

# 1. Introduction



Haute école d'ingénierie et d'architecture Fribourg  
Hochschule für Technik und Architektur Freiburg

**EPFL**



Urban Hydraulic Systems  
Prof. Dr. Michael Pfister

# 1. Introduction

## *Goals of this chapter*

- Objectives of urban hydraulic systems
- How was it before they were installed?
- Overview of urban hydraulic systems
- Definitions
- Consumption of fresh water
- Cost of urban hydraulic systems

# 1. Introduction





# 1. Introduction





# 1. Introduction



# 1. Introduction



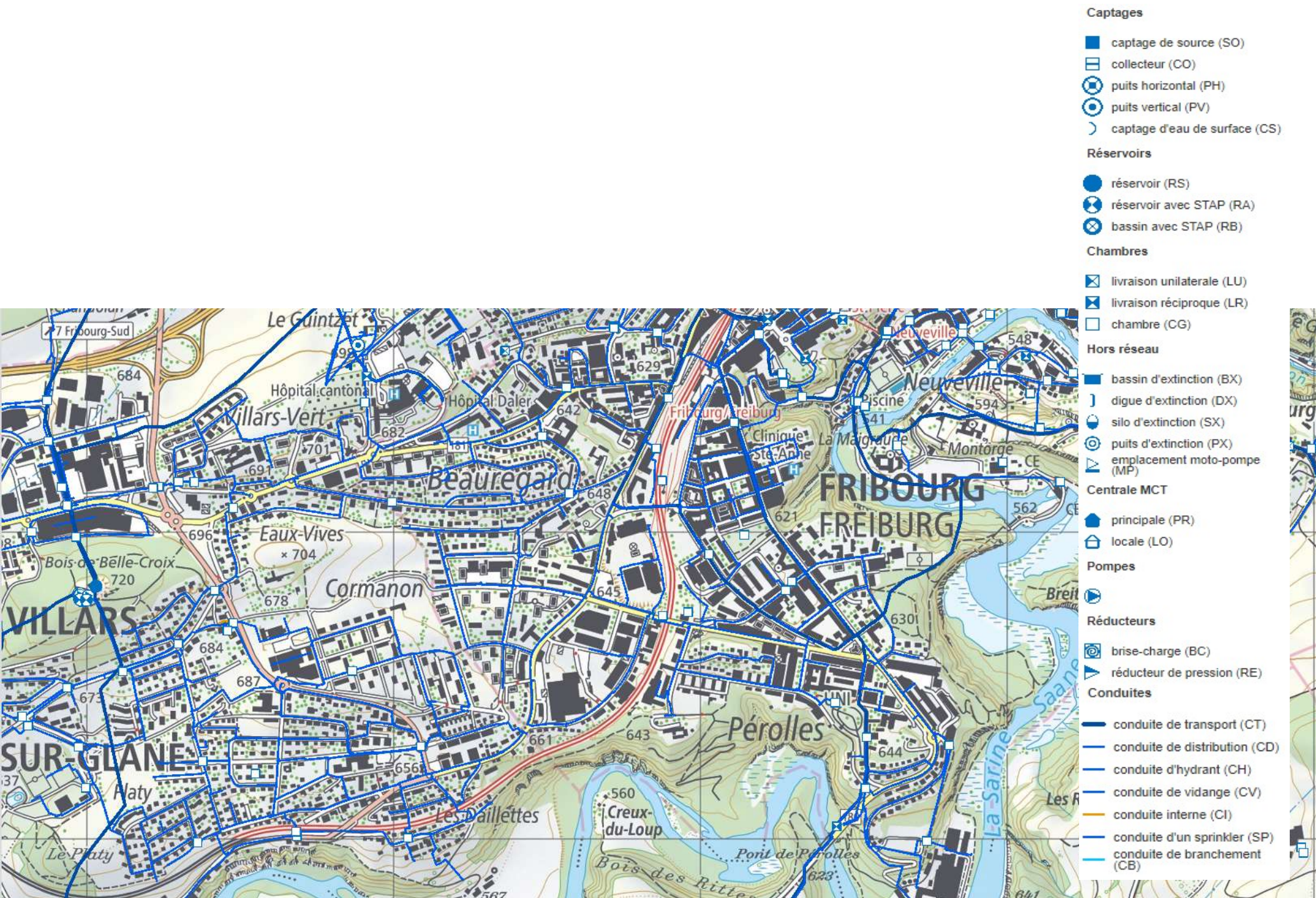


# 1. Introduction



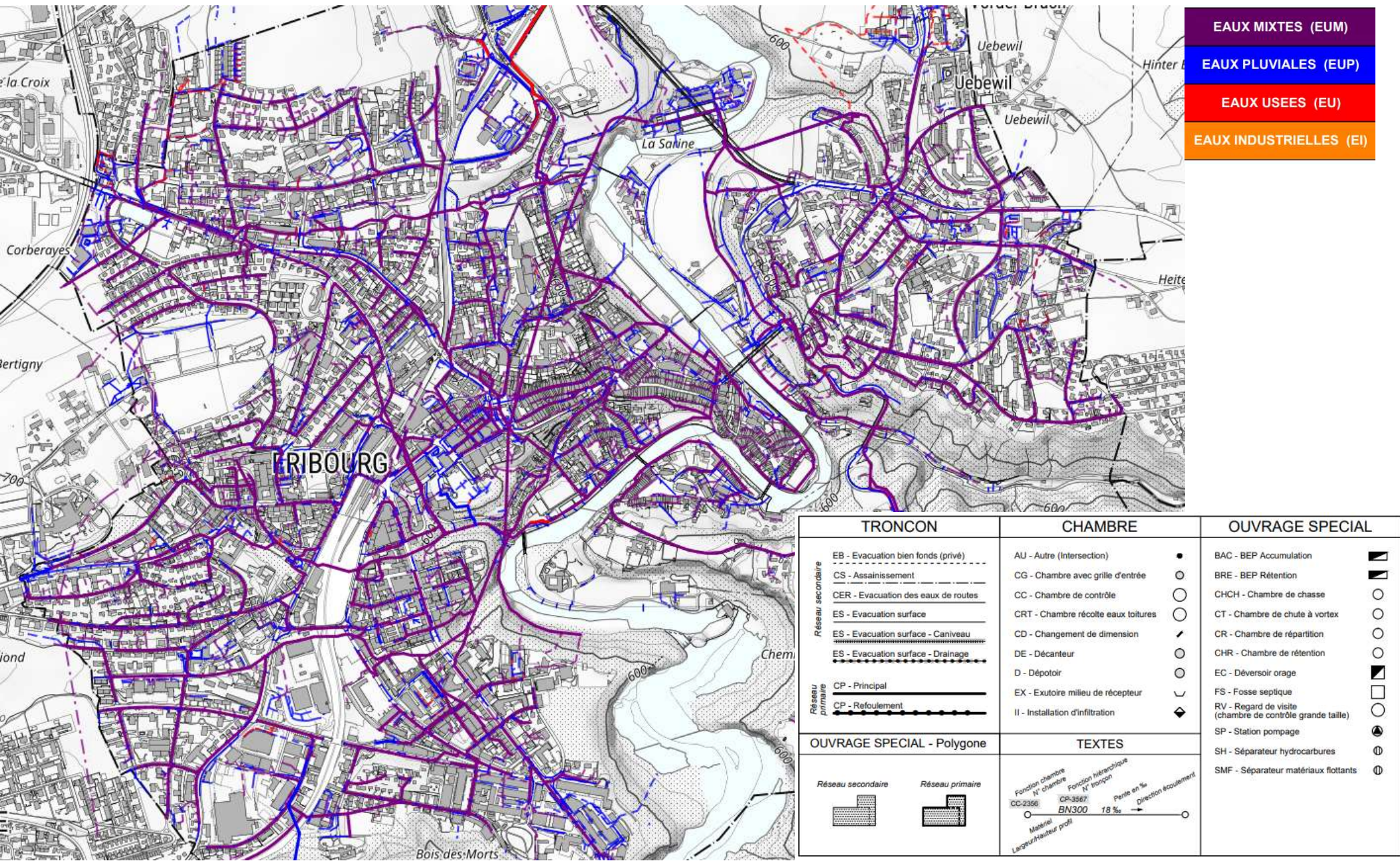


# 1. Introduction





# 1. Introduction





# 1. Introduction

## *Objectives of urban hydraulic systems*

- Flood protection (collection and drainage of rain, melt water, ground water)
- Provide fresh water (management and transport of water in an adequate quantity, pressure, and quality from sources, ground water, or lakes to consumer)
- Transport of waste (comfort, hygiene)
- Minimize water pollution
- Preserve environment
