

# **Von der Seuchenbekämpfung mittels Schwemmkanalisation zur High-Tech-Kläranlage**

Christian Simon, Historiker, Universität Basel  
Martin Forter, Geograf, Geschäftsleiter AefU, Basel

20. Forum Medizin und Umwelt  
**Trübe Aussichten für klares Wasser? – die AefU-Tagung zum  
Gold der Zukunft**

Donnerstag, 6. Juni 2013, 10:00–16:00  
Landhaus, Landhausquai 4, 4500 Solothurn

# Von der Schwemmkanalisation zur Kläranlage

## Übersicht

### Teil 1

Bedeutung des Themas, Zielsetzung des Beitrags, Ansätze

### Teil 2

Die Erbschaft des 19. Jahrhunderts

### Teil 3

Die endlose Geschichte Kläranlage

## Von der Schwemmkanalisation zur Kläranlage I

### Bedeutung des Themas, Zielsetzung des Beitrags, Ansätze

- Wertvolles Trinkwasser → «Abwasser»
- Folgenreicher «gebauter» Systementscheid im 19. Jahrhundert: Schwemmkanalisation bis heute
- Trennen, verdünnen, «ent-sorgen»: wir werden es nie los ...
- «Technological Fixes» → von «Lösung» zu Problem ...
- «Verlagerung»: Vom Hinterhof in den Fluss, aus der Nähe in die Ferne
- Problematik der Kläranlagen: «End of Pipe»: it never ends ...

## Von der Schwemmkanalisation zur Kläranlage II Die Erbschaft des 19. Jahrhunderts

### **Bedeutung des 19. Jahrhunderts**

Bleibende „Erbschaft“:

Schwemmkanalisation als prägender Systementscheid als  
Lösung und Problem zugleich

Exemplarisch: Basler Erfahrungen

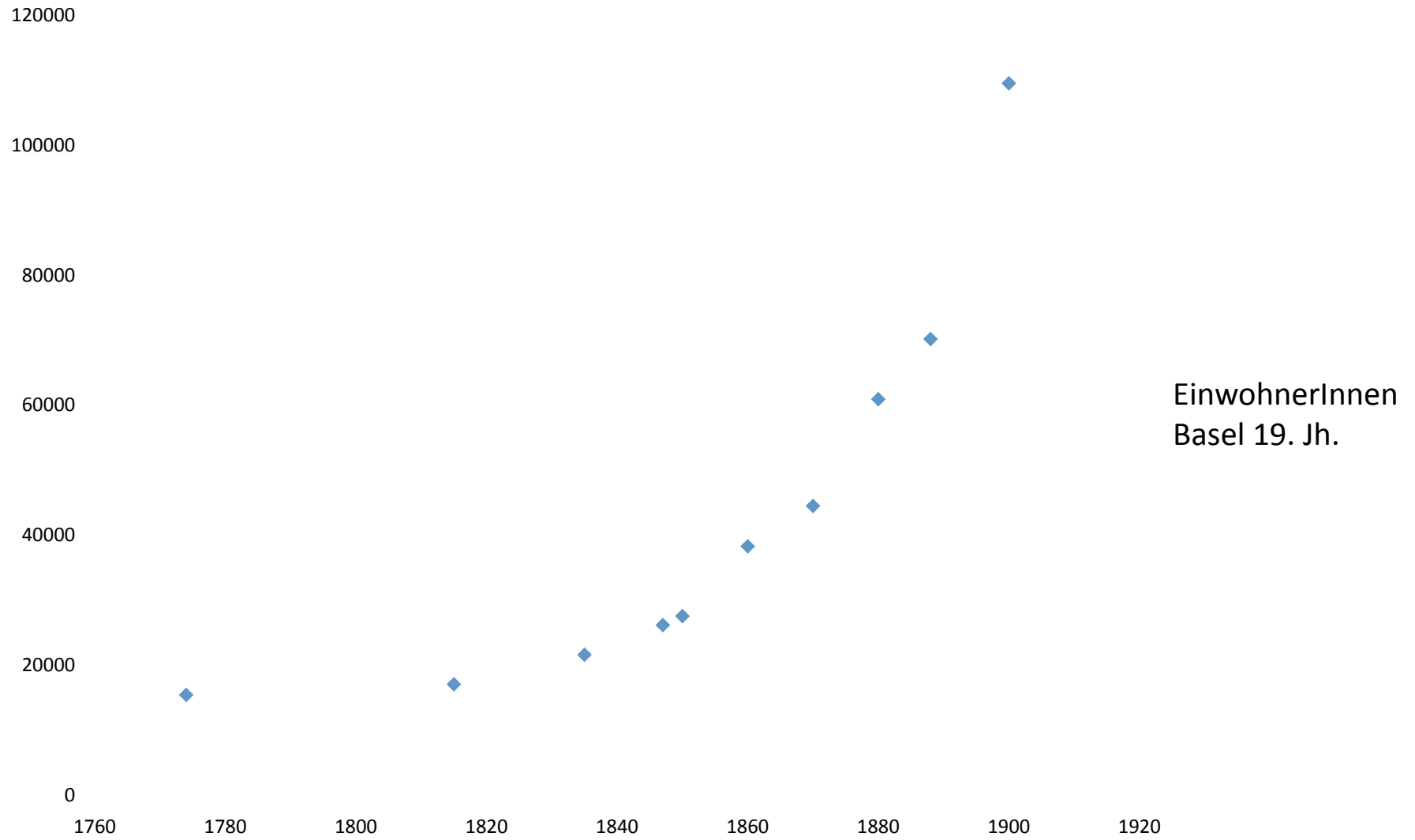
## Von der Schwemmkanalisation zur Kläranlage II

