

## Projekt «STORM»: Abwassereinleitungen aus Kanalisationen bei Regenwetter

## Fallstudie Möhlinbach\*

**Etude de cas «Möhlinbach»:  
exemple d'application**

L'étude de cas «Möhlinbach» traite de la planification conceptuelle de mesures de gestion des eaux par temps de pluie dans le Möhlintal, situé dans le Canton d'Argovie. Cette étude a été réalisée en collaboration avec des bureaux d'ingénieurs locaux, les autorités cantonales et l'association d'épuration des eaux regroupant les communes de Möhlin, Zeiningen, Zuzgen, Hellikon et Wegenstetten. Le but de cette étude de cas est de tester la planification de mesures de protection selon les procédures développées dans le cadre du projet «STORM».

**Case Study «Möhlinbach»:  
Practical Example**

The case study «Möhlinbach» deals with the conceptual planning of stormwater management in the Möhlintal situated in canton Aargau. It was carried out by local engineering companies, the cantonal authorities and the Urban Drainage Association Möhlintal, consisting of the communities of Möhlin, Zeiningen, Zuzgen, Hellikon, and Wegenstetten. The purpose of this case study was to test out the new planning procedure developed in the project «STORM».

\* Dieser Artikel ist der elfte (und letzte) einer Serie des EAWAG- und BUWAL-Projektes «STORM»: Abwassereinleitungen aus Kanalisationen bei Regenwetter

Vladimir Krejci



**Die Fallstudie Möhlinbach befasst sich mit der konzeptuellen Planung der Regenwasserbehandlung im Möhlintal im Kanton Aargau. Sie wurde in Zusammenarbeit mit lokalen Ingenieurbüros, den kantonalen Behörden und mit dem Abwasserverband Möhlintal, bestehend aus den Gemeinden Möhlin, Zeiningen, Zuzgen, Hellikon und Wegenstetten, erarbeitet. Anhand dieser Fallstudie konnten die Vorschläge des Projektes «STORM» für die zukünftige Massnahmenplanung getestet werden.**

**1. Einleitung**

**D**ie Vorschläge des Projektes «STORM» für die Planung von Massnahmen im Zusammenhang mit Abwassereinleitungen aus Kanalisationen bei Regenwetter unterscheiden sich grundsätzlich von der bisherigen Praxis. Sie sollen deswegen noch vor der Umsetzung in die Praxis soweit wie möglich getestet werden.

Zu diesem Zweck wurden Problemfälle gesucht, die momentan in der Praxis bearbeitet werden. Aufgrund eines Hinweises aus dem Kanton Aargau konnte ein aktueller und interessanter Fall im Möhlintal gefunden werden. Die Gemeinden haben 2003 mit der GEP-Bearbeitung begonnen. Dabei wurde beschlossen, alle fünf kommunalen GEP und den Verbands-GEP für das Möhlintal zusammen zu bearbeiten. Das war ein beachtlich fortschrittlicher Entscheid. Das ganze Siedlungsgebiet (fünf Gemeinden mit ca. 13 000 Einwohnern) ist

## Projekt «STORM»: Abwassereinleitungen aus Kanalisationen bei Regenwetter

grundsätzlich im Mischsystem entwässert. Mit Ausnahme eines Fangkanals mit Rechensieb wird das Mischwasser aus über 20 Regenüberläufen ohne Behandlung in den Möhlinbach eingeleitet.

Die kommunalen und kantonalen Behörden haben der Bearbeitung einer alternativen Studie zur Mischwasserbehandlung zugestimmt und gleichzeitig erklärt, unter günstigen Voraussetzungen die aus dieser Studie resultierenden Massnahmen zu realisieren. Die Ingenieurgesellschaft (GEP-Verfasser) und mehrere Fachstellen der kantonalen Verwaltung konnten für die Mitarbeit an der alternativen Studie gewonnen werden. Die Resultate nach Vorschlägen aus dem Projekt «STORM» sollen mit den ursprünglichen GEP-Vorschlägen, welche auf den Empfehlungen vom AfU 1977 [1] basieren, verglichen werden. Dieser Vergleich dient als Grundlage für die Phase 3 des GEP (Vorprojekte). Diese Umstände zum Testen des Projektes «STORM» können als Glücksfall bezeichnet werden.

Der Schwerpunkt der Fallstudie liegt in der Planung der Mischwasserbehandlung vor der Einleitung in den Möhlinbach und in den Rhein. Dabei werden in erster Linie die möglichen ökologischen Auswirkungen im Möhlinbach berücksichtigt. Daneben wird die mögliche Beeinträchtigung des Grundwassers durch Mischwassereinleitungen und der Einfluss der direkten Meteorwasser-einleitungen auf kurzfristige Temperaturerhöhungen in kleinen lokalen Gewässern kurz diskutiert. Die mögliche hygienische Beeinträchtigung des Rheins (als Badegewässer) durch die geplante Mischwassereinleitung soll zusammen mit der zukünftigen Abwassereinleitung aus der ARA Möhlin in den Rhein geklärt werden. Hinweise zu hygienischen Beeinträchtigungen der Bade-

gewässer durch Mischwassereinleitungen werden im achten Artikel dieser Serie [2] zusammengestellt.

### 2. Das Planungsgebiet

#### 2.1 Allgemeine Angaben

Das Möhlintal liegt zwischen Möhlin und Wegenstetten im unteren Fricktal im Kanton Aargau. In den Gemeinden Möhlin, Zeiningen, Zuzgen, Hellikon und Wegenstetten wohnen rund 13 000 Einwohner. Das etwa 10 km lange Juratal erstreckt sich vom Rhein (ca. 280 m ü. M.) bis zum hügeligen Waldgebiet oberhalb von Wegenstetten (ca. 700 m ü. M.). Das Tal nördlich des Juras ist meist nebfrei und hat durchschnittlich bis zu 40 Sonnentage mehr als das Schweizer Mittelland [3].

Möhlin ist die grösste Gemeinde im Möhlintal. Sie liegt ca. 20 km östlich der Stadt Basel auf etwa 310 m ü. M. Sie zählt 8700 Einwohner (2004). Als typische Agglomerationsgemeinde hat sie sich vom bäuerlich geprägten Grossdorf zur suburbanen Kleinstadt entwickelt. Das Tal wird vom Möhlinbach (Hauptgewässer) und mehreren kleineren Bächen durchflossen. Das Einzugsgebiet dieses Baches bis zum Rhein beträgt ca. 32,3 km<sup>2</sup>. Der Niederwasserdurchfluss im Möhlinbach ( $Q_{347}$ ) wächst von ca. 10 l/s bei Wegenstetten bis über 100 l/s bei Möhlin (oberhalb der ARA). Bei der hydrometrischen Station in Zeiningen wurde in der Periode 1982–2001 eine Höchstwassermenge von 14 m<sup>3</sup>/s im Jahre 1999 beobachtet [3].

#### 2.2 Siedlungsentwässerung

Das Siedlungsgebiet im ganzen Tal ist im Mischsystem entwässert. In Hellikon (für Wegenstetten und Hellikon) und in Möhlin (für Zuzgen, Zeiningen und Möhlin) wird das Abwasser in mechanisch-biologischen Kläranlagen gereinigt. Bei

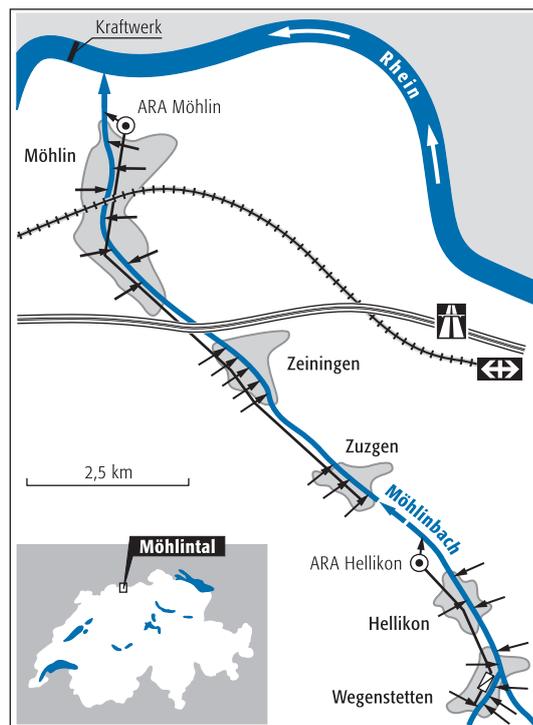


Abb. 1 Schema des Entwässerungssystems in Möhlintal (Ist-Zustand). Die Mischwassereinleitungen sind mit Pfeilen dargestellt.

de Kläranlagen leiten das gereinigte Abwasser heute in den Möhlinbach ein. Aus einer Studie ging bereits vor dem Beginn der GEP-Bearbeitung hervor, dass die Kläranlage Hellikon ausser Betrieb genommen werden sollte. Zwischen Hellikon und Zuzgen wird ein neuer Verbindungskanal gebaut und das Abwasser aus Wegenstetten und Hellikon in der erweiterten Kläranlage Möhlin gereinigt.