- Efficient, economical and reliable

## Urban hydraulic systems

- protect humans from nature
- protect nature from humans
- maintain reliable, economical and sustainable systems

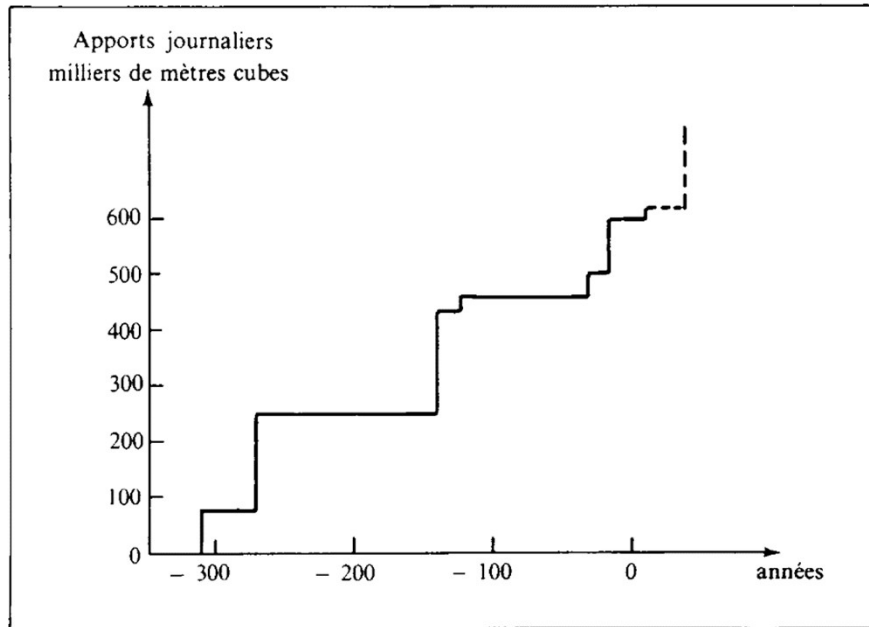


# 1. Introduction

## *Old Rome*

- Fresh water aqueducts of 400 km length
- Sewer systems (Cloaca maxima, draining and transport of waste to River Tiber)

The best water was reserved for drinking supply, the rest for baths.  
The outfalls were connected to the sewer to keep it clear.



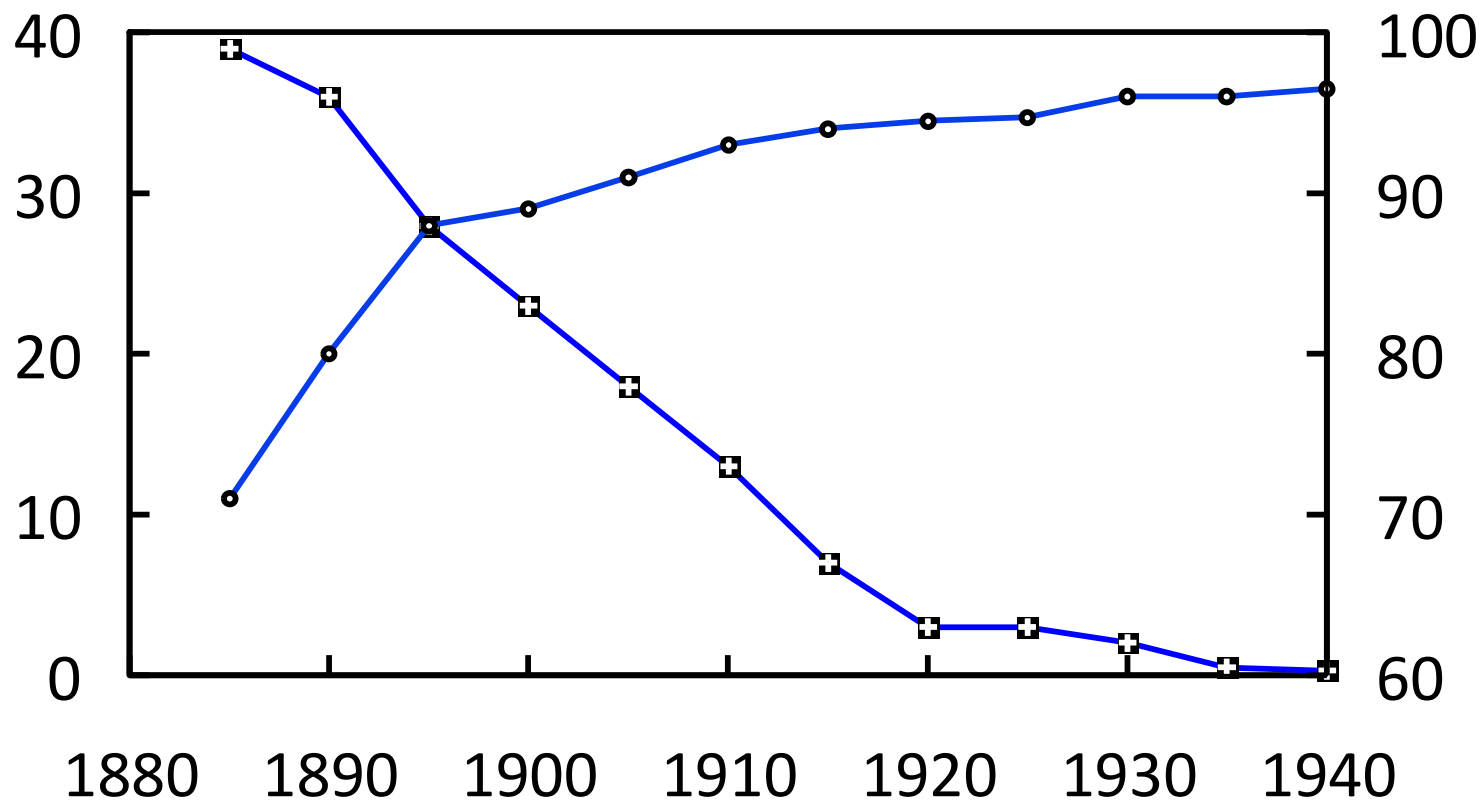


# 1. Introduction

*Massachusetts, USA* (Whipple and Horwood 1966, Gujer 1999)

Left: typhus deceased per 100'000 residents per year

Right: ratio of population connected to public water supply





# 1. Introduction

Extreme Trockenheit

09. November 2015 05:48; Akt: 09.11.2015 12:12

## Zürcher Gemeinden geht das Trinkwasser aus

Zürcher Gemeinden rufen ihre Bürger zum Wassersparen auf. So wurde in Schlatt ZH bereits der Notstand ausgerufen, bald müssen Tanklaster Trinkwasser bringen.