### Die Erbschaft des 19. Jahrhunderts

#### **Ungesundes Leben in Städten im 19. Jahrhundert**

- Wachstum und Verdichtung der städtischen Bevölkerung durch Zuwanderung vom Land
  - Deregulierung öffentlicher Dienste durch Liberalisierung und Individualisierung
  - Ansiedlung von industriellen Produktionsstätten innerhalb des Stadtgebietes, neue Verfahren und neue Stoffe
  - Slumbildung in den inneren Quartieren durch Übernutzung der Wohnsubstanz und der Infrastruktur
- Versagen der frühneuzeitlichen Technik aufgrund sozioökonomischer Entwicklungen und politischer Systemveränderungen

# Bevölkerungsentwicklung Stadt Basel 19. Jh.



## Von der Schwemmkanalisation zur Kläranlage II Die Erbschaft des 19. Jahrhunderts

### **Probleme in der Perspektive «Wasser»**

- Vernachlässigung der Abwasserkanäle (Dolen)
- Vernachlässigung der Abtrittgruben (Aborte)

Kontamination der Frischwasserversorgung (Brunnen) durch menschliche und tierische Ausscheidungen aus Abtrittgruben:

- endemische und epidemische Krankheiten, Seuchen (Cholera 1855, Typhus abdominalis 1865)

Kontamination der Frischwasserversorgung (Brunnen) durch Industrieabfälle, insbesondere der frühen chemischen Industrie:

- Vergiftungsfälle (1864)

## Von der Schwemmkanalisation zur Kläranlage II Die Erbschaft des 19. Jahrhunderts

### **Problemdefinition «hygienisch» & 1. «Technological Fixes»**

- Frischwasserzufuhr durch Erschliessung externer Quellen und Zufuhr mit Leitungen (1866 Jurawasser)
- Wasserklosett in bessergestellten Haushaltungen, Nutzung der Abtrittgruben als Sickergruben
- Rohrleitung von den Industriebetrieben direkt in den Fluss (Gesetzliche Massnahmen auf Basis der „wirtschaftliche“ Problemdefinition: Schutz der Fischerei durch Bundesgesetze von 1875 und 1888)



## Von der Schwemmkanalisation zur Kläranlage II Die Erbschaft des 19. Jahrhunderts

### **Wirkungen der 1. «Technological Fixes»**

- Überlaufen der Sickergruben
- Noch mehr kontaminiertes Wasser im Untergrund

→ Scheinbare Lösung für die Reichen, feuchter und ungesunder Untergrund für alle

## Von der Schwemmkanalisation zur Kläranlage II Die Erbschaft des 19. Jahrhunderts

### **Problemdefinition «technische Trennung» Trinkwasser/ Abwasser & 2. «Technological Fixes»**

- Trennung der Wege Frischwasser/Abwasser, rasches Wegschwemmen der Abwasser und Verdünnung durch Bau einer Schwemmkanalisation, die Haushaltsabgänge und Meteorwasser aufnimmt und in den Fluss führt (zusammenhängendes System unter Einbezug von Bächen im Stadtgebiet, 1876 am Referendum gescheitert, 1896 erfolgreich)
- Durchführung zuerst in den neuen Quartieren für Oberschicht und Mittelstand, später auch in der Innenstadt

## Von der Schwemmkanalisation zur Kläranlage II

### Die Erbschaft des 19. Jahrhunderts

#### Verworfenne Alternativen

- Kübelsystem als Trennsystem: Plumpsklo mit Kübel, die regelmässig geleert werden (Dünger), Flüssiges geht in Gräben ab (Zürich 1867, Umstellung auf Schwemmkanalisation und mechanische Kläranlage ab 1923)
  - Rieselfelder: Versickernlassen der Abwässer unterhalb der Stadt auf freiem Feld (Dünger, Fischzuchten)
- «Verlockung» Basel: Rhein als mächtiger «Vorfluter»  
(Unterschied zu Zürich: Limmat – schwacher Vorfluter; Zürichsee – Trinkwasserfassung)

## Von der Schwemmkanalisation zur Kläranlage II Die Erbschaft des 19. Jahrhunderts

### Wirkungen der 2. «Technological Fixes»

- Verschwendung von Frischwasser zum Schwemmen
- Steigender Wasserbedarf, zusätzlich zu Quellwasser aufbereitetes Flusswasser
- Belastung, saisonal Überlastung des Flusses durch die eingeleiteten Abwässer (Eutrophierung)
- In Verbindung mit den ebenfalls dort ankommenden toxischen Industrieabwässern Rückgang und Verschiebung der Fisch- und Insektenpopulationen / -arten
- Probleme für die Frischwasserversorgung der Städte stromabwärts
- Stau 1927 (Kembs): Überlastung des „Vorfluters“ und Versagen des biologischen Abbaus im Fluss

## Von der Schwemmkanalisation zur Kläranlage III Die Verlagerung des Problems

Die Schwemmkanalisation verlagerte das Fäkalien-Problem vom Hinterhof in die Flüsse und Seen. Im Rhein bei Basel zeigt sich dies im Stauwehr Kembs.

