

Erfolge und Defizite im Schweizerischen Gewässerschutz

Willi Gujer

Eawag: Das Wasserforschungs-Institut des ETH-Bereichs, 8600 Dübendorf,
Schweiz, und Institut für Umweltingenieurwissenschaften, ETH Zürich, 8093
Zürich, Schweiz

Kurzfassung:

Am Beispiel der Abwasserreinigung wird aufgezeigt, wie Wissenschaft, Fachwissen, Anreize, Gesetze, Richtlinien, Investitionen und Massnahmen an der Quelle zusammenwirken und getragen von der Bevölkerung zum Erfolg führen können. Langsame Prozesse, die insbesondere auch die Ausbildung der Fachleute berücksichtigen, führen zum Erfolg. Beispiele dazu sind die Abwasserreinigung und die Reduktion der Phosphorbelastung der Seen. Prozesse, die wissenschaftlich ungenügend erforscht sind (Mischwasserentlastung), die bei Fachleuten nur ungenügend verankert sind (GEP) oder die primär als (finanzielle) Last erfahren werden, wie der Betrieb von Anlagen, erreichen kaum ihr Potential. Zusätzliche Anreize können hier Abhilfe schaffen.

Key-Words: Abwasserreinigung, Anreizsysteme, Massnahmen an der Quelle, Betrieb, Planung

1 Vorbemerkung

Dieser Text geht auf einen Vortrag zurück, den ich 2009 an einer Tagung der Organisation „Praktischer Umweltschutz Schweiz, PUSCH“ gehalten habe. Viele Teile sind wörtlich zitiert aus den Unterlagen zu dieser Tagung (Gujer, 2009), wobei das Copyright bei mir verblieb.

2 Einleitung

Die Bevölkerung der Schweiz nimmt seit dem 19. Jh. schnell zu; die Industrialisierung hat im 19. Jh. insbesondere in den Städten zu einer hohen Bevölkerungsdichte geführt. Der Zusammenhang zwischen Siedlungshygiene und Seuchen wurde erst Ende des 19. Jh. erkannt. Der wenig strukturierte Umgang mit Fäkalien hat mit zunehmender Bevölkerungsdichte immer häufiger zu Seuchen geführt - Cholera und Typhus haben auch in den Schweizer Städten hunderte von Toten gefordert.

Aus unterschiedlichen Systemen hat sich zu Beginn des 20. Jh. die Schwemmkanalisation als geeignetes System zur schnellen Entwässerung und Abwasser-Entsorgung der Städte herausgebildet. In der gleichen Zeit hat die neue, öffentliche und zentrale Wasserversorgung zunehmende Mengen von qualitativ immer besserem Trinkwasser zur Verfügung gestellt. Die hygienischen Problemstoffe wurden damit von den Städten in die Gewässer geschwemmt. Gewässerschutz wurde erforderlich, einfache Kläranlagen mit Sedimentationsbecken wurden bereits in der ersten Hälfte des 20. Jh. gebaut. An besonders kritischen Stellen wurden auch bereits biologische Reinigungsanlagen erstellt. Die erste Reinigungsanlage der Stadt St. Gallen kam 1915 in Betrieb und wurde in Anbetracht der schwachen Vorflut ab 1918 vollumfänglich mit biologischen Tropfkörpern betrieben (Friedl, 2004).

3 Erfolge in der Abwasserreinigung

Es war Otto Jaag, seit 1941 Professor an der ETH und von 1952 – 1970 Direktor der Eawag (damals Eidgenössische Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz), der den Gewässerschutz unermüdlich ins Bewusstsein der Schweizerischen Bevölkerung einprägte. In dieser Zeit war Umweltschutz identisch mit Gewässerschutz. Geprägt durch Verfassungsartikel und Gewässerschutzgesetz übernahm die Schweiz international eine Führungsrolle im Aufbau einer umfassenden Infrastruktur für die Ableitung und die Reinigung von kommunalem Abwasser. Nachdem der Bau von Abwasserreinigungs-

anlagen Ende der 1950er Jahre intensiv eingesetzt hat, konnten 1983 bereits mehr als 80 % des Abwassers biologisch gereinigt werden und heute steht uns ein umfangreiches, leistungsfähiges System von Kanälen und Abwasserreinigungsanlagen zur Verfügung, die den Zustand der Gewässer umfassend und entscheidend verbessern.

