

Kontamination des Genfersees durch Mikroverunreinigungen

Rolle der CIPEL

Audrey KLEIN - CIPEL

EAWAG Infotag: Mikroverunreinigungen im Wasser – Massnahmen bei der Abwasserreinigung

CIPEL 
*Commission internationale
pour la protection des eaux du Léman
(Internationale Kommission zum Schutz des Genfersees)*



Die CIPEL

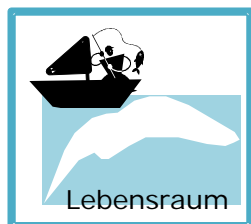
Ein zwischenstaatliches französisch-schweizerisches Organ mit den folgenden Aufgaben (seit 1962):

- Überwachung
- Suche nach dem Ursprung von Verschmutz
- Koordinierung der Wasserpolitik
- Empfehlungen
- Information



Aktionsplan 2011-2020:

„Schutz für den Genfersee, seine Ufer und seine Zuflüsse – heute und morgen“

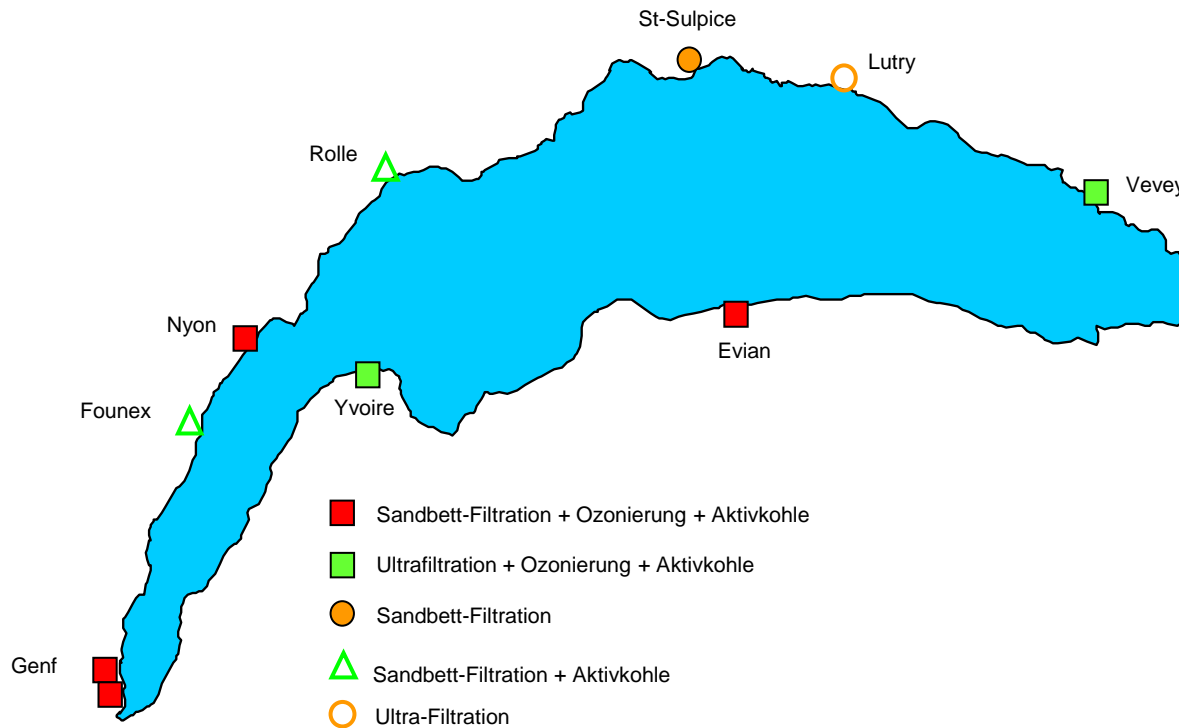


Priorität: Mikroverunreinigungen

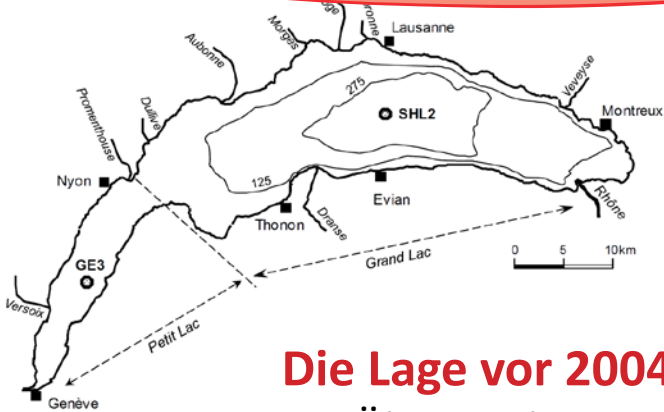
Leitthema: Trinkwasser

Der Genfersee: Eine Trinkwasserressource für nahezu **900.000 Personen**

Lokalisierung der 10 Pumpstationen rund um den See und Arten der Behandlung



Programm für die Überwachung



Die Lage vor 2004

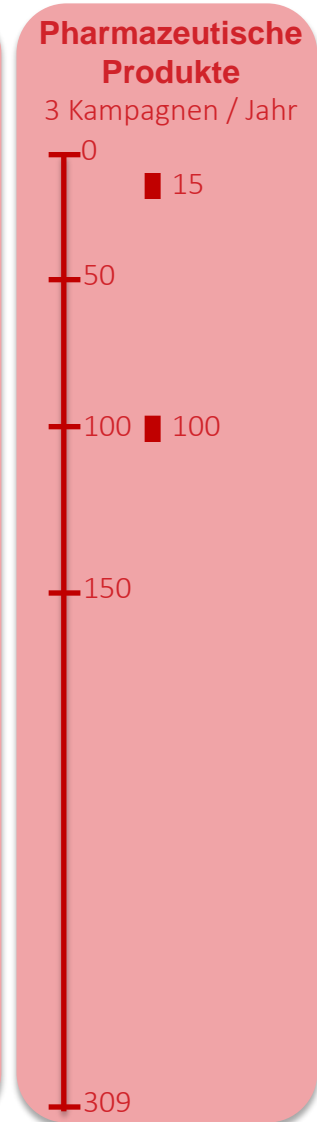
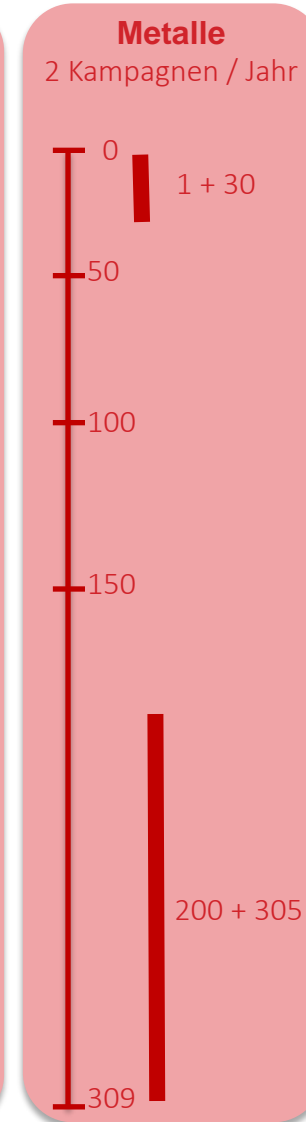
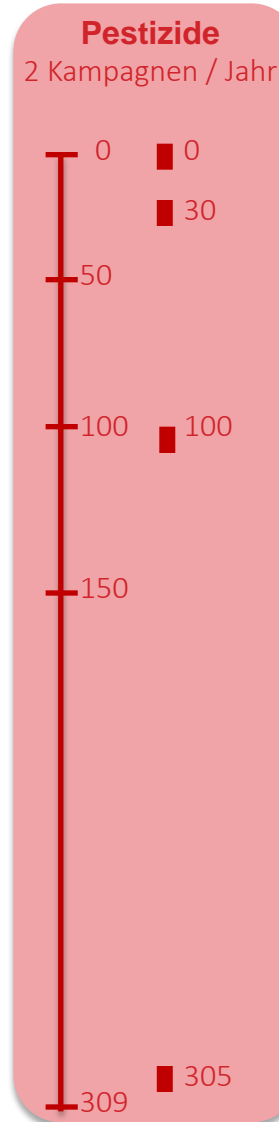
- Überwachung von **~15 Substanzen**
- 4 festgestellte Substanzen

