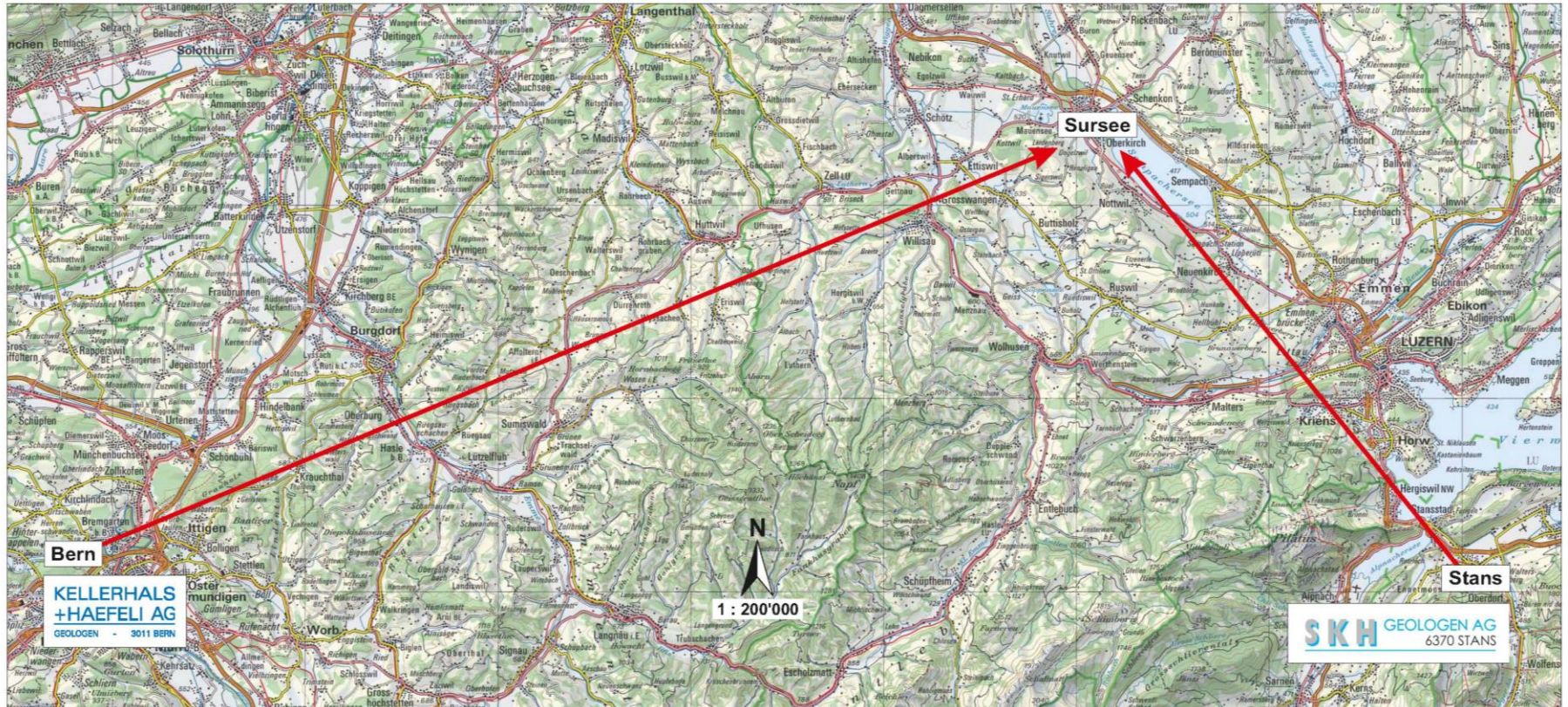


Utilisation des traceurs artificiels en hydrogéologie

Jürg Wanner
Dr. phil. Geologe
Kellerhals + Haefeli AG
Geologen
Kapellenstrasse 22
3011 Bern



Weiterbildungskurse 2015

Utilisation des traceurs artificiels en hydrogéologie

Dénomination (Synonymes entre paranthèses)	Index cou- leur C.I.	Spectre excitation / émission [nm] ⁴	Evaluation toxicologi- que ⁵	Limite de détection ++++ = très bonne + = moyen	Retarde- ment (dû à l'adsorp- tion réversible) - = faible --- = élevé	Restitution du traceur ++++ = élevée + = faible	Rapport quali- té/prix du traceur ++++ = très bon + = mauvais	Propriétés particulières	Remarques
Uranine (Fluorescéine disodique) (fluorescéine hydraulique))	45350	490 / 515	inoffensif	++++	--	++++	++++	peut être endommagée par des oxydants (p. ex.chlore, ozone)	globalement, le meilleur traceur
Eosine (Eosin Y) (Acid Red 316)	45380	512 / 537	inoffensif	+++	--	+++	+++	grande sensibilité à la lumière	ne pas utiliser en même temps que du bromure
Naphthionate (Naphtionate de sodium) Acide naphthionique)		323 / 418	inoffensif	+	-	++	++	Bruit de fond élevé à la mesure	
Amidorhodamine G (Sulforhodamine G extra)	45220	530 / 555	inoffensif	+++	---	+	++		
Sulforhodamine B (Acide duasyne-rhodamine B 01, Amidorhodamine B)	45100	561 / 586	toxique pour l'environne- ment	++	---	++	++		limiter son utilisation dans les eaux de surface
Rhodamine B (Basazolot 71 L)	45170	551 / 576	à déconseiller	+++	---	+	+	Très forte adsorption	ne plus utiliser
Rhodamine WT (Acid red 388)		558 / 583	à déconseiller	++	---	+	+		à n'utiliser que dans les cas d'exception
Pyranine	59040	460 / 512	inoffensif	++	-	+	++	faible taux de restitution	
Duasyne Duasyne jaune fluorescent T		449 / 474		++	--	++	++		n'est plus fabriqué
Tinopal (T-CBS-X, T-ABP flüssig)		346 / 435	inoffensif	+	---	+	+	Bruit de fond élevé à la mesure	

Traceur	Milieu karstique		Milieu poreux			Milieu fissuré	Infiltration de cours d'eau
	Injection en liaison directe avec le réseau karstique	Injection en liaison diffuse avec le réseau karstique	Injection directement dans l'eau souterraine	Injection en zone non saturée bien perméable	Injection dans les terrains de couverture à perméabilité limitée (p. ex. fouille en moraine)		
Uranine	++	++	++	++	++	++	++
Eosine	++	++	++	+	+	+	+
Naphthionate	++	+	++	+	0	0	+
Amidorhodamine G	++	+	+	0	0	0	0
Sulforhodamine B	++	+	+	0	0	0	0
Pyranine	++	+	+	0	0	0	-
Duasyne ⁷	++	+	+	0	0	0	-
Tinopal	+	0	0	-	-	-	-
Chlorures	++	+	++	0	-	-	-
Bromures	++	+	++	0	-	-	-
Lithium	++	0	+	-	-	-	-
Borax	+	0	0	-	-	-	-
Bactériophages	++	+	+	0	-	0	-
Microsphères	+	0	0	-	-	-	-

Probenahmeplan:

Datum	Uhrzeit	Probenahme <small>ja/nein</small>	Schüttung Abfluss <small>[l/min]</small>	Temp. <small>[°C]</small>	Elektr. Leitf. <small>[µS/cm]</small>	Bemerkung	Visum

Die Probenidentifikation für die Beschriftung der Flaschen ergibt sich aus der Messstellenbezeichnung, dem Datum und der Uhrzeit. Zum Beispiel:

QW1
29.10.01
14:15

Anhang F: Meldeblatt für Markierversuche (BWG)



Bundesamt für Wasser und Geologie **BWG**
Office fédéral des eaux et de la géologie **OFEG**
Ufficio federale delle acque e della geologia **UFAEG**
Uffizi federal per aua e geologia **UFAEG**
Federal Office for Water and Geology **FOWG**

Zentrale Koordinationsstelle für Markierversuche
3003 Bern
Fax: 031 / 324 76 81, tracer@bwg.admin.ch

Meldeblatt für Markierversuche Avis d'essai de traçage Avviso di prove con traccianti