In diesem Entwässerungssystem gibt es 24 Mischwasserüberläufe mit sehr unterschiedlichen Entlastungshäufigkeiten [4]. Mit Ausnahme eines Fangkanals mit Rechensieb in Wegenstetten gibt es bisher im ganzen Entwässerungssystem keine Mischwasserbehandlung. Das Mischwasser wird meist in den Möhlinbach oder (in Wegenstetten) in seine kleinen Zuflüsse eingeleitet (Abb. 1).

#### 2.3 Gewässerzustand und -nutzung

Anhand von mehreren chemischen und biologischen Untersuchungen wurde im Möhlinbach unterhalb der ARA Möhlin eine starke Belastung durch ungenügend gereinigtes Abwasser festgestellt [5]. Auch an anderen Stellen wurden verschiedentlich Abwasserspuren festgestellt, allerdings sind keine gravierenden Gewässerverschmutzungen und kein Fischsterben nachgewiesen worden. Der Möhlinbach gilt

## Projekt «STORM»: Abwassereinleitungen aus Kanalisationen bei Regenwetter

als wertvolles Fischgewässer, in dem nebst staatlichem Fischereirecht auch mehrere private Fischereirechte existieren. Der Fischbestand im ganzen Einzugsgebiet besteht vorwiegend aus Bachforellen. Auf dem Gebiet der Gemeinde Möhlin kommen zudem Schmerlen und aus dem Rhein aufgestiegene Aale vor. Die fischereiliche Nutzung ist auf Laichfischfänge beschränkt. Die Fischbestände werden nicht durch Fischeinsatz gestützt. Der Möhlinbach speist im Weiteren eine Forellenzucht in Zeiningen (Abb. 2).

Gemäss den Angaben des kantonalen Baudepartements gilt der Rhein in der Umgebung von Möhlin als unbelastet bis schwach belastet [5]. Mit Ausnahmen des DOC werden die gesetzlichen Anforderungen an die Wasserqualität erreicht. Die Mündung des Möhlinbachs in den Rhein liegt im Staubereich des Kraftwerkes Riburg-Schwörstadt. Die dichte Uferbewaldung des Rheins wird an einzelnen Stellen durch Gebäude für Fischerei- und Freizeitzwecke und durch die Strandanlage im Bürkli unterbrochen (Abb. 3).

### 2.4 Grundwasser im Tal des Möhlinbachs

Die geologischen Verhältnisse und die Grundwasservorkommen im Tal des Möhlinbachs von Wegenstetten bis Zeiningen sind aus Unterlagen der Wasserversorgungen und des Amtes für Umwelt des Kantons Aargau bekannt (Pläne von Grundwasserfassungen und Schutzzonen, Ganglinien des Grundwasserspiegels und der -temperaturen). Der Felsuntergrund der Talsohle besteht aus Formationen der Trias (Muschelkalk, Anhydritformation, Buntsandstein) und des Perm (Rotliegendes) und ist gefüllt mit meist grobkörnigen wasserdurchlässigen Ablagerungen der Eiszeit (Juraschotter). Ihre Mächtigkeit nimmt talabwärts bis zu etwa 15 m zu. Unterhalb von Zeiningen tritt das Tal des Möhlinbachs über in die tiefe Rinne des Rheintals mit seinen wesentlich mächtigeren Niederterrasenschottern. Die Kiessande des Juraschotter sind grundwassererfüllt, und das Grundwasser fliesst generell etwa mit dem topografischen Gefälle talabwärts [6]. Über dem Juraschotter liegen meist schlecht wasserdurchlässige lehmige Deckschichten unterschiedlicher Mächtigkeit, welche den Grundwasserleiter vor Verunreinigungen schützen. Im Tal des Möhlinbachs befinden sich vier öffentliche Trinkwasserfassungen, eine im Hauptmuschelkalk (Wegenstetten) und drei im Juraschotter (Weihermatt, Zuzgen, Koo. ca. 634'23/264'22; Unter Reben, Zeiningen, Koo. ca. 632'98/



Abb. 2 Forellenzucht in Zeiningen.



Abb. 3 Rhein im Staubereich vor dem Kraftwerk Riburg-Schwörstadt.

265'22; und Maienbächli, Zeiningen, Koo. ca. 632'98/265'22). Drei davon liegen näher als zehn Meter vom Möhlinbach entfernt [6, 7].

### 3. Die vorgeschlagenen Massnahmen gemäss den Empfehlungen von 1977

In den Schlussfolgerungen des Zustandsberichtes Gewässer des GEP [4] wurde für die Mischwassereinleitungen in den Möhlinbach ein ein-

heitlicher U-Wert von 40 festgelegt. Ebenfalls festgestellt wurde, dass sich bei der Einleitung des Mischwassers aus der Entlastung vor der ARA Möhlin Grobstoffe im Möhlinbach aufhielten. Im Hinblick auf diese ästhetische Beeinträchtigung wurden Verbesserungen verlangt. Daneben wurden von der Sektion Jagd und Fischerei des Kantons Aargau Fragen zur möglichen Beeinträchtigung der Gewässer durch direkte Meteorwassereinleitungen gestellt.

## Projekt «STORM»: Abwassereinleitungen aus Kanalisationen bei Regenwetter

Untersuchungen im Möhlinbach Möhlin 2000–2003	Trockenwetter 13 Untersuchungen		Regenwetter 1 Untersuchung
	Mittelwert	Bereich	18. Mai 2001
Durchfluss [l/s]	238 (9 Angaben)	130–300	2100
Wassertemperatur [°C]	11,7	5,5–20,7	11,6
pH [-]	8,57	8,4–8,7	8,15
Leitfähigkeit [µS/cm]	770	663–880	445
Ungelöste Stoffe [mg/l]	7,1	2–20	118
Sauerstoff [mg/l]	10,1	9,2–13,3	10,4
Ammonium-N [mg/l]	0,021	0,000–0,031	0,036
Nitrat-N [mg/l]	4,32	3,4–5,3	1,83
Gesamt P [mg/l]	0,131	0,069–0,251	0,308
Phosphat-P [mg/l]	0,112	0,046–0,233	0,093
BSB5 [mg/l]	1,4	0,7–2,3	3,4
TOC [mg/l]	7,9	1,3–28,4	65
DOC [mg/l]	1,6	1,1–2,8	5,3

Tab. 1 Angaben über den chemischen Zustand des Möhlinbachs in Möhlin (ausgewertet aus den Angaben des Baudepartements des Kt. AG [5]).

Ausgewählte Gewässerschutzprobleme, ihre Relevanz und vorgeschlagene Anforderungen im Projekt «STORM»	Fließabschnitte:	
	Möhlinbach Wegenstetten bis Hellikon	Rhein Umgebung der MW-Einleitung
Ästhetik	Massnahmen nötig	Massnahmen nötig
Hygiene (Mikroorganismen)	Zu prüfen (Grundwasser)	? (Badewasser)
Temperatur	Zu prüfen	Nicht relevant
Mechanisch-hydraulischer Stress	Zu prüfen	Nicht relevant
Chemische Parameter: • NH <sub>3</sub> /NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	Zu prüfen	Nicht relevant
• GUS	Zu prüfen	Massnahmen nötig (Staustrücke)
• Nährstoffe	Nicht relevant	?
• Weitere Stoffe	Zu prüfen (Grundwasser)	?

