen grossen Artenreichtum in der Flussebene, wobei der einzelne Ökotop (z.B. eine temporär entstandene Kiesinsel) selber sehr artenarm sein kann (*Wüthrich & Siegrist 1999*). Auenlandschaften beherbergen auf nur 0.25 % der Landesfläche rund 50 % der in der Schweiz vorkommenden Pflanzenarten (ca. 1'500 Arten; *BUWAL 1997*). Andererseits sind aber nur noch 20 % der schweizerischen Auen einem (meist nicht mehr natürlichen) Überflutungsregime unterworfen. Deshalb ist ein Schutz und eine Aufwertung von Auenlandschaften aus naturschützerischer Sicht vordringlich, aber auch aus der Sicht des Hochwasserschutzes anzustreben, da sie wichtige Retentionsflächen darstellen.

In Mitteleuropa gilt der Tagliamento in NO-Italien als Modellfall eines weitgehend unverbauten Flusses. Er demonstriert die Gerinneentwicklung, die Geschiebedynamik, die Besiedlung durch die Vegetation, aber auch die Prozessdynamik in naturnaher Form (*Ward et al. 1999*). Solche naturnahen Zustände stellen eine Ausnahmeerscheinung im dicht besiedelten Mitteleuropa dar. Die Realität liegt näher bei dicht besiedelten urbanen Ballungsräumen, die wir als unsere normale Um-Welt akzeptieren und gestalten (*Seeland 1999, Schubert 1999, Baccini 1999*). Die Nutzung der ehemals hochwassergefährdeten Flussebenen als letzte Landreserve für Landwirtschaft, Siedlung und Industrie hat dazu geführt, dass die seit den 80er Jahren zunehmend angestrebten Revitalisierungen von Auenlandschaften mit grossen Zielkonflikten und entsprechenden Widerständen verbunden sind (vgl. *Wüthrich & Siegrist 1999*). Stets sind grosse Bedenken gegenüber Risikopotenzial und Nutzungseinschränkungen in revitalisierten Bereichen von einer oder mehreren Seiten her vorhanden. Als mustergültig für grossflächige Revitalisierungen in der Schweiz gilt der Kanton Aargau, der aufgrund einer Volksinitiative im Jahr 1993 die Vernetzung der noch vorhandenen Auenüberreste von Aare, Reuss, Limmat und Rhein in Angriff genommen hat. Bis ins Jahr 2014 werden in neun Teilgebieten für rund 20 Mio. Franken Revitalisierungen vorangetrieben, die gesamthaft eine Wiederherstellung von Auendynamik auf mindestens 1 % der Kantonsfläche bewirken wird (*Roth 2000*).

Im Basler Stadt kanton sind – wie auch in anderen urbanen Gebieten Mitteleuropas – Revitalisierungen ungleich schwieriger zu realisieren. Die Flussebenen im Ballungsraum sind mit einer hohen Nutzungsdichte belegt, so dass der notwendige (Überzeugungs-)Aufwand sowie Kosten und Effekt der Revitalisierung in einem fragwürdigen Verhältnis zueinander stehen. Bisher konzentrierten sich die Revitalisierungsbemühungen im Basler Stadt kanton auf eher linienhafte Verbesserungen, z.B. die naturnähtere Gestaltung des Uferbereichs beim Dorenbach, auf die Revitalisierung des Rheinufers beim Schaffhauserrheinweg (z.B. *Gurtner & Eder 2001*), auf die naturnähtere Gestaltung des kanalisierten Wieselaufes (z.B. *Huggenberger*

2001; Schenker 2001 als Idee) und auf den Birsunterlauf (z.B. Küry & Zschokke 2000, Küry 2001). Eine flächenhafte Revitalisierung, die zu messbaren Verbesserungen von Habitats- und Prozessfunktionen eines grösseren städtischen Planungsgebietes führt, wurde bisher aus den erwähnten Gründen nie versucht.

Ausgehend von der fast völligen Entkopplung von Fluss und Aue im städtischen Raum wurde im Rahmen der Stiftung Mensch-Gesellschaft-Umwelt (MGU) der Universität Basel ein transdisziplinäres Forschungsprojekt initiiert (Wüthrich, Huggenberger & Gurtner 1999). Das Ziel ist dabei die Untersuchung der Machbarkeit und der ökonomischen Auswirkungen der Wiederherstellung ursprünglicher Prozesse und Funktionen in einer urbanen Auenlandschaft. Das gewählte Untersuchungsgebiet bietet bewusst für eine Revitalisierung sehr schwierige Voraussetzungen (extrem hohe Nutzungsdichte, Trinkwasserproduktion), die auch in anderen urbanen Gebieten Revitalisierungen erschweren oder verunmöglichen.

## 2 Untersuchungsgebiet und Revitalisierungskonzepte

### 2.1 Die Wiese-Ebene bei Basel

Die etwa 600 ha grosse Wiese-Ebene zwischen dem rechten Basler Rheinufer und Riehen gilt als wichtigstes Naherholungsgebiet der Stadt und wird intensiv von Spaziergängern, Joggern, Inline-Skatern und Velofahrern genutzt. Weitere Nutzungen in der Ebene betreffen den Tierpark, die Land- und Forstwirtschaft, Familiengärten, Sportanlagen und – als in diesem Zusammenhang dominante Nutzung – die Förderung des Grundwassers zur Speisung der städtischen Trinkwasserversorgung durch die Industriellen Werke Basel (IWB).

Die Wiese – ursprünglich berüchtigt für ihre zerstörerischen Hochwasser – wurde im Verlauf der letzten 200 Jahre radikal verändert. Jahrtausende hindurch hatte die Wiese kein einheitliches Bett, sondern sie floss in wechselnden Gerinnen gegen den Rhein (Wüthrich & Siegrist 1999, vgl. Abb. 1). In solchen Flussebenen herrschte eine hohe Dynamik nicht nur betreffend der Sedimentations- und Erosionsprozesse, sondern auch bezüglich der stoffhaushaltlichen Umsetzungs- und Anlagerungsprozesse (z.B.

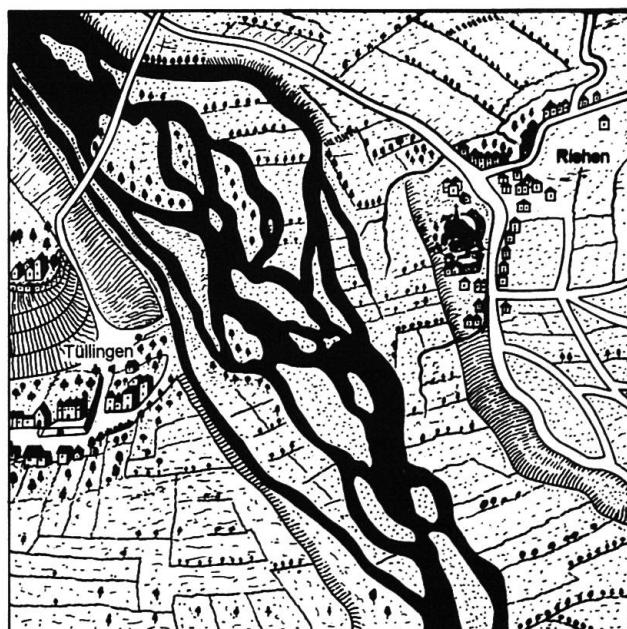


Abb. 1 Wiese bei Riehen nach Iselin 1723.  
Reinzeichnung: L. Baumann

Nitrifikation, Denitrifikation, chemische Ausfällung, Assimilierung in Biomasse, mikrobieller Abbau, Absorption, Adsorption und Desorption, usw.). Diese Prozesse machen letztlich die Selbstreinigungskraft der Landschaft aus.

Heute durchfliesst die Wiese die Ebene als monotoner Kanal mit Doppeltrapezprofil, der mit zahlreichen Schwellen ausgestattet ist und dem Fluss nur noch wenig Kontakt zu seiner ehemaligen Auenlandschaft erlaubt. Die ursprünglich namengebende Erle (“Lange Erlen”) wurde wegen des schon im letzten Jahrhundert abgesenkten Grundwasserspiegels aus der bestandsbildenden Baumschicht verdrängt und durch einen Stieleichen-Eschen-Hagebuchenwald (*Ulmo-Fraxinetum listeretosum*) ersetzt. Nur in den zur Grundwasseranreicherung von den IWB mit Rheinwasser bewässerten, bewaldeten Versickerungsfeldern (“Wässerstellen”) finden sich noch oder neuerdings wieder Arten, die für eine Auenlandschaft typisch sind. Das sonst für Auenlandschaften typische Mosaik von Feucht- und Trockenbereichen ging zusammen mit der zeitlichen und räumlichen Dynamik im Gebiet weitgehend verloren.