Seit 2004

- Einsatz einer neuen Technologie
- Simultane Analyse von über **250 Pestiziden**
- **30** festgestellte Substanzen

2015

- **400** untersuchte **Pestizide** / **40** festgestellte Pestizide
- **58** Arzneimittelrückstände / **5** festgestellt



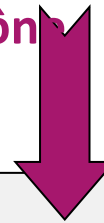
Mikroverunreinigungen industrieller und häuslicher Herkunft



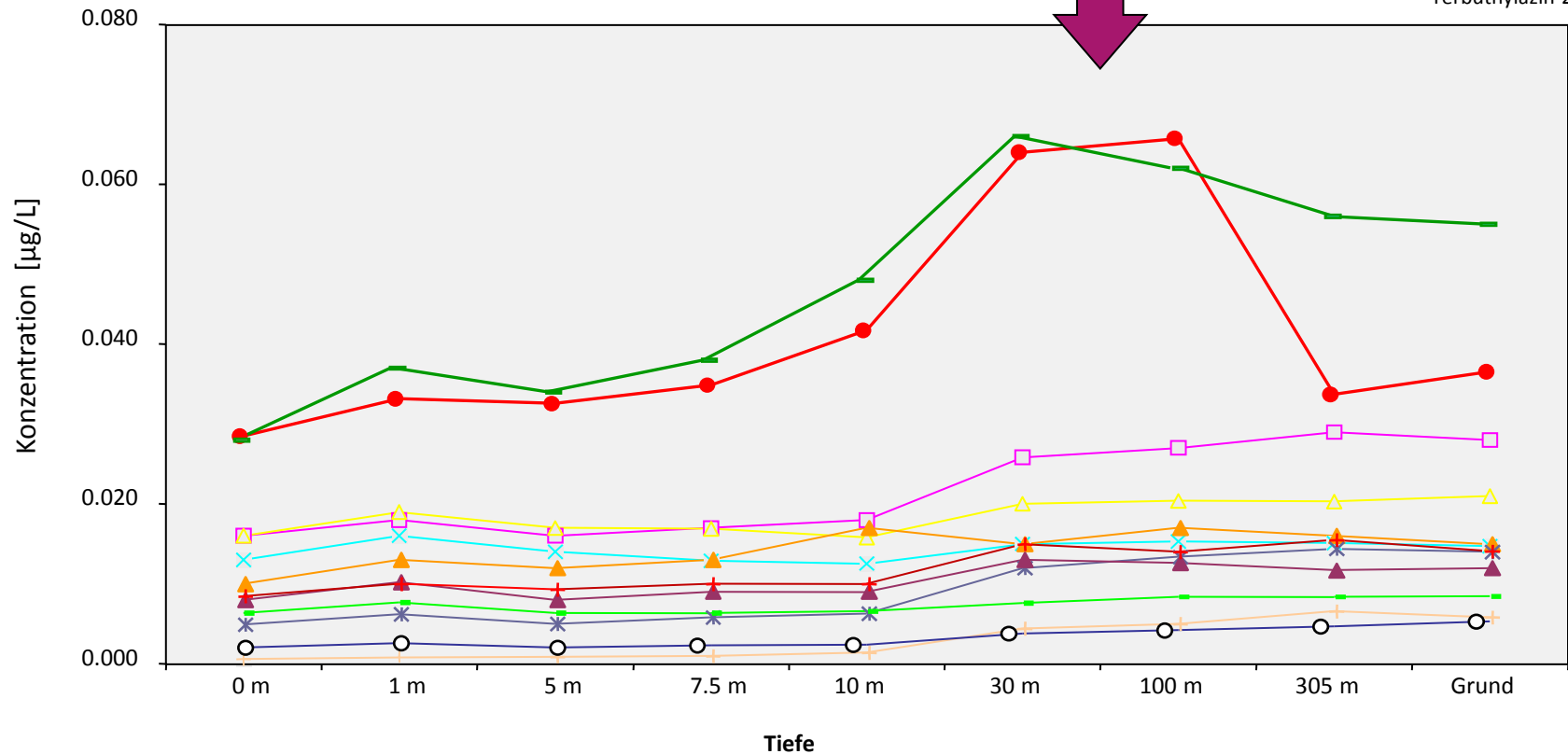
Wie wechselt man eigentlich das Wasser für die Fische im See?

Verstärkung der Überwachung im Jahr 2004

Einspeisung des
Wassers aus der Rhône



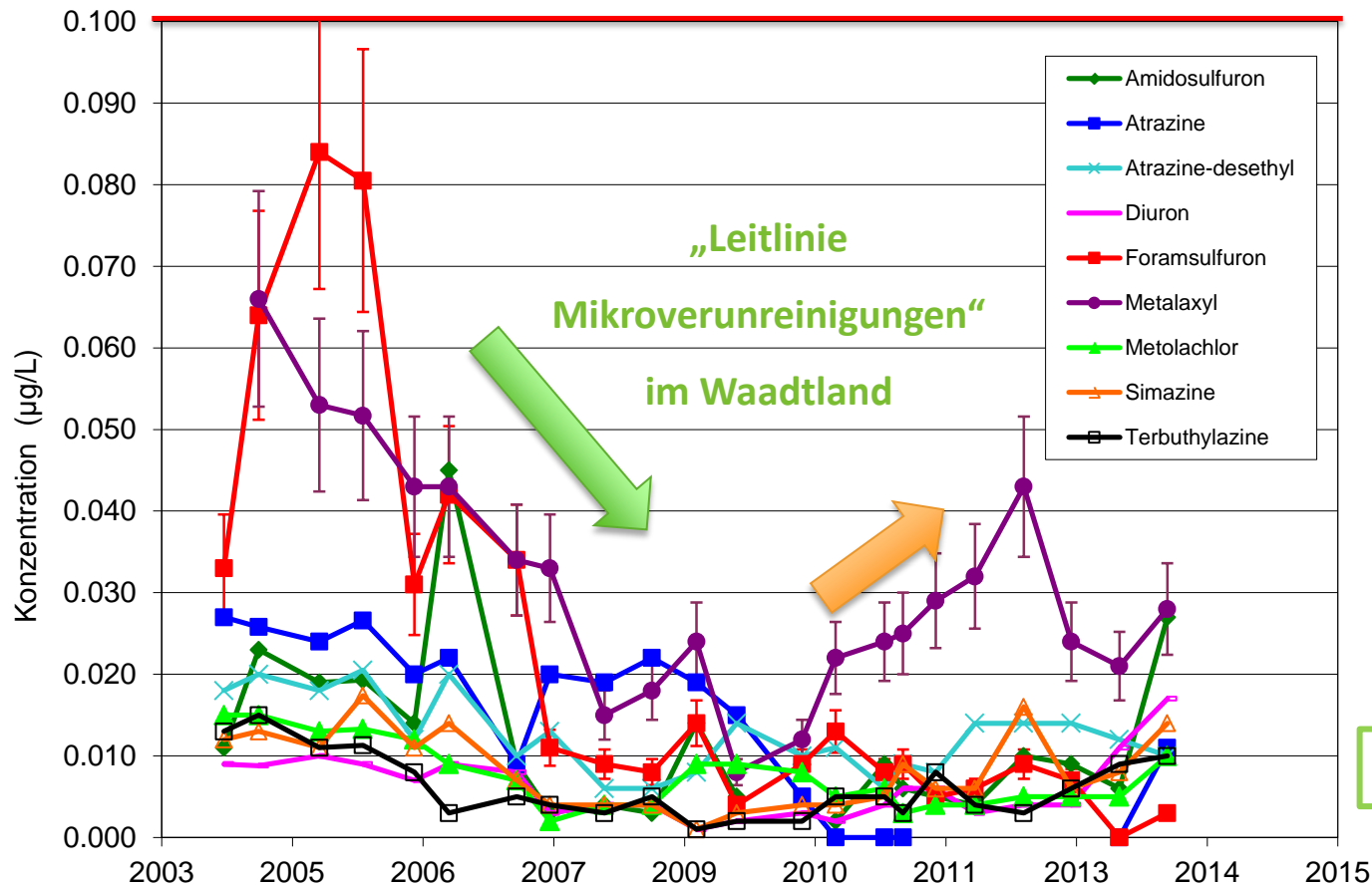
- Atrazin
- ▲ Atrazin-desethyl
- × Atrazin-desisopropyl
- **Foramsulfuron**
- + Isoproturon
- **Metalaxyl**
- ▲ Metolachlor
- * Monolinuron
- ▲ Simazin
- Terbumeton
- + Terbutylazin
- Terbutylazin-2-hydroxy



