

©ChloroNet

# GW-Bilanzierung und Schadstoff-Frachten

Heinrich Adler, AFU St.Gallen  
Daniele Biaggi & Florian Zurfluh,  
Geotechnisches Institut AG

28. November 2013      6. Fachtagung ChloroNet

©ChloroNet

## Konzept der Excel-Datei

**Bilanzierungs-Kennziffern**

QN

QP oben

QE

QI/QX

QP unten

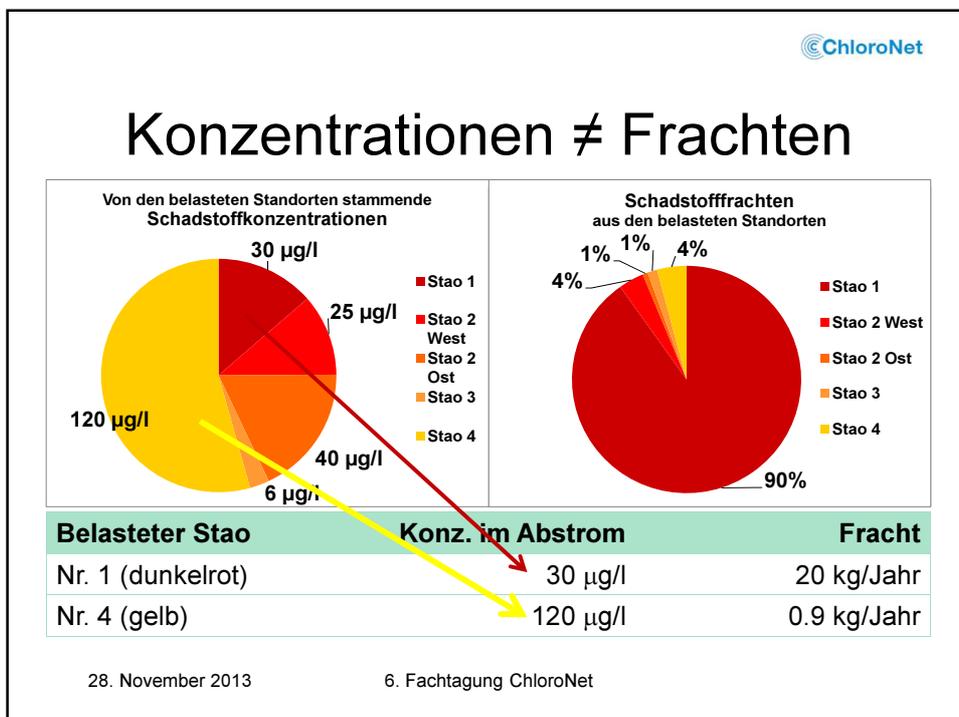
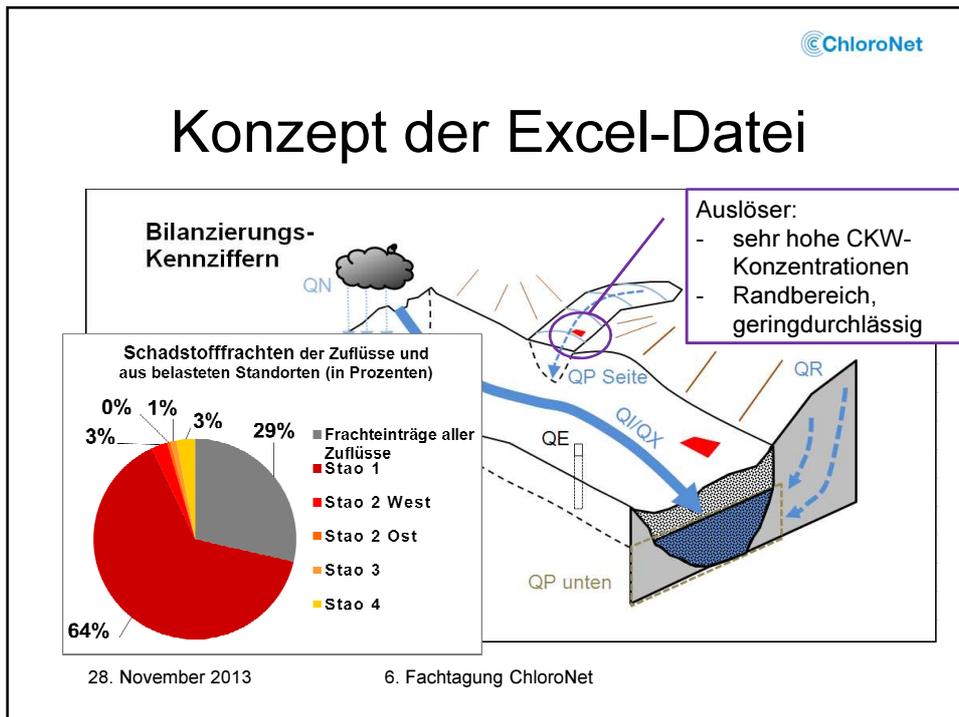
QR