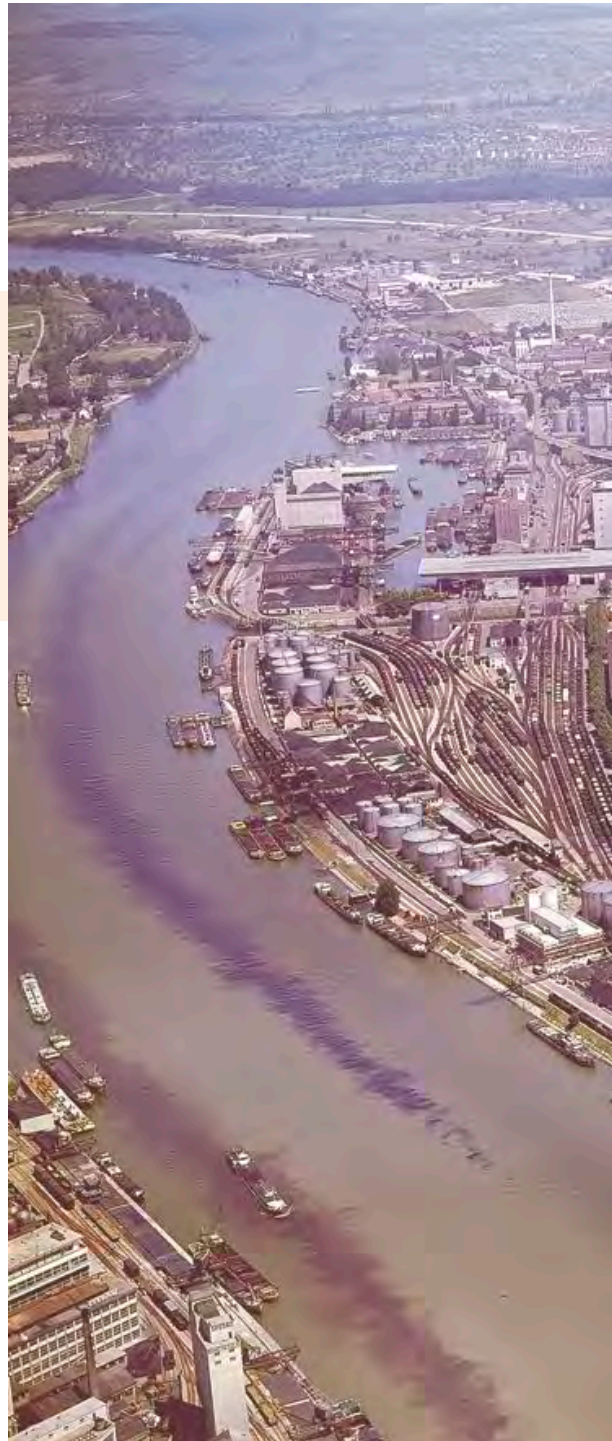
Die Fäkalien entziehen den Gewässern den Sauerstoff. Sie beginnen zu faulen und das Gewässer «kippt».

Dem sollten Kläranlagen als neuer «Technological Fix» entgegenwirken (Gewässerschutzgesetz von 1955).



Selbst dafür ist Basel-Stadt ein schlechtes Beispiel: Zwar plante die Stadt schon 1948 eine Kläranlage...

... in Betrieb aber ging die Basler Kläranlage 1982 – als Letzte in der Schweiz.



Dies, weil die chemische und pharmazeutische Industrie erst unter Androhung von Gefängnisstrafen durch das verschärfte Gewässerschutzgesetz (1972) Ja zu Kläranlagen sagte.

## Von der Schwemmkanalisation zur Kläranlage III Die veränderte Zusammensetzung des Abwassers

1982, als auch Basel Kläranlagen in Betrieb nimmt, hat sich der End-of-Pipe-Ansatz im Gewässerschutz definitiv durchgesetzt: Anstatt das Wasser nicht zu verschmutzen, wird das verschmutzte Wasser so gut wie möglich gereinigt.

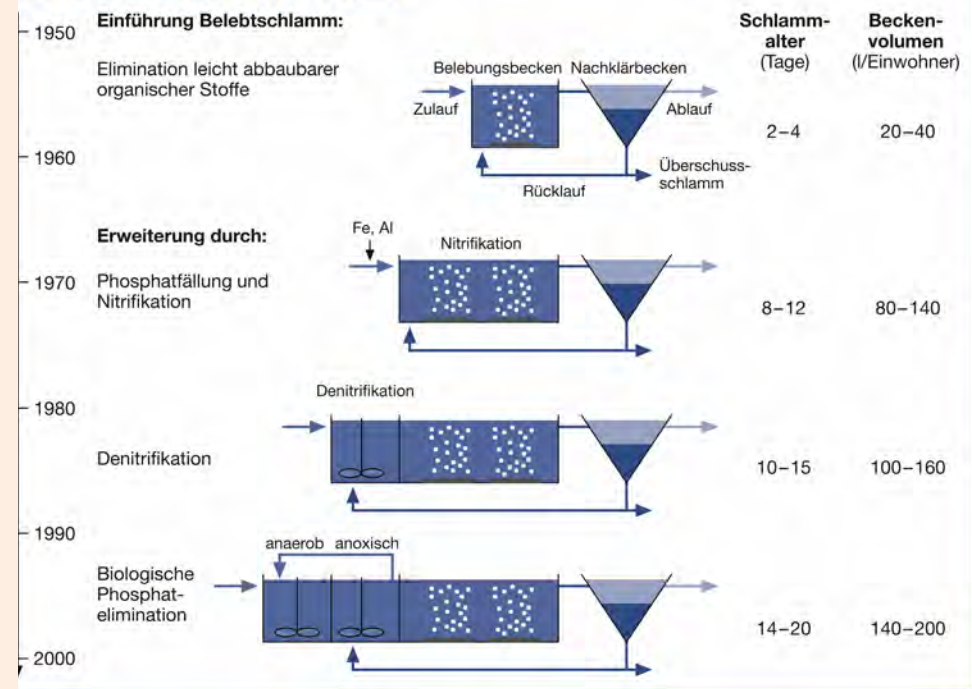
Zudem hat sich die Zusammensetzung des Abwassers grundlegend verändert: Mit der immer stärkeren Chemisierung der Haushalte und Wirtschaft ab den 1960er-Jahren sind es nicht mehr Kot und Urin, sondern unzählige Schadstoffe und eigentliche Gifte, die via Ablauf und Schwemmkanalisation in die Kläranlage gelangen. Dafür sind die frühen Kläranlagen nur bedingt gebaut.