Mikroverunreinigungen industrieller Herkunft (Pestizide)

Volumen des Sees = 89 km³
0.01 µg/L oder 10 ng/L = ~1 Tonne Wirkstoffe!

Entwicklung der Konzentrationen an der Probenahmestelle SHL2 (in 30m Tiefe)



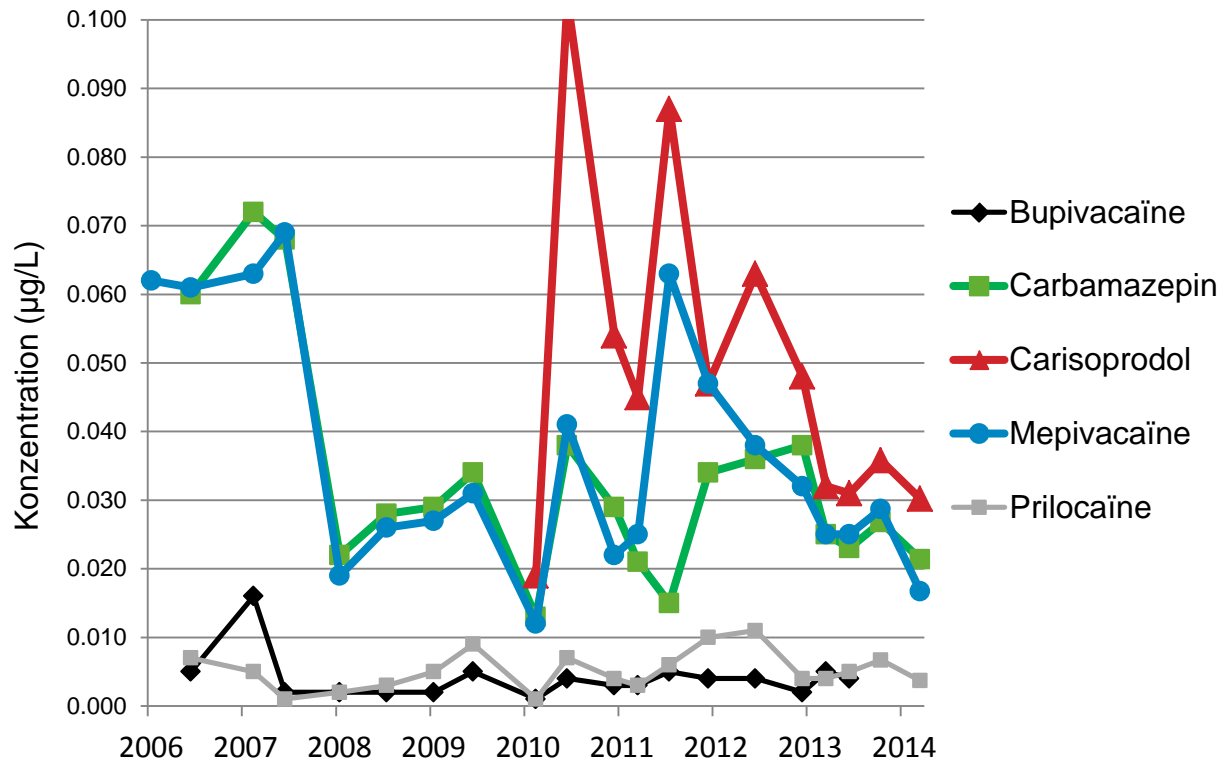
Strategie Mikroverunreinigungen im Waadland

- Leitlinie aus dem Jahr 2008
- Norm von 200 g/Tag bei der Synthese (stellt Konzentrationen von $\leq 0,1$ µg/L sicher, sogar bei Niedrigwasser im flussaufwärts gelegenen Teil der Rhône)

Ziel der CIPEL 2020 → 0 µg/L

Mikroverunreinigungen häuslicher und industrieller Herkunft (Arzneimittel- und Kosmetika-Rückstände)

Entwicklung der Konzentration von Arzneimittelrückständen in 100m Tiefe



Volumen des Sees = 89 km³
 0.01 µg/L oder 10 ng/L = ~1 Tonne Wirkstoffe!

- Punktuelle Kampagnen seit 2006
- Regelmässige Überwachung seit 2013 (3 x pro Jahr in 15 m und 100 m Tiefe)
- 58 untersuchte Moleküle
- 6 festgestellte Moleküle, darunter 4 mit einem hohen Gehalt
 - Muskelrelaxans (Carisoprodol)
 - Antiepileptikum (Carbamazepin)
 - Anästhetikum (Mepivacain)
 - Antidiabetikum (Metformin) (10-fache Gehalte!)

Aber auch:

Polyzyklische Moschusverbindungen (Parfum, Shampoo, usw.): zwischen 0 und 11.3 ng/L

UV-Filter (Sonnenschutzcremes): zwischen 0 und 31.3 ng/L

Triclosan (Konservierungsstoffe in bestimmten Kosmetika): ~ 25 ng/L


Jährlicher wissenschaftlicher Bericht und Planungsübersicht

1. Bericht über die Mikroverunreinigungen im Wasser des Genfersees
2. Bericht über die durch die Rhône in den See eingetragenen Mikroverunreinigungen