Belastete Standorte

**Auslöser:**

- sehr hohe CKW-Konzentrationen
- Randbereich, geringdurchlässig

28. November 2013      6. Fachtagung ChloroNet



		Teilsomme	Summe	Anteil
		[l/s]	[l/s]	%
<b>Zuflüsse</b>				
QN	Direkte GW-Neubildung QN	147.1	147.1	31%
QR	Indirekte GW-Neubildung QR	198.6	198.6	42%
QP Oben	Profizfluß QP oben	60.0		
QP Seite 1	Profizfluß QP Neben-Grundwasservorkommen (1)	24.0		
QP Seite 2	Profizfluß QP Neben-Grundwasservorkommen (2)	2.3		
QP	Summe der Profizflüsse		86.3	18%
QI 1	Infiltration Gewässerabschnitt QI 1	21.0		
QI 2	Infiltration Gewässerabschnitt QI 2	8.0		
QI 3	Infiltration Gewässerabschnitt QI 3	13.0		
QI	Summe der Infiltrationen aus Oberflächengewässern		42.0	9%
QA	Weiterer Zufluss (z.B. aus Anreicherungsanlage, QA)	3.2	3.2	1%
<b>Summe der Zuflüsse</b>		<b>477.1</b>	<b>477.1</b>	<b>100%</b>
<b>Wegflüsse</b>				
QX 1	Exfiltration Gewässerabschnitt QX 1	124.0		
QX 2	Exfiltration Gewässerabschnitt QX 2	33.0		
QX 3	Exfiltration Gewässerabschnitt QX 3	32.0		
QX	Summe der Exfiltrationen in Oberflächengewässer		189.0	40%
QE 1	Sanierungsbrunnen	0.1		
QE 2	GW Fassung A	4.8		
QE 3	GW Fassung X	1.9		
QE 4	GW Fassung Y	2.2		
QE	Summe der Entnahmen durch GW-Fassungen		8.9	2%
QD	Weiterer Wegfluß (z.B. Verluste in Drainagen, QD)	4.8	4.8	1%
QP unten	Profilwegfluß unten	274.4	274.4	58%
<b>Summe der Wegflüsse</b>		<b>477.1</b>	<b>477.1</b>	<b>100%</b>

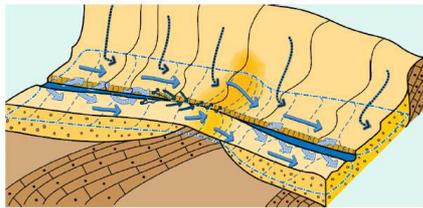
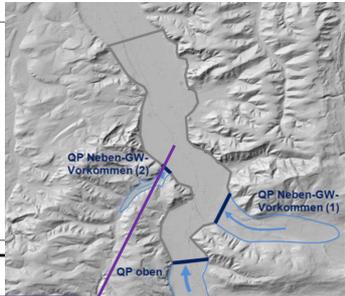
28. November 2013