# Von der Schwemmkanalisation zur Kläranlage III Technischer Ausbau der Kläranlagen

Dementsprechend wurden die Kläranlagen technisch aufgerüstet (z.B. Phosphatfällung und Nitrifikation, ca. 1970; Denitrifikation ca. 1985; biol. Phosphatelimination, ca. 1995).

## Geschichtliche Entwicklung des Belebtschlammverfahrens



Siegrist et al, EAWAG-News 57, S. 10

## Von der Schwemmkanalisation zur Kläranlage III

Die technische Lösung eines Verschmutzungsproblems schafft ein  
Neues

Ab ca. 1970: Ausrüstung von Kläranlagen mit Nitrifikations-Stufen. Dadurch wird das für Fische toxische Ammoniak (meist aus dem Urin) in Nitrat umgewandelt.

Das Nitrat aber überdüngt die Gewässer.

Deshalb folgt ab ca. 1985 die Denitrifikation: Dabei wird das Nitrat in molekularen Stickstoff umgewandelt.

## Von der Schwemmkanalisation zur Kläranlage III

### Die Spurenstoffe

Das BAFU geht von über 30'000 Stoffen in unzähligen Produkten des täglichen Gebrauchs aus. Andere Quellen sprechen 50-70'000 kommerziell genutzten Substanzen. Viele dieser Substanzen gelangen in das Abwasser und hierzulande via Kanalisationen in die Kläranlagen.