## 2.2 Die Trinkwassergewinnung in den Langen Erlen

Etwa 50 % des Basler Trinkwassers wird in der Wiese-Ebene produziert. Um eine Absenkung des Grundwassers zu verhindern, wird seit 1920 in 11 bewaldeten Wässerstellen von gesamthaft ca. 20 ha Fläche Rheinwasser zur Versickerung gebracht. Früher wurde das Wasser der Wiese entnommen, bevor die Wasserqualität vor allem durch den starken Bevölkerungszuwachs und durch die im Einzugsgebiet der Wiese ansässigen Färbereibetriebe so bedenklich wurde, dass die IWB im Jahr 1964 auf das qualitativ bessere Rheinwasser umstellten. Das Rheinwasser wird durch eine aufwändige Sandfiltration von seinen Schwebstoffen befreit und anschliessend in den 11 Wässerstellen verteilt (momentan rund 60'000 m<sup>3</sup>/Tag). Bei der Bodenpassage durch die ca. 20-70 cm mächtige Humus- und Auenlehmschicht und die 2.5-3.5 m mächtige Kies- und Sandschicht der ungesättigten Zone findet die hauptsächliche Reinigung des Grundwassers statt (Rüetschi et al. 1998). Das Grundwasser wird in mehreren Brunnen nach einer horizontalen Fließstrecke von 100-800 m als einwandfreies Trinkwasser zur Oberfläche gepumpt.

## 2.3 Revitalisierungskonzepte für die Wiese-Ebene

Eine bekannte Methode zur flächenhaften Revitalisierung von Auen ist die Rückverlegung von Hochwasserdämmen, die auch für die Wiese-Ebene schon diskutiert wurde (z.B. Schwer & Egli 1997, Wüthrich & Siegrist 1999, Schenker 2001). Aus landschaftsökologischer Sicht würde diese Massnahme die interessantesten (und wohl auch nachhaltigsten) Ergebnisse liefern. In dicht genutzten, urbanen Auen ist eine derartige Massnahme jedoch nur schwer realisierbar. Die Wiese ist gefürchtet für ihre winterlichen Extremhochwasser ( $HQ_{100} = 350 \text{ m}^3/\text{s}$  bei einem mittleren Abfluss von  $11 \text{ m}^3/\text{s}$ ). Mit einem Abfluss von rund  $400 \text{ m}^3/\text{s}$  hatte im Winter 1882 ein extremes Hochwasser eine grosse Überschwemmung im rechtsrheinischen Basel verursacht. Heute stehen die wichtigsten Anlagen zur Trinkwasseraufbereitung (Schnellfilteranlagen, Pumpwerk, usw.) im möglichen Gefahrenbereich einer Hochwasserwelle.

Im Falle der Wiese-Ebene ergibt sich für die Trinkwassergewinnung wegen der problematischen bakteriologischen Belastung der Wiese ein zusätzliches Problem. Es besteht das Risiko, dass die kolmatierte (mit Feinsediment zugepflasterte) Flusssohle nach einem Deckschichtaufriss für das verunreinigte Oberflächenwasser durchlässiger wird, was eine bakteriologische Verschlechterung des Grund- und Trinkwassers zur Folge hätte (vgl. *Huggenberger* 2001). Damit ist eine Dammrückverlegung insbesondere linksseitig der Wiese angesichts der bestehenden gesetzlichen, baulichen und gesellschaftlichen Rahmenbedingungen (Akzeptanzproblematik) in naher Zukunft kaum realistisch.

Eine mittel- bis langfristige Aufwertung des Gebietes wurde durch die binationale Richtplanung vorgegeben: Mit dem “Landschaftspark Wiese” (*Schwarze & Egli* 1999) wurde eine behördensverbündliche Grundlage zur Erhaltung und Aufwertung der Wiese-Ebene geschaffen. Die in der Landschaftsrichtplanung vorgesehene Entwicklung sieht zahlreiche Massnahmen vor, die nicht an den Hochwasserdämmen halt machen. Dazu gehören die Revitalisierung der “landschaftsprägenden Kanäle und Wuhrgräben” sowie der “Schutz und die Aufwertung der bestehenden Fassungs- und Anreicherungsgebiete, die in der Regel auch wertvolle naturnahe Lebensräume darstellen” (*Schwarze & Egli* 1999, 17). Dies alles soll verwirklicht werden, ohne dass die Grundwasserbewirtschaftung im Gebiet der Langen Erlen gefährdet wird. Explizit müssen die Fassungs-, Schutz- und Versickerungsbereiche zum Schutz und zur Entnahme von Grundwasser gesichert sowie die Bestimmungen des Gewässerschutzes (GschV 1998) insbesondere für die streng geschützten Gewässerschutzzonen S1 (z.B. alle Wässerstellen und Brunnenfassungen) eingehalten werden. Trotz entsprechender Richtplanung bleibt damit in der Praxis eine Revitalisierung von Wässergräben und Wässerstellen vorläufig unrealistisch, da in der Wiese-Ebene nach wie vor dem Grundwasserschutz und der Trinkwasserproduktion oberste Priorität vor der Wiederherstellung naturnaher Landschaften eingeräumt wird. Damit wurde bisher jede Revitalisierungsmassnahme, die den Kontakt zwischen Oberflächenwasser und Grundwasser intensiviert (z.B. die Wiederherstellung eines alten Wässergrabens als Vernetzungsstruktur), ausgeschlossen.

Eine Annäherung an das Leitbild der natürlichen Auenlandschaft in der Wiese-Ebene wäre möglich, wenn die in der Richtplanung ausgewiesenen Ziele bezüglich Revitalisierung von Wuhrgräben und Anreicherungsgebieten trotz möglicher Kollisionen mit der Gewässerschutzverordnung vorangetrieben würden. Mit der Verwirklichung dieser Vorgaben könnte die Uferlinie (d.h. die Kontaktzone zwischen fliessendem Wiese-Wasser und der semiterrestrischen Auenlandschaft) entscheidend verlängert werden. Es wäre so möglich, dass in der ursprünglichen Landschaft flächendeckend vorhandene Mosaik von Wasserläufen und Feuchtgebieten zumindest teilweise wiederhergestellt werden. Damit würde der Wiese-Ebene das ihr zustehende Wasser im Sinne einer Wiederherstellung der Prozesse (vgl. *Jedicke* 1996) zurückgegeben, womit die zahlreichen Glieder des Wasserhaushaltes reaktiviert würden (vgl. auch *Leser & Schneider-Sliwa* 1999). Der Hochwasserschutz bleibt bei dieser Variante uneingeschränkt bestehen, da keine Veränderungen im Bereich der Hochwasserdämme vorgenommen werden. Ein Alternieren von Überflutungsphasen mit Trockenphasen würde eine gewisse Dynamik schaffen, indem eine zeitliche und räumliche Abfolge von oxidierenden und reduzierenden Bedin-

gungen geschaffen wird. Von einer echten Aue bleibt diese Landschaft aber weit entfernt, da es wegen fehlender Hochwasser weiterhin keine echte Geomorphodynamik geben wird.

## 2.4 Die Idee der Wässerstelle als Reinigungsstufe

Eine Rückkehr des Wiese-Wassers in die Wiese-Ebene ist heute nur auf zwei Arten realistisch: die Verwendung der ufernahen Grundwasserbrunnen zur Bereitstellung von Wasser für weitere Versickerungsgebiete (eine eher technische Lösung) und die Verwendung von Wiese-Wasser für die Revitalisierung von Wassergräben und Feuchtflächen nach vorgängiger Reinigung in einem naturnahen Riedpflanzenfilter (eine naturnahe Lösung).