## Achtung, Pestizide im Schweizer Trinkwasser

Bei jeder fünften Fassung von Trinkwasser werden zu viele Pestizide gemessen. Nun fordern die Wasserversorger, dass der Einsatz dieser Mittel dort komplett verboten wird.

von Daniel Friedli / 17.6.2017

Leitungswasser abkochen

## Fäkalbakterien im Trinkwasser im Kanton Solothurn

19:02 Uhr  
09.07.2018

21:12 Uhr  
14.09.2018



In den drei Solothurner Gemeinden Obergösgen, Dulliken und Lostorf ist das Trinkwasser verschmutzt. Wegen einer Störung der Kläranlage Winznau gelangten Fäkalbakterien ins Wasser. Die Behörden empfehlen, das Leitungswasser abzukochen.

## 1 Million Schweizer trinkt Wasser aus «gefährdeten» Quellen

Das Bundesamt für Umwelt warnt vor verschmutztem Grundwasser. Schuld sind sich ausbreitende Siedlungen und die Landwirtschaft.



Projekt «STORM»: Abwassereinleitungen aus Kanalisationen bei Regenwetters

## Gewässerbelastungen durch Abwasser aus Kanalisationen bei Regenwetter



Abo Qualität des Zürcher Wassers

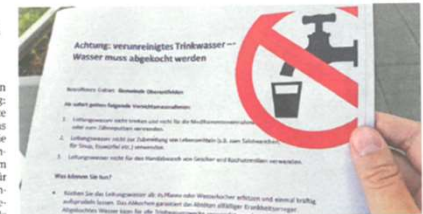
## In diesen Gemeinden hat es zu viel Pestizid

60 Prozent der Grundwasser-Proben im Kanton Zürich überschreiten die Grenzwerte. Der Bauernverband wehrt sich, dafür verantwortlich zu sein.

DONNERSTAG, 13. JULI 2017 / 20MINUTEN.CH

## Gemeinden warnen vor verseuchtem Trinkwasser

OBERENTFELDEN. Bewohner von zwei Gemeinden dürfen im Moment kein Hahnwasser trinken. Es könnte verseucht sein.



Im Kanton Aargau wütheten die Gewitter in den vergangenen Tagen besonders heftig. Auch die Ufer in Oberentfelden AG führte plötzlich viel Wasser und verschmutzte das Trinkwasser. Am Dienstag erhielten die Einwohner einen Brief der Gemeinde: Hahnwasser dürfe momentan nicht zum Trinken, Abwaschen, Zähneputzen und für die Zubereitung von Lebensmitteln verwendet werden – ausser, es werde vorher gekocht. «Konsultieren Sie einen Arzt, falls Sie an Fieber, Durchfall oder Erbrechen erkranken», steht auf dem Flyer.

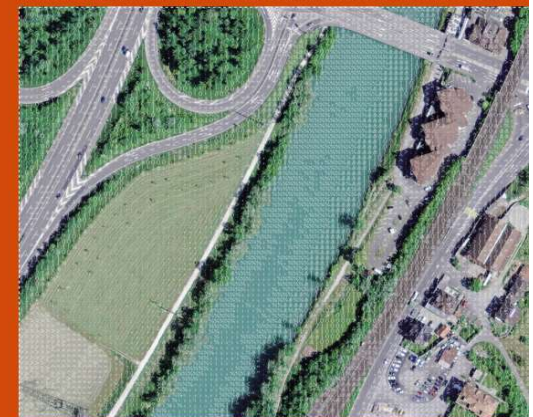
Melanie Leser zeigen sich beunruhigt: «Man kommt ja so schnell in Kontakt mit Wasser». Die Gemeinde spricht aber von einer Vorsichtsmaßnahme. «Nach den Untersuchungen haben wir festgestellt, dass die Grundwasserfassung und das Pumpwerk verschmutzt sind», sagt Vizekommun Mar-

kus Bärcher. Es handle sich vor allem um Sand und Schlamm – Tierfäkalien könnten aber nicht ausgeschlossen werden. «Gesundheitliche Beschwerden wurden aber noch keine gemeldet», so Bärcher. Er rechnet frühestens heute Abend mit einer Entwarnung. Auch das nahe gelegene Kotten-

wil kämpft zurzeit mit den gleichen Problemen. Hier wurde die Bevölkerung ebenfalls über die Verschmutzung aufgeklärt. Pasta Hersteller Pastirella hat vorübergehend eine Frischwasserleitung aus dem benachbarten Mühlen erhalten. csw