# Von der Schwemmkanalisation zur Kläranlage III

## Spurenstoffe in Kläranlagen (Beispiele)

Substanz		Vorklä rung ng/L	Nachklä rung ng/L	Ozonung ng/L	Sandfilter ng/L	Elimination <sup>o</sup>		Gesamt- elimination <sup>o</sup> %
						Biologie %	Ozonung %	
Acetylsulfamethoxazol	Antibiotikummetabolit	711 ±425	<28	<8	<6	97 ±2		
Atenolol	Betablocker	2840 ±378	1618 ±219	297 ±264	166 ±59	42 ±10	82 ±16	94 ±1
Atrazin	Herbizid	37 ±39	46 ±51	30 28	31 ±29	n.b.	25 ±24	11 ±19
Atrazin-Desethyl	Herbizid-TP	38 ±12	36 ±9	38 8	36 ±8	7 ±8	-5 ±13	7 ±14
Benzotriazol	Korrosionsschutzmittel	10367 ±2008	6107 ±1372	2257 ±920	2254 ±1011	41 ±9	64 ±7	79 ±7
Bezafibrat	Lipidsenker	413 ±120	79 ±20	24 ±31	12 ±11	80 ±5	71 ±36	97 ±2
Bisphenol A	Industriechemikalie	4544 ±901	519 ±262	159 ±29	28 ±22	88 ±6	65 ±16	99 ±0
Carbamazepin	Antiepileptikum	523 ±130	542 ±128	<3	1	-5 ±18	100 ±0	100 ±0
Carbendazim*	Biozid	96 ±17	49 ±17	<22	<22	49	78	89
Clarithromycin	Antibiotikum	463 ±208	243 ±126	9 ±16	<3	49 ±15	97 ±4	100 ±0
Clindamycin	Antibiotikum	57 ±17	37 ±18	<3	<3	37 ±14	95 ±2	97 ±1
Clofibrinsäure	Lipidsenker	16 ±15	17 ±18	7 ±6	8 ±7	n.b.	68 ±19	57 ±15
Diatrizoate	Röntgenkontrastmittel	250 ±466	102 ±116	117 ±177	77 ±156	40 ±39	1 ±69	71 ±27
Diazinon	Insektizid	210 ±299	153 ±204	49 ±67	48 ±60	n.b.	67 ±10	69 ±20
Diclofenac	Analgetikum	1451 ±190	1224 ±320	<10	<10	16 ±16	100 ±0	100 ±0
Diuron*	Herbizid	127 ±33	70 ±27	18 ±4	<21	45	74	92
Estron	Estrogen	77 ±13	4 ±2	<0.1	<0.4	95 ±3	99 ±1	100 ±0
Estradiol	Estrogen	13 ±3	<1.1	<0.4	<0.8	96 ±1		97 ±1
Erythromycin (+TP)	Antibiotikum	64 ±15	35 ±17	<20	<20	43 ±11	65 ±16	81 ±5
Ibuprofen	Analgetikum	4242 ±475	51 ±33	24 ±31	<20	99 ±0	22 ±92	100 ±0
Iohexol	Röntgenkontrastmittel	35 ±21	19 ±9	47 ±35	71 ±58	n.b.	n.b.	n.b.
Iomeprol*	Röntgenkontrastmittel	22 ±6	21 ±17	16 ±7	16 ±13	n.b.	45	n.b.
Iopamidol	Röntgenkontrastmittel	44 ±27	57 ±64	48 ±41	41 ±57	n.b.	37 ±24	n.b.
Iopromid	Röntgenkontrastmittel	2114 ±2386	1046 ±473	1150 ±582	843 ±690	n.b.	24 ±9	n.b.
Iotalaminsäure	Röntgenkontrastmittel	965 ±851	412 ±654	86 ±105	456 ±641	n.b.	n.b.	n.b.
Irgarol	Biozid	15 ±9	10 ±8	<3	<3	38 ±28	90 ±3	94 ±1
Isoproturon	Herbizid	100 ±116	50 ±65	<3	<3	n.b.	97 ±2	97 ±3
Mecoprop	Biozid/Pestizid	231 ±260	853 ±1480	163 ±228	155 ±224	n.b.	68 ±13	48 ±28
Mefenaminsäure	Analgetikum	2739 ±317	174 ±13	<6	<6	94 ±1	98 ±0	100 ±0
Methylbenzotriazol	Korrosionsschutzmittel	2177 ±282	1704 ±389	325 ±164	259 ±55	22 ±9	81 ±10	88 ±3
Metoprolol	Betablocker	602 ±120	452 ±109	59 ±52	42 ±24	25 ±12	88 ±8	93 ±4
Naproxen	Analgetikum	635 ±77	274 ±52	<10	<10	57 ±7	98 ±0	99 ±0
Paracetamol	Analgetikum	39469 ±1097*	<590	<118	<106	99 ±0		100 ±0
Phenazon	Analgetikum	n.a.	103 ±140	<13	<12		88 ±9	
Primidon	Antiepileptikum	73 ±15	58 ±19	23 ±8	23 ±8	20 ±23	60 ±8	70 ±6
Propranolol	Betablocker	109 ±84	89 ±56	5 ±6	<5	11 ±52	90 ±11	97 ±2
Roxithromycin	Antibiotikum	20 ±14	9 ±10	1	1	65 ±20	80 ±10	92 ±4
Sotalol	Betablocker	566 ±104	471 ±86	<16	<13	15 ±21	98 ±0	99 ±0
Sulfamethoxazol	Antibiotikum	338 ±256	199 ±113	9 ±12	8 ±13	32 ±18	96 ±3	98 ±1
Sulfapyridin	Antibiotikum	150 ±87	125 ±35	<3	<3	n.b.	99 ±0	99 ±1
Terbutryn	Herbizid	33 ±17	22 ±14	<6	<5	38 ±10	89 ±1	94 ±1
Terbutylazin	Herbizid	18 ±2	13 ±6	5 ±2	5 ±4	40 ±28	28 ±40	63 ±5
Trimethoprim	Antibiotikum	167 ±70	137 ±63	<5	<5	16 ±18	98 ±1	98 ±1

<sup>o</sup> Elimination bei Werten < Bestimmungsgrenze unter Verwendung der halben Bestimmungsgrenze berechnet

\* nur ein Messwert > Bestimmungsgrenze TP: Transformationsprodukt n.a.: nicht auswertbar

n.b.: nicht bestimmbar aufgrund stark fluktuierender Konzentrationen oder Werte nahe der Bestimmungsgrenze