Die Verwendung von Wasser der ufernahen Grundwasserbrunnen zur Bewässerung weiterer Wässerstellen würde gegenüber der heutigen Situation bereits eine klare Verbesserung darstellen. Das Wiese-Wasser würde mittels Uferfiltration vorgenreinigt, bevor eine Einleitung in weitere Versickerungsgebiete erfolgt. Mit dieser Lösung könnte weitgehend auf das Heranpumpen des Rheinwassers und auf die aufwändige Sandfiltration verzichtet werden, wobei jedoch grössere Umbauten und weiterhin der energiebedürftige Betrieb von Pumpen nötig wären.

Ein komplementärer Ansatz ist die Reinigung des Wiese-Wassers über naturnahe Feuchtgebiete (eine Art "Pflanzenkläranlage") und die Verteilung dieses vorgenreinigten Wassers in revitalisierten Wassergräben und Feuchtflächen zur Aufwertung der Habitatsfunktion und zur Grundwasseranreicherung (*Wüthrich, Huggerberger & Gurtner 1999*). Dieser Ansatz hat den Vorteil, dass damit nicht nur eine stromunabhängige Grundwasseranreicherung ermöglicht wird, sondern dass gleichzeitig attraktive, auenähnliche Feuchtgebiete entstehen, die mit der Richtplanung für die Wiese-Ebene im Einklang stehen. Damit die Trinkwasserversorgung der Stadt Basel durch die Revitalisierung von Wassergräben und Feuchtflächen nicht nachteilig beeinflusst wird, muss die Qualität des Wiese-Wassers vor einer grösserflächigen Ausleitung auf den Stand des vorfiltrierten Rheinwassers gebracht werden.

Während Pflanzenkläranlagen bzw. sogenannte "bewachsene Bodenfilter" (z.B. *Wissing 1995*) meist gut kontrollierbare Systeme mit *Typha*- oder *Phragmites*-Monokulturen sind, testen wir für die Wiese-Ebene aus naturschützerischen und aus ökonomischen Gründen (geringer Pflegeaufwand) die Wirkung von naturnahen, auch für Spaziergänger, Pflanzen und Tiere attraktiven Auenwaldflächen. Obwohl es sehr viel Literatur über die Funktionsweise und Effizienz von Pflanzenkläranlagen gibt (z.B. *Moshiri 1993*), ist nur relativ wenig über die Reinigungsleistung von naturnahen Auenlandschaften bekannt. Zudem bestanden von Seiten des Trinkwasserproduzenten (IWB) wie auch von Seiten der kontrollierenden Behörden (Amt für Umwelt und Energie) zunächst grosse Bedenken, dass die Einleitung von Wiese-Wasser in eine Grundwasserschutzzone S1 eine qualitative Verschlechterung des Grundwassers verursachen würde. Die zahlreichen Hürden, die einer Verwirklichung der Idee im Wege standen, wurden dadurch überwunden, dass mit einem partizipativen Vorgehen bestehende Kooperationen und bestehendes gegenseitiges Vertrauen zwischen Hochschule und Behörden in einem transdisziplinären Pilotprojekt zusammengeführt wurden. Für die Realisierung entscheidend waren

neben dem Postulat der Wahrung der hohen Grundwasserqualität auch die Bedingung der Reversibilität der baulichen Massnahmen sowie ein umfassendes Sicherheits- und Überwachungsdispositiv im Falle einer Gewässerverschmutzung aus dem Oberliegerbereich der Wiese.

### 3 Methoden

#### 3.1 Förderung der Horizontalfiltereigenschaften in der "Hinteren Stellimatte"

Im Sommer 2000 wurde direkt an der Riehener Landesgrenze die Wässerstelle "Hintere Stellimatte", die ursprünglich nur als Vertikalbodenfilter fungierte, in eine naturnahe Horizontalfilteranlage umgewandelt. Die Wässerstelle eignet sich dank niedriger Infiltrationsleistung (vgl. *Dill* 2000), naturnaher, schützenswerter Bestockung (vgl. *Siegrist* 1997) und geringer wirtschaftlicher Effizienz dazu besonders gut. Durch die Nutzung von Wiese-Wasser aus dem Mühlenteich, welches entlang des natürlichen Gefälles in die Wässerstelle geleitet wird, können die Energiekosten für das Heranpumpen des Rheinwassers eingespart werden. Der Mühlenteich ist ein alter Industrie- und Mühlenkanal mit einer Abflusskapazität von ca. 2 m<sup>3</sup>/s, der am *Tumringer Wuhr* in Lörrach (D) ausgeleitet wird und wenige Meter neben der "Stellimatte" durchfliesst.

Die seit 1977 bestehende Wässerstelle ist in drei Felder von je ca. 0.5 ha Fläche geteilt, die alternierend jeweils 10 Tage lang bewässert und anschliessend 20 Tage lang trockengelegt wurden (Abb. 2). Die künstlich aufgeschüttete, im Mittel rund 0.7 m mächtige Deckschicht enthält rund 60-70 % Schluffanteil (vorwiegend Grob- und Mittelschluff). Dieser hohe Schluffanteil führt über eine reduzierte Infiltration dazu, dass der Boden in der Wässerstelle nach der Einleitung lange feucht bleibt, so dass sich seit der Errichtung der Wässerstelle zahlreiche feuchteliebende Pflanzen (Weiden, Erlen, Schilf, Glanzgras, Iris) einstellten. Die "Stellimatte" wurde damit zum wichtigen Auen-Ersatzstandort (*Siegrist* 1999). Die in manchen Bereichen vorhandene, unnatürliche Bestockung mit Hybridpappeln wurde durch den Sturm "Lothar" weitgehend entfernt, während die vorhandenen Weiden und Erlen beim Sturm kaum in Mitleidenschaft gezogen wurden. Damit stand nach "Lothar" in der Wässerstelle genügend Licht zur Verfügung, um ein Mosaik mit Beständen von produktiven, lichtliebenden Arten (z.B. *Phragmites*) zu ermöglichen, die für die Steigerung der Effizienz der Reinigungsprozesse besonders wichtig sind (*Swindell & Jackson* 1990, *Geller & Thum* 1999).



Abb. 2 Luftbild im Bereich der beiden Wässerstellen “Vordere und Hintere Stellimatte”( 1 und 2). Die als Pflanzenfilter umfunktionierte “Hintere Stellimatte” ist auf dem Bild oben rechts zu sehen, direkt daneben der Mühlenteich. Die aus dem Schwarzwald kommende Wiese fliesst unten links in Richtung Basler Rheinufer. Als dunkle Punkte in den Landwirtschaftsflächen der “Langen Erlen” zu sehen: die Trinkwasserbrunnen 9 und 8 (3 und 4).

Copyright SymplanMap AG / SwissFoto AG

### 3.2 Bauliche Massnahmen

Durch eine neu erstellte Rohrverbindung ( $\varnothing 30\text{cm}$ ) werden seit August 2000 bis 40 Liter Wiese-Wasser pro Sekunde aus dem Mühlenteich in die Wässerstelle eingeleitet. Das Fließmuster innerhalb der Wässerstelle wurde leicht verändert, um – ähnlich wie in natürlichen Auen – eine zeitliche Abfolge von überfluteten und trockenen Perioden zu erreichen. Eine Abtrocknungsphase hatte sich nicht nur beim Betrieb anderer Wässerstellen seit über 80 Jahren bei den IWB bewährt, sondern auch beim Betrieb von bewachsenen Bodenfiltern gilt ein stossweises Betreiben als besonders effizient (z.B. *Geller 1998*), da die aerobe Phase für die Abbauprozesse zur Regeneration des Bodenfilters wie auch für das Wachstum der Pflanzen eine wichtige Rolle spielt. Mit Projektbeginn wurde die Überflutungsdauer leicht erhöht (14 anstatt 10 Tage) und die Abtrocknungsphase leicht verkürzt (14 anstatt 20 Tage). Während die Umschaltung zwischen dem Felderbetrieb manuell durch Verstellen zweier Schieber erfolgt, kann die Einleitung in die Wässerstelle bei einer erwarteten Gewässerverschmutzung der Wiese jederzeit per Fernübertragung gestoppt werden.