Tab. 2 Auszug aus der «Relevanzmatrix» (Beispiel für einen Bachabschnitt im Möhlinbach zwischen Wegenstetten und Hellikon und für die Mischwassereinleitungen [MW] in den Rhein). Die Bedeutung der hygienischen Beeinträchtigung, der Nährstoffe und der weiteren Stoffe (z. B. hormonaktive Substanzen, PAK, PCB, BTEX etc.) im Rhein wurde in dieser Studie nicht untersucht. Diese Problematik soll in einem breiteren Rahmen untersucht werden.

Die Planung von Regenüberlaufbecken im Rahmen des GEP erfolgte anhand der bereits erwähnten AfU-Empfehlungen von 1977 [1]. Im Rahmen des GEP wurde auch die Modifikation des Mischsystems berücksichtigt. Die Funktion des Entwässerungssystems wurde mit einem hydrodynamischen Modell und mit zwei Langzeitsimulationsprogrammen untersucht.

Die ursprünglich im GEP vorgeschlagenen Massnahmen:

- Aufhebung von drei Mischwasserüberläufen in Wegenstetten und Bau eines neuen Klärbeckens mit Nutzvolumen von 170 m<sup>3</sup>.
- Aufhebung der bestehenden Kläranlage in Hellikon und Umbau der bestehenden Becken zum Klärbecken. Das nutzbare Volumen der bestehenden Becken beträgt ca. 400 m<sup>3</sup>.
- Bau eines Verbindungskanals zwischen Hellikon und Zuzgen (Länge 1900 m, Durchmesser 300 mm).
- Aufhebung eines Mischwasserüberlaufs in Zuzgen und Bau ei-

nes neuen Klärbeckens mit Nutzvolumen von 180 m<sup>3</sup>.

- Bau eines neuen Klärbeckens in Zeiningen mit einem Nutzvolumen von 380 m<sup>3</sup>.
- Ausnutzung der Speicherkapazität des Kanalisationsnetzes von Möhlin durch die Erstellung von zwei Fangkanälen mit je 200 m<sup>3</sup> Inhalt.
- Bau eines Regenbeckens (160 m<sup>3</sup>) mit Entlastungskanal (zusammen mit dem Ablauf der umgebauten Kläranlage Möhlin) in den Rhein (anstelle der bisherigen Entlastung in den Möhlinbach), Mischwasserbehandlung mittels Rechensiebzanlage. Nutzung von weiterem Fang- und Speichervolumen von insgesamt 710 m<sup>3</sup>.
- Als flankierende Massnahme muss (gemäss Gewässerschutzgesetz) bei allen Neubauten und Umbauten die Möglichkeit der Dachwasserversickerung oder der direkten Dachwasserableitung in den nächsten Vorfluter geprüft werden.

### 4. Das generelle Vorgehen gemäss Projekt «STORM»

Zur Planung der Massnahmen gemäss Projekt «STORM» wurden vom GEP-Verfasser vorhandene Informationen und Daten zur Verfügung gestellt. Zusätzliche Informationen zum Gewässer- und Grundwasserzustand konnten von der kantonalen Gewässerschutzfachstelle erhalten werden.

Die eigentliche Bearbeitung erfolgte im engen Kontakt mit den GEP-Ingenieuren und dem Vertreter der kantonalen Gewässerschutzfachstelle. Der Massnahmenvorschlag wurde gemeinsam vom GEP-Ingenieur, vom Vertreter der kantonalen Gewässerschutzfachstelle und vom «STORM»-Team bearbeitet. Der Vorschlag wurde den lokalen Politikern vorgestellt, anschliessend wurde der Entscheid zugunsten der vorgeschlagenen Massnahmen getroffen.

### 5. Mischwassereinleitungen

#### 5.1 Problemidentifikation

Aus dem Zustandsbericht Gewässer [4] und aus den zusätzlichen Angaben der kantonalen Gewässerschutzfachstelle konnten mit Ausnahme von lokalen ästhetischen Beeinträchtigungen keine eindeutig definierten Probleme im Zusammenhang mit Mischwassereinleitungen im Möhlintal identifiziert werden. Hinweise auf mögliche Verunreinigungen durch Abwasser

## Projekt «STORM»: Abwassereinleitungen aus Kanalisationen bei Regenwetter



Abb. 4 Schaumspuren im Möhlinbach in Möhlin am 29. April 2004.



Abb. 5 Grobstoffe im Möhlinbach in Hellikon am 29. April 2004.



Abb. 6 Wasserpflanzen und Algen im Möhlinbach am 29. April 2004.

(v. a. aufgrund der Untersuchungen der Kieselalgen) konnten nicht eindeutig auf Mischwassereinleitungen zurückgeführt werden. Die natürliche Fortpflanzung der Bachforellen im Möhlinbach und die Tatsache, dass mit dem Möhlinbachwasser eine Fischzuchtanlage versorgt wird, deutet nicht auf gravierende Beeinträchtigungen durch Abwasser hin. Aus regelmässigen Untersuchungen (Stichproben) der kantonalen Gewässerschutzfachstelle zwischen 2000 und 2003 im Möhlinbach in Möhlin konnten jedoch auch Hinweise auf den Gewässerzustand bei Regenwetter gewonnen werden. Gemäss die-

sen Angaben beträgt zum Beispiel die mittlere Ammoniumfracht bei Trockenwetter ungefähr  $5 \text{ mg NH}_4\text{-N/s}$ , bei Regenwetter am 18. 05. 2001 betrug jedoch die Ammoniumfracht  $76 \text{ mg NH}_4\text{-N/s}$  (berechnet aus Daten in der Tab. 1). Ähnliche Angaben können auch für den TOC und DOC berechnet werden. Diese Zahlen deuten klar auf eine Belastung durch Mischwasserüberläufe hin. Aus diesen Angaben kann jedoch die ökologische Beeinträchtigung des Möhlinbachs durch Mischwassereinleitungen nicht interpretiert werden.

Zur Abklärung der möglichen ökologischen Beeinträchtigung des Möhlinbachs wurden für den Ist- und den Planungszustand für einzelne Bachabschnitte im Möhlinbach relevante Parameter gemäss [8] definiert: Ästhetik, mechanisch-hydraulischer Stress, Ammoniak, GUS (Sedimente und Trübung) und stellenweise die Temperatur (Tab. 2). Zu den offenen Fragen gehört auch die Abklärung der möglichen Kontamination des Grundwassers in Wegenstetten, Zuzgen und Zeiningen (Trinkwasserhygiene und evtl. weitere Stoffe). Gemäss den oben aufgeführten Angaben aus kantonalen Untersuchungen konnten hingegen Sauerstoffdefizite und die offensichtlich hohe Belastung durch Nährstoffe (Phosphor) im Zusammenhang mit Mischwassereinleitungen ausgeschlossen werden.

Als bedeutende Parameter für die Mischwassereinleitung in den Rhein (Staustricke vor dem Kraftwerk) wurden bestimmt: die Ästhetik, Hygiene (Badewasser) und GUS (Sedimente). Die Bedeutung der Nährstoffe aus Mischwasserentlastungen müsste in einem breiteren Rahmen (inkl. Kläranlagen und Landwirtschaft) geklärt werden und wird deswegen in dieser Studie nicht weiter verfolgt.

Für die definierten Parameter wurden die Anforderungen gemäss [8] festgelegt. Für jeden Flussabschnitt wurde der Einfluss der Mischwassereinleitungen auf die Einhaltung dieser Parameter (mit Ausnahme der Ästhetik) mit Hilfe des Simulationsprogramms REBEKA II geprüft [9].

Die Problemidentifikation und der Massnahmenbedarf wurde auch durch Beobachtungen bei einer Begehung im Mai 2004 (bei sehr schönem Wetter) ergänzt: An verschiedenen Stellen im Möhlinbach wurden deutliche Spuren der Abwasserbelastung festgestellt, die jedoch (mit Ausnahme der Grobstoffe aus Mischwasserentlastungen) wahrscheinlich auf die Belastung bei Trockenwetter zurückzuführen sind:

- In Möhlin wurden oberhalb der Abwassereinleitung aus der Kläranlage deutliche Schaumspuren beobachtet (Abb. 4).
- An mehreren Stellen zwischen Wegenstetten und Zeiningen wurden im Bach und am Ufer Grobstoffe sichtbar, die eindeutig aus Mischwasserentlastungen stammen (Abb. 5).
- In vielen Strecken des Möhlinbachs konnte ein starker Bewuchs (Wasserpflanzen und Algen) beobachtet werden (Abb. 6).