Eingabestellen		Emplacement des points d'injection		Ubicazione delle prove		Tracer	Traceur	Traccianti	Voraussichtliches Datum der Tracereingabe
Landeskarte Carte nationale Carta nazionale 1:25'000 Nr.	Ortschaft und Kanton Localité et canton Località e cantone	Koordinaten der Eingabestellen Coordonnées des points d'injection Coordinate dei punti d'iniezione		Eingabe in / Injection dans / Iniezione in		Verwendete Tracer	Menge	Einheit	Date prévue pour les essais
		X	Y	Wählen Sie ein Milieu (hervorheben) Choisir un milieu (mettre en évidence) Scegliere un ambiente (sottolineare)	Tracéurs utilisés	Quantité	Unité	Date prevista per le prove	
				Grundwasser / Eau souterraine / Acque sotterranee Ungesättigte Zone / Zone non-saturée / Zona non satura Oberflächengewässer / Eau de surface / Acque superficial					
				Grundwasser / Eau souterraine / Acque sotterranee Ungesättigte Zone / Zone non-saturée / Zona non satura Oberflächengewässer / Eau de surface / Acque superficial					
				Grundwasser / Eau souterraine / Acque sotterranee Ungesättigte Zone / Zone non-saturée / Zona non satura Oberflächengewässer / Eau de surface / Acque superficial					
				Grundwasser / Eau souterraine / Acque sotterranee Ungesättigte Zone / Zone non-saturée / Zona non satura Oberflächengewässer / Eau de surface / Acque superficial					
				Grundwasser / Eau souterraine / Acque sotterranee Ungesättigte Zone / Zone non-saturée / Zona non satura Oberflächengewässer / Eau de surface / Acque superficial					
				Grundwasser / Eau souterraine / Acque sotterranee Ungesättigte Zone / Zone non-saturée / Zona non satura Oberflächengewässer / Eau de surface / Acque superficial					

Bitte vor Versuchsbeginn einsenden an:

A envoyer avant les essais à / Da inviare prima delle prove al:

- BWG (s.o.), OFEG (v. ci-dessus), UFAEG (vedi sotto)

Empfohlen / recommandé / raccomandato:

- Betroffene Gemeinden / Communes concernées / Comuni riguardati
- Örtliche Polizei / Police locale / Polizia locale
- Fischereiverbände / Associations piscicoles / Associazioni di pescatori
- Wasserversorgungen / Distributeurs d'eau / Distributore d'acqua
- Presse u. Öffentlichkeit / Presse et public / Stampa e pubblico

Die Kantonale Fachstelle wird durch das BWG informiert
Les autorités cantonales sont averties par l'OFEG
L'organo cantonale viene informato dall'UFAEG



Verantwortliche Stelle für die Versuche:

Institution responsable des essais:

Ente responsabile delle prove:

Verantwortliche Person:

Personne responsable:

Persona responsabile:

Tel.:

E-mail:

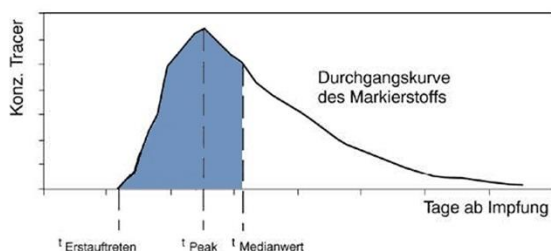
Datum / Date / Dat

Weiterbildungskurse 2015

Utilisation des traceurs artificiels en hydrogéologie

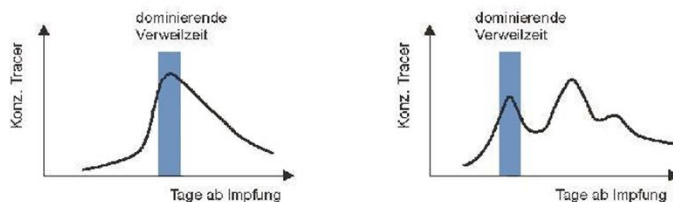
Bei der zu untersuchenden Grundwasserfassung ist die über längere Zeit maximal zulässige Fördermenge zu entnehmen (konzessionierte Förderleistung bzw. maximale tägliche Fördermenge). Aus der Durchgangskurve des Markierstoffes lassen sich für den Abstand d zwischen Impfstelle und Entnahmestelle unterschiedliche Verweilzeiten t ermitteln:

Minimale Verweilzeit	t Erstaufreten
Dominierende Verweilzeit	t Peak
Mittlere Verweilzeit	t Medianwert

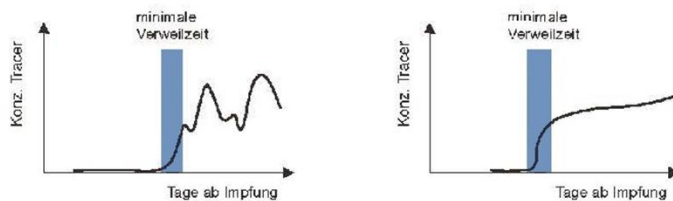


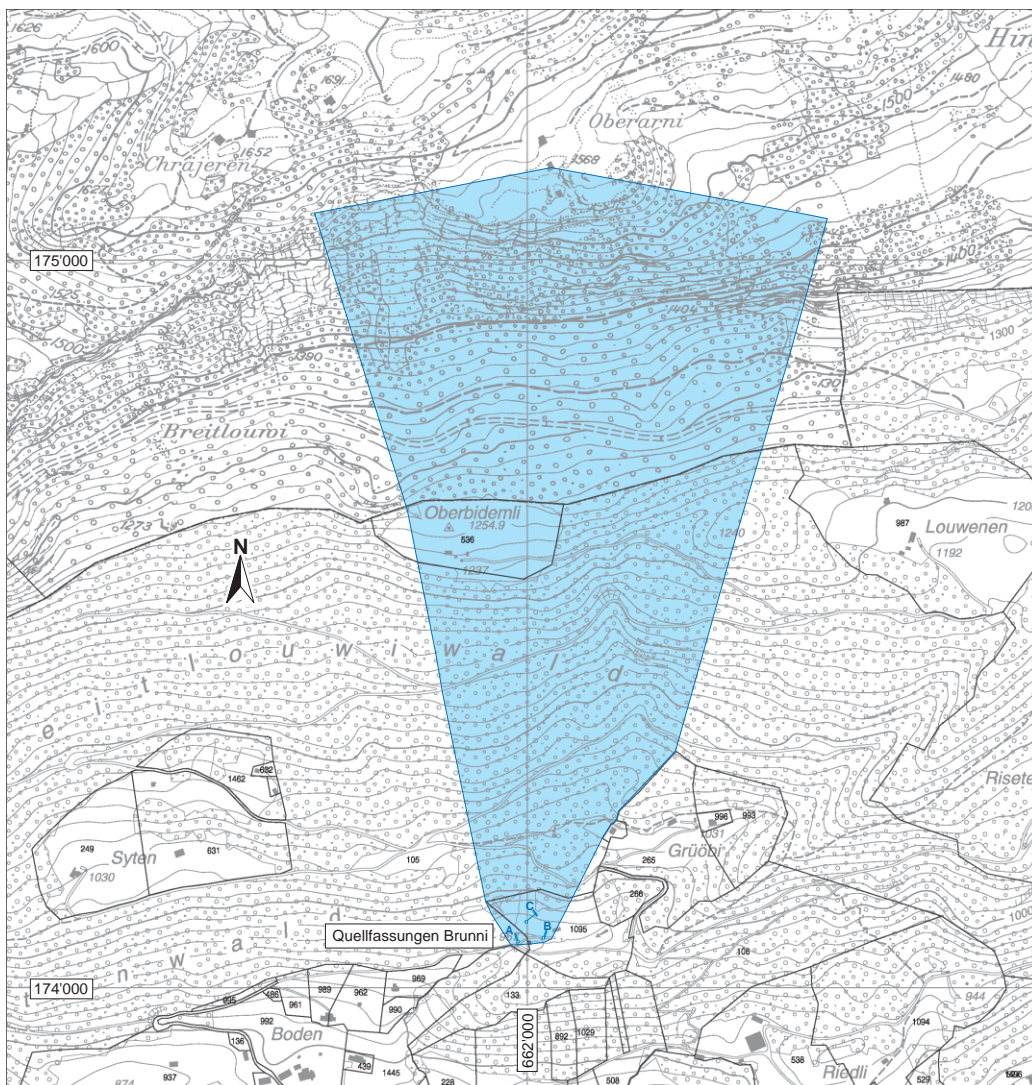
Durchgangskurven können unterschiedliche Formen haben. An je zwei Beispielen wird gezeigt, welche Verweilzeiten in Lockergesteins-Grundwasserleitern für die Bestimmung der 10-Tages-Isochrone massgebend sind. Mehr dazu findet sich in der Praxishilfe «Einsatz künstlicher Tracer in der Hydrogeologie» (BWG 2002).