## > Mikroverunreinigungen in Fließgewässern aus diffusen Einträgen

Situationsanalyse



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

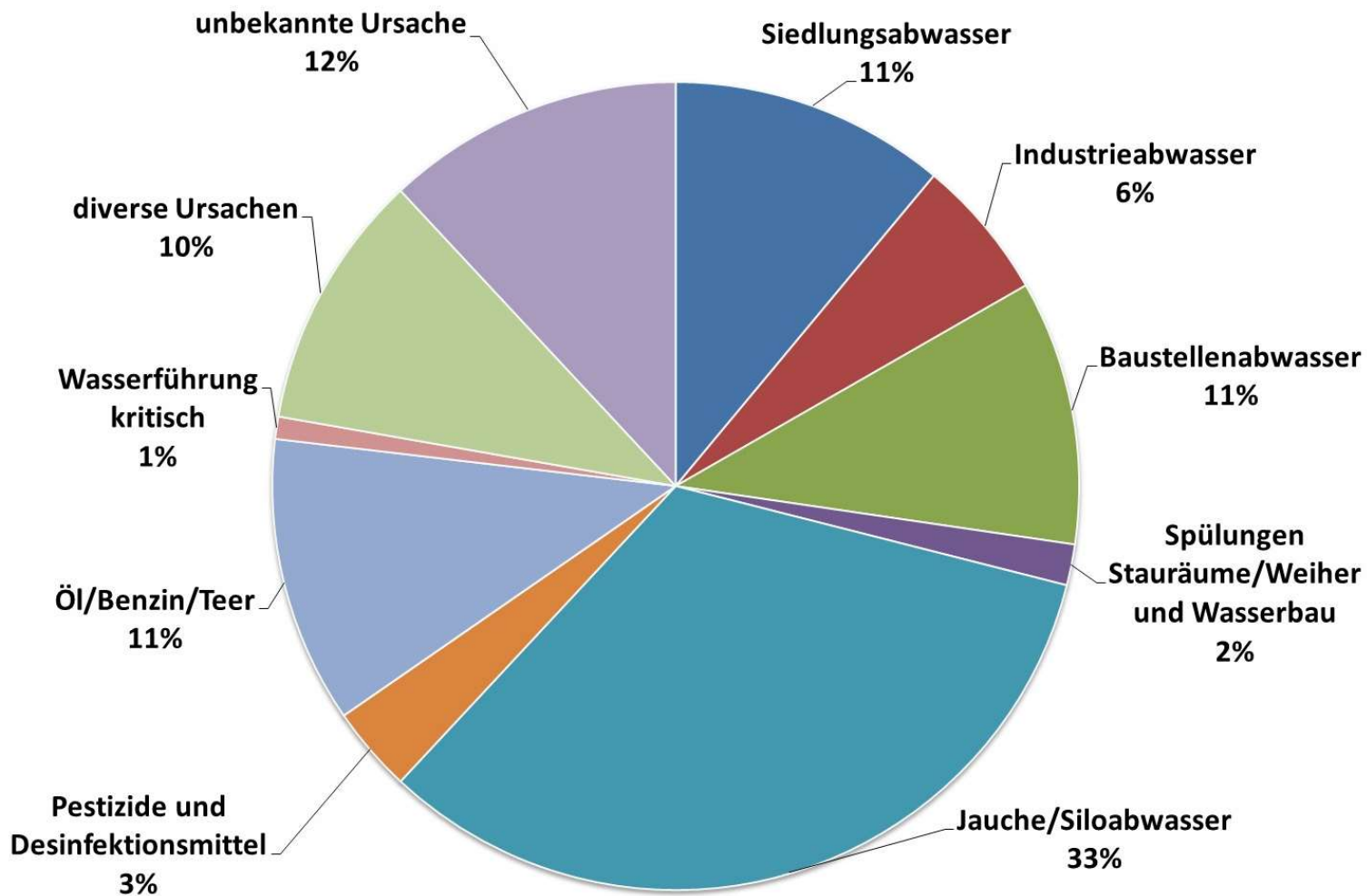
Bundesamt für Umwelt BAFU



# 1. Introduction

*Switzerland*

River course pollution

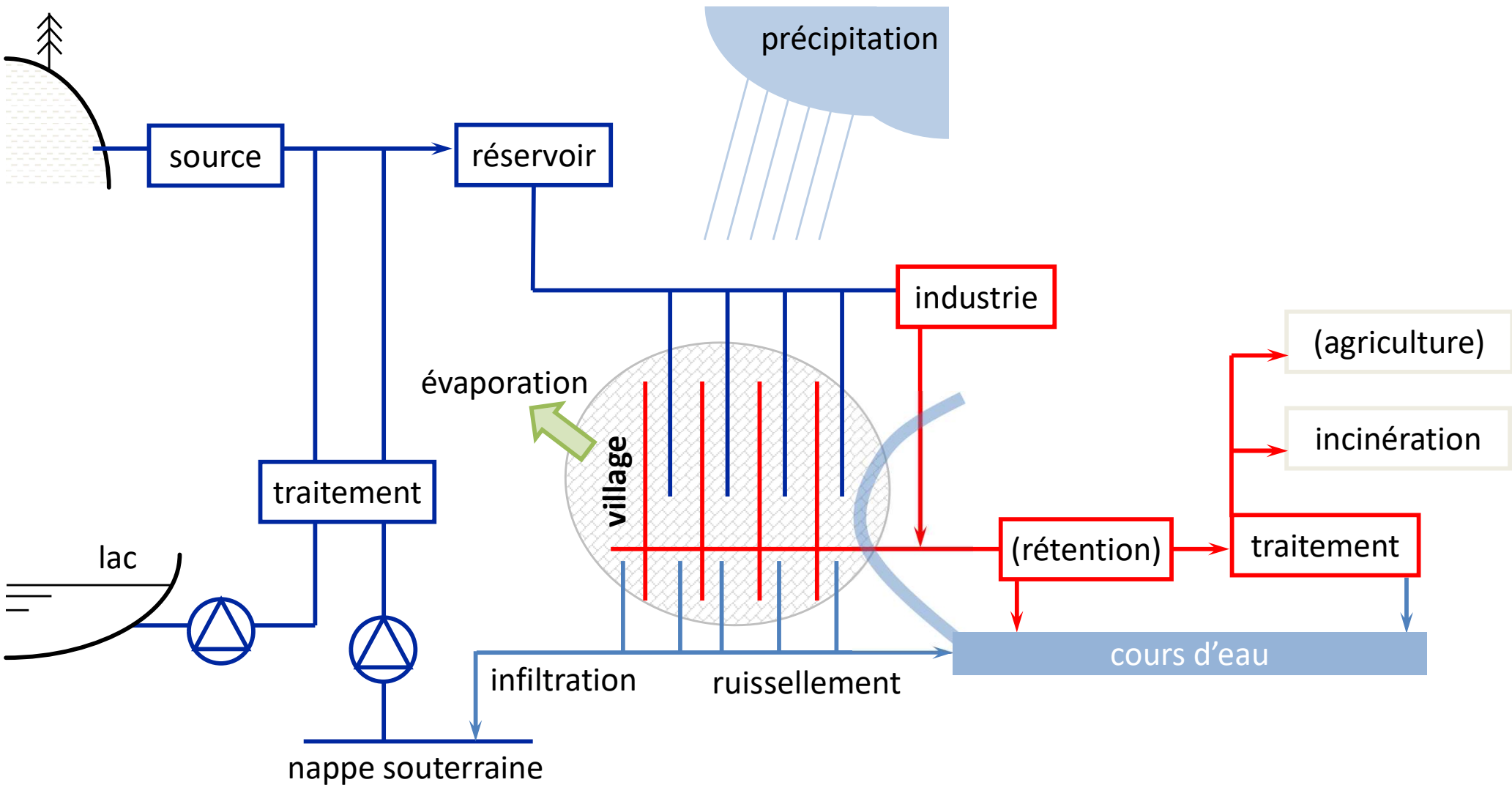


Ursachen von Gewässerverschmutzungen (%) 2008 bis 2017 (© Kanton Aargau)