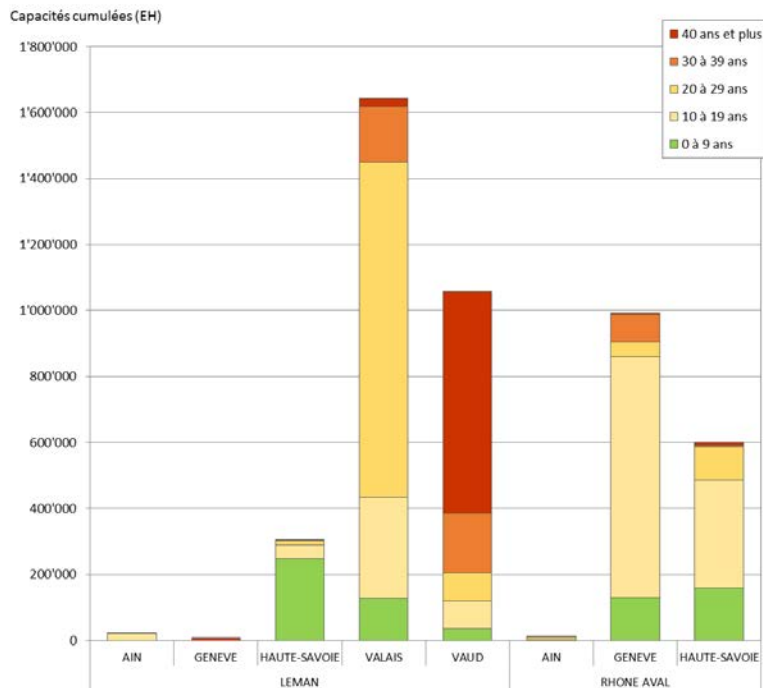
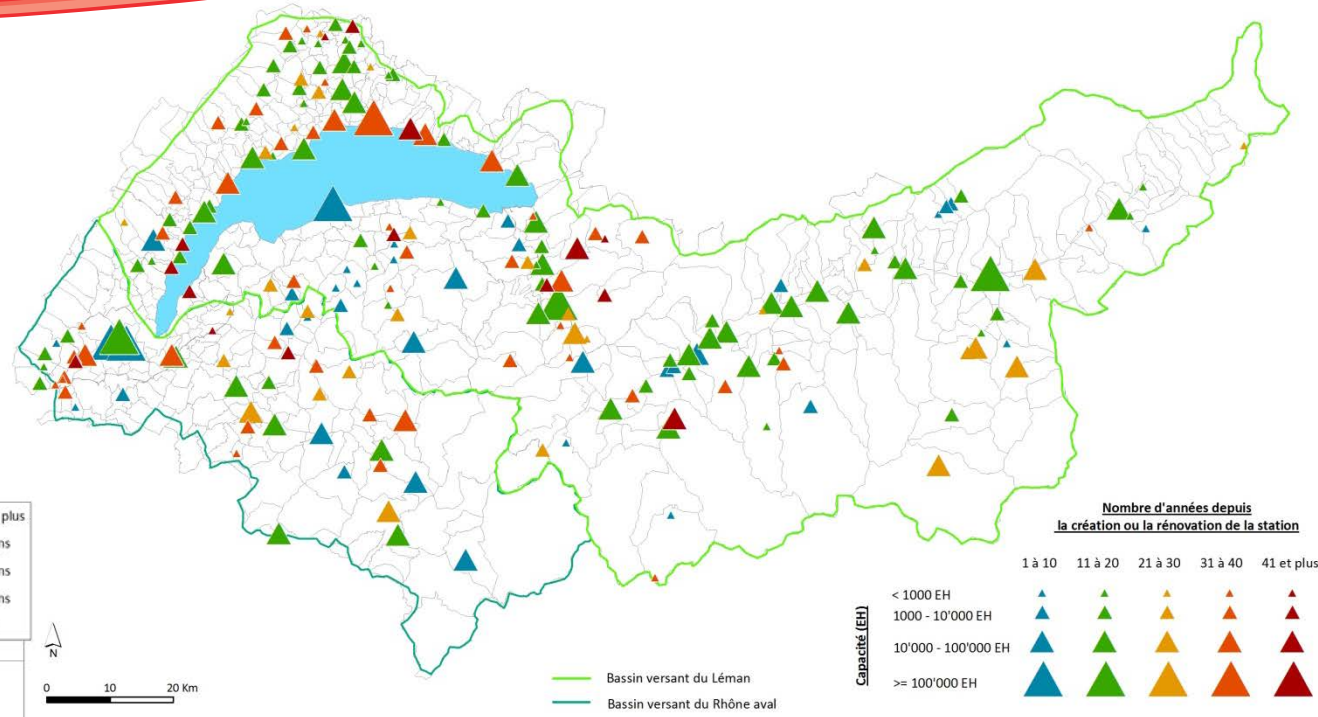
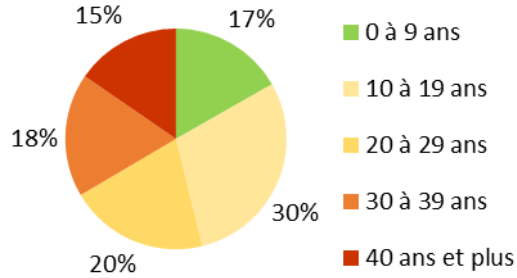


Umweltverschmutzung durch Haushalt- Abwässer in Städten

Reinigung Haushalt-Abwässer

- 570 Gemeinden
 - 218 Kläranlagen, davon 19 im Einzugsbereich des Sees
 - 2.3 Millionen angeschlossene Einwohner
- 

Stand der Abwasserbehandlung im Einzugsgebiet der CIPEL



Alter der Einrichtungen. 1/5 der Kläranlagen wurde vor maximal 10 Jahren gebaut oder renoviert; etwa ein Drittel ist über 30 Jahre alt

Revision der Gewässerschutzverordnung → Behandlung der Mikroverunreinigungen bei Anlagen für:

- mehr als 80.000 angeschlossene Einwohner
- mehr als 80.000 angeschlossene Einwohner mit Abfluss > 10% des Durchsatzes der aufnehmenden Umwelt
- mehr als 24.000 angeschlossene Einwohner mit Abfluss in das Wassereinzugsgebiet eines Sees

Modellierung des Durchflusses der Mikroverunreinigungen in Kläranlagen

- **Auftrag** 2012-2013 der CIPEL-BAFU an das Unternehmen Envilab (CH)
- **Ziele:**
 - ❖ **Beurteilung** des **Kontaminationsgrades des Oberflächenwassers** durch Mikroverunreinigungen aus **häuslichen Abwässern** im Einzugsgebiet der CIPEL
 - ❖ **Beurteilung der** in Kläranlagen durchführbaren **Reduktionsmassnahmen** (Behandlung durch Ozonierung oder Filtration über pulverförmige Aktivkohle).

Test von 3 Szenarien für den Einzugsbereich der CIPEL

Szenarien zur Reduzierung des Durchflusses von Mikroverunreinigungen

Szenario 1: Reduktion der Belastung - quantitatives Ziel

1a. Reduktion der Belastung für die aufnehmende Umwelt um 50%

1b. Reduktion der Belastung für die aufnehmende Umwelt um 80%

Szenario 2: Schutz des Ökosystems – qualitatives Ziel

Ausstattung der Kläranlagen, deren Abwässer Probleme in der aufnehmenden Umwelt verursachen

Szenario 3: Eine im Rahmen der Revision der Gewässerschutzverordnung untersuchte Strategie

Ausstattung der Schweizer Anlagen lediglich für:

- mehr als 80.000 angeschlossene Einwohner
- mehr als 80.000 angeschlossene Einwohner mit Abfluss > 10% des Durchsatzes der aufnehmenden Umwelt
- mehr als 24.000 angeschlossene Einwohner mit Abfluss in das Wassereinzugsgebiet eines Sees

Ausgewählte Substanzen

Substanzen	Verwendung
Acesulfam K	Süßstoff
Atenolol	Betablocker
Benzotriazol	Rostschutzmittel
Carbamazepin	Antiepileptikum
Carbamazepin DI-OH-CBZ	Antiepileptikum (Metabolit)
Clarithromycin	Antibiotikum
Diclofenac	Schmerzmittel
Gabapentin	Antiepileptikum
Mefenamic Säure	Schmerzmittel
Metformin	Antidiabetikum
Metoprolol	Betablocker
Nonylphenol, iso-	Hormonaktiver Stoff
Sulfamethoxazol	Antibiotikum

12 Substanzen + 1 Metabolit

Auswahlkriterien

- ✓ Im Wasser nachgewiesen
- ✓ Unterschiedliche Anwendungen
- ✓ Mobile, hydrophile, sehr gut lösliche Substanzen
- ✓ Langlebige Substanzen
- ✓ Herkunft aus städtischen Abwässern
- ✓ Raum/zeitlich kontinuierlicher Eintrag
- ✓ Bekannte Verbrauchswerte