6. Fachtagung ChloroNet

## Bilanzierungszellen festlegen

ChloroNet

Abb. 13 > Prozesse der Infiltration resp. Exfiltration vor und nach so genannten «Knickpunkten»

Aus: Huggenberger et al., 1999

Bilanzierungszelle als Teilbereich eines Aquifers

28. November 2013

6. Fachtagung ChloroNet

# Aufbau der Eingabetabellen



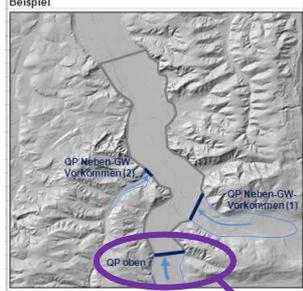
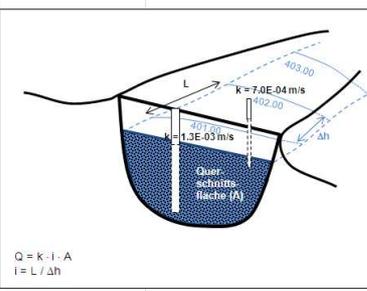
Definition,  
Erläuterungen,  
Prinzipskizze



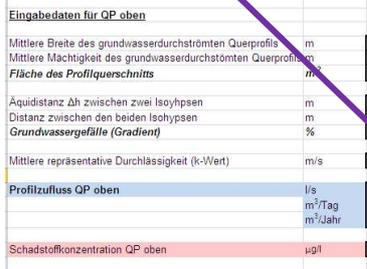
Eingabe-  
Bereich

28. November 2013      6. Fachtagung ChloroNet

# Beispiel

z.B. Grundbelastung  
Profilfluss von oben



z.B. Grundbelastung  
Profilfluss von oben

28. November 2013      6. Fachtagung ChloroNet

ChloroNet

## Schadstoff-Frachten aus belasteten Standorten

Fracht =  $c \cdot Q$   
 $Q = k \cdot i \cdot (H \cdot b)$   
 $i = L / \Delta h$

Fracht = Schadstofffracht [ $\mu\text{g/s}$ ]  
 $Q =$  Filter Durchfluss (Darcy-Fluss) [ $\text{l/s}$  oder  $\text{m}^3/\text{d}$ ]  
 $c =$  Mittlere Schadstoffkonzentration in der Schadstofffahne (abzüglich Schadstoffkonzentration im Oberstrom) [ $\mu\text{g/l}$ ]  
 $k =$  Durchlässigkeitskoeffizient (Hydraulische Leitfähigkeit, k-Wert) [ $\text{m/s}$ ]  
 $i =$  Grundwassergefälle (hydraulischer Gradient) [-]  
 $H =$  Mittlere Mächtigkeit bei Durchflussprofil [m]  
 $b =$  Breite des grundwasserdurchströmten Querprofils [m]  
 $\Delta h =$  Äquidistanz zwischen zwei Isohypsen [m]  
 $L =$  Distanz zwischen den beiden Isohypsen [m]