## 5.2 Massnahmen zur Mischwasserbehandlung

Im Hinblick auf die lokale Situation und den zeitlichen Rahmen der Bearbeitung wurde der Schwerpunkt der Massnahmen auf die Mischwasserbehandlung (als Alternative zu den im GEP vorgeschlagenen Massnahmen) gesetzt. Die flankierenden Massnahmen (Versickerungen und direkte Meteorwassereinleitungen) wurden bereits beschlossen und bei den Untersuchungen im Rahmen des Projekts «STORM» akzeptiert.

## Projekt «STORM»: Abwassereinleitungen aus Kanalisationen bei Regenwetter

Kontrollpunkt im Fließabschnitt mit den vorgeschlagenen Massnahmen	Unterschreitungswahrscheinlichkeit der Anforderungen [%]				
	NH <sub>3</sub>	Mech.-hydr.	Kolmation	GUS	Trübung
Wegenstetten: Klärbecken Q <sub>ab</sub> = 17 l/s, V = 170 m <sup>3</sup>	>95	>95	>95	>95	65
Hellikon: Klärbecken Q <sub>ab</sub> = 30 l/s, V = 280 m <sup>3</sup>	>95	>95	>95	>95	>95
Zuzgen: Klärbecken Q <sub>ab</sub> = 45 l/s, V = 180 m <sup>3</sup>	>95	>95	>95	>95	>95
Zeiningen: Klärbecken Q <sub>ab</sub> = 78 l/s, V = 380 m <sup>3</sup>	70	85	>95	>95	>95

**Tab. 3** Unterschreitungswahrscheinlichkeiten der kritischen Immissionskriterien bei den Kontrollpunkten der definierten Flussabschnitte im Möhlintal bei den im GEP geplanten Massnahmen für die Mischwasserbehandlung in Wegenstetten, Hellikon, Zuzgen und Zeiningen. Tolerierbare Häufigkeit der Überschreitung der kritischen Werte: NH<sub>3</sub>: 0,2 Jahre, mech.-hydr. 10-mal/Jahr, Trübung (Stufe 8): 0,2 Jahre, tolerierbare Dauer der Kolmation der Sohle und der Kontakte mit toxischen Sedimenten: 10 % der Zeit pro Jahr.

Im Hinblick auf den Gewässer- und Grundwasserschutz im oberen Möhlintal wurde beschlossen, die Kapazität der bestehenden Kanalisation maximal zu nutzen und so viel Mischwasser wie möglich zur Kläranlage Möhlin zu leiten. Zur Abklärung der maximalen Kapazität der Verbindungskanäle und der Ortskanalisation wurden zusätzliche hydrodynamische Berechnungen durchgeführt. In einzelnen Abschnitten des Möhlinbaches wurden die Immissionskriterien für die definierten Parameter mit Hilfe von REBEKA II geprüft. Für die Mischwassereinleitung in den Rhein (Entlastung vor der ARA Möhlin) konnten (v. a. im Hinblick auf die Sedimentation der Feststoffe im Staubereich) keine Immissionsanforderungen definiert werden. Die untersuchten Massnahmen für die Mischwasserbehandlung in Möhlin wurden deswegen im Hinblick auf Leistung und Kosten gewählt und geprüft. Nach der Absprache mit den GEP-Ingenieuren und Vertretern der kantonalen Gewässerschutzfachstelle wurde das ganze Einzugsgebiet in mehrere Bachabschnitte aufgeteilt und in diesen Systemabschnitten eine mögliche und sinnvolle Vereinfachung des Entwässerungssystems definiert. Zu diesem Zweck konnten

Resultate aus den bereits im Rahmen der GEP-Bearbeitung durchgeführten Simulationen verwendet werden. Die meisten Inputdaten für die Berechnungen waren vorhanden und konnten direkt oder mit kleineren Anpassungen auch für die Berechnungen mit REBEKA II verwendet werden.

### 5.3 Weitere Fragen im Zusammenhang mit Abwassereinleitungen bei Regenwetter

Für die Untersuchung einer möglichen Grundwasserkontamination in Wegenstetten, Zuzgen und Zeiningen durch Mischwassereinleitungen wurden Spezialisten eingeladen (siehe Kap. 6). Bei der Beurteilung der direkten Meteorwassereinleitungen im Hinblick auf die mögliche Temperaturerhöhung in kleinen Vorflutern wurde das Verfahren, das im Rahmen des Projektes «STORM» entwickelt wurde, angewendet [10]. Die direkten Regenwassereinleitungen aus einzelnen Dachflächen konnten aus dem Zustandsbericht «Einzugsgebiete» [4] ermittelt werden. Die Fläche der gesamten direkt angeschlossenen Dächer beträgt ca. 35 000 m<sup>2</sup>. Die einzelnen Einleitungen wurden jeweils für ein Dorf zu einer fiktiven Einleitung zusammen-

gefasst. Die mögliche Temperaturerhöhung wurde anhand des einfachen Modells gemäss [9] für die ungünstigen Verhältnisse (= für die Wassertemperatur im Vorfluter im Sommer = 16 °C und für den Q<sub>347</sub>) untersucht. Die höchste kurzfristige Temperaturerhöhung im Möhlintal wurde bei den Einleitungen in Wegenstetten festgestellt, allerdings betrug sie 2,6 bis 3 °C und damit liegt sie deutlich unter den vorgeschlagenen Toleranzwerten [8, 10].

### 5.4 Resultate der Berechnungen

Die Modellierung des Entwässerungssystems im Möhlintal mit REBEKA II erfolgte in mehreren Schritten von oben nach unten, jeweils bis zu einem Entlastungsbauwerk. Der Drosselabfluss des oben liegenden Kanalnetzes wurde jeweils als konstanter Zufluss bei Regen definiert. Dieser Ansatz ist anspruchsvoll, da auch der Bereich der Stoffkonzentrationen im konstanten Zulauf abgeschätzt werden muss. In einem ersten Schritt wurde der existierende Zustand (2004) im Hinblick auf die im Projekt «STORM» vorgeschlagenen Anforderungen geprüft. In einem zweiten Schritt wurde die gleiche Aufgabe für den Vollausbau und unter Berücksichtigung der im GEP vorgesehenen Massnahmen untersucht. In einem dritten Schritt wurden alternative Massnahmen zum GEP-Vorschlag geprüft. Die wichtigsten Randbedingungen für den dritten Schritt der Untersuchung waren die Aufhebung der Kläranlage Hellikon und die Mischwassereinleitung aus der Entlastung vor der Kläranlage Möhlin in den Rhein.

Die Berechnungen des Ist-Zustandes haben gezeigt, dass bei den rechnerisch geprüften Parametern die kritischen Werte fast überall mit mehr als 90%iger Wahrscheinlichkeit eingehalten werden. Die Ausnahme bildet die Mischwassereinleitung vor der Kläranlage in Hellikon, wo die Einhaltung der Ammoniakanforderungen auf 80 % sinkt und v. a. die Anforderungen an die Trübung deutlich verletzt werden. Allerdings ist die Summenkurve der Wahrscheinlichkeiten sehr steil (15 % für die Periodizität = 0,2 Jahre; 50 % für die Periodizität = 0,5 Jahre und 90 % für die Periodizität = 1 Jahr). Im Hinblick auf die ungenügenden Erfahrungen mit der Einführung des Parameters «Trübung» in diese Problematik kann daraus noch keine absolute Aussage abgeleitet werden. Die Untersuchung der im GEP vorgesehenen Massnahmen ist in der obigen Tabelle 3 zusammengestellt. Auch in diesem Fall wurden keine gravierenden Verletzungen der kriti-

## Projekt «STORM»: Abwassereinleitungen aus Kanalisationen bei Regenwetter

schen Werte festgestellt, einzig bei der Trübung in Wegenstetten und bei der Ammoniakkonzentration in Zeiningen werden kleinere Wahrscheinlichkeiten der Einhaltung der kritischen Werte festgestellt.