~~Degradierung
Sorption~~

~~Punktuelle industrielle
Quellen
Regenrückhaltebecken~~

Berechnung der Belastungen

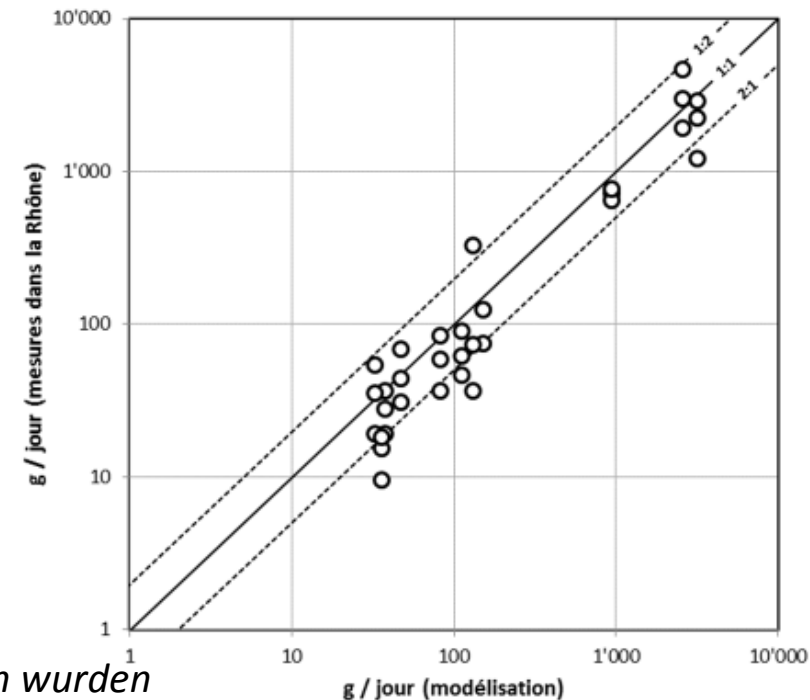
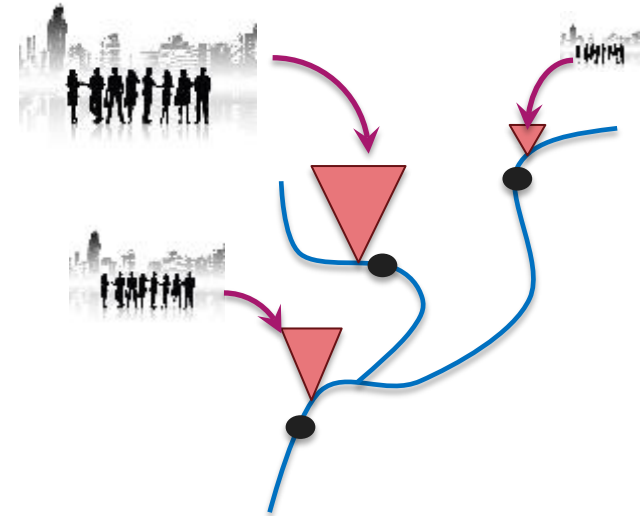
Nach Substanzen:

➤ **Belastungen am Ausgang der Kläranlagen** auf der

Grundlage von:

- Frz. bzw. Schweizer Verbrauchs- oder Verkaufsdaten + abgegebener Anteil + Entfernung durch die Kläranlagen
- Massnahmen am Auslass von Kläranlagen
- Ständige und saisonale Bevölkerung

➤ **Kumulierte Werte** vor-/nachgeschalteter Wasserläufe



Vergleich mit den Belastungen, die in 4 Fliessgewässern gemessenen wurden

Ökotoxikologische Qualität der Umwelt

Beurteilung der Belastung der Umwelt durch den kontinuierlichen Eintrag von Mikroverunreinigungen über Abwässer von Kläranlagen