Die Berechnung der 10-Tage-Isochrone erfolgt in der Regel aufgrund der **dominierenden Verweilzeit**. Bei Kurven, welche mehrere annähernd gleichwertige Konzentrationsmaxima aufweisen, ist der Zeitpunkt des ersten Peaks massgebend.





Bei Fassungen in sehr heterogenen Grundwasserleitern (z.B. ausgeprägte Rinnenstrukturen) sollte in der Regel der Zeitpunkt des Erstaufretens, d. h. die **minimale Verweilzeit**, als Grundlage für die Bestimmung der 10-Tage-Isochrone verwendet werden. Dies gilt auch für alle Markierversuche, die zur Ermittlung der Interventionszeit bei Störfall- und Havarieszenarien durchgeführt werden.





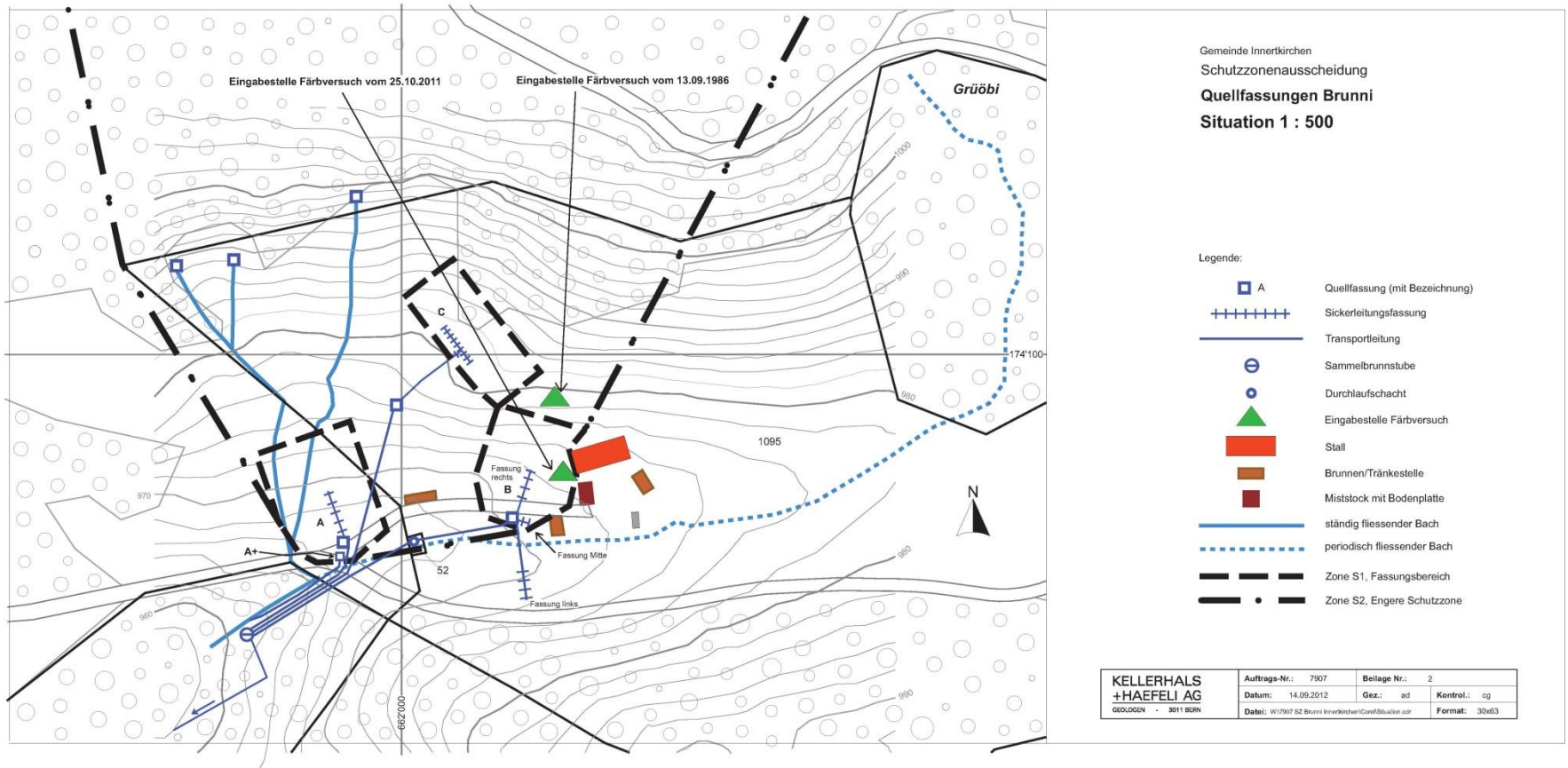
Gemeinde Innetkirchen
Schutzzonenauscheidung
Quelfassungen Bruni
Einzugsgebiet 1 : 5'000

Legende:

-  Quelfassung mit Fassungsstrang und Bezeichnung
-  Einzugsgebiet

KELLERHALS +HAEFELI AG <small>CH-3011 BERN</small>	Auftrags-Nr.: 7907	Beilage Nr.: 1	
	Datum: 14.09.2012	Gez.: ad	Kontrol.: cg
	Datei: W:\7907\SZ Bruni Innetkirchen\Cord\Einzugsgebiet.cdr	Format: A3	