Die Untersuchung der Massnahmen gemäss «STORM» ist in der folgenden *Tabelle 4* zusammengestellt. Sie unterscheidet sich grundsätzlich von den im GEP untersuchten Massnahmen nach den AfU-Empfehlungen [1]. Gleich wie im GEP sind auch hier die flankierenden Massnahmen (Versickerung und direkte Meteorwassereinleitungen bei Neu- und Umbauten) berücksichtigt. Im Vergleich zum GEP kann auf die Klärbecken in Wegenstetten und Zuzgen verzichtet werden, das Nutzvolumen des Klärbeckens in Zeiningen kann auf ca. 200–300 m<sup>3</sup> reduziert werden.

Die Massnahmen für die Mischwasserbehandlung vor der Kläranlage in Möhlin (Entlastung in den Rhein) konnten nicht aufgrund der Immissionsanforderungen für den Rhein untersucht werden. Deswegen wurden Massnahmen gesucht, die möglichst kosteneffizient die Feststoffe im Mischwasser vor der Einleitung in die Rhein-Staustrecke zurückhalten können. Dabei kann auch ein Speichervolumen von 970 m<sup>3</sup> in den davor liegenden Kanälen genutzt werden. Zu diesem Zweck wurde eine nähere Untersuchung durchgeführt (*Tab. 5*).

### 5.5 Empfohlene Massnahmen zur Mischwasserbehandlung

*In Wegenstetten* soll statt des geplanten RÜBs ein Rechen und ein Havariebecken von 30 m<sup>3</sup> gebaut und die Kapazität der Drosselung auf 50 l/s eingestellt werden. *In Hellikon* wird die bestehende ARA (für Wegenstetten und Hellikon) aufgehoben und die bestehenden Becken (Vorklärbecken und Nachklärbecken, evtl. auch Belebungsbecken) für die Mischwasserbehandlung genutzt. An dieser Stelle kann ein Verbundbecken realisiert werden, die genauen Abmessungen sollen aufgrund von Kosten und Leistungen bezüglich Emissionen ermittelt werden. Zur Verfügung steht ein Volumen bis zu ca. 400 m<sup>3</sup>. (Die Berechnungen und Kostenschätzungen sind für ein günstiges Volumen von 280 m<sup>3</sup> durchgeführt worden.) *In Zuzgen* soll statt des geplanten RÜB ein Rechen und ein Havariebecken von 30 m<sup>3</sup> gebaut werden. Die Kapazität der Drosselung beträgt 45 l/s. *In Zeiningen* soll ein Klärbecken mit einem Nutzvolumen von 200 bis 300 m<sup>3</sup> bei maximaler Nutzung der hydraulischen Kapazität der

Kontrollpunkt im Fließabschnitt mit den vorgeschlagenen Massnahmen	Unterschreitungswahrscheinlichkeit der Anforderungen [%]				
	NH <sub>3</sub>	Mech.-hydr.	Kolmation	GUS	Trübung
<b>Wegenstetten:</b> Rechen, Havariebecken Q <sub>ab</sub> = 50 l/s, V = 30 m <sup>3</sup>	>95	>95	>95	>95	>90
<b>Hellikon:</b> Klärbecken Q <sub>ab</sub> = 30 l/s, V = 280 m <sup>3</sup>	>95	>95	>95	>95	>95
<b>Zuzgen:</b> Rechen, Havariebecken Q <sub>ab</sub> = 45 l/s, V = 30 m <sup>3</sup>	>90	>95	>95	>95	>95
<b>Zeiningen: (Var 0)</b> Rechen, Havariebecken Q <sub>ab</sub> = 78 l/s, V = 30 m <sup>3</sup>	32	81	>95	>95	>95
<b>Zeiningen: (Var 100)</b> Klärbecken Q <sub>ab</sub> = 78 l/s, V = 100 m <sup>3</sup>	57	84	>95	>95	>95
<b>Zeiningen: (Var 200)</b> Klärbecken Q <sub>ab</sub> = 78 l/s, V = 200 m <sup>3</sup>	64	87	>95	>95	>95
<b>Zeiningen: (Var 300)</b> Klärbecken Q <sub>ab</sub> = 78 l/s, V = 300 m <sup>3</sup>	70	88	>95	>95	>95
<b>Zeiningen: (Var 400)</b> Klärbecken Q <sub>ab</sub> = 78 l/s, V = 400 m <sup>3</sup>	73	89	>95	>95	>95
<b>Zeiningen: (Var 500)</b> Klärbecken Q <sub>ab</sub> = 78 l/s, V = 500 m <sup>3</sup>	76	90	>95	>95	>95

**Tab. 4** Unterschreitungswahrscheinlichkeiten der kritischen Immissionskriterien bei den Kontrollpunkten der definierten Flussabschnitte im Möhlintal bei gemäss «STORM» vorgeschlagenen Massnahmen für die Mischwasserbehandlung in Wegenstetten, Hellikon, Zuzgen und Zeiningen.

Variantenvergleich	1	2	3	4	5	6
Volumen Klärbecken [m <sup>3</sup> ]	1 000	1 000	500	500	220	430
Mittlere Durchflussgeschwindigkeit im Becken bei Q <sub>max</sub> [m/s]	0,10	0,05	0,10	0,05	0,10	0,05
Q <sub>max</sub> im Becken (Q <sub>an</sub> Vorentlastung) [l/s]	2 850	1 850	1 850	1 220	1 100	1 100
<b>Vorentlastung:</b>						
• Anzahl Überläufe [a <sup>-1</sup> ]	2	8	8	18	21	21
• Überlaufmenge [m <sup>3</sup> /a]	3 500	14 800	14 800	39 100	47 500	47 500
<b>Überlauf Klärbecken:</b>						
• Anzahl Überläufe [a <sup>-1</sup> ]	95	95	95	95	95	95
• Überlaufmenge [m <sup>3</sup> /a]	384 800	373 500	420 900	396 600	414 500	394 700
<b>Überlaufmenge total [m<sup>3</sup>/a]</b>	<b>388 300</b>	<b>388 300</b>	<b>435 700</b>	<b>435 700</b>	<b>462 000</b>	<b>442 200</b>

**Tab. 5** Untersuchung der Mischwasserbelastung des Rheins bei unterschiedlichen Varianten von Klärbecken vor der ARA Möhlin.

Verbindungskanalisation Zeiningen–Möhlin (Q<sub>ab</sub> = 78 l/s) erstellt werden.

*In Möhlin* soll möglichst viel Regenwasser in die Mischwasserbehandlung vor der ARA geleitet werden: Wie im GEP vorgesehen, ist anstelle des Möhlinbachs (als Vorfluter) der Rhein zu wählen (zusammen mit dem neu geplanten Abfluss aus

der ARA Möhlin). Dadurch kann der Möhlinbach weitgehend vom Abwasser entlastet werden. Im Hinblick auf die Zurückhaltung von Feststoffen vor der Mischwassereinleitung in die Rheinstaustricke kann nebst der Mischwasserbehandlung im Klärbecken vor der ARA auch die unmittelbar davor liegende Speicherkapazität der Ka-

## Projekt «STORM»: Abwassereinleitungen aus Kanalisationen bei Regenwetter

nalisation (ca. 970 m<sup>3</sup>) genutzt werden. Es ist momentan nicht möglich, die Anforderung an die Zurückhaltung von Feststoffen vor der Einleitung in den Rhein aufgrund von Immissionsanforderungen zu definieren. Die Simulationen für verschiedene Volumina von Klärbecken haben gezeigt, dass die Grenzleistungen bezüglich GUS bei RÜB-Volumina von grösser als ca. 500 m<sup>3</sup> deutlich abnehmen. Allerdings sind diese Berechnungen sehr vereinfacht und deswegen auch die Aussagen sehr unsicher. Zu diesem Zweck wurde die Beschickung des Klärbeckens (Q<sub>an</sub> der Vorentlastung) im Hinblick auf die Durchflussschwindigkeiten im Klärbecken vom GEP-Verfasser näher untersucht (Tab. 6). Durch den Bau eines grösseren Regenüberlaufbeckens (im Vergleich zum GEP-Vorschlag) können die Häufigkeiten der Entlastungen in den Rhein reduziert werden. Dies ist eventuell auch für die Nutzung des Rheins als Badegewässer bedeutend. Durch eine geeignete Gestaltung der geplanten Klärbecken sollen eventuelle ästhetische Gewässerbeeinträchtigungen verhindert werden.