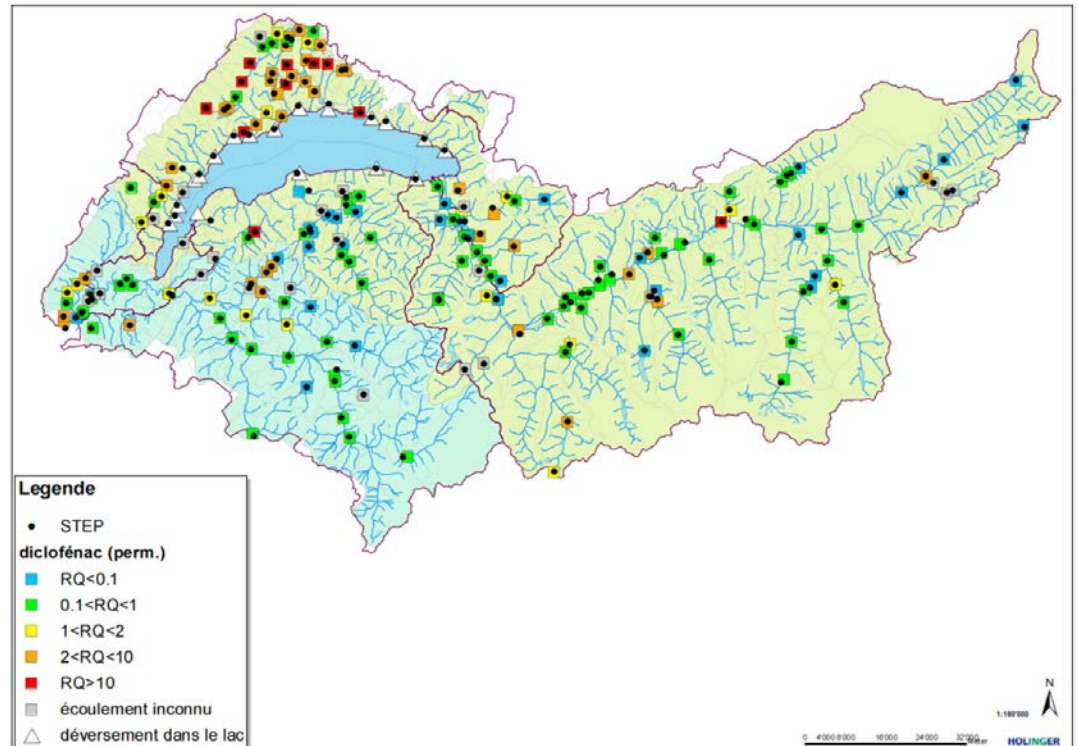
❖ Umweltkonzentration

C_{UMW} = kumulierte Belastung / Niedrigwasserabfluss

❖ Berechnung eines ständigen Risikoquotienten für jeden Eintragspunkt

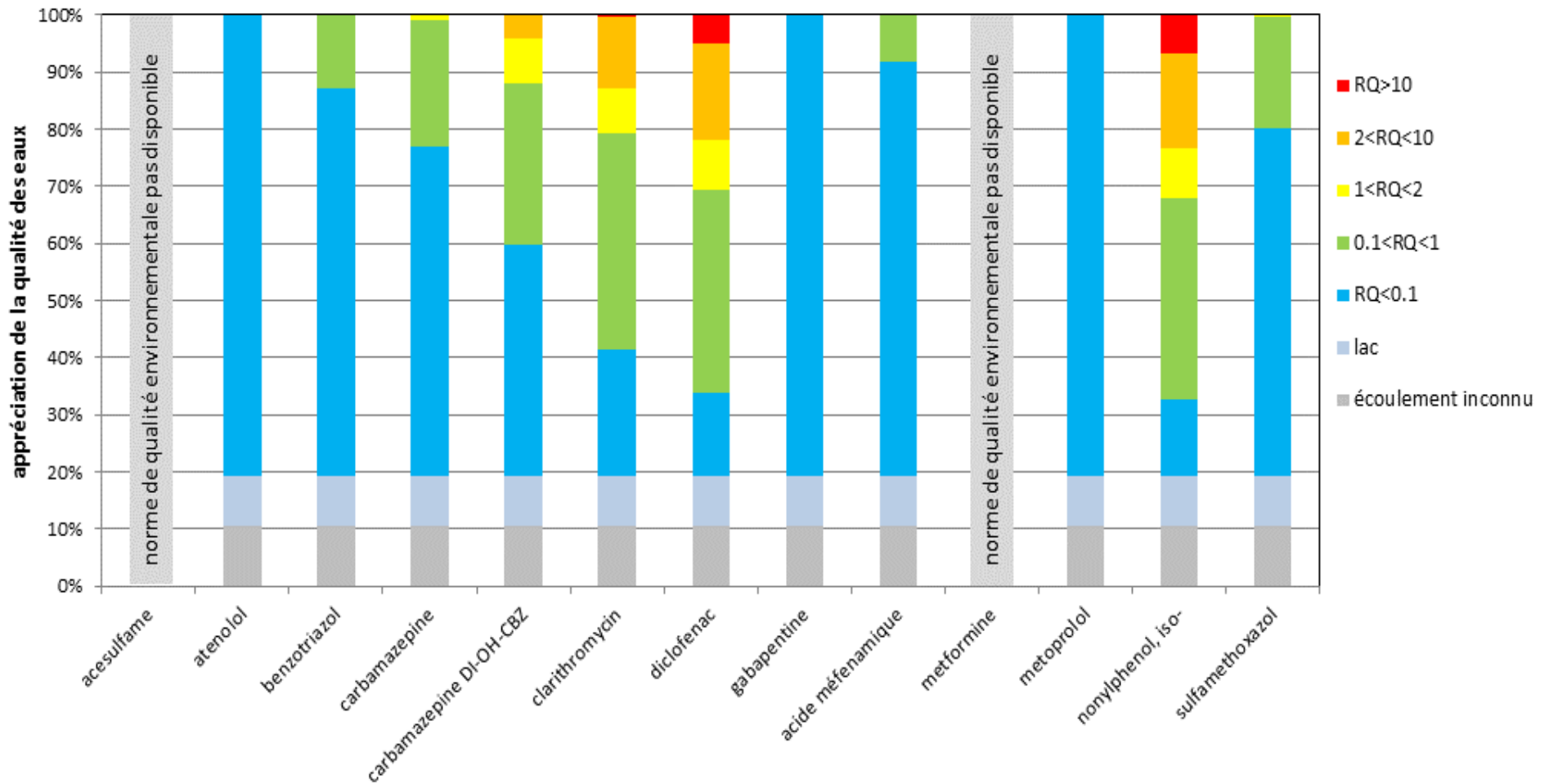
$$RQ = C_{UMW} / NQE^*$$

Appréciation ¹	Condition/Description		Respect du critère de qualité (CQC)
Très bon	La concentration environnementale (C_{env}) est 10 fois inférieure à l'objectif de qualité (CQC)	$RQ < 0.1$	CQC respecté
Bon	La concentration environnementale (C_{env}) est supérieure ou égale au dixième de l'objectif de qualité mais inférieure à ce seuil (CQC)	$0.1 \leq RQ < 1$	
Moyen	La concentration environnementale (C_{env}) est supérieure ou égale à l'objectif de qualité mais inférieure au double de ce seuil (CQC)	$1 \leq RQ < 2$	CQC non respecté (dépassement du seuil)
Médiocre	La concentration environnementale (C_{env}) est supérieure ou égale au double de l'objectif de qualité mais inférieure à dix fois ce seuil (CQC)	$2 \leq RQ < 10$	
Mauvais	C_{env} est supérieure ou égale à dix fois le CQC	$RQ \geq 10$	



Ökotoxikologische Qualität der Umwelt

➤ Ökotoxikologische Qualität der Wasserläufe an den betrachteten Standorten (ständige Einwohner)



Szenarien zur Reduktion des Durchflusses von Mikroverunreinigungen

➤ Szenario 1a. und 1b.: Reduktion der Belastung um 50 % und 80 %

Aufnehmende Umwelt	Aktueller Stand	Szenario 1a (Anlagen >25.000 ang. Einwohner)	Szenario 1b (Anlagen >5.000 ang. Einwohner)
Ausstattung der Kläranlagen			
Anzahl der Kläranlagen, die mit einer zus. Klärstufe ausgestattet werden müssen	-	20 (von 218)	71 (von 218)
Reduktion der Belastung durch Substanzen (berechneter Mittelwert)			
Reduktion in allen untersuchten Wassereinzugsgebieten	-	56%	80%
Reduktion der quantitativen Überschreitungen der Qualitätskriterien an den in den Vorflutgewässern untersuchten Standorten (Seen nicht inbegriffen)			
Die Qualitätskriterien werden für mindestens eine Substanz überschritten	51%	44%	31%

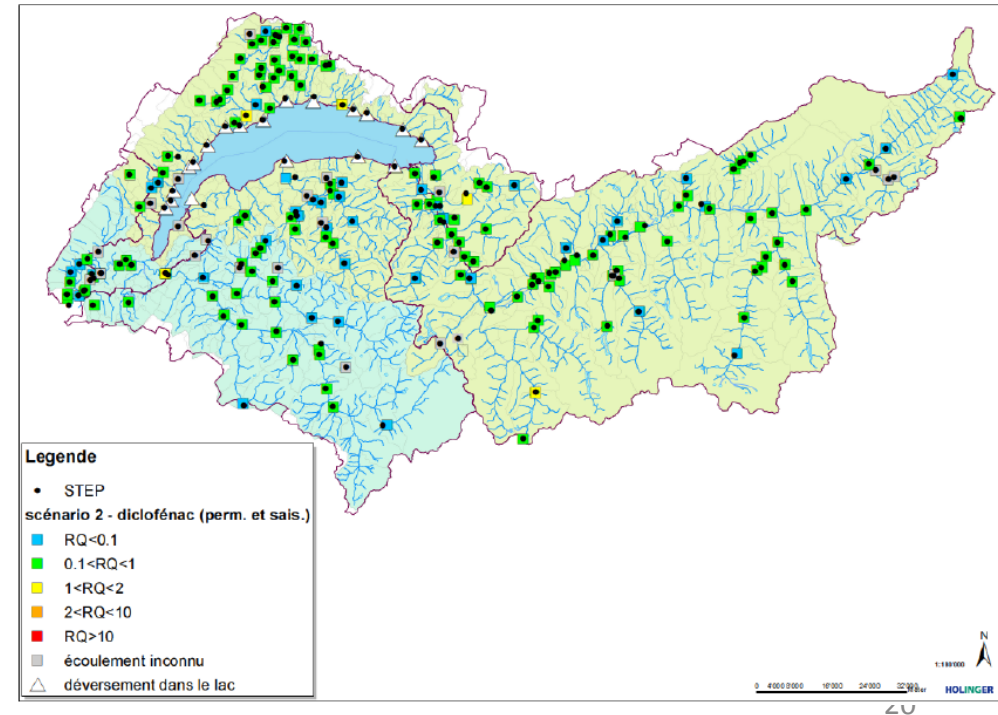
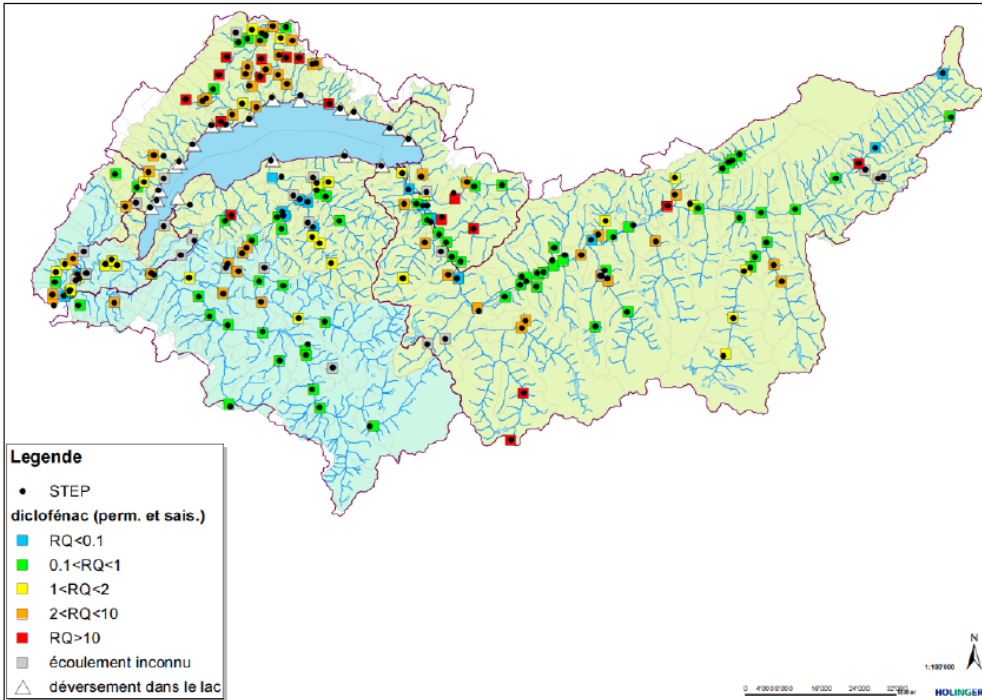
Szenarien zur Reduktion des Durchflusses von Mikroverunreinigungen