Les sources Bruni



Weiterbildungskurse 2015

Utilisation des traceurs artificiels en hydrogéologie

Les sources Bruni



Weiterbildungskurse 2015

Utilisation des traceurs artificiels en hydrogéologie

Les sources Bruni



18.12.2013 09:27

Weiterbildungskurse 2015

Utilisation des traceurs artificiels en hydrogéologie

Les sources Bruni



18 12 2013 09 27

Weiterbildungskurse 2015

Utilisation des traceurs artificiels en hydrogéologie

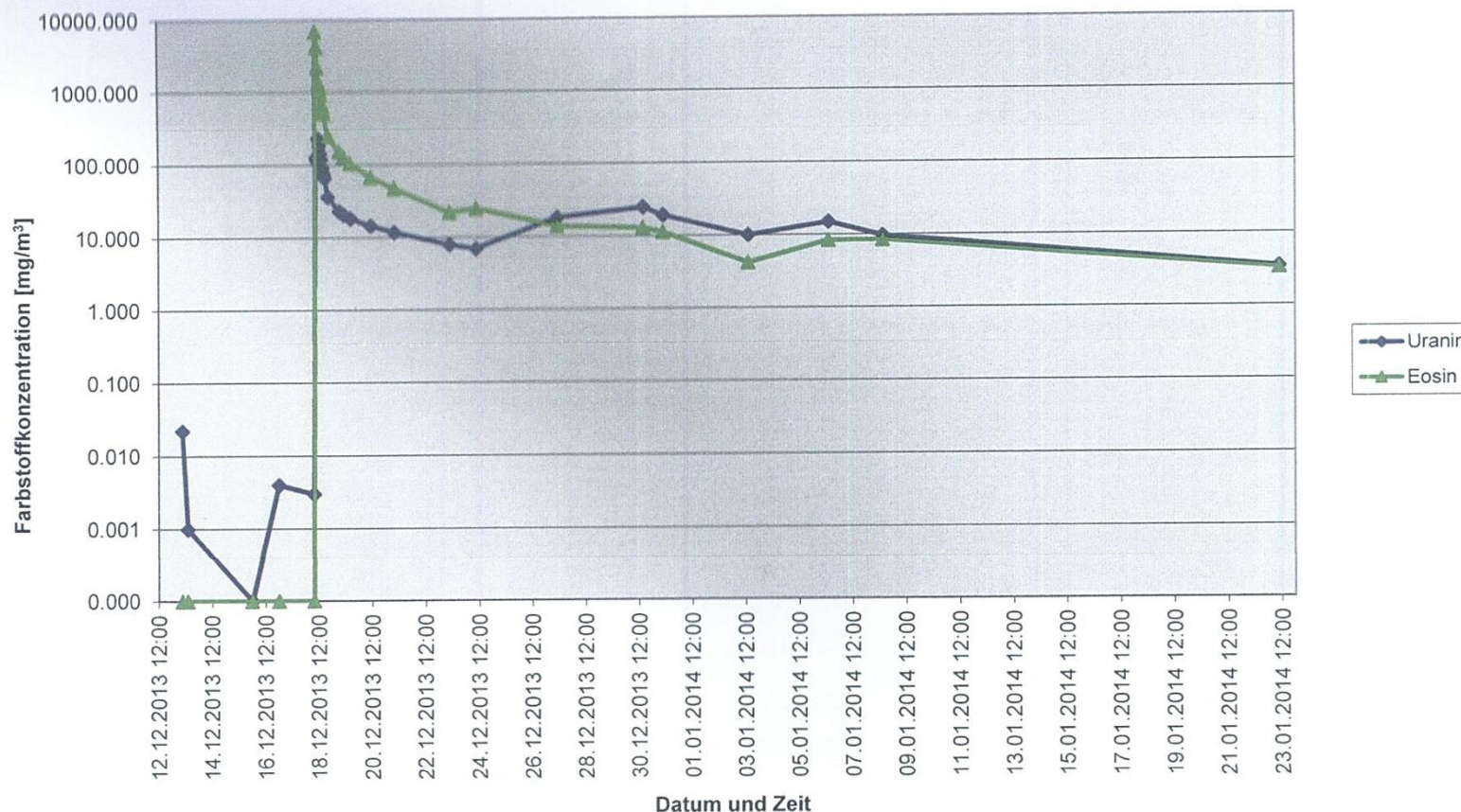
Les sources Bruni



Les sources Bruni

Kellerhals + Hafeli AG

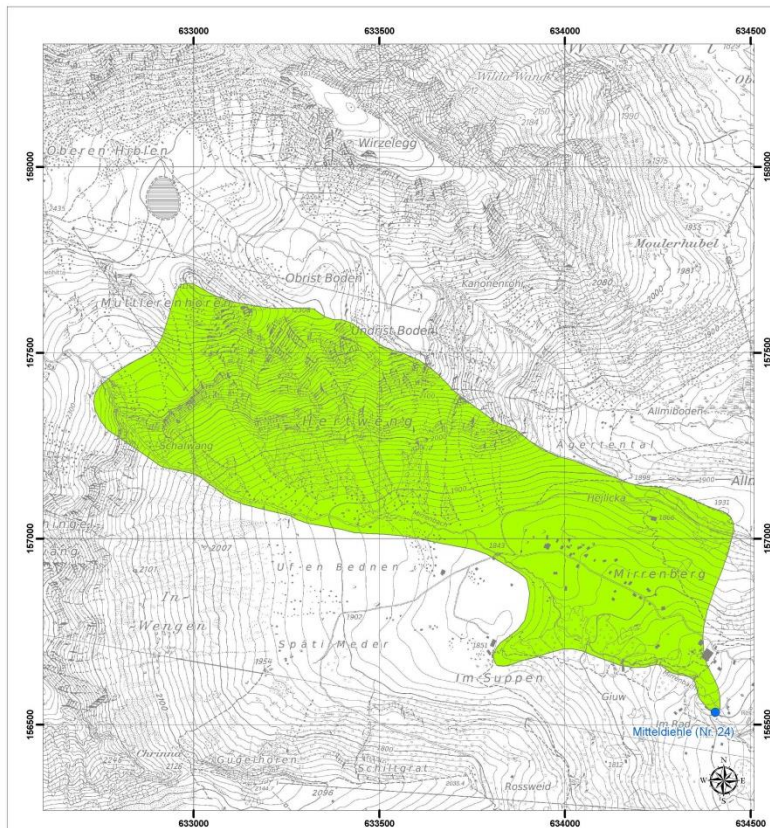
Resultate des Färbversuchs vom 18.12.2013
Fassung B (logarithmische Skalierung)



Weiterbildungskurse 2015

Utilisation des traceurs artificiels en hydrogéologie

Les sources de Mürren



Legende:

- Lage der Quelfassung (mit Name)
- Haupteinzugsgebiet der Quelfassung

WASSERVERSORGUNGSGEHOSENENSCHAFT MÜRREN

Quelfassung Mitteldiehle

Schutzzonenüberprüfung

Situation mit Einzugsgebiet der Quelfassung

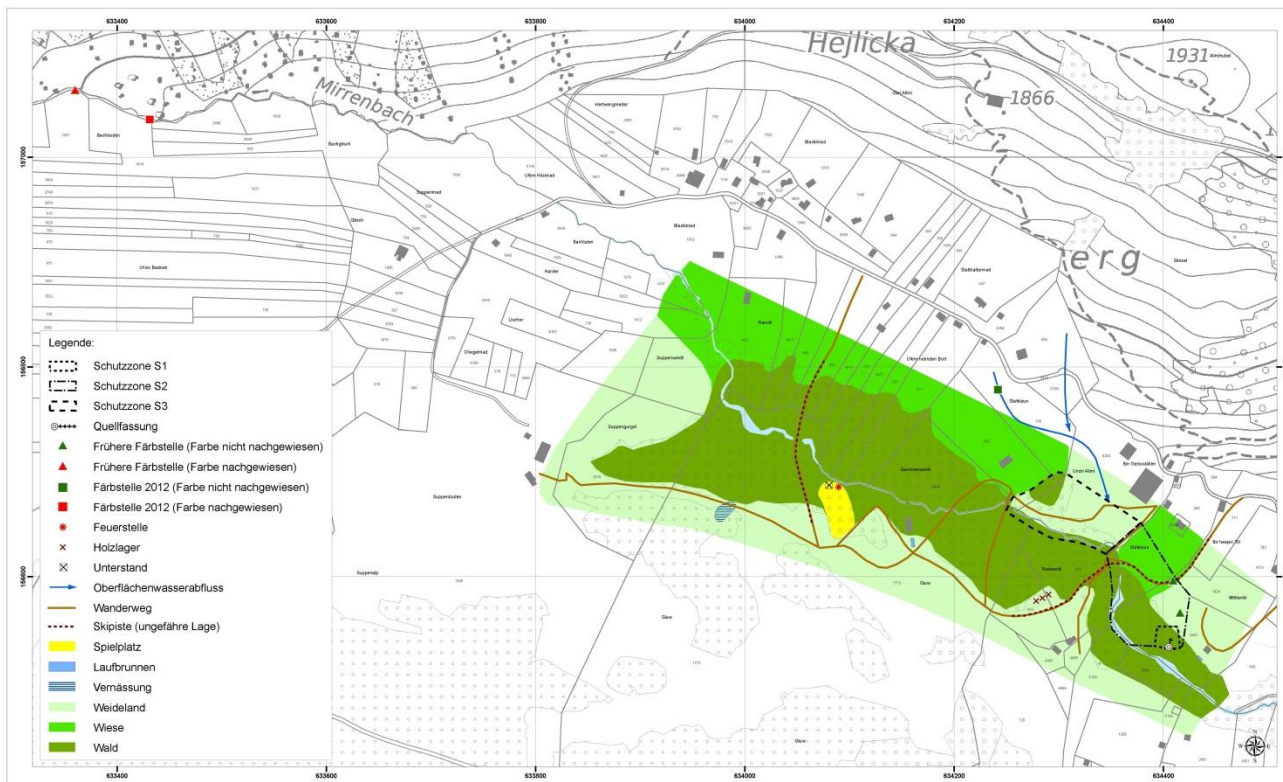
1 : 10'000

KELLERHALS + HAEFELI AG <small>GEOLOGEN - 3011 BERN</small>	Auftrags-Nr.: 7982	Beilage-Nr.: 1	
	Datum: Januar 2015	Gez.: uz/et	Kontrol.: wa
	Datei: W:\7982 SZ Muerren\GIS\EG_Mitteldiehle.mxd		