Neben Otto Jaag und der Unterstützung durch die Bevölkerung waren geeignete Gesetze, Subventionen, den technischen Möglichkeiten angepasste Forderungen (Einleitbedingungen) und das laufend erweiterte Fachwissen der Beteiligten entscheidende Faktoren für diesen Erfolg. Dabei hatte die Ausbildung im Rahmen des VSA (damals Verband Schweizerischer Abwasserfachleute) eine grosse Bedeutung.

Heute kennen wir die Abwasserreinigung als Prozess ohne Ende; wurde anfänglich das Abwasser nur geklärt, so kamen später biologische, chemische und physikalische Prozesse hinzu, so dass heute anspruchsvolle, integrierte Verfahren betrieben werden. Und schon bereitet uns das BAFU (Bundesamt für Umwelt) auf die nächste Erweiterung vor: Es gilt Mikroverunreinigungen zu eliminieren; dazu sollen mehrere Anlagen mit einer Ozonierung resp. Aktivkohleadsorption ausgebaut werden, was geschätzte Investitionen von weiteren Fr. 1.2 Mia. auslösen wird (BAFU, 2009).

Die erste Generation von Abwasserreinigungsanlagen hat bei weitem nicht ausgereicht, um die Zielvorstellungen des Gewässerschutzes zu erreichen. Das zeigen Resultate der Gewässeruntersuchungen im Kanton Zürich (Abb. 1). Es dauerte weitere 20 Jahre und Bemühungen im Bereiche der weitergehenden Abwasserreinigung sowie in vielen anderen Bereichen eines modernen Gewässerschutzes, um unsere Zielvorstellungen anzunähern.

Anteil der untersuchten Proben in Prozent

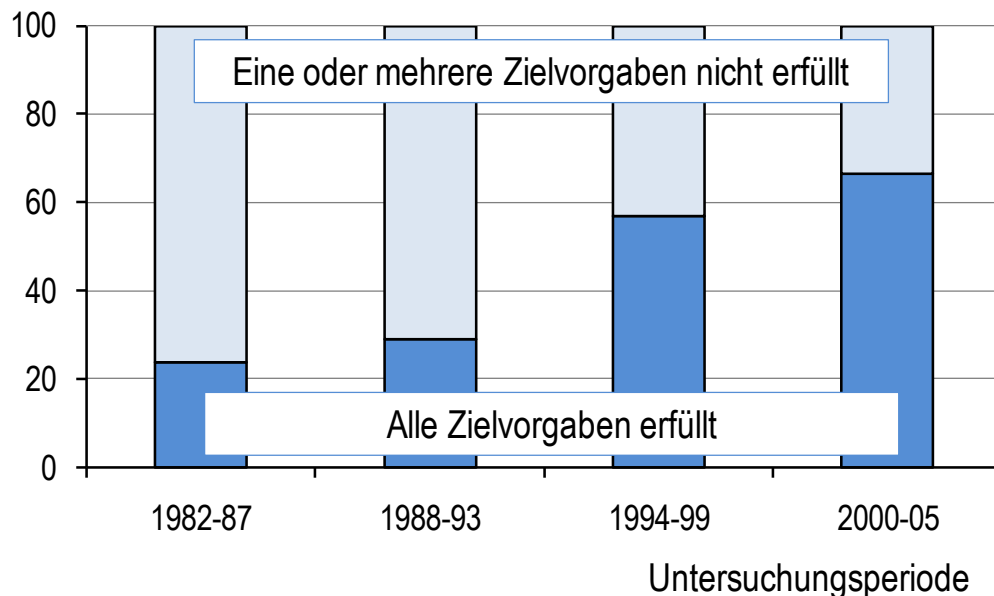


Abbildung 1: Wasserqualität in den Fliessgewässern des Kantons Zürich, Resultate der Fliessgewässeruntersuchungen 1982 bis 2005 (Quelle: AWEL, Kt. Zürich)