➤ Szenario 2: Schutz der Ökosysteme

Milieu récepteur	Aktueller Stand	Szenario 2 (ökotox. Krit.: -> jegl. Überschreitung vermeiden)
Ausstattung der Kläranlagen		
Anzahl der Kläranlagen, die mit einer zus. Klärstufe ausgestattet werden müssen	-	86 (von 218)
Reduktion der Belastung durch Substanzen (berechneter Mittelwert)		
Reduktion in allen untersuchten Wassereinzugsgebieten	-	25%
Reduktion der quantitativen Überschreitungen der Qualitätskriterien an den in den Vorflutgewässern untersuchten Standorten (Seen nicht inbegriffen)		
Die Qualitätskriterien werden für mindestens eine Substanz überschritten	51%	4%

Szenarien zur Reduktion des Durchflusses von Mikroverunreinigungen

➤ Szenario 2: Schutz der Ökosysteme



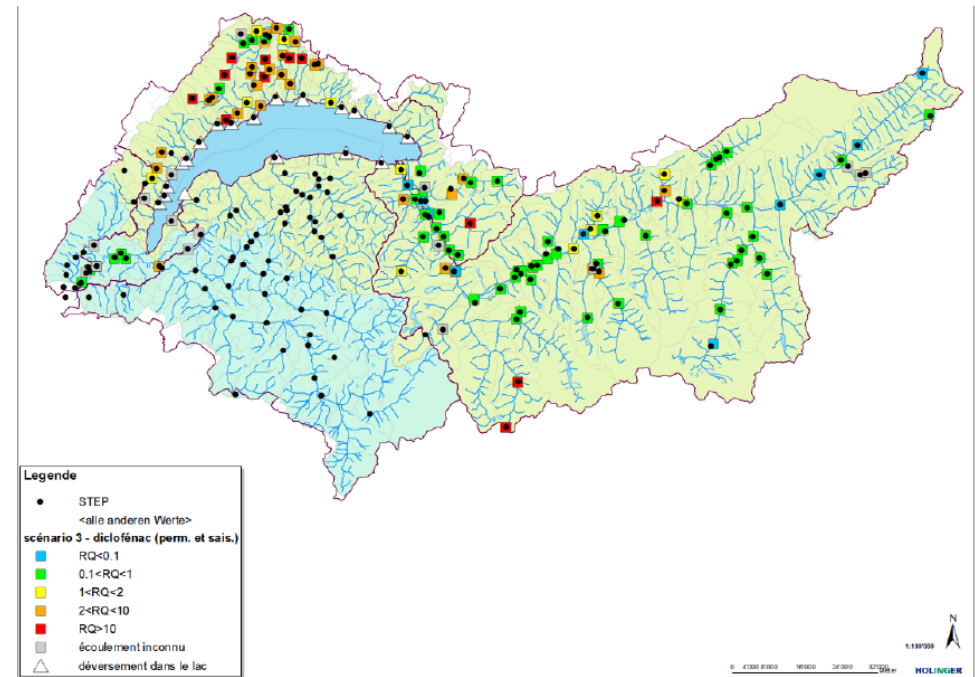
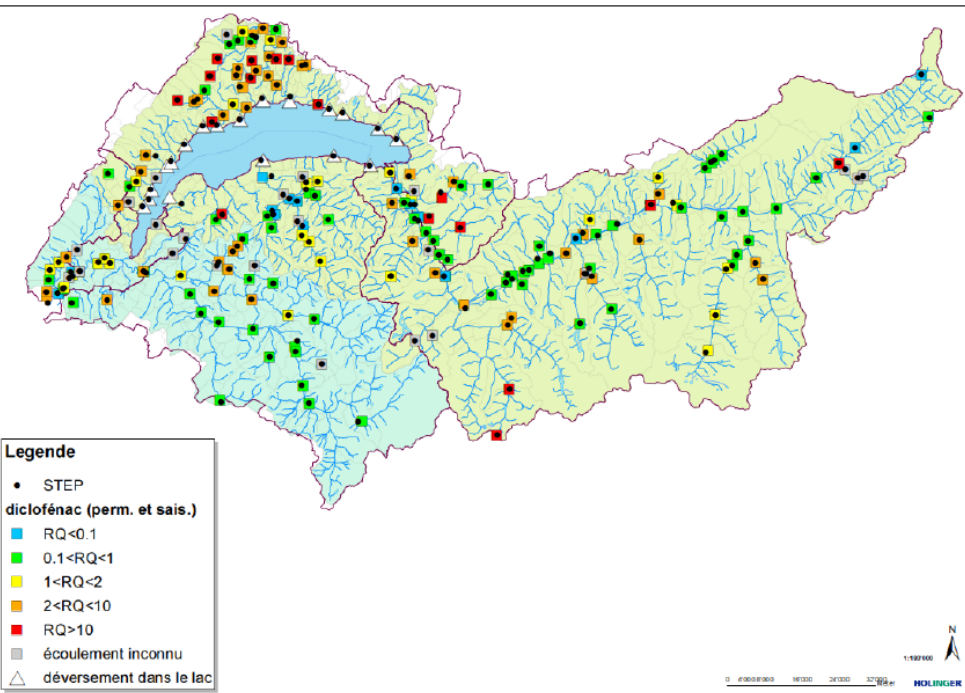
Szenarien zur Reduktion des Durchflusses von Mikroverunreinigungen

➤ Szenario 3: Ansatz des BAFU (nur für die Schweiz)

Aufnehmende Umwelt	Aktueller Stand	Szenario 3 (Kriterien des BAFU, nur für die Schweiz gültig)
Ausstattung der Kläranlagen		
Anzahl der Kläranlagen, die mit einer zus. Klärstufe ausgestattet werden müssen	-	29 (von 218, davon 152 in der CH)
Reduktion der Belastung durch Substanzen (berechneter Mittelwert)		
Reduktion in allen untersuchten Wassereinzugsgebieten	-	49% (davon 66% in der CH)
Reduktion der quantitativen Überschreitungen der Qualitätskriterien an den in den Vorflutgewässern untersuchten Standorten (Seen nicht inbegriffen)		
Die Qualitätskriterien werden für mindestens eine Substanz überschritten	54%	39%

Szenarien zur Reduktion des Durchflusses von Mikroverunreinigungen

➤ Szenario 3: Ansatz des BAFU (nur für die Schweiz)