Weiterbildungskurse 2015

Utilisation des traceurs artificiels en hydrogéologie

Les sources de Mürren



WASSERVERSORGUNGSGENOSSENSCHAFT
MÜRREN

Quellfassung Mitteldiehle

Schutzzonenüberprüfung

Gefahrenkataster

1 : 2'500

**KELLERHALS
+ HAEFELI AG**
GEOLOGEN - 3011 BERN

Auftrags-Nr.: 7982

Beilage-Nr.: 2

Datum: Januar 2015

Gez.: uz/et

Kontrol.: wa

Datei: W:17982 SZ Muerren/GIS/IGK_Mitteldiehle.mxd

Weiterbildungskurse 2015

Utilisation des traceurs artificiels en hydrogéologie

Les sources de Mürren



Weiterbildungskurse 2015

Utilisation des traceurs artificiels en hydrogéologie

Les sources de Mürren



Weiterbildungskurse 2015

Utilisation des traceurs artificiels en hydrogéologie

Les sources de Mürren



Weiterbildungskurse 2015

Utilisation des traceurs artificiels en hydrogéologie

Les sources de Mürren



Weiterbildungskurse 2015

Utilisation des traceurs artificiels en hydrogéologie

Les sources de Mürren



Weiterbildungskurse 2015

Utilisation des traceurs artificiels en hydrogéologie

Les sources de Mürren

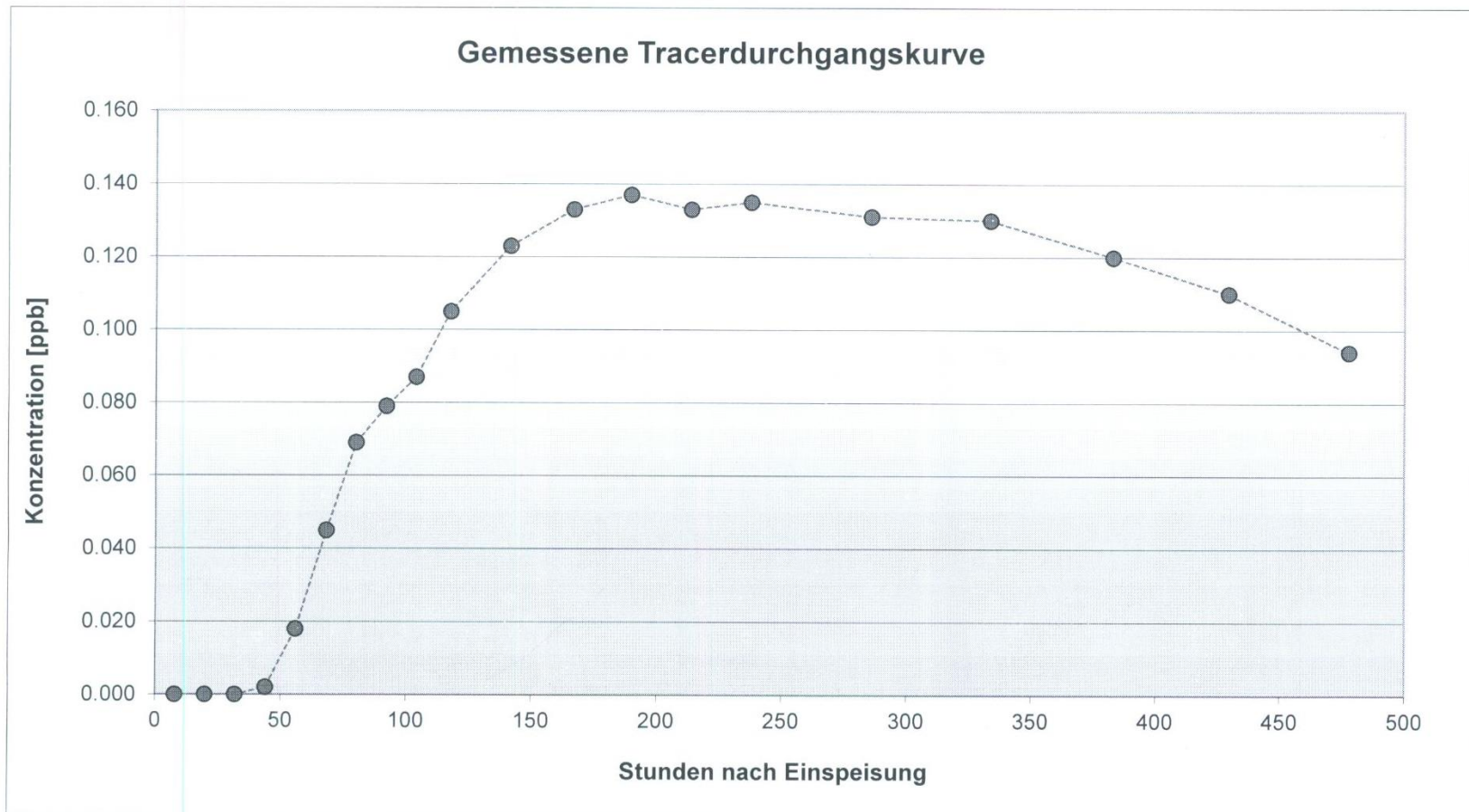


Weiterbildungskurse 2015

Utilisation des traceurs artificiels en hydrogéologie

Les sources de Mürren

Plots: Mitteldiehle



Weiterbildungskurse 2015

Utilisation des traceurs artificiels en hydrogéologie

Les sources de Mürren

Analysenresultate Färbeversuch Mitteldiehle

Färbemittelleingabe: 11.09.2012 11:12 Uranin in Mürrenbach
 Horizontale Distanz: unbekannt
 Fassung: **Mitteldiehle**

Probenentnahme	Zeit nach Einspeisung		Gemessene Konzentrationen*	Summenkurve
	[Datum, Zeit]	[Stunden]		
			[ppb oder mg/m ³]	[Prozent]
11.09.12 18:55	7.72	0.32	0.000	0.00
12.09.12 07:00	19.80	0.82	0.000	0.00
12.09.12 18:55	31.72	1.32	0.000	0.00
13.09.12 07:05	43.88	1.83	0.002	0.12
13.09.12 19:00	55.80	2.32	0.018	1.21
14.09.12 07:15	68.05	2.84	0.045	3.94
14.09.12 19:00	79.80	3.32	0.069	8.12
15.09.12 07:05	91.88	3.83	0.079	12.90
15.09.12 18:55	103.72	4.32	0.087	18.17
16.09.12 08:35	117.38	4.89	0.105	24.53
17.09.12 08:30	141.30	5.89	0.123	31.98
18.09.12 09:45	166.55	6.94	0.133	40.04
19.09.12 08:35	189.38	7.89	0.137	48.33
20.09.12 08:45	213.55	8.90	0.133	56.39
21.09.12 08:45	237.55	9.90	0.135	64.57
23.09.12 08:45	285.55	11.90	0.131	72.50
25.09.12 08:30	333.30	13.89	0.130	80.38
27.09.12 09:45	382.55	15.94	0.120	87.64
29.09.12 08:30	429.30	17.89	0.110	94.31
01.10.12 08:45	477.55	19.90	0.094	100.00

* Konzentrationen kleiner 0.001 ppb liegen unter der Nachweisgrenze im Versuchswasser