### 3.3 Die Überwachung des Wiese- bzw. Mühlenteich-Wassers

Mittels eines automatischen Probenehmers (ISCO 2700) wurde das Wasser des Mühlenteichs beprobt (2 Proben pro 24 Std, verteilt auf eine Tag- und eine Nachtprobe) und im Wasserlabor des Geographischen Instituts auf verschiedene Wasserqualitätsparameter (DOC, SAK 254,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{K}^+$ ) untersucht. Zudem wird das Abflussverhalten und die Wasserqualität des Mühlenteichs seit August 2000 direkt beim Einleitungsrohr durch eine Sensor-Station permanent überwacht (Abb. 3). Der Abfluss des Mühlenteichs wird mit einer auf dem Doppler-effekt basierenden Abflussmessung (NIVUS, PCM) aufgezeichnet. Als Wasserqualitätsparameter wird die Trübung (DR.LANGE, Solitax) und die UV-Extinktion (Spektraler Absorptionskoeffizient bei 254 nm; SAK 254; DR.LANGE, UVAS) überwacht. Trübes Wasser wird nicht eingeleitet, da häufig Bakterien und Schadstoffe an den Trübstoffen angelagert sind (*McCarthy & Zachara* 1989). Die UV-Extinktion wird zur Detektion von organischen Verschmutzungen eingesetzt, die im Wasserkörper gelöst oder fein verteilt auftreten. Sobald bestimmte Grenzwerte überschritten werden (momentan 12 FNU bei der Trübung und 8 1/m bei SAK 254), erfolgt eine Schliessung der Einleitung sowie eine Meldung via Telefonleitung an das Geographische Institut Basel. Leichtbenzin oder Öle werden durch eine Blechschürze beim Einlaufrohr von der Einleitung ferngehalten (Abb. 4). Die eingeleitete Wassermenge wird permanent durch einen Ultraschallsensor (NIVUS, Pulsar-6) in der Rohrleitung erfasst. Diese aufwändige Konzeption eines automatischen "Eingangswächters" war notwendig, um eine vermeidbare Gefährdung des Grundwassers auszuschliessen und damit die notwendige Akzeptanz bei den Behörden für das Projekt zu finden.

### 3.4 Überwachung der nahen Grundwasserbrunnen

Die nahe gelegenen Grundwasserbrunnen 8 (Distanz 400 m) und 9 (Distanz 100 m) werden in 14-tägigem Rhythmus vom Wasserlabor der IWB beprobt und auf verschiedene Parameter hin untersucht (Tab. 1). Dieselben Parameter werden in einer Reihe von Überwachungsrohren gemessen, die in der Wässerstelle selbst und in unterschiedlichen Distanzen zur Wässerstelle in die gesättigte Zone hinabreichen. Durch die hochaufgelöste Erfassung der Infiltration und Ausbreitung des Wiese-Wassers in der gesättigten Zone werden weitere Informationen bezüglich Gefährdung von Grundwasser durch Oberflächenwasser gesammelt, die letztlich ein besseres Verständnis der Dynamik der Grundwasserzirkulation im Gebiet der Wiese-Ebene bewirken (vgl. *Huggenberger* 2001).



Abb. 3 Mühlenteich mit den beiden Sensoren des "Eingangswächters" (Bildmitte) und dem Container, in dem sich die Steuerelektronik und die Datenfernübertragung befindet.

*Photo: C. Wüthrich*



Abb. 4 Ausleitung vom Mühlenteich in die Wässerstelle "Stellimatte". Gut sichtbar das Öl-Abweisblech, das auf das Fischgitter aufgeschraubt wurde. Bei Durchlauf einer Trübungswelle oder bei erhöhten SAK 254-Werten wird dieser Schieber automatisch geschlossen.

*Photo: C. Wüthrich*

Tab. 1 Parameter, die durch das Labor der IWB erhoben werden, und deren Erfassungsdichte.

\*Erfassungsdichte im Brunnen 9 während intensiver Beprobung vierzehntäglich bis wöchentlich

Qualitätsparameter	Bestimmungsnorm	Erfassungsdichte
Trübung	DIN EN 27027.0	monatlich*
Temperatur	DIN 38404 T4	monatlich*
pH-Wert	DIN 38404 T5	monatlich*
spezif. elektr. Leitfähigkeit	DIN EN 27888	monatlich*
Gelöster Sauerstoff (amperometrisch)	DIN EN 25813 / 25814	monatlich*
Gehalt an gelöstem organischem Kohlenstoff (DOC; mittels heisskatalyt. Oxidation)	DIN EN 1484	monatlich*
UV-Extinktion bei 254 nm (SAK 254)	DIN 38404 T3	monatlich*
Anionen ( $F^-$ , $Cl^-$ , $Br^-$ , $NO_3^-$ , $PO_4^{3-}$ , $SO_4^{2-}$ ; mittels Ionenchromatographie)	DIN EN ISO 103041	monatlich*
Kationen ( $Na^+$ , $K^+$ , $Ca^{2+}$ , $Mg^{2+}$ ; mittels Ionenchromatographie)		monatlich*
Ammoniumgehalt (VIS-Spektroskopie)	DIN 38406 T5	monatlich*
Gehalt an Gesamtphosphor	DIN EN 1189	monatlich*
Gehalt an aeroben, mesophilen Keimen	SLMB 56 / 7.01	monatlich*
Gehalt an Escherichia coli	SLMB 56 / 7.07.2	monatlich*
Gehalt an Enterokokken	SLMB 56 / 7.11	monatlich*

### 3.4 Prozesse beim Durchlauf der Wässerstelle und in der ungesättigten Zone

Beim Durchlauf durch die Wässerstelle wird das Oberflächenwasser periodisch an fünf bis sechs Stellen untersucht. Direkt im Gelände werden pH-Wert, Leitfähigkeit,  $O_2$ -Gehalt und die Temperatur bestimmt. In den Schöpfproben werden eine Reihe weiterer Wasserqualitätsparameter (DOC, SAK 254,  $NH_4^+$ ,  $NO_3^-$ ,  $PO_4^{3-}$ , Kationen, Bakteriologie) bestimmt. Zusätzlich wurden Saugkerzen bis auf die Basis der aufgeschütteten Deckschicht (in 40-110 cm Tiefe) gesetzt, die während der Bewässerung Proben von einsickerndem Oberflächenwasser liefern. Alle Untersuchungen sind so ausgelegt, dass stoffliche Veränderungen während der Passage des Horizontalfilters und bei der Bodenpassage erfasst werden. Diese Untersuchungen finden mit Ausnahme der Bakteriologie (IWB) im Wasserlabor des Geographischen Instituts nach standardisierten Methoden (Wüthrich et al. 2000) statt.

## 4 Erste Resultate

### 4.1 Abflussverhalten und Wasserqualität des Mühlenteichs

Die Wasserqualität der Wiese und damit des Mühlenteichs gilt besonders im Sommer als problematisch, wenn die im schwarzwäldischen Feldberggebiet entspringende Wiese wegen versiegender Grundwasserspeicher und fehlender Schneedecken im Einzugsgebiet nur noch wenig Wasser führt. In den letzten Jahren hat sich die Wasserqualität der Wiese jedoch – wie auch im Rhein (vgl. Küry et al. 2000) – stark verbessert und weitgehend an die Qualität des Rheinwassers angeglichen (Tab. 2). Probleme bereiten einzig die sommerlichen Niedrigwasser und vereinzelte Hochwasserereignisse mit stark verschlechterten mikrobiologischen Verhältnissen.

Tab. 2 Mittlere Wasserqualität von Wiese und Rhein im direkten Vergleich (*Amt für Umwelt und Energie* 1998, Jahresmittelwerte basierend auf monatlichen Messungen).

\* Kantonales Labor, Mittelwerte aus jährlich ca. 10 Beprobungen an je drei Messorten zwischen 1990 und 1998.