4 Erfolge auch bei Massnahmen an der Quelle

Bis in die frühen 1960er Jahre haben grosse Schaumberge auf biologischen Anlagen den Betrieb der Abwasserreinigung gestört (Abb. 2) und der Schaum konnte über weite Strecken auf der Vorflut verfolgt werden (Abb. 3). Es waren nichtabbaubare „harte“ Tenside (Tetrapropylenbenzolsulfonat, TPS) aus Waschmitteln, die durch den Abbau der Schmutzstoffe wieder freigesetzt worden sind und dann auf Reinigungsanlagen und in Gewässern zu Schaum geführt haben. Sie mussten durch teilweise abbaubare Stoffe (lineare Alkylbenzolsulfonate, LAS) ersetzt werden. Aus diesen Erfahrungen sind später Anforderungen zur Reduktion der refraktären Stoffe im Industrieabwasser entstanden. Auch hier hat die Schweiz sehr früh reagiert und den DOC (dissolved organic carbon) als Qualitätsparameter für refraktäre Stoffe bereits 1976 für gereinigtes Abwasser und Fliessgewässer eingeführt (Verordnung über Abwassereinleitungen, AS 1975 2403). Die Forderung nach der biologischen Abbaubarkeit ist eine frühe und z. T. erfolgreiche erste Massnahme an der Quelle gewesen.



Abbildung 2: Belebungsbecken der Kläranlage Essen-Rellinghausen, 05.08.1950
(Bild: Ruhr-Verband, Deutschland)



Abbildung 3: Detergentien-Schaum auf der Limmat unterhalb von Zürich
(Bild: 1964, Eawag)

Mit der Einführung von Waschautomaten und den zugehörigen neuen Textilwaschmitteln kamen auch Phosphate zum Einsatz, die mit dem Abwasser abgeleitet werden. Schon bald wurde ersichtlich, dass

Phosphor der limitierende Nährstoff in unseren Seen und dessen zunehmender Eintrag Ursache für deren Überdüngung ist. Die Abwasserreinigungsanlagen wurden schon früh (Ende der 1960er bis Anfang der 1970er Jahre) mit einer einfachen chemischen Reinigung ergänzt (Simultanfällung, Thomas, 1966) und später (ab 1978) z. T. mit Hilfe der Flockungsfiltration noch verstärkt. Damit gelang es, den Trend zu brechen und die Seen zu entlasten (Abb. 4). Den entscheidenden Durchbruch brachte das Phosphatverbot in Textilwaschmitteln von 1986. Mit dieser Massnahme an der Quelle konnte die Phosphatfracht im Schweizerischen Abwasser mehr als halbiert werden. Das konsequente Zusammenspiel von Abwasserreinigung und Massnahmen an der Quelle hat die Belastung vieler Seen auf Werte reduziert, die vor 1950 beobachtet wurden. Z. T. klagen heute die Fischer über mangelndes Wachstum ihrer Beute.