### 5.6 Kosten der Massnahmen

Die Varianten und die Kosten – Jahreskosten für die Lebensdauer von Bauanlagen (50 Jahre) und von maschinellen Teilen (15 Jahre) – sind in

Tabelle 6 zusammengestellt. Diese Angaben wurden zusammen mit den Angaben über die Einhaltung der gestellten Anforderungen den lokalen Politikern und Behörden zum Entscheid über die Realisierung vorgestellt.

### 6. Grundwasserbeeinträchtigung durch Mischwasser im Tal des Möhlinbachs

In den Schutzzonenplänen der Trinkwasserfassungen liegt der Möhlinbach innerhalb von Schutzzonen (Bestimmungen über Schutzzonen: siehe [12]). Falls der Möhlinbach in Fassungsnahe Wasser in den Untergrund verliert, gefährdet er das Trinkwasser. Deshalb werden die vorhandenen Unterlagen auf mögliche Beziehungen zwischen Bach und Grundwasser im Bereich der Fassungen geprüft. Die Trinkwasserfassung Talmatt der Gemeinde *Wegenstetten* fördert Felsgrundwasser aus gut wasserdurchlässigem Muschelkalk. Bei dieser Fassung wurden keinerlei hydraulische Beziehungen zwischen dem Grundwasser und dem Möhlinbach festgestellt [13]. Die Gemeinde *Hellikon* wird mit Trinkwasser aus höherliegenden Hangquellen versorgt. In *Zuzgen* liegt der Grundwasserspiegel nur 0,25–1,5 m unter Terrain; der Wasserzutritt in der Fassung *Weihermatt* erfolge aber in 8,8 m Tiefe [14]. Bei der Absenkung

des Grundwasserspiegels bei Pumpbetrieb vermutete Schmassmann [15] eine erhebliche Infiltration von Bachwasser ins Grundwasser, welche aber zur Hauptsache weiter talaufwärts erfolgen soll. Umgekehrt zeigt aber die Grundwasserkarte [6] zwischen *Wegenstetten* und *Zeiningen* an mehreren Stellen Exfiltration von Grundwasser in den Bach. Die Werte der Abfluss-Ganglinie des Möhlinbachs 1999–2003 liessen sich von Auge nicht mit den Werten der etwa 14-täglichen Messungen des Grundwasserspiegels 1975–2003 in der Fassung korrelieren. Der Grundwasserspiegel schwankte jahreszeitlich um nur ca. 1,6 m (tiefe Grundwasserspiegel oft im Herbst). Die Grundwassertemperaturen schwankten 1989–1993 um nur etwa 0,7 °C. Dies lässt eine dauernde und massgebliche Infiltration von Bachwasser ins Grundwasser in Fassungsnahe als eher wenig wahrscheinlich erscheinen.

In *Zeiningen* liegt der Grundwasserspiegel in beiden Fassungen 7,5–9,0 m unter dem Bachwasserspiegel. Aus einer Sondierung für die Fassung *Maienbächli* ist ein untiefes schwebendes Grundwasservorkommen bekannt, in welches der Bach infiltriert [16]. In dieser Sondierung ist das schwebende Vorkommen vom unteren genutzten Grundwasser durch eine Lehmschicht getrennt. In der Fassung *Maienbächli* korrelieren die etwa 14-täglichen Messungen des Grundwasserspiegels (1988–2003) nicht mit der Abfluss-Ganglinie des Möhlinbachs. Der Grundwasserspiegel schwankte jahreszeitlich um ca. 9 m – wesentlich mehr als in *Zuzgen*. Tiefe Grundwasserspiegel treten ebenfalls oft im Herbst auf. Die Grundwassertemperaturen schwankten in der gleichen Periode wie in *Zuzgen* um etwa 2 °C. Im Vergleich der Daten mit jenen von *Zuzgen* (grössere Schwankungen der Grundwasserspiegel und -temperaturen) ist in *Zeiningen* eine gewisse Beeinflussung des Grundwassers durch den Möhlinbach eher wahrscheinlich.

Fließabschnitte:	Vorschlag AfU 1977			Vorschlag «STORM»			
	Möhlental	Massnahme	Investitionskosten [Fr.]	Jahreskosten [Fr./a]	Massnahme	Investitionskosten [Fr.]	Jahreskosten [Fr./a]
Wegenstetten	RÜB 170 m <sup>3</sup>		510 000.–	10 200.–	Rechen, Havariebecken V = 30 m <sup>3</sup>	200 000.–	6 400.–
Hellikon	Umbau ARA zu RÜB		Nicht berücksichtigt		Umbau ARA zu RÜB	Nicht berücksichtigt	
Zuzgen	RÜB 180 m <sup>3</sup>		540 000.–	10 800.–	Rechen, Havariebecken V = 30 m <sup>3</sup>	210 000.–	7 000.–
Zeiningen	RÜB 380 m <sup>3</sup>		1 140 000.–	21 300.–	RÜB 300 m <sup>3</sup>	870 000.–	17 400.–
Möhlin	Rechen, Fangkanäle, RÜB 160 m <sup>3</sup>		1 350 000.–	31 700.–	RÜB 500 m <sup>3</sup>	1 350 000.–	27 000.–
<b>Total</b>			<b>3 540 000.–</b>	<b>74 000.–</b>		<b>2 630 000.–</b>	<b>57 800.–</b>

Tab. 6 Vergleich der Massnahmen und deren Kosten. Annahme Lebensdauer: Bauteile 50 Jahre, maschinelle Teile 15 Jahre. Realzins: langjährige Differenz zwischen dem Marktzins und der Teuerung: 2 % [11].

## Projekt «STORM»: Abwassereinleitungen aus Kanalisationen bei Regenwetter

### 7. Erkenntnisse aus der Fallstudie

#### 7.1 GEP «Zustandsbericht Gewässer» als Grundlage für die Planung nach «STORM»

Aus den vorhandenen GEP-Grundlagen (vor allem Zustandsbericht Gewässer) konnte einerseits ein Teil der Informationen nicht gebraucht werden (teilweise eher zu detaillierte Angaben), andererseits sind mehrere Probleme und deren Ursachen nicht eindeutig identifiziert worden. Für die Problemidentifikation im Rahmen der Bearbeitung des Zustandsberichtes Gewässer wurde auch das Programm REBEKA eingesetzt. Zudem wurde eine gründliche morphologische Untersuchung des Möhlinbachs durchgeführt, z. T. standen chemische Untersuchungen zur Verfügung. Die Befunde wurden jedoch nicht im Hinblick auf den Massnahmenbedarf interpretiert. Als Schlussfolgerung des «Zustandsberichtes Gewässer» wurde der einheitliche U-Wert von 40 (als Grundlage für die nächste Planungsphase) festgelegt. Diese Situation zeigt die zukünftig notwendige Anpassung der «Zustandsberichte Gewässer» an die benötigten Grundlagen gemäss Projekt «STORM».

#### 7.2 Systemvereinfachung für die Berechnungen mit REBEKA II

Die Systemvereinfachung für die Berechnungen mit REBEKA II war in diesem Fall der anspruchsvollste Schritt bei der Massnahmenplanung in diesem Einzugsgebiet. Wie bereits im *Abschnitt 5.3.* erwähnt, erfolgte die Modellierung des Entwässerungssystems im Möhlintal in mehreren Schritten von oben nach unten, jeweils bis zu einer untersuchten Mischwasserentlastung (für jede Gemeinde ein Entlastungsbauwerk, in Möhlin zunächst zwei Bauwerke, anschliessend zu einem Bauwerk zusammengefasst). Der Drosselabfluss des oben liegenden Kanalnetzes wurde jeweils als konstanter Zufluss bei Regen definiert. Bei dieser Art der Vereinfachung ist es besonders anspruchsvoll, die mittleren Konzentrationen und deren Bereiche für Ammonium und GUS zu bestimmen. Die Hinweise für die Festlegung dieser Modellparameter im REBEKA II können nicht einmal aus deterministischen und detaillierten Simulationsprogrammen gewonnen werden, da die dynamischen und variablen Transportprozesse nur durch eine direkte Langzeitsimulation beschrieben werden können.