# 1. Introduction

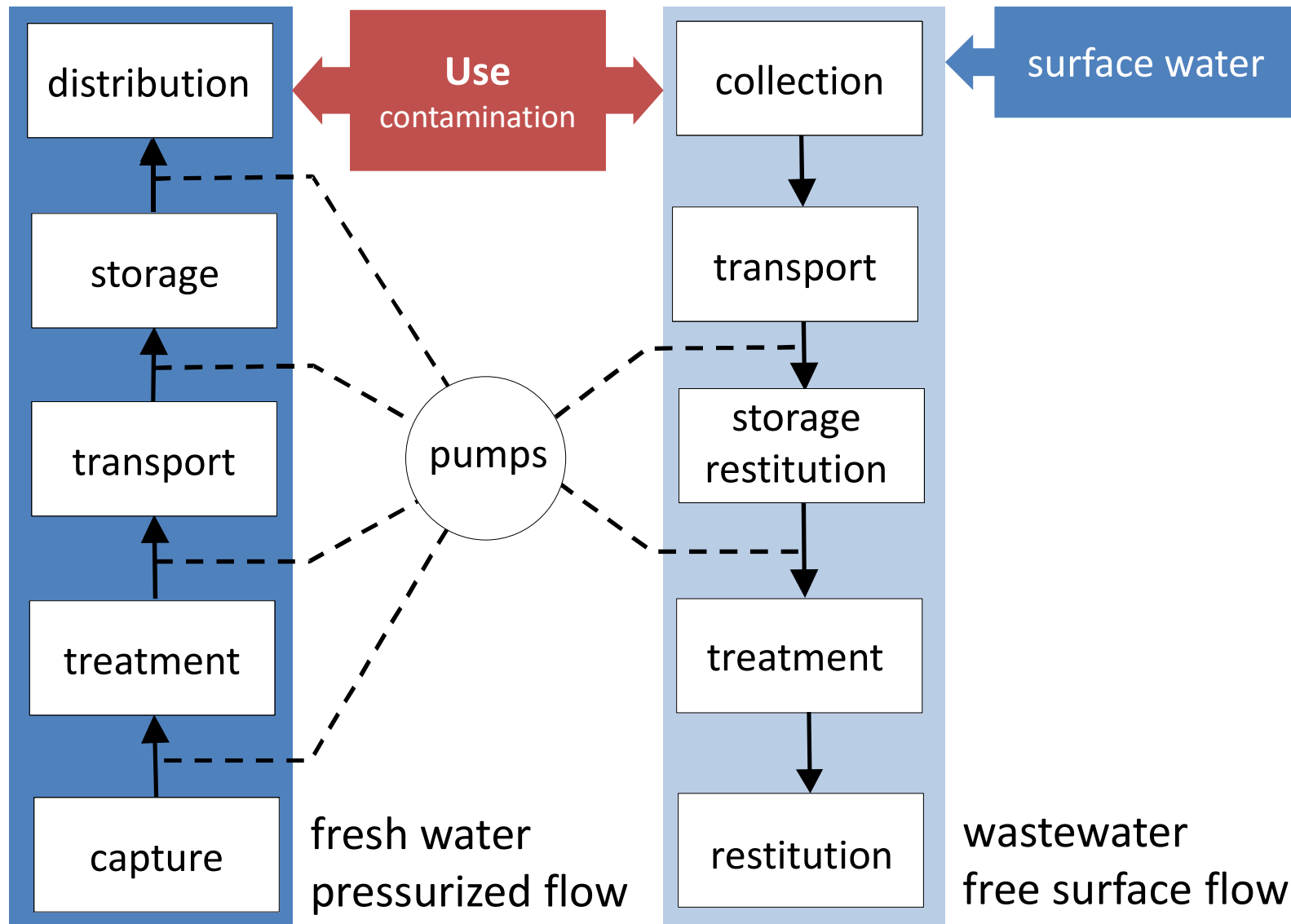
## Water circuit in urban areas





# 1. Introduction

## Water circuit in urban areas





# 1. Introduction

Estimated water balance for central Switzerland

Rainfall (e.g. Lausanne)	1'100 mm/a
--------------------------	------------

Evapotranspiration	550 mm/a
--------------------	----------

<b>Remaining on surface</b>	<b>550 mm/a</b>
-----------------------------	-----------------

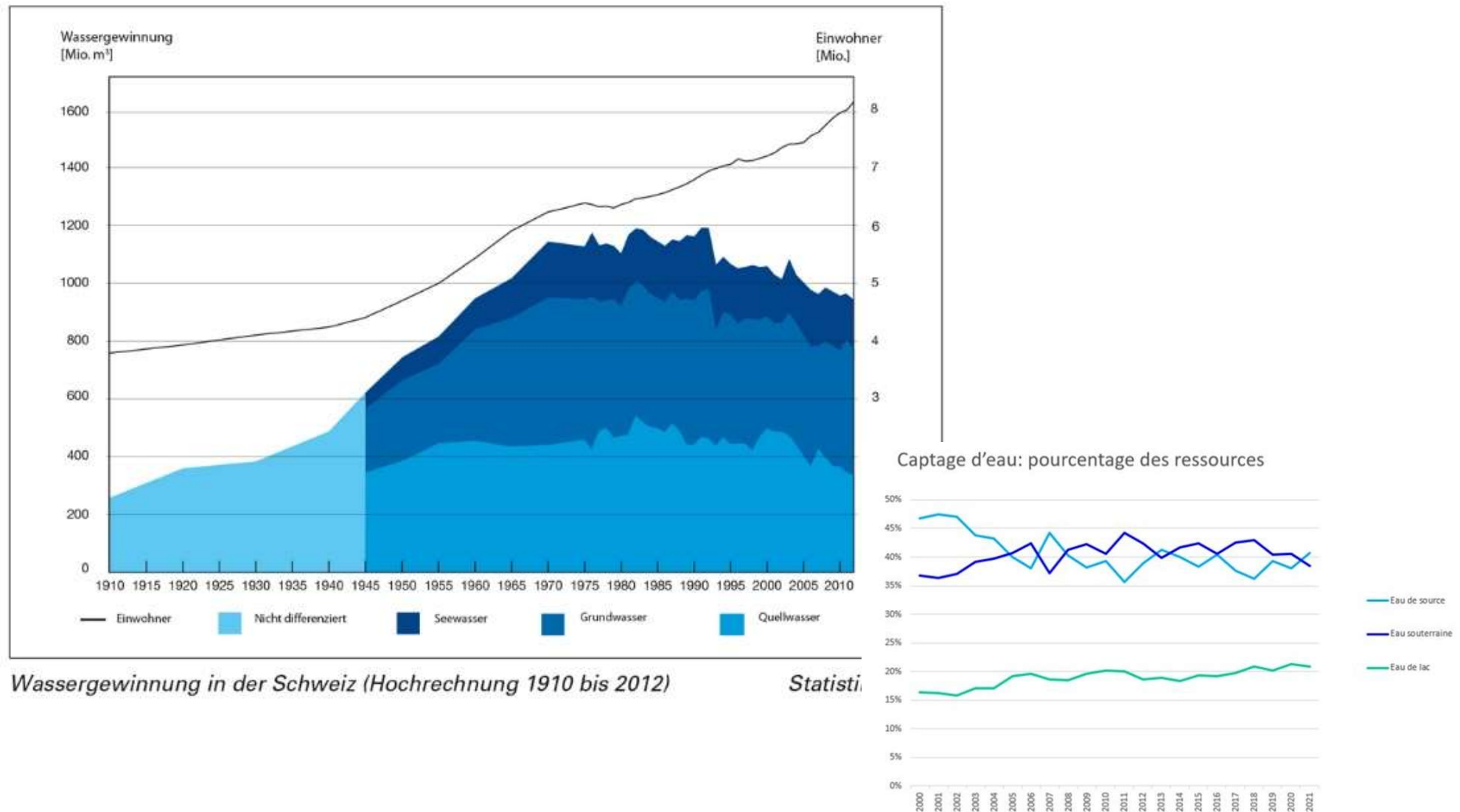
Fresh water consumption (1.0 Mrd m <sup>3</sup> /a <sub>(SVGW)</sub> , 4.4% de 550 mm/a)	25 mm/a
---	---------