Szenarien zur Reduzierung des Durchflusses von Mikroverunreinigungen

➤ Kostenanalyse

Investitionen (ausser Nitrifizierung) und Betriebskosten (O3 und CAP)

	Anzahl der auszustattenden Kläranlagen		Gesamtauslegung in Mio. Einwohnergleichwerten		Investition in Millionen CHF		Jährliche Kosten (Investition + Betrieb in Millionen CHF/Jahr)	
	CH	F	CH	F	CH	F	CH	F
Szenario 1a	13	7	1.74	0.51	140-202	63-89	15-34	6-13
Szenario 1b	50	21	3.15	0.87	343-481	137-190	32-69	12-24
Szenario 2	61	26	0.58	0.32	178-231	87-113	13-22	6-11
Szenario 3 (nur für die Schweiz)	29	-	2.0	-	218 – 307	-	21– 44	-

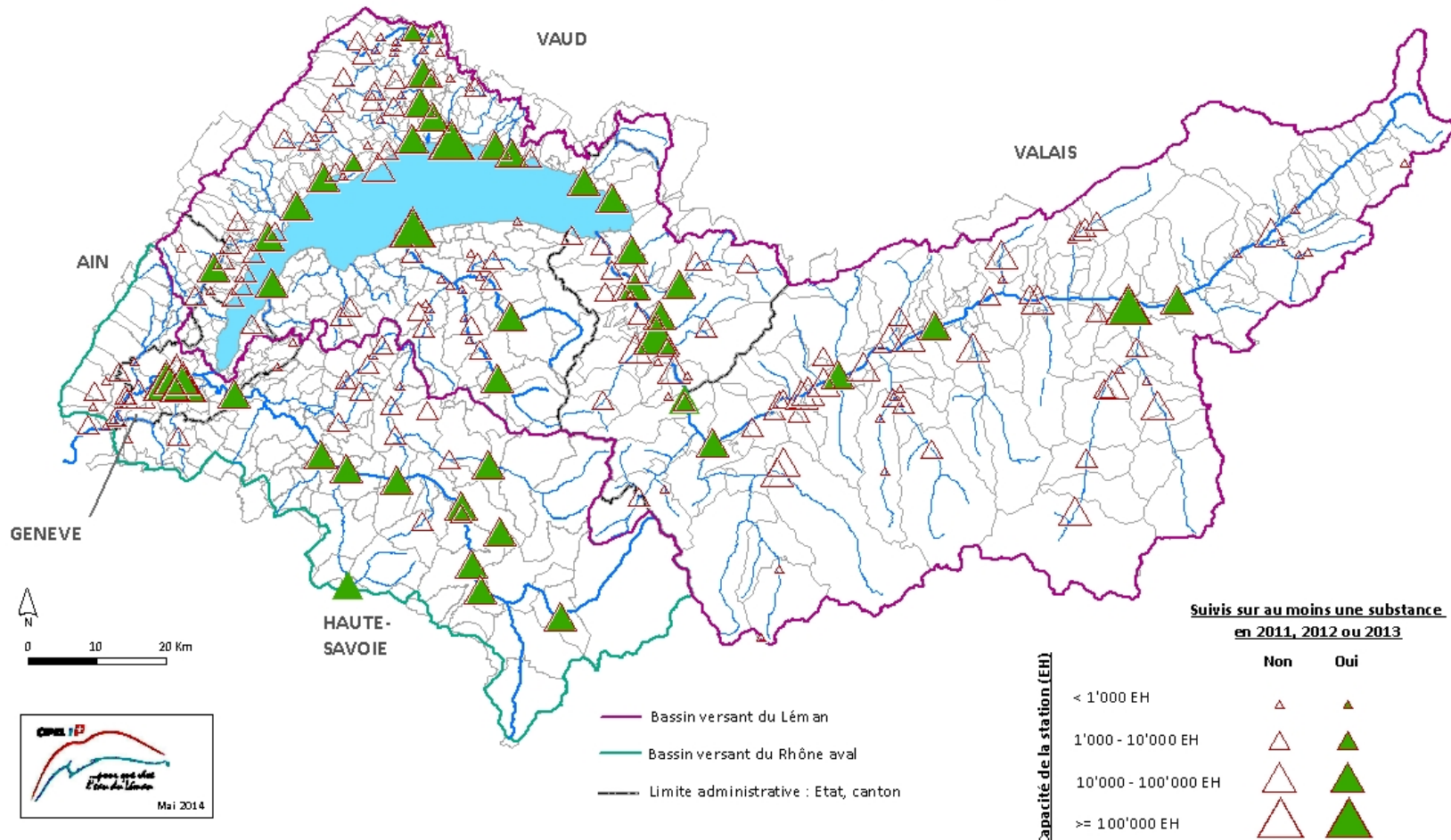
Überwachung der Mikroverunreinigungen in den Kläranlagenabwässern

Kontrollen der Mikroverunreinigungen am Auslass der Kläranlagen in den Jahren 2012, 2013, 2014 (ausser industrielle Kläranlagen, die grosse Mengen an industriellen Abwässern empfangen).

		2014 betriebener Anlagenpark		Kontrollen der Mikroverunreinigungen in den Jahren 2012, 2013 und 2014			
		Anzahl der Kläranlagen	Kumulierte Kapazität (EW)	Anzahl der untersuchten Kläranlagen	Anzahl der untersuchten Substanzen	Frequenz der Kontrollen	Anteil der Kapazität der Zone
WE Genfersee	AIN	3	21'300	1	4 bis 75	3 pro Jahr	70%
	GENF	2	7'625	0	-	-	0%
	HOCH-SAVOYEN	26	305'675	4	1 bis 75	4 pro Jahr	85%
	WALLIS	74	1'643'580	4	130 Subst.	1 pro Jahr	34%
	WAADT	68	1'056'800	19	37 bis 48	4 pro Jahr	88%
	Summe	173	3'034'980	28			67%
WE Rhône (flussabwärts)	AIN	8	12'300	0	-	-	0%
	GENF	11	992'300	3	53 bis 82	12 pro Jahr	94%
	HOCH-SAVOYEN	29	599'920	12	1 bis 75	4 pro Jahr	94%
	Summe	48	1'604'520	15			93%
Gesamt CIPEL		221	4'639'500	43			77%

Überwachung der Mikroverunreinigungen in den Kläranlagenabwässern

**Suivi des micropolluants
en sortie des stations d'épuration du territoire de la CIPEL
en 2011-2012-2013**



Abschliessende Betrachtungen



Szenarien zur Reduktion des Durchflusses von Mikroverunreinigungen

➤ Die aktuelle Lage ist nicht zufriedenstellend ...

Starke Belastungen durch bestimmte Substanzen auf lokaler Ebene (Diclofenac, Nonylphenol: 30% bis 45% der belasteten Stellen in Fließgewässern, die den Genfersee speisen)

➤ ... die spezifische Behandlung der Mikroverunreinigungen in Kläranlagen ist eine effiziente Lösung ...aber

➤ sie ist relativ kostenaufwendig

➤ sie ist keine 100%-ige Lösung für die durch Mikroverunreinigungen in aquatischen Lebensräumen verursachten Probleme!

❖ Eintrag durch Gewitter

❖ Nicht zu vergessen andere Quellen von Mikroverunreinigungen!

➤ Bedarf eines Gesamtüberblicks **über die Probleme** im Einzugsbereich des Sees, der über die Abwasserreinigung hinausgeht (die CIPEL befasst sich auch mit der städtischen, industriellen, landwirtschaftlichen Einleitung) **und die „Massnahmen an der Quelle“ berücksichtigt**

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

- www.cipel.org
- cipel@cipel.org



Crédit photo : JM Zellweger

**Commission internationale
pour la protection des eaux du Léman**