REBEKA II ist momentan das einzige Simulationsprogramm, mit dem die Immissionskriterien in kleineren Fließgewässern im Zu-

sammenhang mit Mischwassereinleitungen relativ einfach untersucht werden können. Die möglichen Alternativen (z. B. die Verbindung von mehreren deterministischen Modellen für das technische Entwässerungssystem und das Gewässer) sind in der Regel zu aufwändig. Aus diesem Grunde ist eine Weiterentwicklung von REBEKA II, welche die gleichzeitige Berechnung in mehreren Teileinzugsgebiete ermöglicht, der richtige Weg für die Weiterentwicklung der Arbeitsmittel in diesem Fachgebiet.

#### 7.3 Die Daten für die Berechnungen

Die meisten Daten für die Berechnungen konnten aus den GEP-Unterlagen übernommen werden. Die fehlenden Daten mussten 1.) aus zusätzlichen Unterlagen ermittelt (z. B. pH-Wert im Möhlinbach aus den Analysen der kantonalen Gewässerschutzfachstelle), 2.) aufgrund der lokalen Kenntnissen geschätzt (z. B. Mittelwerte der Flussbettcharakterisierung in einzelnen Fließabschnitten) oder 3.) als «default»-Werte aus Literatur (z. B. aus [17]) entnommen werden.

Dabei ist es wichtig, die Daten mit dem grössten Einfluss auf die Resultate möglichst genau zu ermitteln. Die Ermittlung der sensitiven Parameter gehört zu den bedeutenden Arbeitsschritten bei dieser Art der Berechnung (siehe auch [18 und 19]).

#### 7.4 Interpretation der Wahrscheinlichkeiten

Die sowohl im Simulationsprogramm (REBEKA II) als auch in den Anforderungskriterien berücksichtigten Sicherheiten sind relativ gross. Diese Tatsache soll auch bei der Interpretation der Wahrscheinlichkeiten berücksichtigt werden. Zudem soll in Betracht gezogen werden, dass im Möhlinbach gemäss gemessenen Angaben stets

eine hohe Sauerstoffkonzentration vorkommt (*Tab. 1*), so dass Synergieeffekte z. B. mit Ammoniak ausgeschlossen werden können.

Momentan gibt es keine Erfahrungen mit der Interpretation dieser Wahrscheinlichkeiten (siehe auch [18 und 19]). Für die Entscheidung sind jedoch quantitative Angaben nötig, deswegen wurde im Rahmen dieses Projektes folgende Interpretation der *Wahrscheinlichkeiten* vorgeschlagen:

- Die Ziele werden sehr wahrscheinlich erreicht, wenn die berechneten Unterschreitungswahrscheinlichkeiten > 60 % sind. Das Risiko, dass die Ziele nicht erreicht werden, ist gering.
- Die Ziele werden wahrscheinlich erreicht, wenn die berechneten Unterschreitungswahrscheinlichkeiten zwischen 40 und 60 % liegen. Das Risiko, dass die Ziele nicht erreicht werden, ist bei einer Wahrscheinlichkeit von 60 bis 40 % gegeben.
- Die Ziele werden wahrscheinlich nicht erreicht, wenn die berechneten Unterschreitungswahrscheinlichkeiten < 40 % liegen. Das Risiko, dass die Ziele nicht erreicht werden, ist bei einer Wahrscheinlichkeit von > 60 % gegeben.

#### 7.5 Massnahmen zum Schutz des Grundwassers vor Verunreinigung durch allfällig infiltrierendes Bachwasser

Heute sind die Beziehungen zwischen Möhlinbach und Grundwasser zwar nicht klar ersichtlich. Während in Wegenstetten keine und in Zuzgen kontroverse Hinweise auf eine Infiltrationsströmung bestehen, ist in Zeiningen eine solche eher wahrscheinlich. Ein allfälliger Infiltratsanteil und dessen Aufenthaltszeit, insbesondere bei hohen Grundwasser-

## Projekt «STORM»: Abwassereinleitungen aus Kanalisationen bei Regenwetter

spiegeln, müsste in den einzelnen Fassungen mit weiteren Methoden bestimmt werden (z. B. Studium der langjährigen bakteriologischen und chemischen Wasserinhaltsstoffe). Neben einer Überwachung des Möhlinbachs wären im Hinblick auf den Schutz des Grundwassers vor Verunreinigung durch Mischwassereinleitungen in den Möhlinbach geeignete Massnahmen anzuordnen und rechtlich zu verankern. Die Untersuchungen können jedoch erst nach Aufhebung der Kläranlage Hellikon durchgeführt werden.

### 7.6 Entscheidung über die Realisierung von Massnahmen

Zur Entscheidung über die Realisierung von Massnahmen sollen vom Projektverfasser Informationen vorgelegt werden, welche die Resultate über Leistungen, Kosten, Zeithorizont und weitere Aspekte der Realisierung beinhalten. In einem Entscheidungsprozess werden zunächst die Leistungen der untersuchten Massnahmen und deren Kombinationen im Hinblick auf die gestellten Anforderungen beurteilt. Dabei werden auch die Unsicherheiten, die mit Wahrscheinlichkeiten bewertet werden, berücksichtigt. Im vorgeschlagenen Planungsverfahren werden die Unsicherheiten numerisch bewertet. Damit werden die methodischen Grundsätze dieser Planung respektiert. Die Interpretation der Unsicherheiten kann jedoch nur verbal (qualitativ) erfolgen. Nachfolgend werden die Kosten der Massnahmen verglichen und der Zeithorizont der Realisierung und evtl. weitere Randbedingungen (wie z. B. die Betriebszuverlässigkeit, gesellschaftlich-politische Aspekte etc.) berücksichtigt. Die Resultate können in einer übersichtlichen Form, z. B. tabellarisch dargestellt werden (Tab. 7):

### 7.7 Erfolgskontrolle

Eine Erfolgskontrolle ist ein wesentlicher Bestandteil jeder Art von Planung von Massnahmen. Sie soll sowohl auf Emissions- als auch auf Immissionsebene durchgeführt werden.

#### Emissionsebene

Auf der Emissionsebene geht es vor allem um die *Betriebskontrolle* von Anlagen zur Regenwasserbehandlung. Sie soll analog zur Betriebskontrolle von Kläranlagen vom Betreiber der Anlagen sichergestellt werden. Bei diesen Untersuchungen sollen Betriebsdaten (z. B. Bilanzen von Zulauf, Ablauf und Überlauf) während einer genügenden Anzahl von Regenereignissen erhoben werden. Im Hinblick auf die vertretbaren Kosten sollen zunächst einfache Untersuchungen durchgeführt und anhand von Simulationsrechnungen ausgewertet und interpretiert werden. Das Programm und die Kosten der Betriebskontrolle ist in die Planung der einzelnen Anlagen zu integrieren.

#### Immissionsebene

Die *Erfolgskontrolle* von Massnahmen aus der Sicht der Gewässer soll vor allem im Rahmen der ebenfalls «rollenden» *Generellen Entwässerungsplanung* (GEP) und evtl. auch der Regionalen Entwässerungsplanung (REP) erfolgen. Diese Erfolgskontrollen sollen durch die Untersuchungsprogramme der Gewässerschutzfachstellen (Modulstufe F, evtl. Modulstufe S und weitere Untersuchungen, wie z. B. Untersuchungen der Badegewässer etc.) massgeblich unterstützt werden. In diesem Zusammenhang sollen eventuell nötige methodische Anpassungen der bisherigen Untersuchungen, die auch die spezifische Regenwettersituation berücksichtigen, sichergestellt werden. Neben der Untersuchung der

Massnahmenkombination	Afu 1977	«STORM»
Erreichung der Ziele	Gewässerschutzziele wurden nicht explizit untersucht	Wahrscheinlich bis sehr wahrscheinlich
Jahreskosten [10 <sup>3</sup> Fr./a]	74 *)	58 *)
Zeithorizont der Realisierung	5 Jahre	5 Jahre
Weitere Randbedingungen	Modifikation des Mischsystems	Modifikation des Mischsystems, umfassende Erfolgskontrolle
*) Ohne Kosten für den Umbau ARA Hellikon		

Tab. 7 Beispiel der Darstellung von Resultaten für die Diskussion mit Politikern.