<b>Wastewater treatment</b> (1.7 Mrd m <sup>3</sup> /a <sub>(eawag)</sub> , 7.5% de 550 mm/a)	<b>41 mm/a</b>
--	----------------

- Une partie des eaux mixtes sont déversées en amont de la STEP
- Les eaux claires sont restituées directement dans le milieu récepteur
- 10 à 15% des eaux accumulées traversent les systèmes hydrauliques urbains

# 1. Introduction

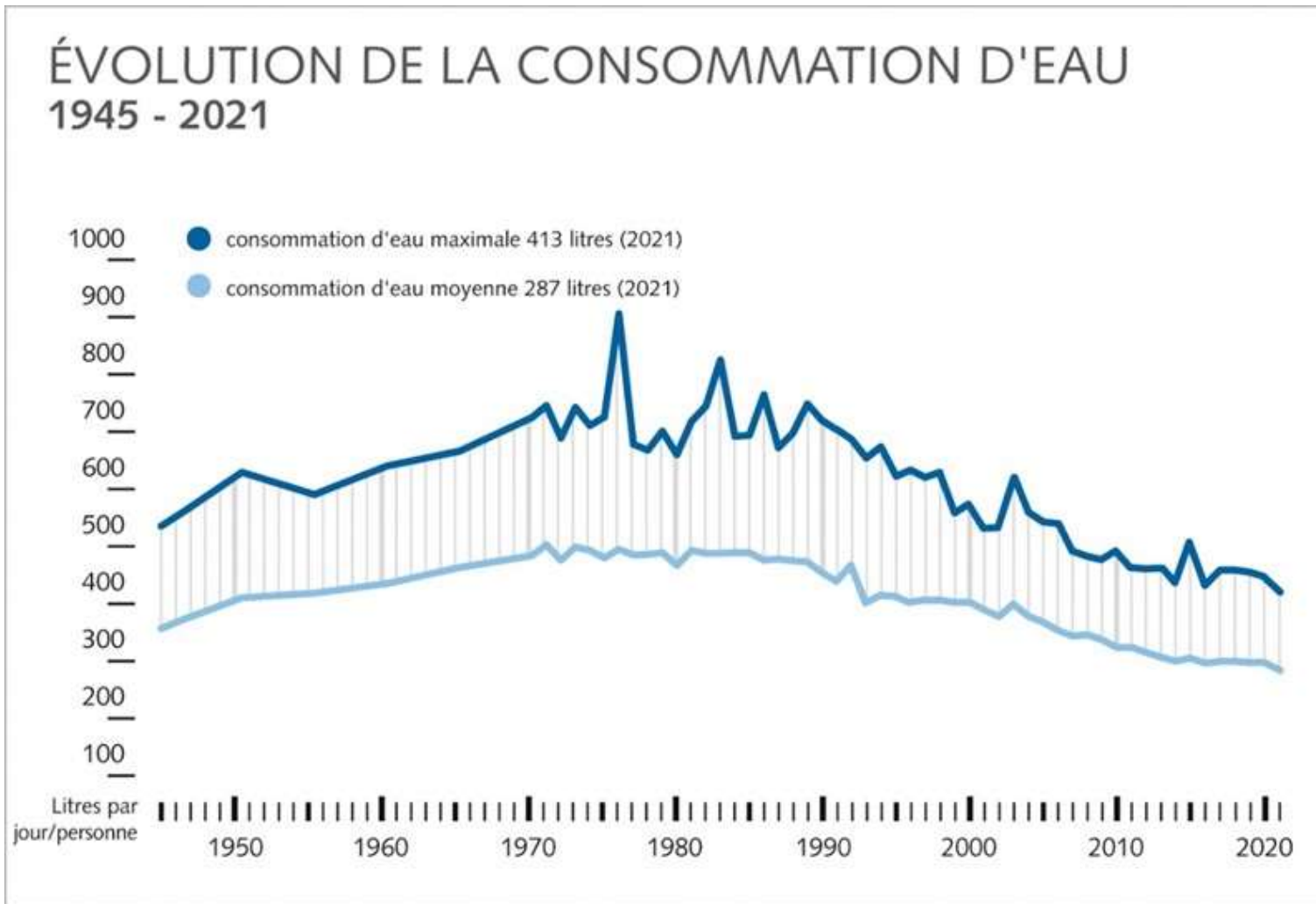
Fresh water production: 40% sources, 40% ground water, 20% lakes