Qualitätsparameter	Rheinwasser	Wiesewasser
Temperatur (°C)	12.6	10.5
pH-Wert	8.05	8.02
spezif. elektr. Leitfähigkeit (µS/cm)	301	134
gelöster Sauerstoff (mg/l)	9.8	10.6
Gehalt an gelöstem organischem Kohlenstoff (DOC; mg C/l)	1.9	1.6
UV-Extinktion bei 254 nm (SAK 254; 1/m)	4.9	4.8
Bicarbonat (mg/l)	163	61
Chlorid (mg/l)	19.9	7.2
Fluorid (mg/l)	0.077	0.202
Sulfat (mg/l)	30	12.4
Orthophosphat (mg PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> /l)	0.03	0.06
Nitrat (mg NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /l)	6.1	6.1
Natrium (mg/l)	7.8	7.8
Kalium (mg/l)	2	1.6
Calcium (mg/l)	48.1	15.8
Magnesium (mg/l)	7.5	3.0
Ammonium (mg NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> /l)	0.075	0.034
Gesamthärte (°dH)	9.1	3.3
Aerobe mesophile Keime (KBE/ml)	seit 1992 nicht mehr erhoben	k. A., neue Daten vgl. Huggenberger 2001
Escherichia coli (KBE/100ml)	seit 1992 nicht mehr erhoben	2263*, neue Daten vgl. Huggenberger 2001
Enterokokken (KBE/100ml)	seit 1992 nicht mehr erhoben	k. A., neue Daten vgl. Huggenberger 2001
Salmonellen (Anzahl pos. Befunde)	5*	5*

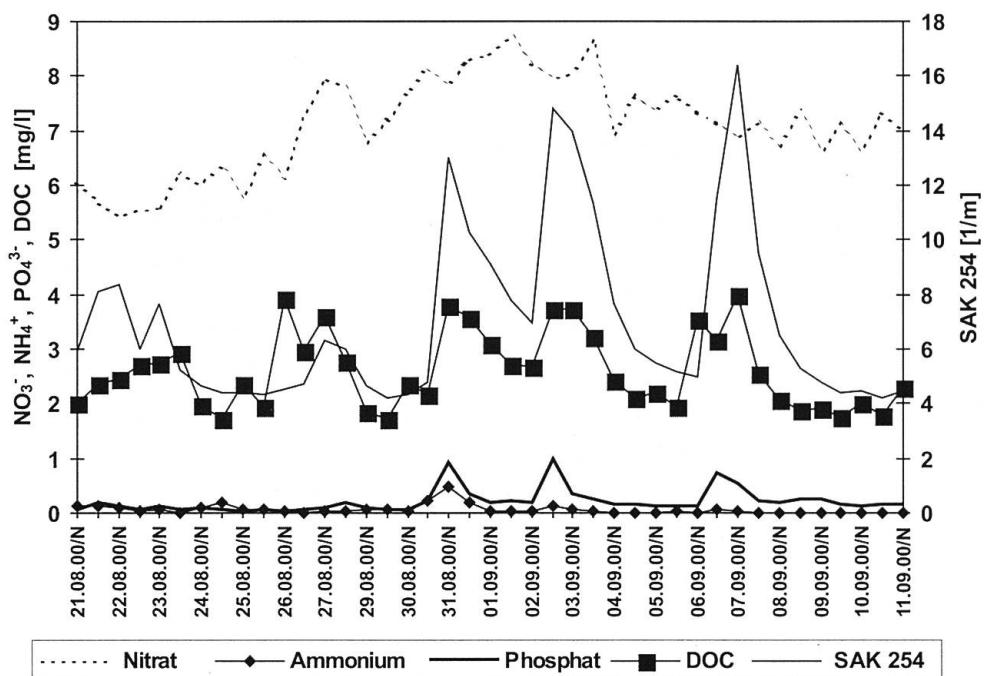


Abb. 5 Konzentrationsverläufe von DOC, SAK 254,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NH}_4^+$  und  $\text{PO}_4^{3-}$  für den Mühlenteich vom 21.08. – 05.09.2000 nach Messungen von Proben eines automatischen Probenehmers im Labor des Geographischen Instituts.

Der Mühlenteich weist im Gegensatz zur Wiese einen relativ konstanten Abfluss von 1.4-1.8 m<sup>3</sup>/s auf. Hochwasser machen sich im Mühlenteich bezüglich Abflussmenge kaum bemerkbar. Die täglichen Schwankungen der Temperatur liegen im August bei 2-3°C, im November bei 1-2°C. Dennoch zeigt die hochauflöste Untersuchung des Mühlenteichs die Problematik der Wiese im Vergleich zum Rhein auf: Die chemischen Parameter zeigen schon bei einer 12-stündigen Auflösung relativ hohe Schwankungen bei den Parametern UV-Extinktion, Ammonium und Phosphat (Abb. 5). Die Wochenmittelwerte für  $\text{PO}_4^{3-}$  schwanken zwischen 0.09-0.3 mg/l, für  $\text{NO}_3^-$  zwischen 6.3-7.9 mg/l, für  $\text{NH}_4^+$  zwischen 0.07-0.1 mg/l und für DOC zwischen 2.4-2.8 mg/l.

Bei noch höherer Auflösung durch die permanente Überwachung der Trübung und der UV-Extinktion zeigt sich, dass – obwohl der Abfluss im Mühlenteich nur relativ geringe Schwankungen aufweist – sehr kurzfristige Ereignisse im Oberliegergebiet stattfinden, die von intensiven kurzzeitigen Trübungsschüben und etwas langsamer ansteigenden und flacher abfallenden Erhöhungen der UV-Extinktion begleitet sind (Abb. 6). Diese kurzzeitigen Veränderungen der Wasserqualität des Wiese-Wassers müssen bei der Verteilung von Wiese-Wasser in der Ebene berücksichtigt werden.

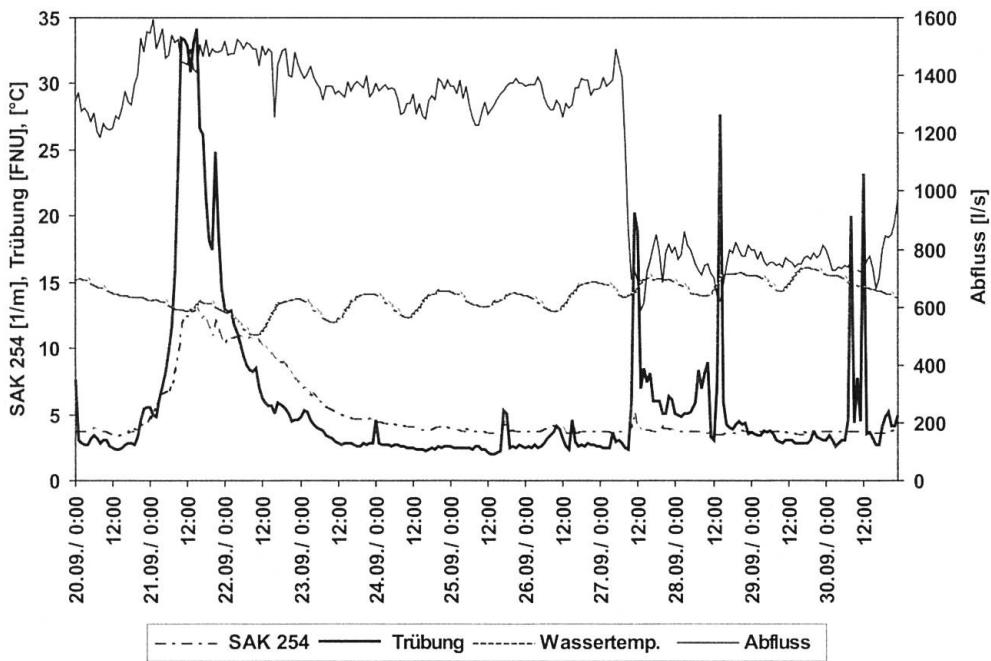


Abb. 6 Ausschnitt aus der Online-Messung mit den Parametern SAK 254, Trübung, Wassertemperatur und Abfluss in der Periode vom 20.09. – 30.09.2000. Besonders auffällig und für den Mühlenteich typisch sind die kurzzeitigen Trübungsschübe.