Zustandsziele im Möhlinbach ist auch eine mögliche Beeinträchtigung der Rhein-Staustrecke (Hygiene und Sedimente in der Umgebung der Einleitungen) und die eventuelle Beeinträchtigung des Grundwassers in Zeinigen zu berücksichtigen.

### 8. Schlussfolgerungen

Die Studie hat gezeigt, dass das vorgeschlagene Planungsverfahren praxistauglich ist. Entsprechende Kenntnisse und Erfahrungen des Planers in diesem Spezialgebiet sind jedoch vorausgesetzt. Der Aufwand für die Bereitstellung von Daten und für die Berechnungen betragen in diesem Falle 60–80 Std. (ohne Besprechungen und Besichtigungen). Allerdings kann dieser Aufwand wesentlich grösser werden, falls die entsprechenden Grundlagen fehlen. Diese Grundlagen sollen in den «Zustandsberichten» des GEP bereitgestellt werden. Für die Praxis bedeutet das, dass insbesondere der «Zustandsbericht Gewässer» angepasst werden muss.

Die Probleme bei der Bearbeitung liegen v. a. in der Systemvereinfachung von komplexen Entwässerungssystemen und in der Interpretation der Wahrscheinlichkeiten. Die Systemvereinfachung ist der anspruchsvollste Schritt in der Bearbeitung und eine mögliche Ursache von bedeutenden Fehlern. Allerdings fehlen auf dem gegenwärtigen Markt die geeigneten Arbeitsmittel. Die Bereitstellung einer geeigneten Software (z. B. die Weiterentwicklung von REBEKA II) ist deswegen empfehlenswert. Bei der Interpretation der Wahrscheinlichkeiten fehlen noch die Erfahrungen. Die numerische Bewertung von Unsicherheiten ist unumstritten, allerdings müssen vorläufig bei der Interpretation Vereinfachungen akzeptiert werden. Aus diesen Gründen ist auch eine

## Projekt «STORM»: Abwassereinleitungen aus Kanalisationen bei Regenwetter

systematische Erfolgskontrolle der Massnahmen unumgänglich. Diese muss jedoch durch die administrativen Instrumente besser als bisher unterstützt werden.

### Verdankung

Für die Zustimmung zur Durchführung der Fallstudie und für die wohlwollende Prüfung der Resultate danken wir den Delegierten der Gemeinden im Ausschuss des Abwasserverbandes Möhlintal. Für die Durchführung der hydrodynamischen Simulationsberechnungen in der Kanalisation danken wir Herrn Christian Fuchs (Ing. Büro Aegerter und Bosshardt Basel), Herrn Dr. Arno Stöckli (Baudepartement des Kantons Aargau) danken wir für wertvolle Informationen über den Gewässerzustand im Möhlintal und Herrn David Schönbächler (Baudepartement des Kantons Aargau) danken wir für die Unterstützung bei der Untersuchung der Grundwasser Aspekte.

### Literaturverzeichnis

- [1] *AfU* (1977): Empfehlungen für die Bemessung und Gestaltung von Hochwasserentlastungen und Regenüberlaufbecken, Eidgenössisches Amt für Umweltschutz, Bern.
- [2] *Kreikenbaum, S., Güde, H., Krejci, V., Rossi, L.* (2004): Hygienische Probleme bei Regenwetter. *Gas-Wasser-Abwasser*, Nr. 11, p. 807–815.
- [3] *www.google.ch*: Suchbegriff: Möhlintal.
- [4] *Gemeinden Möhlintal* (2003): Genereller Entwässerungsplan (Zustandsberichte und Zustandspläne).
- [5] *Baudepartement des Kantons Aargau* (2004): Resultate der chemischen Untersuchungen im Möhlinbach (unveröffentlichte Angaben).
- [6] *Baudepartement des Kantons Aargau* (1996): Grundwasserkarte 1:25 000, Blatt Rheinfelden.
- [7] *Baudepartement des Kantons Aargau* (1998): Gewässerschutzkarte 1:25 000, Blatt Rheinfelden.
- [8] *Rossi, L., Krejci, V., Kreikenbaum, S.* (2004): Anforderungen an die Abwassereinleitungen aus Kanalisationen bei Regenwetter, *Gas-Wasser-Abwasser* Nr. 6, p. 431–438.
- [9] *Fankhauser, R., Kreikenbaum, S., Rossi, L., Rauch, W.* (2004): REBEKA II – Software zur Unterstützung der Massnahmenplanung, *Gas-Wasser-Abwasser*, Nr. 11, p. 817–822.
- [10] *Rossi, L., Hari, R.* (2004): Temperaturveränderungen im Gewässer bei Regenwetter; in: Projekt «STORM» Abwassereinleitungen aus Kanalisationen bei Regenwetter, *Gas-Wasser-Abwasser*, Nr. 11, p. 795–805.
- [11] *Munz, W.* (1983): Methodik der Kostenvergleiche von Abwasseranlagen, EAWAG Dübendorf.
- [12] *BUWAL* (2003): Wegleitung Grundwasserschutz – Konsultationsentwurf Oktober 2003. Vollzug Umwelt. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern. 135 S.
- [13] *Schmassmann, H.J.* (1968): Bericht über die Felsbohrung bei der Mühleweiherquelle, Gemeinde Wegenstetten AG, Liestal, 25. Januar 1968.
- [14] *Rimer & Süess* (1957): Technischer Bericht, geologische Gutachten und Wasseranalysen, Gemeinde Zuzgen AG, Aarau, 4. Dezember 1957.
- [15] *Schmassmann, H.J.* (1972): Gutachten über die Trinkwasserschutz zonen der Gemeinde Zuzgen AG, Liestal, 25. Januar 1968.
- [16] *Wyssling, L.* (1975): Hydrogeologische Untersuchungen zur Grundwasserbeschaffung bei Zeiningen AG – Erste Untersuchungsphase, Pfaffhausen, 15. September 1975.
- [17] *Rossi, L., Gujer, W., Kreikenbaum, S., Fankhauser, R.* (2004): Modélisation des matières en suspension (MES) dans les rejets urbains en temps de pluie. *Gas-Wasser-Abwasser*, Nr. 10, p. 753–761.
- [18] *Kreikenbaum, S., Krejci, V., Fankhauser, R., Rauch, W.* (2004): Berücksichtigung von Unsicherheiten bei der Planung. *Gas-Wasser-Abwasser*, Nr. 8, p. 587–594.
- [19] *Krejci, V., Kreikenbaum, S., Fankhauser, R.* (2004): Akute stoffliche und hydraulische Beeinträchtigungen. *Gas-Wasser-Abwasser*, Nr. 9, p. 671–679.

### Keywords

Emission – Immission – integrierte Siedlungsentswässerung – Mischwasserbehandlung – Planungspraxis

### Adresse der Autoren

Vladimir Krejci, Dr.sc.tech.  
Lindenstrasse 90  
CH-8738 Uetliburg  
Tel. +41 (0)55 280 33 92  
Fax +41 (0)55 280 36 61  
hydrokrejci@tiscalinet.ch

Kurt Suter, dipl. Ing. FH/SIA  
Baudepartement des Kantons Aargau  
Abteilung für Umwelt  
Tel. +41 (0)62 835 34 13  
kurt.suter@ag.ch

Herbert Schmid, dipl. Ing. FH  
Ingenieurbüro Koch und Partner  
Im Bifang 2  
CH-5080 Laufenburg  
Tel. +41 (0)62 869 80 80  
herbert.schmid@kopa.ch

Eduard Hoehn, Dr.sc.nat  
EAWAG  
CH-8600 Dübendorf  
Tel. +41 (0)1 823 55 52  
eduard.hoehn@eawag.ch