Abegglen et. al, 2009

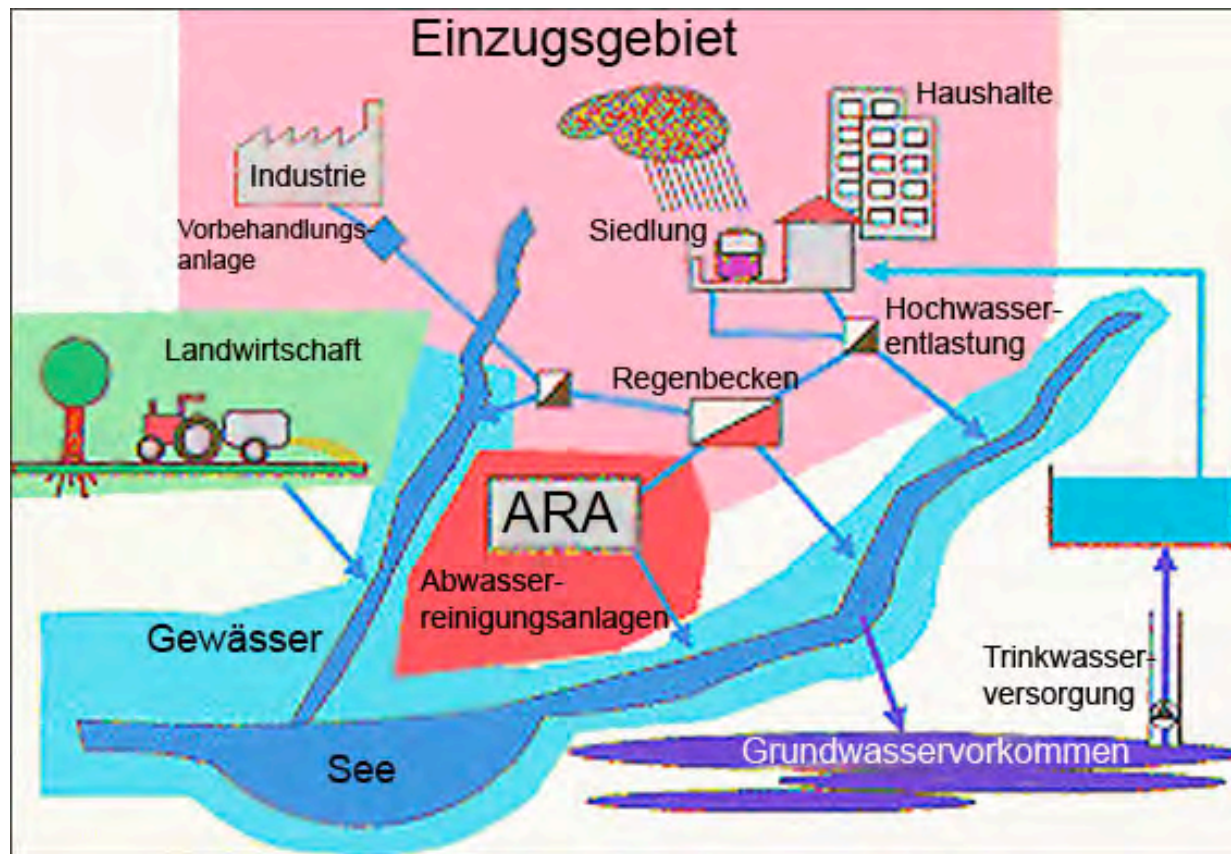
## Von der Schwemmkanalisation zur Kläranlage III

### Ausbau der Kläranlagen: Reduktion des Ausstosses von Spurenstoffen

In den nächsten Jahren wird in ca. 100 Schweizer Kläranlagen der Ausstoss an Spurenstoffen technisch aufwendig reduziert. Dies geschieht mittels Ozonisierung oder mit Aktivkohle in Kombination mit Membranfiltern.

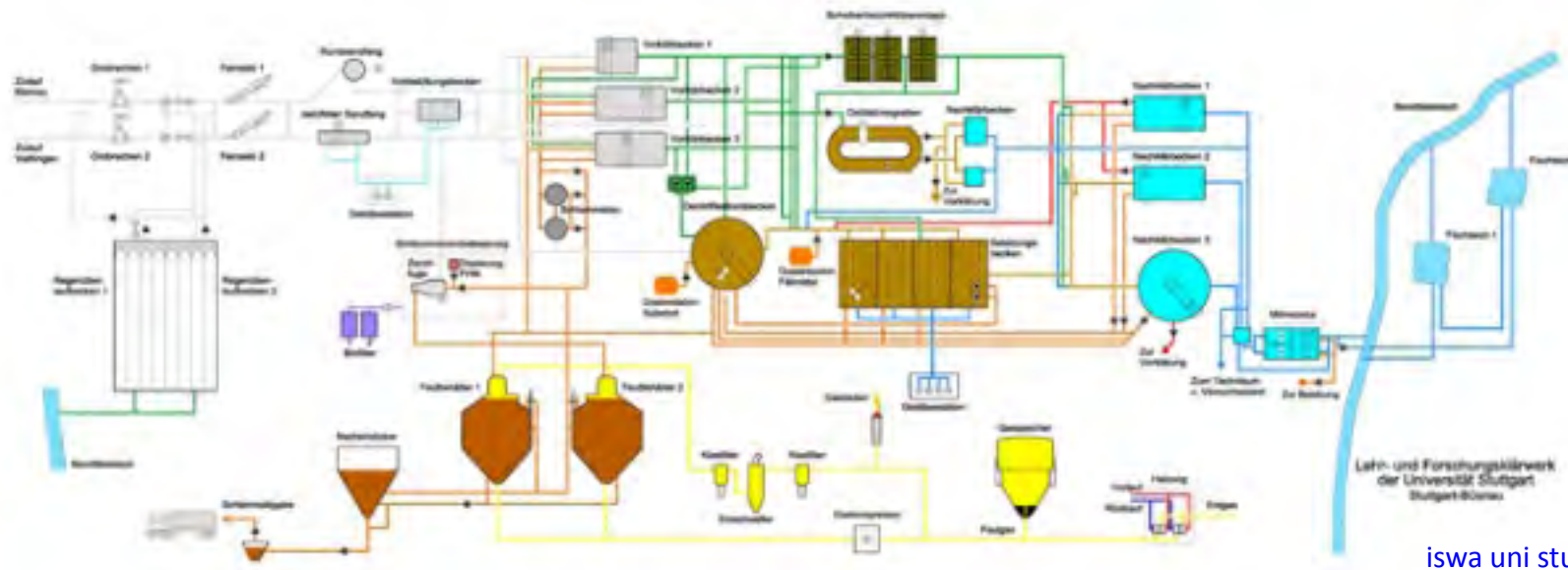
Die Basler Kläranlage Pro Rheno formuliert es so: „Da **immer mehr Stoffe den Weg ins Abwasser finden**, enthält dieses zunehmend Mikroverunreinigungen, die trotz der Abwasserreinigung nicht vollständig eliminiert werden können. Diese Stoffe sollen **so gut wie möglich** aus dem Abwasser entfernt werden.“ Die Inbetriebnahme der Erweiterung ist für das Jahr 2022 geplant.