#### 4.2 Bisherige und “neue” Schwankungen der Wasserqualität in den nahen Trinkwasserbrunnen

Die Auswertung einer 10-jährigen Datenreihe der IWB zu den beiden nahegelegenen Trinkwasserbrunnen 9 und 8 ergab folgendes Bild (Tab. 3; erste und dritte Spalte): Wassertemperatur ( $12.5 / 12.1 \pm 3^{\circ}\text{C}$ ), pH-Wert ( $7.1 \pm 0.1$ ) und O<sub>2</sub>-Gehalt ( $6.4 / 6.8 \pm 1 \text{ mg/l}$ ) sind an beiden Brunnen sehr konstant. Der DOC-Gehalt liegt bei beiden Brunnen bei  $0.6 \pm 0.07 \text{ mg/l}$ , kann aber von Jahr zu Jahr um rund 10 % variieren. Die spezifische elektrische Leitfähigkeit liegt bei den Brunnen sehr konstant bei  $356 / 344 \pm 28 \mu\text{S cm}^{-1}$ . Die Gesamthärte erreicht bei beiden Brunnen ca.  $16.3^{\circ}\text{fH}$ . Die UV-Extinktion zeigt höhere SAK 254-Werte beim Brunnen 9 ( $1.32 \text{ l/m}$  gegenüber  $1.14 \text{ l/m}$  bei Brunnen 8) und bei beiden Brunnen eine relativ hohe Schwankungsbreite im Jahresverlauf (je nach Jahr bis 30 %). Auch die Gehalte an Phosphat und Nitrat zeigen höhere Werte beim Brunnen 9 ( $\text{PO}_4^{3-}: 0.1 \text{ mg/l}; \text{NO}_3^-: 15.7 \text{ mg/l}$ ) im Vergleich zum Brunnen 8 ( $\text{PO}_4^{3-}: 0.05 \text{ mg/l}; \text{NO}_3^-: 12.7 \text{ mg/l}$ ) mit Schwankungsbereichen von über 100 %. Die Verteilung der kationischen Makronährstoffe liegt bei beiden Brunnen sehr konstant bei 80 % Ca<sup>2+</sup>, 16 % Mg<sup>2+</sup> und 4 % K<sup>+</sup>. Die bakteriologischen Untersuchungen zeigen bei den aeroben mesophilen Keimen sehr grosse Schwankungen bei beiden Brunnen. Obwohl bei den meisten Messungen weniger als 5 KBE/ml festgestellt wurden, gibt es in beiden Brunnen einzelne Befunde (v.a. 1997) mit höheren Werten (>50 KBE/ml). Der Mittelwert für die ganze Periode liegt bei  $6.9 / 11.4 \text{ KBE/ml}$ . Coliforme Bakterien und Enterokokken wurden in beiden Brunnen nur vereinzelt nachgewiesen (i.d.R. 0 KBE/ml).

Tab. 3 Grundwasser-Brunnendaten im langjährigen Mittel (1990-1999), nach "Lothar" (2000) und nach Einleitung von Wiese-Wasser (seit Einl.). Datenquelle: Wasserlabor IWB

Qualitätsparameter	Br. 9 1990-99	Br. 9 2000	Br. 9 seit Einleit.	Br. 8 1990-99	Br. 8 2000	Br. 8 seit Einleit.
Aerobe mesophile Keime (KBE/ml)	6.87	12.18	7.85	11.44	3.80	2.33
Escherichia coli (KBE/100 ml)	0.00	0.00	0.00	0.26	0.00	0.00
Enterokokken (KBE/100 ml)	0.02	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00
Wassertemperatur (°C)	12.51	12.11	15.59	12.17	12.32	14.20
pH-Wert	7.11	7.16	7.07	7.12	7.04	7.07
Sauerstoff (mg/l)	6.37	7.13	5.92	6.82	6.97	6.42
relative Sauerstoffsättigung (%)	61.83	68.91	61.50	65.10	67.44	64.90
DOC (mg C/l)	0.60	0.64	0.63	0.59	0.64	0.61
spez. elektr. Leitfähigkeit (µS/cm)	356.36	396.20	387.00	344.51	392.27	367.80
UV-Extinktion (1/m)	1.32	1.37	1.31	1.14	1.26	1.22
Trübung (FNU)	0.07	0.07	0.08	0.08	0.18	0.16
Gesamthärte (°fH)	16.25	17.78	17.23	16.33	17.83	16.50
Nitrat (mg NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /l)	15.72	13.49	11.32	12.70	12.75	9.60
Phosphat (ortho; mg PO <sub>4</sub> <sup>3-</sup> /l)	0.10	0.09	0.09	0.05	0.07	0.07
Calcium (mg Ca <sup>2+</sup> /l)	51.44	56.63	51.78	52.26	58.13	52.60
Kalium (mg K <sup>+</sup> /l)	1.97	1.85	2.18	1.83	1.87	2.03
Magnesium (mg Mg <sup>2+</sup> /l)	8.22	8.88	8.08	7.97	8.90	7.87
Anzahl Proben	92	17	14	99	11	6

Trotz der Folgen des Sturms "Lothar" und der ca. 50 umgekippten Wurzelteller der Hybridpappeln, welche durch die Deckschicht hindurchreichende Versickerungsmulden hinterliessen, hat sich die Wasserqualität im Brunnen 9 nur wenig verändert. Die beschriebenen Schwankungsbereiche haben sich kaum verschoben (Tab. 3, zweite und vierte Spalte). Eine leichte Erhöhung der spezifischen Leitfähigkeit (auf über 390 µS cm<sup>-1</sup>) in beiden Brunnen zeigt an, dass vermehrt gepumptes Rheinwasser bis in die Wasserfassungen gelangt. Dies ist an der höheren Gesamthärte abzulesen, die vorübergehend durch das "härtere" Rheinwasser auf 17.8 °fH (zeitweise > 20 °fH) anstieg, sowie am leicht veränderten Verhältnis der kationischen Makronährstoffe, die sich deutlich zum Calcium hin verschoben haben (84.2 % Ca<sup>2+</sup>, 13.2 % Mg<sup>2+</sup> und 2.6 % K<sup>+</sup>). Die bakteriologische Belastung des Brunnens 9 nahm in der Folge bei den aeroben mesophilen Keimen etwas zu (12.18 KBE/ml, max. 63 KBE/ml), blieb aber bei den kritischen coliformen Bakterien und den Enterokokken bei Null.

Seit dem 28. August 2000 wird das Wasser des Mühlenteichs in die Wässerstelle eingeleitet (15-40 l/s). Gegenüber der Bewässerung mit sandfiltriertem Rheinwasser hat sich dabei nur wenig verändert (Tab. 3, dritte und sechste Spalte). Die beschriebenen Schwankungsbereiche gelten weiterhin. Die bakteriologische Belastung beim nahen Brunnen 9 ist gegenüber dem 10-jährigen Durchschnitt bei den aeroben mesophilen Keimen kaum erhöht (7.85 KBE/ml) und liegt damit niedriger als im Mai, als noch vorfiltriertes Rheinwasser eingeleitet wurde. Beim Brunnen 8 hat sich die bakteriologische Belastung sogar verbessert (2.3 anstatt 11.4 KBE/ml bei den aeroben mesophilen Keimen). Weiterhin kein Problem stellen die colifor-

men Bakterien und Enterokokken dar (Null-Befunde). Die Infiltration von "weichem" Wasser aus dem Schwarzwald führte die spezifische elektrische Leitfähigkeit wieder näher an den langjährigen Mittelwert zurück. Dasselbe gilt für die Gesamthärte. Eine befürchtete Senkung des pH-Wertes blieb aus (weiterhin um 7.1), auch Ammonium und Nitrit erreichen den Brunnen nicht in grösseren Mengen als vor der Einleitung (Daten nicht dargestellt). Die Nitratgehalte sind hingegen gegenüber dem langjährigen Mittelwert leicht zurückgegangen (13.4 bzw. 11.4).

Die bei beiden Brunnen aus der Tabelle ersichtlichen höheren Temperaturen seit der Einleitung sind nicht Folge der Einleitung, sondern eine Folge des saisonalen Temperaturganges im Grundwasser. Die einzige, kurzzeitig feststellbare negative Konsequenz der Einleitung von Wiese-Wasser war eine vorübergehende leichte Erhöhung der Trübung im Brunnen 9 (von 0.05-0.1 FNU auf 0.1-0.2 FNU), die sich inzwischen auf niedrigem Niveau eingependelt hat (0.08 FNU). Auch der seit Sturm "Lothar" leicht getrübte Brunnen 8 zeigt inzwischen wieder bessere Trübungswerte.