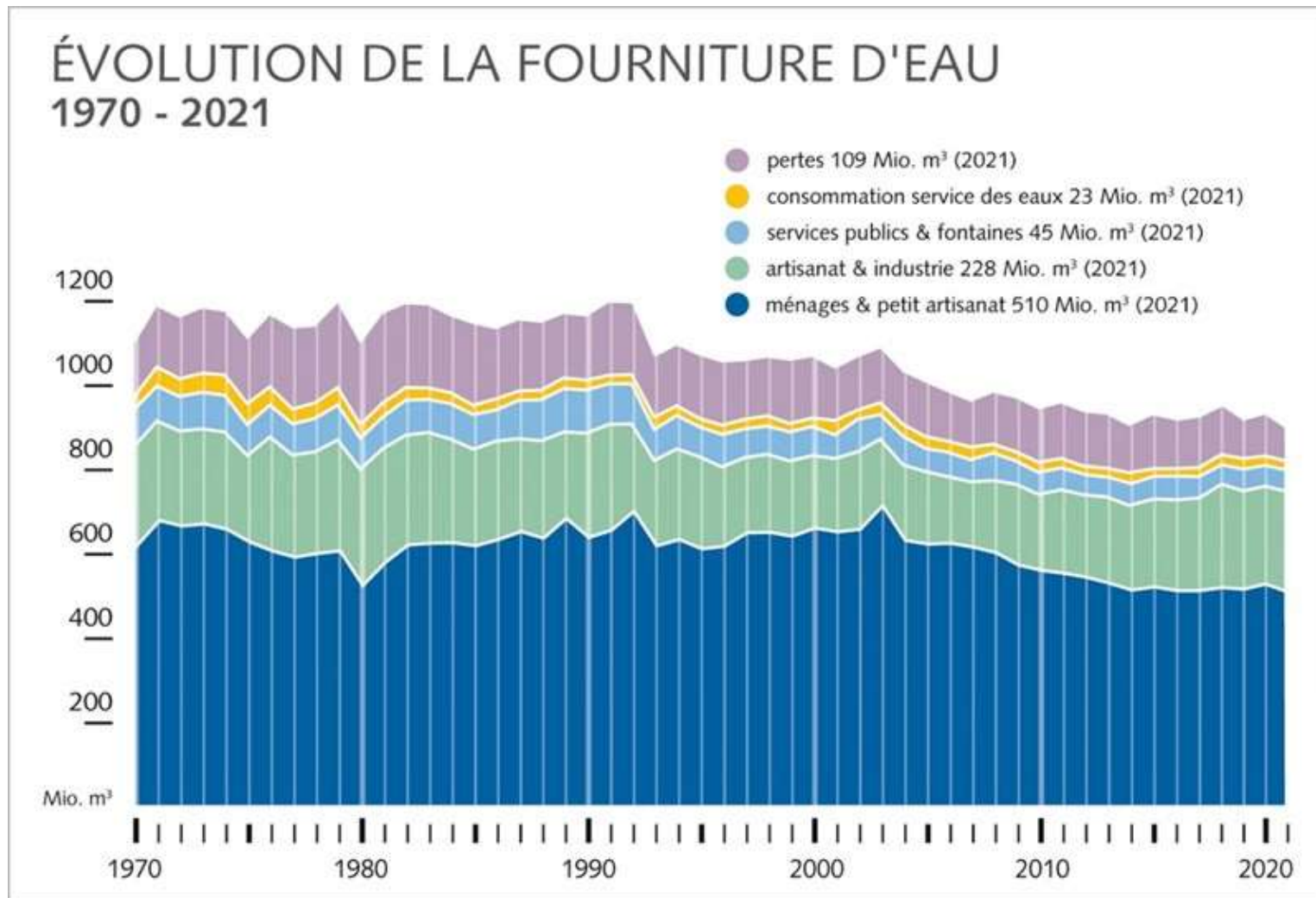
# 1. Introduction

Water consumption per resident and day



# 1. Introduction

## Water consumption per consumer category





# 1. Introduction

## *Definitions*

Fresh water: treated and hygienic water for consumption

## *Consumer*

- Domestic consumption: drinking, cooking, personal hygiene, washing machine, etc...
- Industrial and trade consumption: commercially used water
- Public consumption: fountains, cleaning of streets, reserve for fire services, public baths, water treatment facility. No tax is charged
- Losses: leaks, losses at capture

Total consumption: sum of domestic, trade, industrial and public consumption, including losses

# 1. Introduction

## Switzerland

### Use of fresh water per consumer

Households, trade	64%
Industry	16%
Public, fountains	5%
Self consumption	3%
Losses	12%

### Use of fresh water in household



(Schweizerischer Verein des Gas- und Wasserfaches)

Toilet	30%
Bath, shower	20%
Washing machine	19%
Kitchen, drinking	15%
Body care	13%
Dishwasher	2%
Others	1%



# 1. Introduction

## *Replacement cost*

(2007, BAFU)

Kategorie	Wiederbeschaffungswert (in Mio. CHF)	Lebensdauer der Infrastruktur [a]	Aktueller Zustand (zwischen 0 und 100)	Einschätzung des UI-Zustands im Vergleich zum linearen Abschreibungspfad*	Jährlicher Wertverlust (in Mio. CHF)
Öffentliche Siedlungsentwässerung Total	65 300	67			979
• Gemeindeeigenes Kanalisationsnetz	48 400	80	40	Auf	605
• Verbandskanalisation	6 200	80	40	Auf	78
• Weitere Hauptsammelkanäle	600	80	40	Auf	8
• ARA (> 500 EW) und andere Anlagen	10 100	35	60	Über	289
Kleine Abwasserreinigungsanlagen (< 500 EW)	130	20	50	Über	7
Gewerblich-industrielle Abwasserbehandlungsanlagen	2 000	15	50	Auf	133
Gebäudeinfrastruktur für Abwasser (Sanitärinstallationen, gebäudeinterne Kanalisation, Hausanschlüsse) Total	40 400	40	50	Auf	1 010
Öffentliche Trinkwasserversorgung Total	50 000	65			771
• Leitungsnetz	35 000	80	40	Auf	438
• Weitere Anlagen	15 000	45	80	Über	333
Gebäudeinfrastruktur für Trinkwasser (Sanitärinstallationen, gebäudeinterne Leitungen, Hausanschlüsse) Total	60 600	40	50	Auf	1 515
<b>Total</b>	<b>218 430</b>	<b>49</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>4 410</b>

# 1. Introduction

## *Cost*

- Fresh water supply, sewer and wastewater treatment in Switzerland costs 1'200 CHF/person·year (Gujer 1999)
- Replacement cost sewer 5'000 to 15'000 CHF/person (VSA)
- Replacement cost sewer 1'000 to 2'000 CHF/m (VSA)

## *Financial requirements*

- Investment in fresh and wastewater infrastructure of a small village of 2'500 residents: ca. 60% of all expenses (Gujer 1999)
- Maintenance of sewer 1.5 Mio Euro per 100 km and year (ATV)

## *Value*

Value of fresh and wastewater infrastructure of a small village of 2'500 residents: ca. 75 Mio CHF (Gujer 1999)

## *Age*

Main fresh water distribution conduits in Zürich: 50% were build before 1920 (Gujer 1999)