µg/l Phosphat-Phosphor, 1948 – 1998

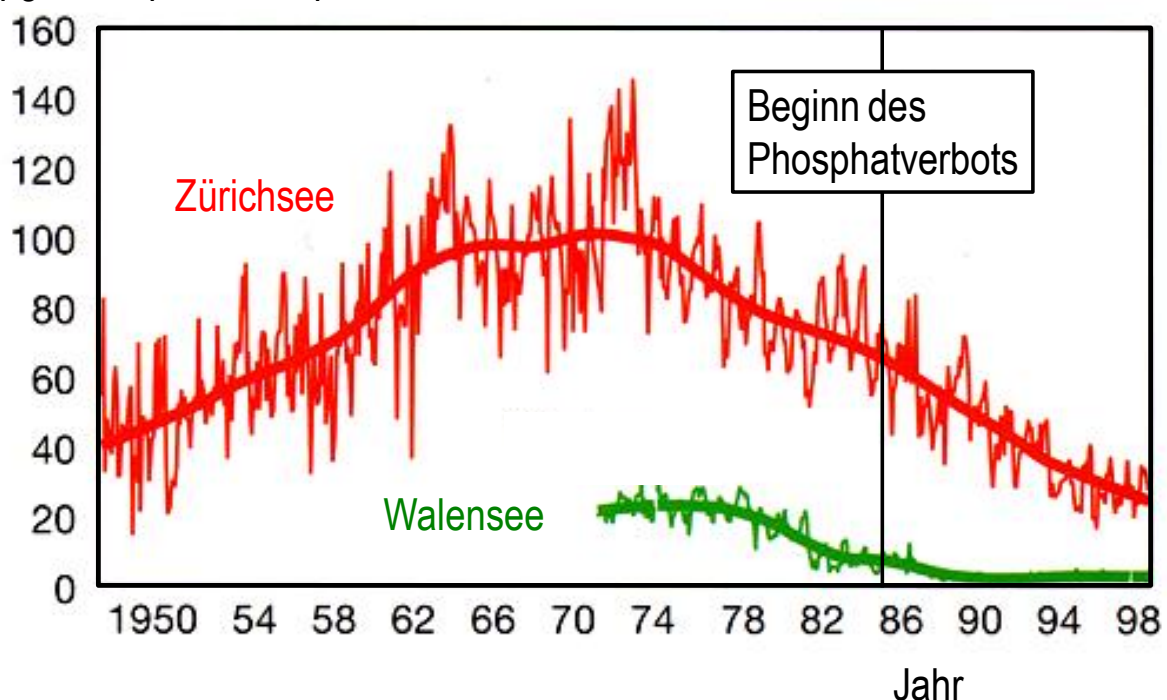


Abbildung 4: Volumengewichtete Phosphat-Phosphorkonzentration im Zürich- und im Walensee. Deutlich sichtbar ist der Effekt des Phosphatverbots in Textilwaschmitteln 1986 (Daten Wasserversorgung der Stadt Zürich)

Tabelle 1: Entwicklung des Schwermetallgehalts im Schweizerischen Klärschlamm, nationale Mittelwerte (Candinas et. al. 1991, 1999)

<i>Schwermetall</i>	<i>Einheit</i>	<i>1984</i>	<i>1989</i>	<i>1999</i>
Blei (Pb)	g Pb t ⁻¹ TS	409	232	95
Cadmium (Cd)	g Cd t ⁻¹ TS	5.7	4.0	1.7
Kupfer (Cu)	g Cu t ⁻¹ TS	447	388	341
Quecksilber (Hg)	g Hg t ⁻¹ TS	3.6	2.6	1.7
Zink (Zn)	g Zn t ⁻¹ TS	1859	1378	929

Mit der Nutzung von Klärschlamm in der Landwirtschaft werden auch Schwermetalle, die im Schlamm enthalten sind, in den Böden angereichert. Seit 1980 werden Schwermetalle erfolgreich an der Quelle reduziert, für viele Metalle sind die Konzentrationen im Schlamm um einen Faktor drei und mehr gefallen (Tabelle 1). Obwohl heute der Klärschlamm in der Schweiz nicht mehr landwirtschaftlich genutzt werden darf, erlaubt die weitere Verfolgung der Schwermetalle im Klärschlamm unseren Umgang mit diesen Schadstoffen zu überwachen und insbesondere deren Frachten in Mischwasserentlastungen gering zu halten.

Zum Schutze der Ressourcen wird heute im Hinblick auf die spätere Extraktion von Phosphor aus Klärschlamm zunehmend die Asche des verbrannten Schlamms in Wertstoff-Monodeponien gelagert.

5 Auch Defizite sind erkennbar

Den Erfolgsgeschichten stehen aber auch Defizite gegenüber. Einerseits gehen diese auf neue, aktuelle Erkenntnisse zurück. Z. B. ist unser zukünftiger Umgang mit Mikroverunreinigungen noch nicht eindeutig definiert und wird noch grosse Investitionen auslösen. Andererseits können in einem so breiten und umfassenden Gebiet, wie das der Gewässerschutz darstellt, Erkenntnisse immer vertieft und Prozesse und Abläufe immer verbessert werden. Drei Beispiele sollen das aufzeigen:

5.1 Defizite bei wissenschaftlichen Erkenntnissen

Investitionen zur Reduktion von Mischwassereinleitungen führen in der Regel zu extrem hohen Grenzkosten. Z. B. verursachen Regenüberlaufbecken häufig Investitionen von bis über Fr. 2000.- pro m³ Beckenvolumen. Wird dieser Betrag über 50 Jahre mit 2 % Realzins amortisiert und wird zusätzlich der Aufwand für den Betrieb und Unterhalt des Beckens sowie die Reinigung des gespeicherten Mischwassers berechnet, so entstehen auch bei recht häufiger Entlastung (Vollfüllung des Beckens) noch Grenzkosten für den Rückhalt und die Behandlung von 1 m³ Mischwasser, die ein Mehrfaches der Reinigung des Abwassers bei Trockenwetter betragen. Rein wirtschaftlich betrachtet müsste hier der weitergehenden Abwasserreinigung (Nährstoffelimination, Filtration) der Vorzug gegeben werden, v. a. weil diese permanent in Betrieb sind und nicht nur vereinzelt wie die Massnahmen zum Rückhalt von Mischwasser.

Es ist überraschend, dass für die aufwändigen und kostenintensiven Bauwerke für die Mischwasserbehandlung heute nur ungenügende wissenschaftliche Erkenntnisse bestehen, die erlauben würden fundierte Anforderungen an Mischwassereinleitungen zu formulieren. Während in der Schweiz für die Abwasserreinigung bei Trockenwetter heute weitgehend Immissionsgrenzwerte zur Anwendung kommen, stehen solche für Mischwasser kaum oder nur ungenügend fundiert zur Verfügung.

Biozide, die zum Schutze von Fassaden gegen Algenbewuchs eingesetzt werden, Pestizide und Dünger, die in Gärten eingesetzt werden, Bauchemikalien, Korrosionsprodukte (Kupfer, Zink) etc. sind biologisch hochwirksam. Sie werden bei Regen in die Gewässer verfrachtet und in Konzentrationen beobachtet, die sowohl akute als auch chronische Schäden verursachen können. Beispiele dokumentieren Walser et. al. (2008) und Wittmer et al. (2010).

In der Schweiz sind insgesamt Investitionen von weit über 1 Mia. Franken erforderlich, um Massnahmen bei Regenwetter zu realisieren. Würden wir 5 % davon für die Erarbeitung von wissenschaftlichen Grundlagen einsetzen, kämen wir einen grossen Schritt weiter und

könnten zudem auch diesen Teil des Gewässerschutzes effizient gestalten.

5.2 Defizite bei der Planung

Das Generelle Kanalisationsprojekt (GKP) ist 1989 durch eine Richtlinie des VSA (Verband Schweiz. Abwasser- und Gewässerschutzfachleute) durch den Generellen Entwässerungsplan (GEP) abgelöst worden. Ein GEP ist um Vieles umfangreicher als das alte GKP (das sich fast ausschliesslich auf die Kanalisation bezog). 1989 hatten die Ingenieure keine Erfahrung mit diesem neuen Instrument und ein entsprechendes Musterbuch mit Beispielen (basierend auf ersten Erfahrungen) wurde erst im folgenden Jahrzehnt erarbeitet. Im Schweizerischen Gewässerschutzgesetz von 1991 (AS 1992 1860) wird von den Gemeinden die Erarbeitung eines GEP gefordert. Leider hat der Bund entschieden, dass nur bis 2002 Subventionen für diese Planung gesprochen werden. Die Bearbeitung eines GEP kostet 80–120 Fr. pro Einwohner oder ca. Fr. 700'000'000.- für die ganze Schweiz, wobei die Datenbeschaffung 60 % davon ausmacht. Fast 5'000 Personenjahre und gegen 200 qualifiziert ausgebildete Fachleute sind erforderlich, um diese Arbeit in 10 Jahren zum Erfolg zu bringen. Diese Fachkräfte standen nicht zur Verfügung und konnten in der kurzen Zeit auch nicht ausgebildet werden. Als Resultat sind die Qualität und die Aussagekraft der GEP z. T. ungenügend und die Gefahr, dass erarbeitete Daten wieder verloren gehen, ist real.

Instrumente wie einheitliche Datenmodelle für die Datenhaltung konnten in der kurzen Zeit nicht erarbeitet werden, sodass proprietäre oder lokale Systeme geschaffen wurden, die heute die Kommunikation von Daten massiv erschweren. Ebenso fehlten (und fehlen z. T. heute noch) vollzugssichere Vorgaben für den Umgang mit Regenwasser in Siedlungen. Vorgaben für die geforderte Versickerung von Regenwasser sind deutlich später erarbeitet worden, als sie gebraucht worden wären.