### 4.3 Veränderungen der Wasserqualität beim Durchlauf durch die Wässerstelle

Momentan können zu dieser wichtigen Frage keine abschliessenden Aussagen gemacht werden, da wegen der geringen Einleitungs Mengen nur sehr kurze Fließwege untersucht werden konnten. Tendenziell zeigt sich jedoch erwartungsgemäß, dass die Sauerstoffsättigung mit dem Durchlauf durch die Wässerstelle abnimmt (ein klares Zeichen dafür, dass ein Abbau durch oxidative Prozesse stattfindet), während gleichzeitig die Wasserstoffionenkonzentration im Oberflächenwasser steigt (sinkender pH-Wert; eine Folge der sich bildenden Kohlensäure, vgl. Abb. 7a+b). Komplizierter ist das Verhalten des gelösten organischen Kohlenstoffs (DOC), der zu Beginn der Bewässerung eher eine Anreicherung beim Durchlauf durch die Wässerstelle zeigt und mit zunehmender Dauer der Bewässerung z.T. recht stark aus dem Wasserkörper aufgenommen wird (Abb. 7c). Das Verhalten der Makronährstoffe (inkl.  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{NO}_3^-$  und  $\text{PO}_4^{3-}$ ) wie auch die Auswirkungen auf die bakteriologische Belastung lassen sich momentan im Pflanzenfilter noch nicht charakterisieren und bedürfen weiterer Messungen.

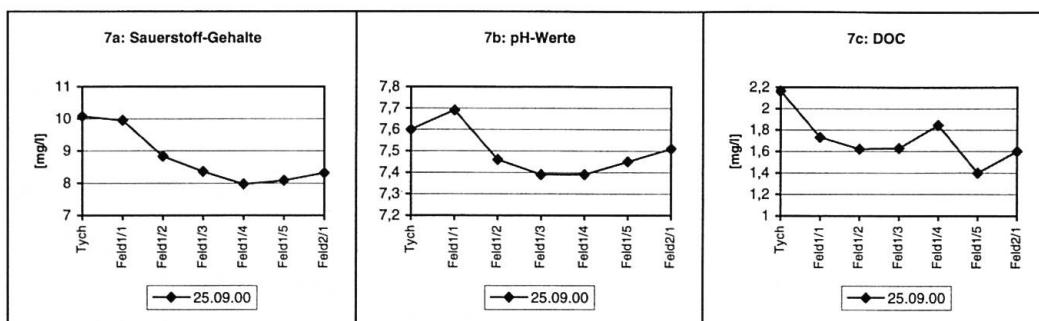


Abb. 7 O<sub>2</sub>-, pH- und DOC-Verhalten beim Durchlauf durch die Wässerstelle.

## 5 Diskussion und vorläufiges Fazit

### *Zur Einleitung von Wiese-Wasser*

Der Mühlenteich und damit das Wiese-Wasser hat sich seit den 80er Jahren stark verbessert und ist heute – ausser bei sommerlichem Niedrigwasser – nur noch wenig schlechter als das für die Grundwasseranreicherung eingesetzte Rheinwasser. Wegen der kurzfristigen Konzentrationsschwankungen in diesem relativ kleinen Gewässer (z.B. sehr rasch auftretende Trübungsschübe) muss bei einer oberflächlichen Einleitung in einen kritischen Schutzzonenbereich eine “Eingangskontrolle” (z.B. durch einen Trübungswächter) gewährleistet sein. Als problematisch könnte sich dabei erweisen, dass die Einleitung wegen der Häufigkeit von kurzzeitigen Trübungsschüben beim Betrieb mit Wiese-Wasser relativ oft unterbrochen wird.

### *Zur Gefährdung der Trinkwasserbrunnen*

Die beiden im Bereich des Projektgebietes betroffenen Trinkwasserbrunnen 8 und 9 zeigen im langjährigen Mittel eine hohe Konstanz und eine gleichbleibend hohe Trinkwasserqualität. Durch den Sturm “Lothar” und den Windwurf von Hybridpappeln wurde die Deckschicht in der “Hinteren Stellimatte” gestört, wobei sich die Wasserqualität im nahe gelegenen Brunnen 9 bezüglich Bakteriologie leicht verschlechterte und vermehrt vom Rheinwasser (hohe Gesamthärte, höhere Leitfähigkeit) geprägt wurde. Durch die Einleitung von Wiese-Wasser aus dem Mühlenteich ist vorübergehend eine geringfügige Veränderung der Wasserinhaltsstoffe in den Brunnen aufgetreten, die durchwegs als unbedenklich, in einigen Fällen gar als leichte Verbesserung interpretiert werden kann (z.B. geringere Nitratbelastung). Die überraschende Verbesserung der Nitratbelastung beim Brunnen 9 hängt mit der verlängerten Überstauphase und der damit intensivierten Denitrifikation in der Wässerstelle zusammen. Beim weiter entfernten Brunnen 8 ist momentan durch die Einleitung von Wiese-Wasser keine Veränderung festzustellen, was darauf schliesst, dass die Reinigungsleistung in der ungesättigten Zone (vgl. *Rüetschi et al. 1999*) und die zur Verfügung stehende Fliess- und Filterstrecke in der gesättigten Zone ausreichen, um die durch das Projekt ausgelöste Veränderung der Grundwasserqualität auszugleichen.

### *Zur Effizienz des Pflanzenfilters*

Wegen Problemen mit einer Turbine im Oberliegerbereich wurde der Wasserstand im Mühlenteich im Oktober von der verantwortlichen Wuhrgenossenschaft ungewöhnlich tief gehalten. Dadurch konnte bisher nicht dauerhaft die gewünschte Wassermenge (30-40 l/s) in die Wässerstelle eingeleitet werden. Der Laubfall verursachte im November zusätzlich in Verbindung mit dem vorgehängten “Fischrechen” eine Reduktion der eingeleiteten Wassermenge, so dass momentan nur Daten über relativ kurze Fliessstrecken vorliegen. Sichere Aussagen können erst für die Veränderung von pH-Wert und Sauerstoffgehalt gemacht werden, die auf den biologischen Abbau beim Durchlauf durch die Wässerstelle hindeuten. Beim gelösten organischen Kohlenstoff (DOC) besteht der Verdacht, dass der Gehalt zu Beginn der Einleitung mit dem Durchlauf durch die Wässerstelle eher ansteigt (Auswaschung von leicht verfügbaren organischen Substanzen beim ersten Kontakt mit

dem Wasser). Mit Fortdauer der Einleitung wird DOC jedoch klar aus dem Wasserkörper aufgenommen und metabolisiert (nun überwiegt der biologische Abbau, die Auswaschung ist nun vernachlässigbar). Während des Durchlaufs durch die Wässerstelle findet außerdem – wie bis anhin – eine Versickerung des Oberflächenwassers statt. Dabei werden durch physikalische, chemische und biologische Prozesse vor allem in der ungesättigten Zone grundwassergefährdende Substanzen und Mikroorganismen zurückgehalten, so dass sich das Wasser beim nahe gelegenen Brunnen 9 mit der Einleitung nur unwesentlich verändert hat. Die im Projekt angestrebte horizontale Filterwirkung gewinnt mit Fortdauer des Projektes und einer sich allmählich verdichtenden Riedvegetation an Bedeutung. Bei der Passage des Wassers durch die entstehenden Riedbereiche werden erfahrungsgemäß weitere Trübstoffe absorbiert oder sedimentieren. Sobald höhere Einleitungsmengen möglich werden, kann abschliessend beurteilt werden, ob sich mit diesem Verfahren grössere Feuchtflächen und Wässergräben revitalisieren lassen.

### *Zum Gesamtprojekt*

Das MGU-Projekt hat schon nach wenigen Monaten eine Reihe von neuen Erkenntnissen geliefert, die für das künftige Management der Wiese-Ebene von grosser Bedeutung sind. Dazu gehören die in diesem Artikel beschriebenen Kenntnisse über die Hydrogeographie des Mühlenteichs und die Beeinflussung der nahen Trinkwasserbrunnen durch die kontrollierte Einleitung von Wiese-Wasser. Dazu gehören aber auch die in diesem Artikel nicht berücksichtigten Fortschritte, die bei der Online-Überwachung von Fliessgewässern am Geographischen Institut, bei der hochaufgelösten Modellierung von Grundwasserströmen in der Wiese-Ebene vom Geologisch-Paläontologischen Institut oder durch eine sozialwissenschaftliche Akteursumfrage wiederum am Geographischen Institut erzielt wurden. Generell ist die im Projekt erreichte Vernetzung der Behörden und Wissenschaftler beispielhaft. Gemäss Erkenntnissen aus anderen Projekten ist genau diese dichte Vernetzung für eine erfolgreiche Realisierung von Revitalisierungen letztlich entscheidend (vgl. Gurtner & Eder 2001).