## Von der Schwemmkanalisation zur Kläranlage III Die Kanalisation besteht nicht nur aus Röhren



Kanalisationssysteme sind technisch aufwendige Konstrukte mit Vorbehandlungsanlagen, Rückhaltebecken, Pumpen etc. Der Endpunkt des Kanalisationssystems ...

## Von der Schwemmkanalisation zur Kläranlage III Kläranlage = Hightech-End-of-pipe-Zentrum



iswa uni stuttgart, undat.

.... bildet die Kläranlage. Kläranlagen sind heute eigentliche Hightech-End-of-pipe-Zentren.

# Von der Schwemmkanalisation zur Kläranlage III

## Stoff-Umlagerung durch Kläranlage mit Schlammverbrennung und Abluftreinigung

Kläranlagen bewirken, dass ein eigentliches End-of-pipe-System entsteht. Dieses lagert die Schadstoffe in kleinen Dosen auf Boden sowie Luft um bzw. auf das Wasser zurück. Die Schadstoffe werden so meist nicht mehr wahrnehmbar fein verteilt.

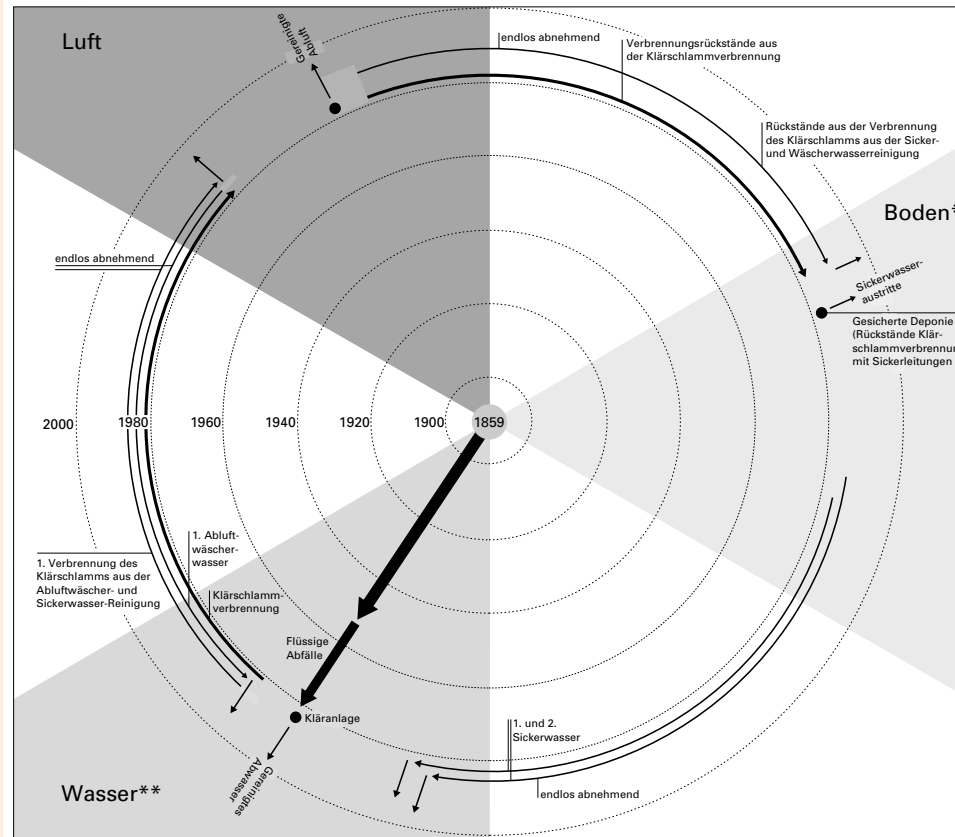


Abb. 5: Die von einer Kläranlage mit Klärschlammverbrennung, Abluftreinigung und gesicherter Deponie ausgelösten Stoffumlagerungen vom Wasser auf die Luft sowie vom Wasser auf den Boden.

**Stoffstrom:**  
 - - - - - verschwindet  
 — klein  
 — klein bis mittel  
 — mittel  
 — mittel bis gross  
 — gross

\* inkl. Grundwasser  
 \*\* Oberflächengewässer

Forster, 2010



## Von der Schwemmkanalisation zur Kläranlage III Stoff-Umlagerung durch Kläranlage mit Schlammverbrennung, Abluftreinigung und Deponie

### Warum?

- 1) In der Kläranlage erfolgt die Wasserreinigung „so gut wie möglich“. Das heisst: Ein Teil der Stoffe wird abgebaut, ein Teil geht durch und ein Teil landet im Klärschlamm.
- 2) Die Schlammverbrennung bedingt eine Trocknung des Klärschlammes (ergibt Abwasser). Hinter dem Ofen hat es eine Abluftreinigung (gibt Abwasser), die einen Teil der Schadstoffe aus der Abluft herausfiltert. Der Rest geht in die Luft.

## Von der Schwemmkanalisation zur Kläranlage III

### Stoff-Umlagerung durch Kläranlage mit Schlammverbrennung, Abluftreinigung und Deponie

3) Das Abwasser aus Schlamm-trocknung und Abluftreinigung wird in die Kläranlage geleitet, dort gereinigt, was neuen Klärschlamm ergibt, der wiederum verbrannt wird.