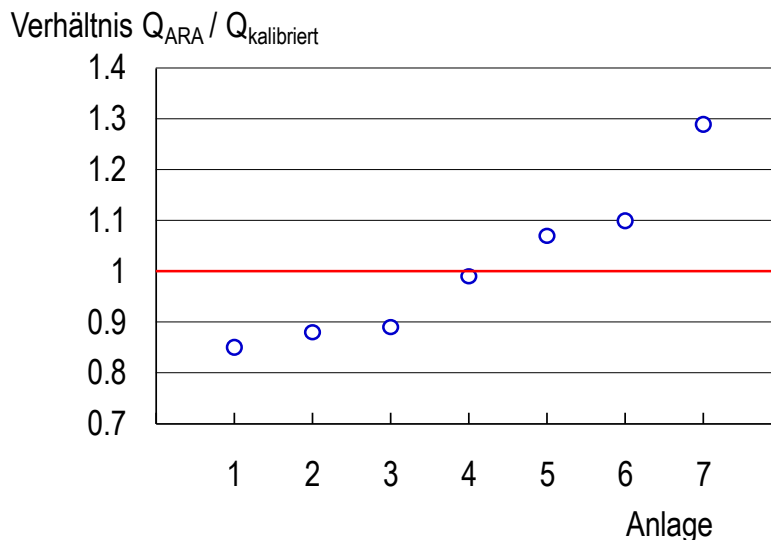


Abbildung 5: Vergleich der regulär gemessenen Abwassermenge auf sieben zufällig gewählten Schweizerischen Kläranlagen mit sorgfältig kalibrierten Werten, basierend auf Tracermessungen (Thomann, 2002)

5.3 Defizite im Betrieb

Die Abwasserableitung und die Abwasserreinigung stellen produktive aber auch teure Arbeitsplätze zur Verfügung. Ein Angestellter pro 10 Mio. Franken Investitionen auf einer Kläranlage produziert pro Jahr ca. 1 Mio. Tonnen gereinigtes Abwasser und generiert damit einen Wert von ca. 1 Mio. Franken (er betreut einen Aufwand von 1 Mio. Franken). Überraschend ist, dass der Klärmeister in den meisten Kantonen keinen fachlich qualifizierten direkten Vorgesetzten hat und dass der Optimierung dieser anspruchsvollen Arbeit nur wenig Beachtung geschenkt wird. Erhebungen im Betrieb zeigen, dass z. B. die Menge des gereinigten Abwassers nur auf $\pm 25\%$ genau gemessen wird (Abb. 5). Das ist für den Betrieb kaum ein Problem, weil man hier mit relativer Information auskommt. Soll die Anlage aber einmal ausgebaut werden, ist der oder die Ingenieurin auf absolute Zahlen angewiesen, die aber nicht mehr zu beschaffen sind.

Oder: Untersuchungen an Regenüberlaufbecken zeigen, dass diese im Betrieb kaum aufeinander abgestimmt werden, obwohl diese Bauwerke grosse Investitionen verursachen (Abb. 6). Offensichtlich könnten wir

mit geringem Mehraufwand deutlich mehr Gewässerschutz von unseren Anlagen erhalten.

Abwasserabgaben, wie sie in einigen Kantonen eingerichtet wurden, können hier kostengünstige Anreize schaffen. Beispiele von Kläranlagen, die Angestellte beschäftigen, deren Pflichtenheft ausdrücklich die Optimierung der Anlage beinhaltet, zeigen, dass solche Angestellte die Abwasserabgaben um deutlich mehr als ihr Salär reduzieren können und ihre Bemühungen daher kostengünstig sind.