### Danksagung

Wir danken der Stiftung Mensch-Gesellschaft-Umwelt, die das Projekt finanziert (MGU F2.00). MGU gab auch den Anstoss für die starke Verankerung des Projektes bei den Behörden und begleitet das Projekt durch eine hochkarätige ExpertInnenkommission.

Dem Labor der Industriellen Werke Basel (IWB) danken wir für die Überlassung der Daten der Brunnen 8 und 9 sowie für die Durchführung zahlreicher bakteriologischer Analysen im Rahmen des Projektes. Allen beteiligten Basler Institutionen (Tiefbauamt, Industrielle Werke, Amt für Umwelt und Energie, Hochbau- und Planungsamt, Stadtgärtnerei, Forstamt beider Basel) in der Steuergruppe des MGU-Projektes sowie der Walder-Bachmann-Stiftung und der Christoph Merian Stiftung sei an dieser Stelle herzlich für die Kooperationsbereitschaft, die zahlreichen Hilfeleistungen und für Teilfinanzierungen gedankt.

## Literatur

- Amt für Umwelt und Energie 1998. *Qualität der Oberflächengewässer im Kanton Basel-Stadt*. Baudepartement des Kantons Basel-Stadt, Basel, 1-37.
- Baccini P. 1999. Schöne neue Schweiz: Wie soll sie in 50 Jahren aussehen? In: Biosphärenpark Ballungsraum, WSL Birmensdorf, *Forum für Wissen* 99 (1): 47-54.
- BUWAL 1997. *Die Auen in der Schweiz*. Bern 1997, 1-4.
- Dill A. 2000. *Die Böden in den hinteren Langen Erlen und ihr Infiltrationsvermögen*. Diplomarbeit, Geographisches Institut der Universität Basel, 1-152.
- Geller G. & Thum R. 1999. Langzeitbetrieb von Pflanzenkläranlagen: Stoffanreicherung und Betriebsstabilität. *Wasser & Boden* 51 (1+2): 39-43.
- Geller G. 1998. Horizontal durchflossene Pflanzenkläranlagen im deutschsprachigen Raum – langfristige Erfahrungen, Entwicklungsstand. *Wasser & Boden* 50 (1): 18-25.
- Gurtner-Zimmermann A. & Eder S. 2001. Hochrheinrenaturierung im gesellschaftspolitischen Konfliktfeld. *Regio Basiliensis* 42 (1): in diesem Heft.
- Huggenberger P. 2001. Wiese-Revitalisierung. Führen die Veränderungen der Sohlenstruktur zu einer Trinkwassergefährdung? *Regio Basiliensis* 42 (1): in diesem Heft.
- Jedicke E. 1996. Ressourcenschutz und Prozessschutz: Diskussion notwendiger Ansätze zu einem ganzheitlichen Naturschutz. *Zeitschrift für angewandte Ökologie* 27 (4): 125-133.
- Küry D., Zehringer M. & Herriott C. 2000. *Gewässerschutz; Erfolgsgeschichte und neue Herausforderung*. Gewässerschutzverband Nordwestschweiz, Basel, 1-40.
- Küry D. & Zschokke S. 2000. Short-term consequences of river restoration on macroinvertebrate communities. *Mitteilungen der Deutschen Gesellschaft für Allgemeine und Angewandte Entomologie* 12: 237-240.
- Küry D. 2001. Die Birs im Spannungsfeld zwischen ökologischen und sozialen Ansprüchen. *Regio Basiliensis* 42 (1): in diesem Heft.
- Leser H. & Schneider-Sliwa R. 1999. Nachhaltige Stadtentwicklung und Gewässerenaturierung – Zusammenhang oder Widerspruch? In: Eder S. & Gurtner-Zimmermann A. (Hrsg.): Hochrheinrenaturierung in Stadt und Agglomeration Basel. *Basler Stadt- und Regionalforschung* 17: 10-18.
- McCarthy J.F. & Zachara J.M. 1989. Subsurface transport of contaminants. *Environ. Sci. Technol.* 23 (5): 496-502.
- Moshiri G.A.E. 1993. *Constructed Wetlands for Water Quality Improvement*. Boca Raton, 1-632.
- Roth U. 2000. Der Auenschutzbau Aargau – ein Generationenprojekt. *Bulletin der Programmleitung Auenschutzbau Aargau* 1: 1-2.

- Rüetschi D., Geissbühler U., Schmid M. & Wüthrich Ch. 1998. Biological purification of recharge water by forested soils. In: Peters J.H. (Editor), *Artificial Recharge of Groundwater*. Amsterdam, 457-459.
- Rüetschi D., Schmid M., Geissbühler U. & Wüthrich C. 1999. Trinkwassergewinnung in bewaldeten und offenen Wässerstellen der Langen Erlen: Mikrobielle Aktivität und Biomasse im Boden. *Regio Basiliensis* 40 (2): 151-163.
- Schwer P. & Egli A. 1997. *Auenlandschaft Lange Erlen. Machbarkeitsstudie*. ETH-Zürich, Institut für Kulturtechnik, Diplomarbeit, 1-63.
- Schenker A. 2001. Ökologische Ersatzmassnahmen: Auslöser für die Revitalisierung von Fliessgewässern. Beispiele aus der Region Basel/NW-Schweiz. *Regio Basiliensis* 42 (1): in diesem Heft.
- Schubert B. 1999. Landschaftsplanung im periurbanen Raum. In: Biosphärenpark Ballungsraum, WSL Birmensdorf, *Forum für Wissen* 99 (1): 41-46.
- Schwarze M. & Egli M. 1999. *Landschaftspark Wiese. Landschaftsrichtplan, Landschaftsentwicklungsplan*. Hesse+Schwarze+Partner, Basel, 1-26.
- Seeland K. 1999. Periurbane Natur im Spiegel zukünftiger Nutzungsbedürfnisse. In: Biosphärenpark Ballungsraum, WSL Birmensdorf, *Forum für Wissen* 99 (1): 7-12.
- Siegrist L. 1997. *Die Ökodiversität der Wässerstellen Lange Erlen. Zusammenhänge von Bewirtschaftung und ökologischer Vielfalt*. Diplomarbeit, Geographisches Institut der Universität Basel, 1-126.
- Siegrist L. 1999. Die Ökodiversität der Wässerstellen in den Langen Erlen. Bewirtschaftungsweisen und ökologische Vielfalt im Zusammenhang mit der Basler Trinkwasserversorgung. *Regio Basiliensis* 40 (3): 279-289.
- Swindell C.E. & Jackson J.A. 1990. Constructed wetlands design and operation to maximize nutrient removal capabilities. In: P.F. Cooper and B.L. Findlater (Editors), *Constructed wetlands in water pollution control*. Cambridge (U.K.), 107-114.
- Ward J. W., Tockner K., Edwards P., Kollmann J., Bretschko G., Gurnell A.M., Petts G.E. & Rossaro B. 1999. A Reference River System for the Alps: The 'Fiume Tagliamento'. In: *Regulated Rivers: Research & Management* 15: 63-75.
- Wissing F. 1995. *Wasserreinigung mit Pflanzen*. Stuttgart, 1-207.
- Wüthrich C. & Siegrist L. 1999. Ökodiversität natürlicher Auenlandschaften: Ansätze zur strukturellen Revitalisierung. In: Eder S. & Gurtner-Zimmermann A. (Hrsg.): Hochrheinrenaturierung in Stadt und Agglomeration Basel. *Basler Stadt- und Regionalforschung* 17: 32-44.
- Wüthrich C., Huggenberger P. & Gurtner A. 1999. *Machbarkeit, Kosten und Nutzen von Revitalisierungen in intensiv genutzten Auenlandschaften (Fallbeispiel Lange Erlen)*. MGU-Forschungsgesuch F2.00, 1-39.
- Wüthrich C., Seiberth C., Rüetschi D. & Leser H. 2000. *Geoökologischer Laborkurs. Das Handbuch zum Kurs*. Geographisches Institut der Universität Basel, Basel, 1-101.