**Fracht = Konz. · Durchfluss**

28. November 2013      6. Fachtagung ChloroNet

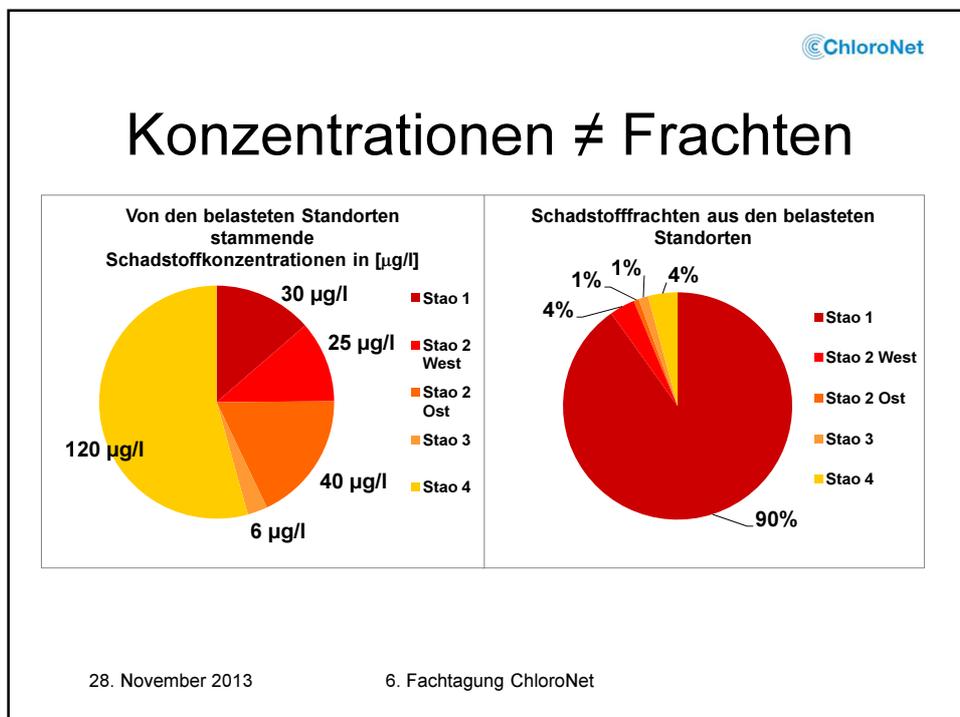
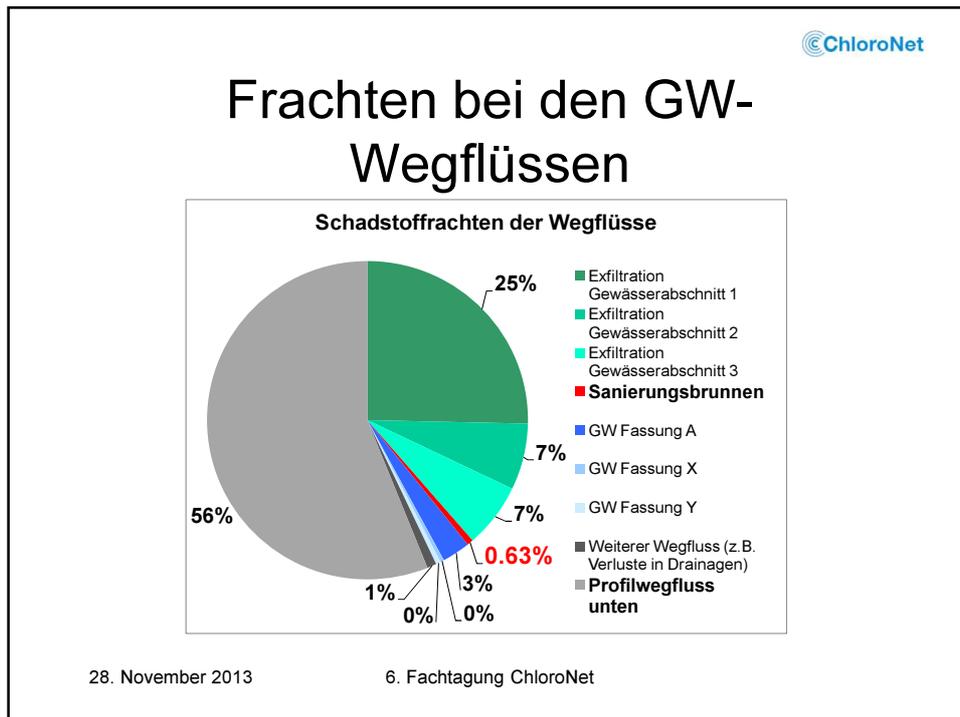
ChloroNet