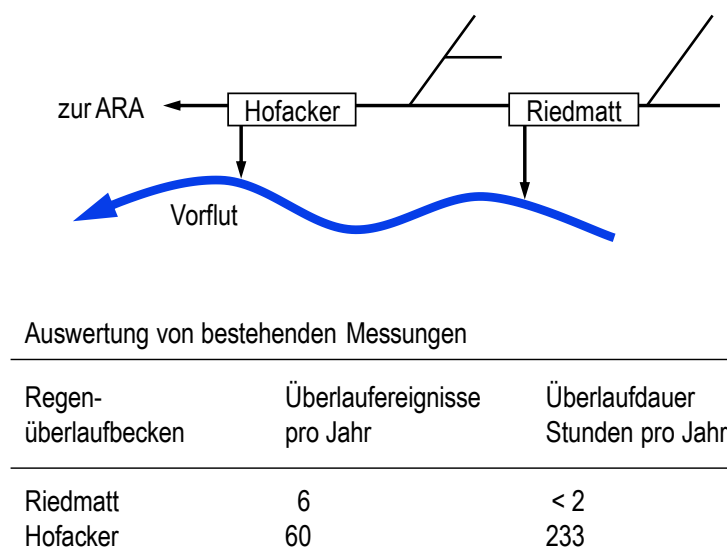


Abbildung 6: Fliessschema und Überlaufhäufigkeit von zwei Regenüberlaufbecken. Daten basieren auf der Auswertung eines Kalenderjahres im „Normalbetrieb“.

6 Folgerungen

Gewässerschutz umfasst mehr als nur die Abwasserreinigung, mit der sich dieser Beitrag primär befasst. Aber exemplarisch können wir aus dem langen Prozess des Ausbaus der Abwasserreinigung doch einiges lernen. Unsere Bemühungen waren immer dann erfolgreich, wenn die Wissenschaftler sich über die Ursachen des Problems einig waren, wenn gesetzliche Vorgaben einen sicheren Rahmen gewährleisteten, wenn das Fachwissen in ausreichendem Masse herangebildet wurde und geeignete Anreize das Vorgehen unterstützten, sowie die Bevölkerung die Anliegen verstand. Die Resultate sind unter ihrem Potential, wenn wir

die Fachleute überfordern und die Anreize schlecht ausgestalten. Zudem müssen wir den Betrieb so prestigeträchtig machen wie die Einweihung neuer Anlagen, nur so erreichen wir den grössten Nutzen von unserem Aufwand.

7 Literatur

- BAFU (2009). Projekt "Strategie MicroPoll". Informationsblatt Nr. 7, August 2009 (www.bafu.admin.ch)
- Candinas T., Chassot G., Besson JM. Und Lischer P (1991). Nutz- und Schadstoffe im Klärschlamm. Schweiz. Landw. Fo., 30 (1/2), 45-49
- Candinas T., Chassot G.M. und Besson J.-M. (1999). Klärschlamm: Die Qualität ist laufend besser geworden. Agrarforschung 6(4): 145-148
- Friedl R. (2004). Geschichte der Kanalisation und der Abwasserreinigung der Stadt St.Gallen. Schriftenreihe der Stadt St.Gallen, Entsorgungsamt
- Gujer W. (2009). Erfolge und Defizite im Schweizerischen Gewässerschutz. Thema Umwelt 4/2009, Praktischer Umweltschutz Schweiz Pusch, Zürich, www.umweltschutz.ch/themaumwelt
- Thomann M. (2002). Datenkontrolle von Abwasserreinigungsanlagen mit Massenbilanzten, Experimenten und statistischen Methoden. Dissertation ETH Nr. 14824
- Thomas E.A. (1966). Phosphat-Fällung in der Kläranlage von Uster und Beseitigung des Eisen-Phosphat-Schlammes (1960 und 1966). Vierteljahresschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich, 111, 309-318
- Walser A., BurkhardM., Zuleeg S. und Boller M. (2008). Gewässerbelastung durch Biozide aus Gebäudefassaden. Gas Wasser Abwasser 88/8, 639-647
- Wittmer I, Bader,H.P., Scheidegger,R., Singer,H., Lück,A., Hanke,I., Carlsson,C. and Stamm,C. (2010). Significance of urban and agricultural land use for biocide and pesticide dynamics in surface watersAuthors. Water Research, 44:9, 2850-2862

Korrespondenz an:

Prof. Dr. Willi Gujer

Eawag

Überlandstrasse 133

PF 611

CH 8600 Dübendorf/Schweiz

gujer@eawag.ch