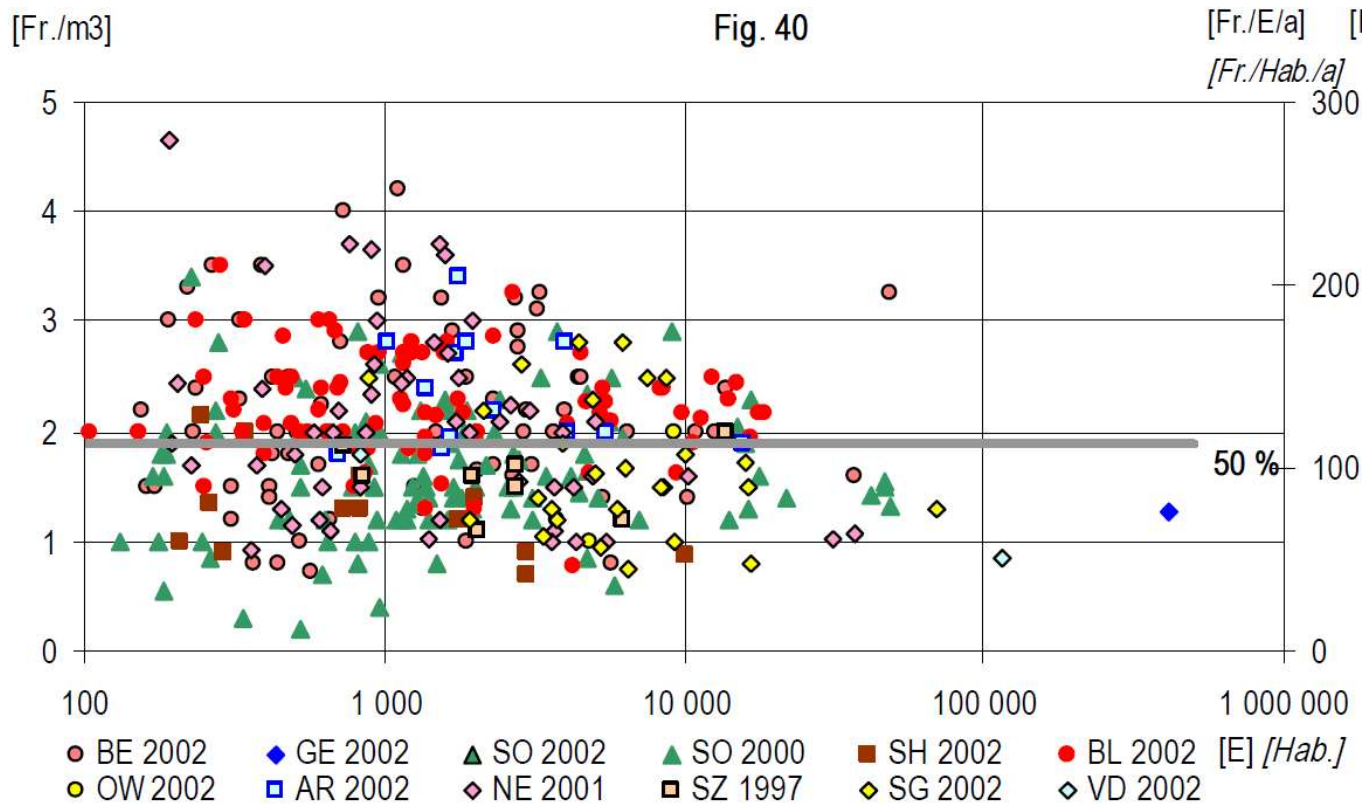
# 1. Introduction

*Prize of fresh water (€ per m<sup>3</sup>, 2004)* (BfS, Gujer 1999)

Lausanne: 1.32 €, Genève: 1.43 €, Bern: 1.15 €, Zürich: 1.34 €.

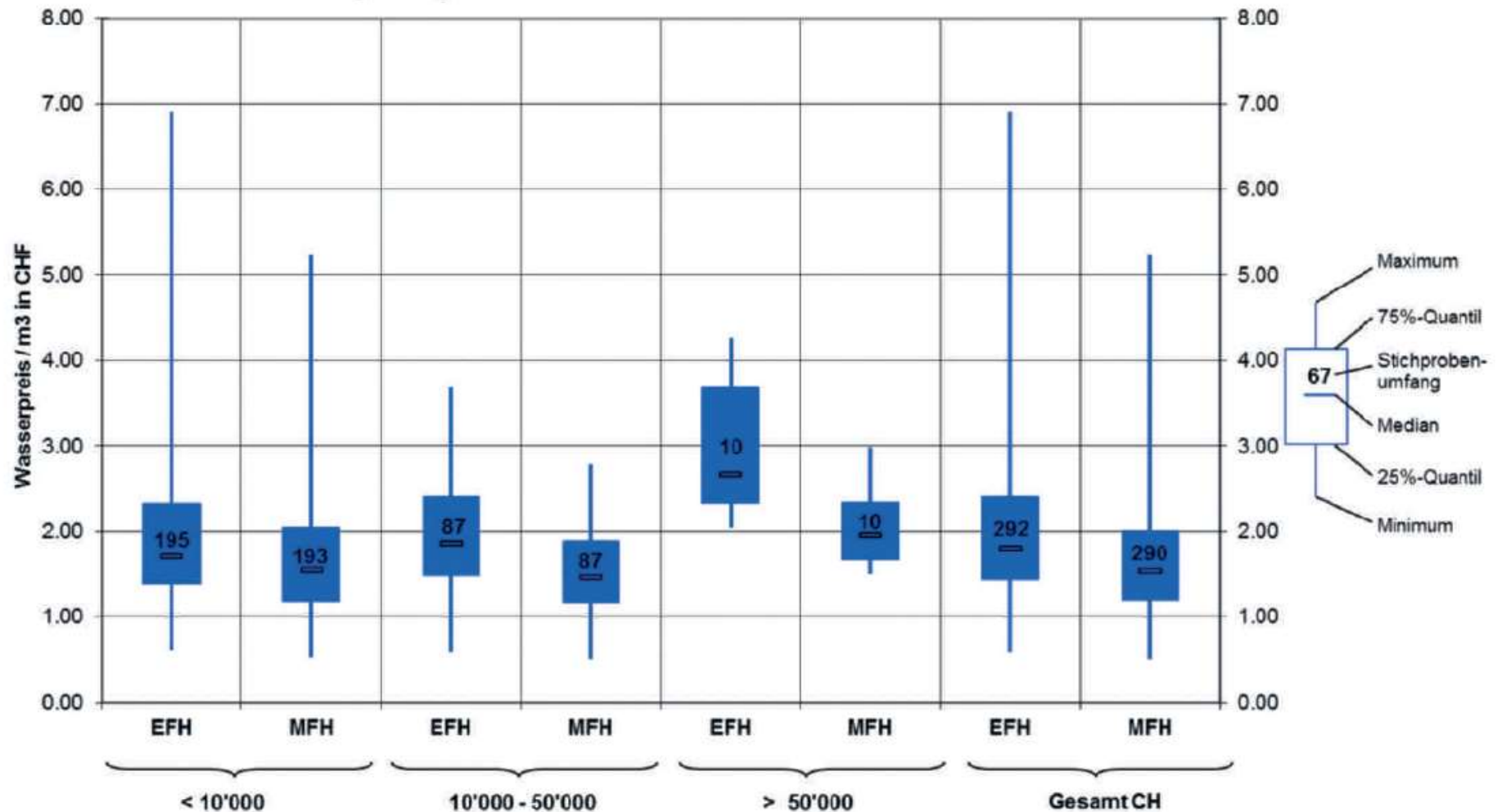
Average: 2.00 CHF

*Prize for wastewater treatment (CHF per m<sup>3</sup>, 2004)* (BUWAL 2003)



# 1. Introduction

*Prize of fresh water (CHF per m<sup>3</sup>, 2004)* (AQUA & GAS 2012)





# 1. Introduction

*Prize of fresh water and wastewater (CHF per m<sup>3</sup>, 2015)*

**Gebühr: Wo Wasser kostet, wo Abwasser**

Top 5	Rang	Wasser (in CHF)	Abwasser (in CHF)
<b>Günstigste</b>	1	Stans (0.50)	Bellinzona (0.70)
	2	Sitten (0.67)	Chur (0.75)
	3	Altdorf (0.86)	Delsberg (1.10)
	4	Schwyz (0.90)	Aarau (1.16)
	5	Bellinzona (0.96)	Lausanne (1.20)
<b>Teuerste</b>	1	St. Gallen (2.93)	Neuenburg, Zürich (2.53)
	2	Bern (2.31)	Genf (2.49)
	3	Neuenburg, Lausanne (2.26)	Appenzell (2.48)
	4	Basel (2.18)	Herisau, Basel (2.30)
	5	Chur (1.01)	Schaffhausen (1.26)

Publiziert am 20.07.2015 | Aktualisiert am 20.07.2015

# 1. Pro memoria

## Urban hydraulic systems

- Protect humans from nature (diseases, floods)
- Protect nature from humans (exploitation, pollution)
- Are relevant infrastructures for preservation of civilization
- Usable water resources (CH): sources (40%), ground water (40%), lakes (20%)
- Main consumer are households and trade (64%)
- Swiss fresh water production 1'000 mio m<sup>3</sup> per annum
- Swiss average fresh water consumption 300 l/d and person
- Water circuit in urban areas is complex
- Water management (fresh/waste) is expensive
- Fresh water prizes are low
- Immense value of infrastructure

*Questions?*