## Fracht = Konz. · Zufluss Fracht = Konz. · Durchfluss

	Zufluss [l/s]	Schadstoffkonzentration [ $\mu\text{g/l}$ ]	Fracht [kg/Jahr]
<b>Zuflüsse</b>			
QN Direkte GW-Neubildung	147.1	0.0	0.0
QR Indirekte GW-Neubildung	198.6	0.0	0.0
<b>QP oben Profilzufluss QP oben</b>	<b>60.0</b>	<b>4.0</b>	<b>7.6</b>
QP Seite 1 Profilzufluss QP Neben-Grundwasservorkommen (1)	24.0	2.0	1.5
QP Seite 2 Profilzufluss QP Neben-Grundwasservorkommen (2)	2.3	0.0	0.0
QI 1 Infiltration Gewässerabschnitt 1		0.0	0.0
QI 2 Infiltration Gewässerabschnitt 2		0.0	0.0
QI 3 Infiltration Gewässerabschnitt 3		0.0	0.0
Q andere Weiterer Zufluss (z.B. aus Anreicherungsanlage, QA)	3.2	0.0	0.0
Summe der Zuflüsse bzw. Frachteinträge aller Zuflüsse	477.1		
<b>Einträge von belasteten Standorten</b> (die Durchflüsse gehen nicht in die Grundwasserbilanz mit ein)			
<b>Belasteter Standort 1</b>	<b>21.6</b>	<b>30.0</b>	<b>20.4</b>
Belasteter Standort 2 West	1.0	25.0	0.8
Belasteter Standort 2 Ost	0.1	40.0	0.2
Belasteter Standort 3	1.6	6.0	0.3
<b>Belasteter Standort 4</b>	<b>0.3</b>	<b>120.0</b>	<b>0.9</b>

Hoher Zufluss      Geringe Grundbelastung      relativ grosse Fracht

28. November 2013      6. Fachtagung ChloroNet



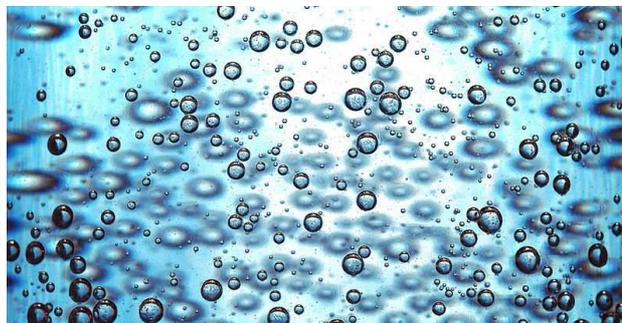
## Zusammenfassung

Anwendungspotenzial	Vorbehalte, Einschränkungen
Regionaler Ansatz	Nicht georeferenziert («Topf-Modell»)
«Feeling» Gesamtsystem Grundwasserleiter – belastete Standorte	Nicht berücksichtigt: Abbau und Sorption von Schadstoffen («konservative Tracer»)
Gegenüberstellung mehrerer bel. Standorte sowie bel. Standorte versus Zuflüsse von aussen (z.B. Grundbelastung «von oben»)	«Milchbüchleinrechnung» ohne Fehlerbetrachtungen etc.
Entscheidungshilfe: Vertiefte Untersuchungen erforderlich? Prioritätensetzung?	Qualität der Ergebnisse ist wie immer von der Qualität der Eingabedaten abhängig

28. November 2013

6. Fachtagung ChloroNet

Grundwasser ist eine unserer wichtigsten natürlichen Ressourcen. Als Spezialisten stehen wir in der Verantwortung, dass zu diesem Schutzgut Sorge getragen wird und die Bewirtschaftung haushälterisch erfolgt.



28. November 2013

6. Fachtagung ChloroNet