4) Die Rückstände aus der Schlammverbrennung gelangen auf eine Deponie. Das Sickerwasser der Deponie wird in der Kläranlage gereinigt und erzeugt so Schlamm, der verbrannt werden muss, was wiederum Rückstände ergibt, die deponiert werden müssen etc.

# Von der Schwemmkanalisation zur Kläranlage III

## Das End-of-pipe-Umlagerungssystem einer Kläranlage mit Schlammverbrennung, Abluftreinigung und Rückstandsdeponie

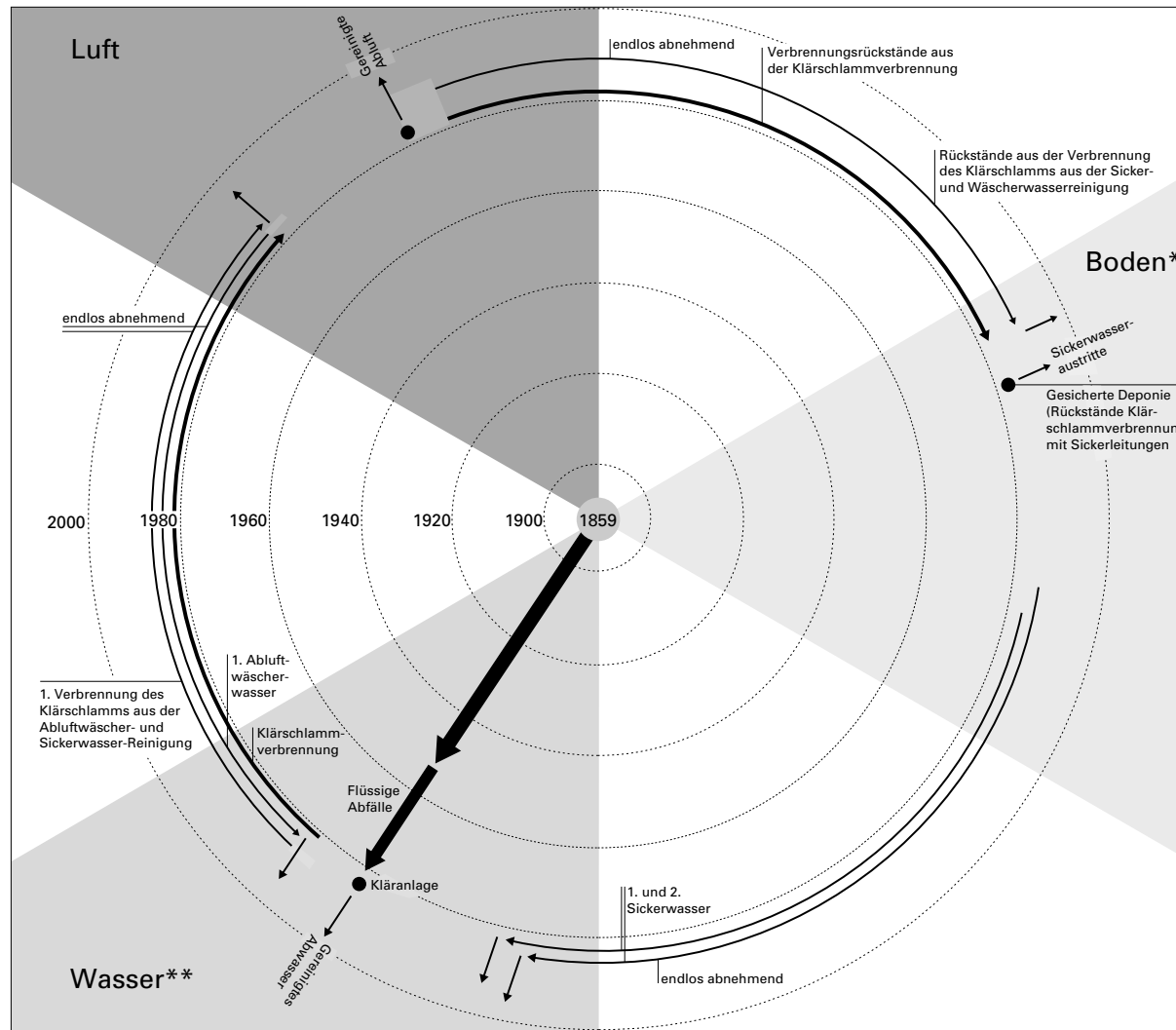


Abb. 5: Die von einer Kläranlage mit Klärschlammverbrennung, Abluftreinigung und gesicherter Deponie ausgelösten Stoffumlagerungen vom Wasser auf die Luft sowie vom Wasser auf den Boden.

## Von der Schwemmkanalisation zur Kläranlage III Der (End-of-pipe-) Wirtschaftszweig

Wert der Wasserversorgungsinfrastruktur

und des End-of-pipe-System

Kanalisation/Kläranlagen:

218 Milliarden Franken

Der Wert der Verkehrsinfrastruktur

(Strasse, Schiene):

282 Milliarden Franken

Der viel einfachere und günstigere Weg aber wäre gewesen, das Wasser erst gar nicht zu verschmutzen.

Und: trotz aller technischen Nachrüstung von Kläranlagen wird es nie über das „so gut wie möglich reinigen“ des Abwasser hinausgehen.

# Von der Schwemmkanalisation zur Kläranlage

Danke für Ihre Aufmerksamkeit