Bestimmung wichtiger Kenndaten aus der Tracerdurchgangskurve

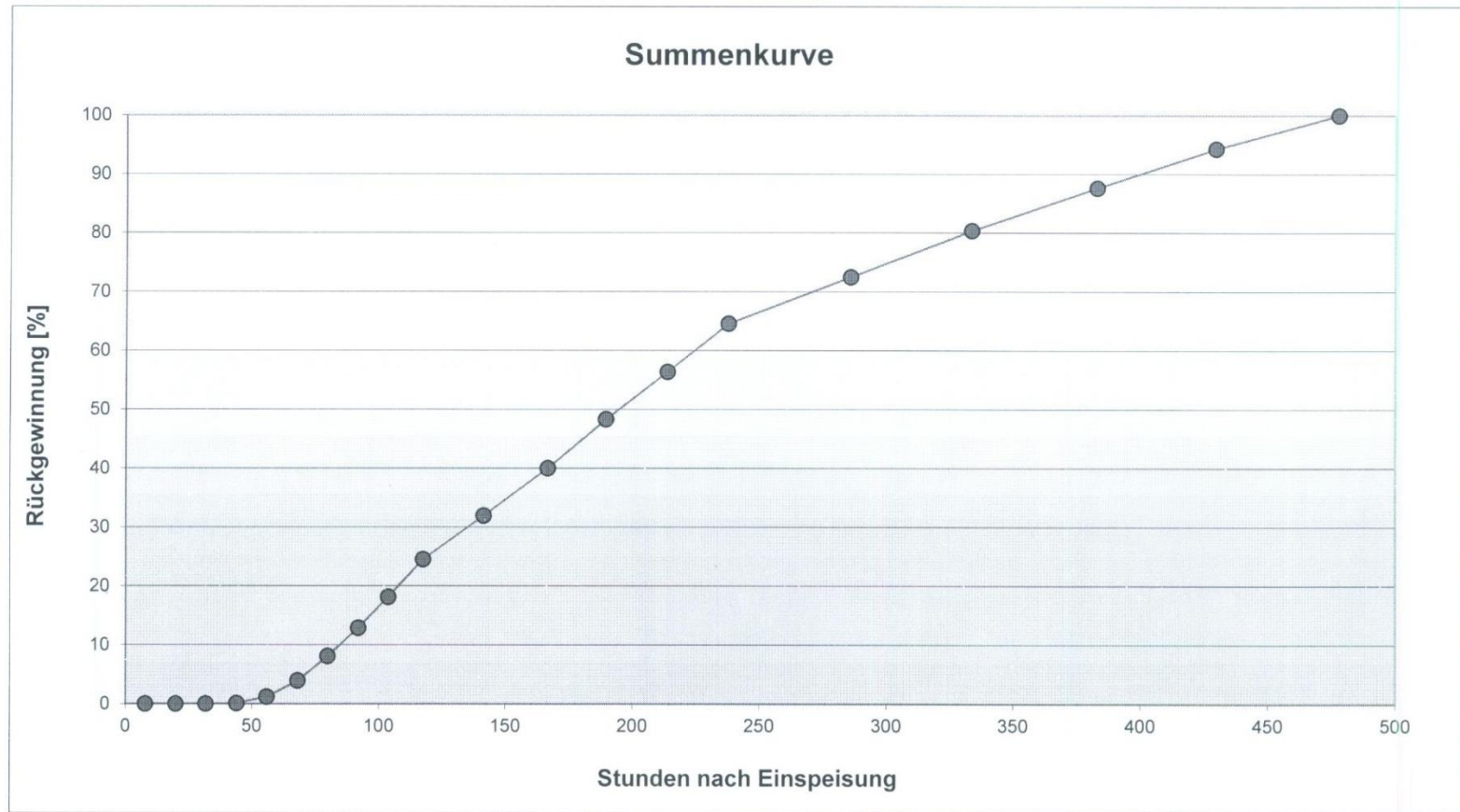
Horizontale Distanz	=	unbekannt	
Minimale Fliesszeit (t Erstaufreten)	=	43.88 Stunden	1.83 Tage
Max. Abstandsgeschwindigkeit (V Max)	=	unbekannt	
Peak-Fliesszeit (t Peak)	=	189.38 Stunden	7.89 Tage
Konzentrationsmaximum (C Peak)	=	0.137 ppb	
Peak-Geschwindigkeit (V Peak)	=	unbekannt	

Weiterbildungskurse 2015

Utilisation des traceurs artificiels en hydrogéologie

Les sources de Mürren

Plots: Mitteldiehle



Amerikaegge

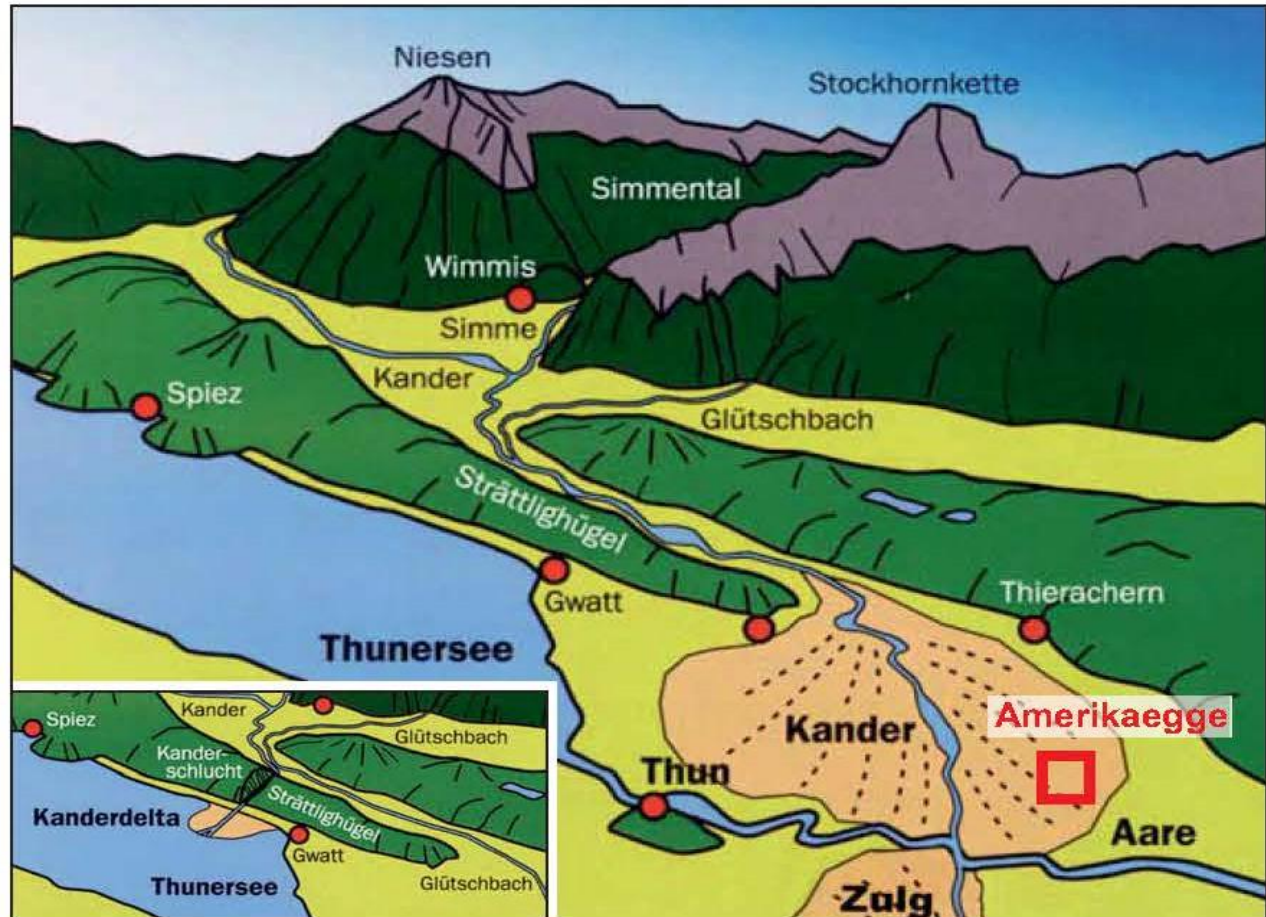
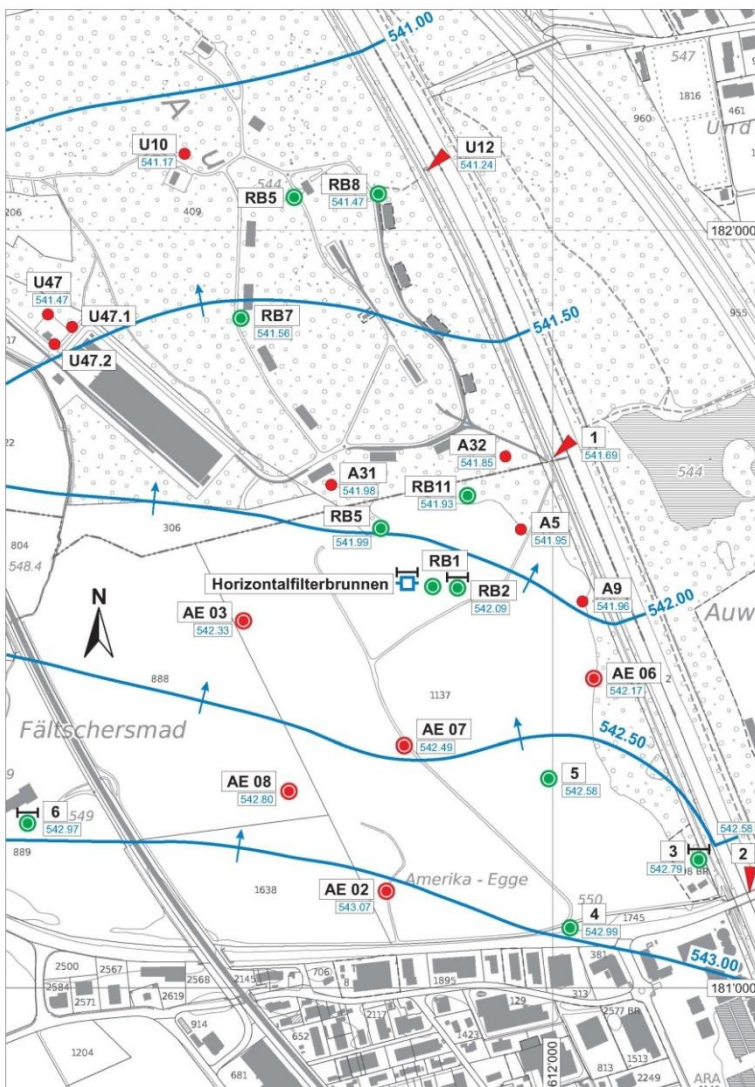


Abbildung A: Kanderdelta vor dem Kanderdurchstich 1713 (grosses Bild); das kleine Bild zeigt die Situation nach dem Kanderdurchstich.

Weiterbildungskurse 2015

Utilisation des traceurs artificiels en hydrogéologie

Amerikaegge



Wasserversorgung Region Thun AG, WARET

Horizontalfilterbrunnen Amerikaegge, Uetendorf

Hydrogeologische Arbeiten für die definitive Fassung

Grundwasserisohypsen vom 26. Februar 2013,
Ruhewasserspiegel

Situation 1 : 5'000

Legende

- Horizontalfilterbrunnen Amerikaegge
- Rammkernbohrung neu für Beobachtung mit Nr.
- Sondierbohrung alt mit Nr.
- Datalogger
- Rammsondierung mit Piezometer und Nr.
- Abstich Oberflächengewässer mit Nr.
- Kote Grundwasserspiegel in m ü.M. vom 26. Februar 2013
- Isohypsen des Grundwasserspiegels in m ü.M. vom 26. Februar 2013, mit Fliessrichtung

KELLERHALS
+HAEFELI AG
GEOLOGEN - 3011 BERN

Auftrags-Nr.: 7262

Beilage-Nr.: 4

Datum 31. Juli 2013

Gez.: ad

Kontroll.: wa

Datei: W:\7262 Horizontalfilterbrunnen Amerikaegge\Bericht_2013\Beilage4.cdr

Weiterbildungskurse 2015

Utilisation des traceurs artificiels en hydrogéologie

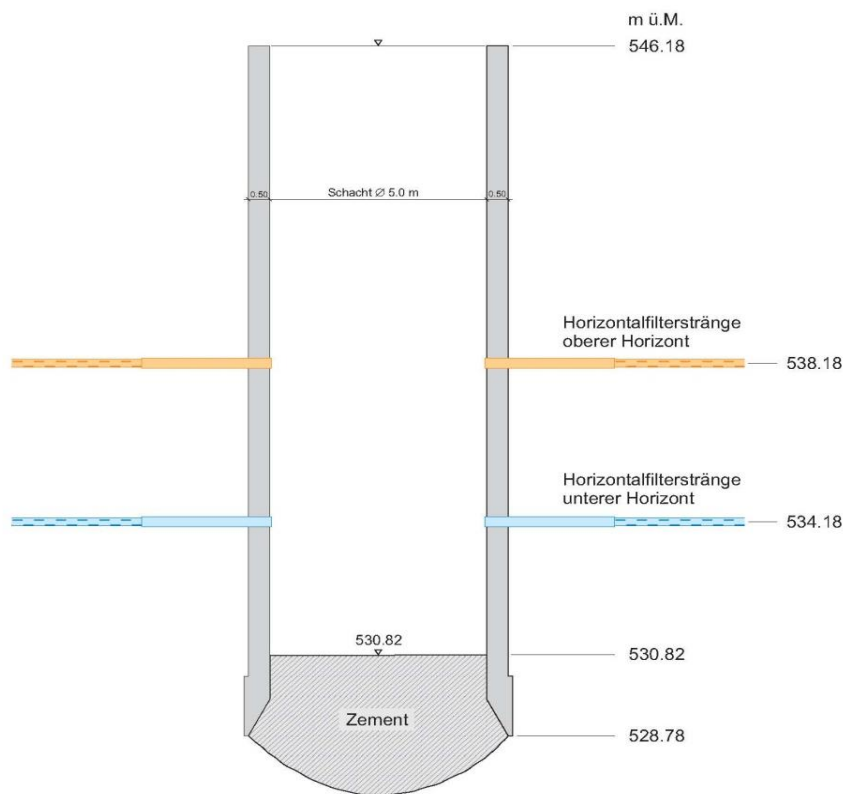
Amerikaegge

Wasserversorgung Region Thun AG, WARET

Horizontalfilterbrunnen Amerikaegge, Uetendorf

Hydrogeologische Arbeiten für die definitive Fassung

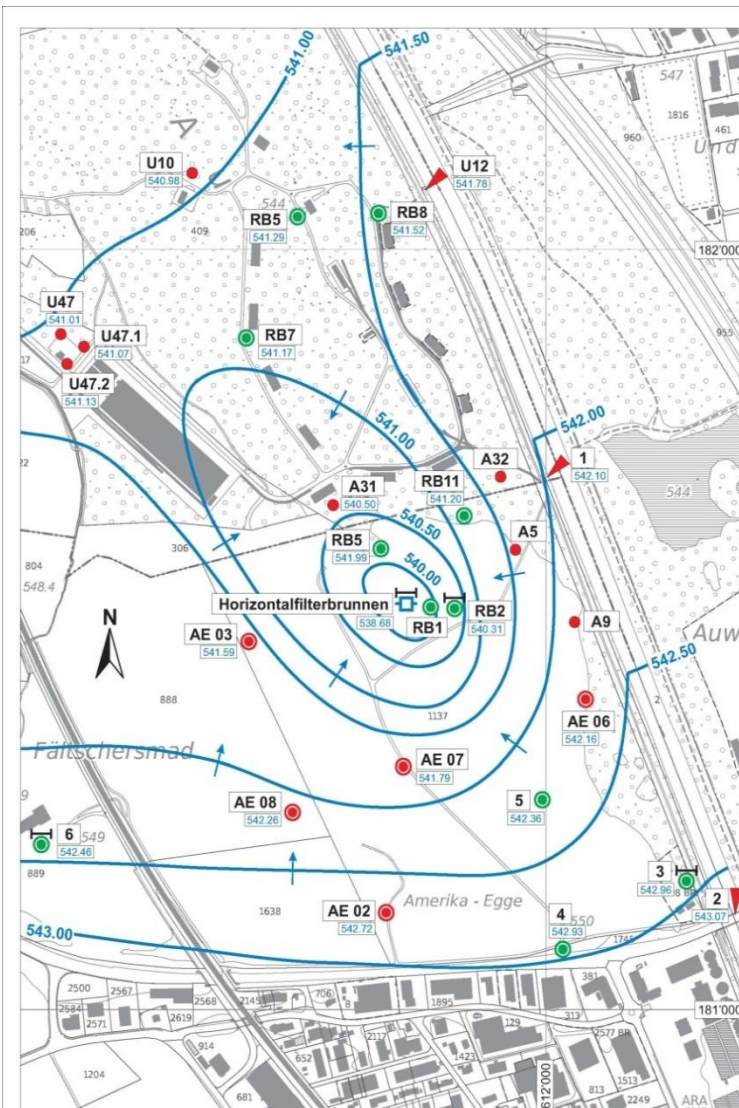
Zentralschacht 1 : 100



Weiterbildungskurse 2015

Utilisation des traceurs artificiels en hydrogéologie

Amerikaegge



Wasserversorgung Region Thun AG, WARET

Horizontalfilterbrunnen Amerikaegge, Uetendorf

Hydrogeologische Arbeiten für die definitive Fassung

Grundwasserisohypsen vom 02. April 2013,

Pumpstufe 45 m³/min

Situation 1 : 5'000

Legende

- Horizontalfilterbrunnen Amerikaegge
- Rammkernbohrung neu für Beobachtung mit Nr.
- Sondierbohrung alt mit Nr.
- Datalogger
- Rammsondierung mit Piezometer und Nr.
- Abstich Oberflächengewässer mit Nr.
- 541.79 Kote Grundwasserspiegel in m ü.M. vom 02. April 2013
- 542.00 Isohypsen des Grundwasserspiegels in m ü.M. vom 02. April 2013, mit Fließrichtung

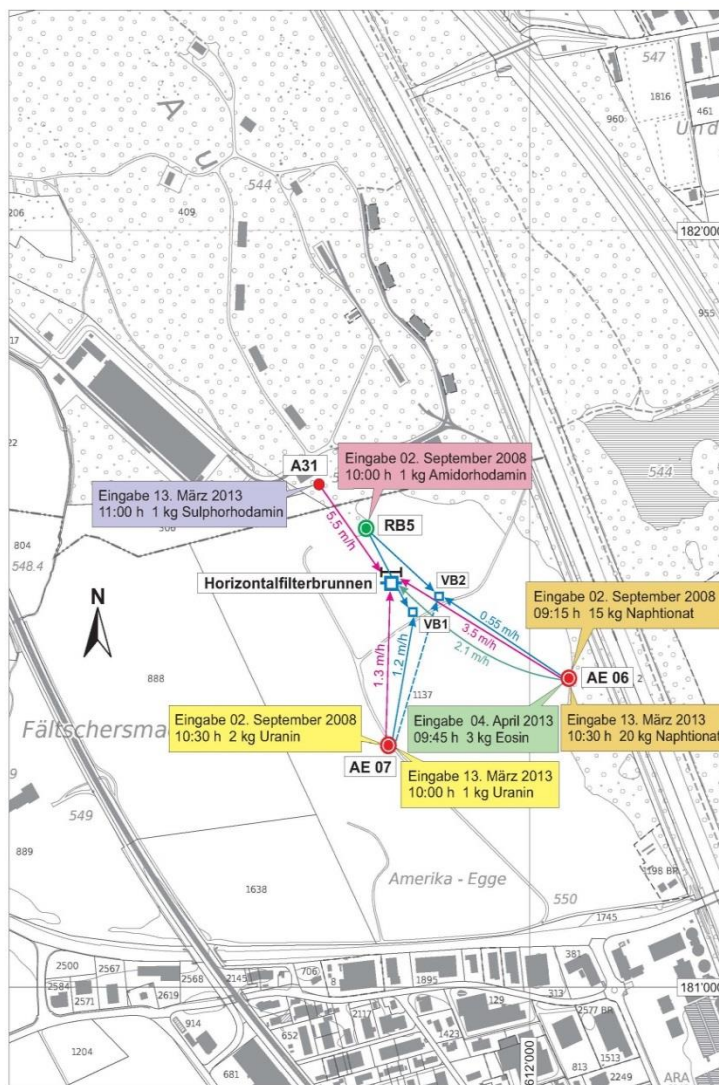
KELLERHALS
+HAEFELI AG
GEOLOGEN - 3011 BERN

Auftrags-Nr.: 7262
Datum 31. Juli 2013

Beilage-Nr.: 6
Gez.: ad Kontroll.: wa

Datei: W:\7262 Horizontalfilterbrunnen Amerikaegge\Bericht_2013\Beilage6.cdr

Amerikaegge



Wasserversorgung Region Thun AG, WARET

Horizontalfilterbrunnen Amerikaegge, Uetendorf

Hydrogeologische Arbeiten für die definitive Fassung

Färbversuche vom 02. September 2008

bzw. 13. März und 04. April 2013

Situation 1 : 5'000

Legende

- Horizontalfilterbrunnen Amerikaegge
- Datalogger
- Versuchsbrunnen Amerikaegge VB1 und VB2
- Rammkernbohrung neu für Beobachtung mit Nr.
- Sondierbohrung alt mit Nr.
- Rammsondierung mit Piezometer und Nr.

KELLERHALS
+HAEFELI AG
GEOLOGEN - 3011 BERN

Auftrags-Nr.: 7262	Beilage-Nr.: 20
Datum 31. Juli 2013	Gez.: ad Kontroll.: wa
Datei: W:\7262 Horizontalfilterbrunnen Amerikaegge\Bericht_2013\Beilage20.cdr	

Weiterbildungskurse 2015

Utilisation des traceurs artificiels en hydrogéologie

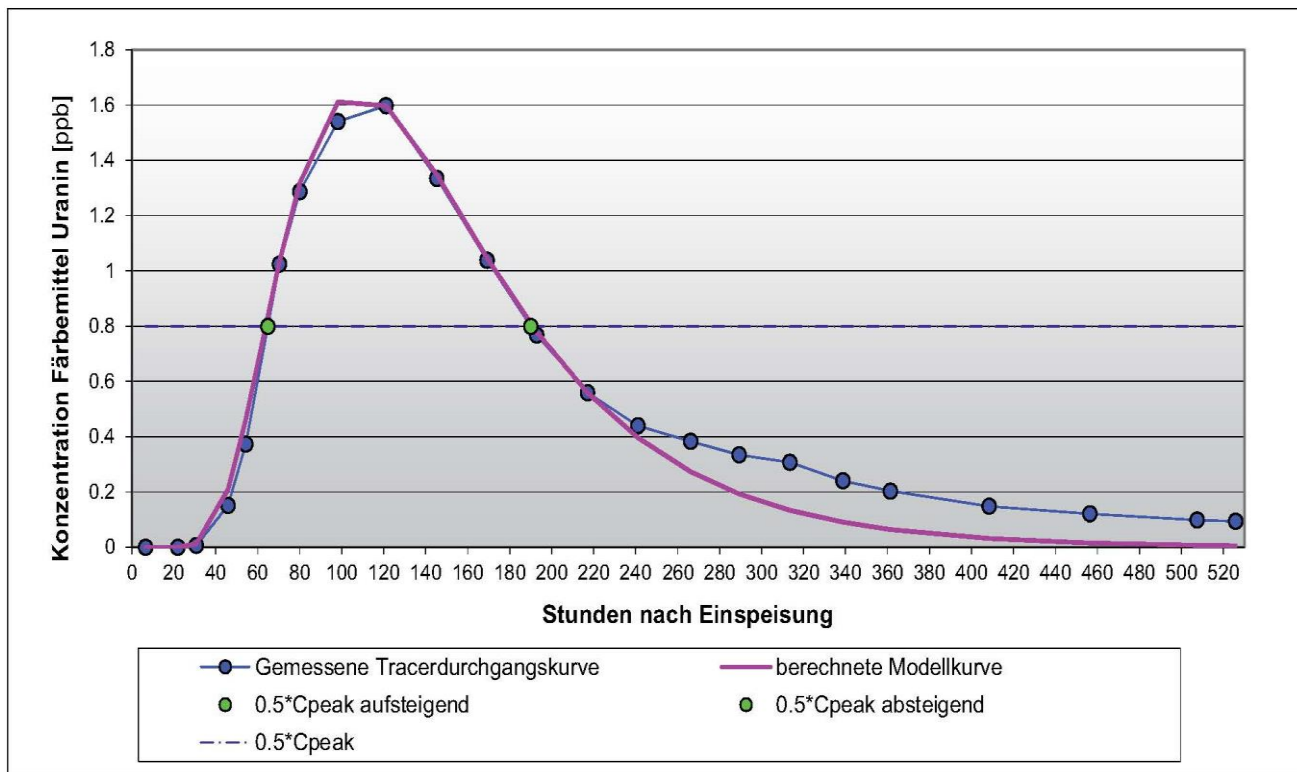
Amerikaegge

Wasserversorgung Region Thun AG, WARET

Horizontalfilterbrunnen Amerikaegge, Uetendorf

Hydrogeologische Arbeiten für die definitive Fassung

Tracerdurchgangskurve Färbversuch 13. März 2013



Weiterbildungskurse 2015

Utilisation des traceurs artificiels en hydrogéologie

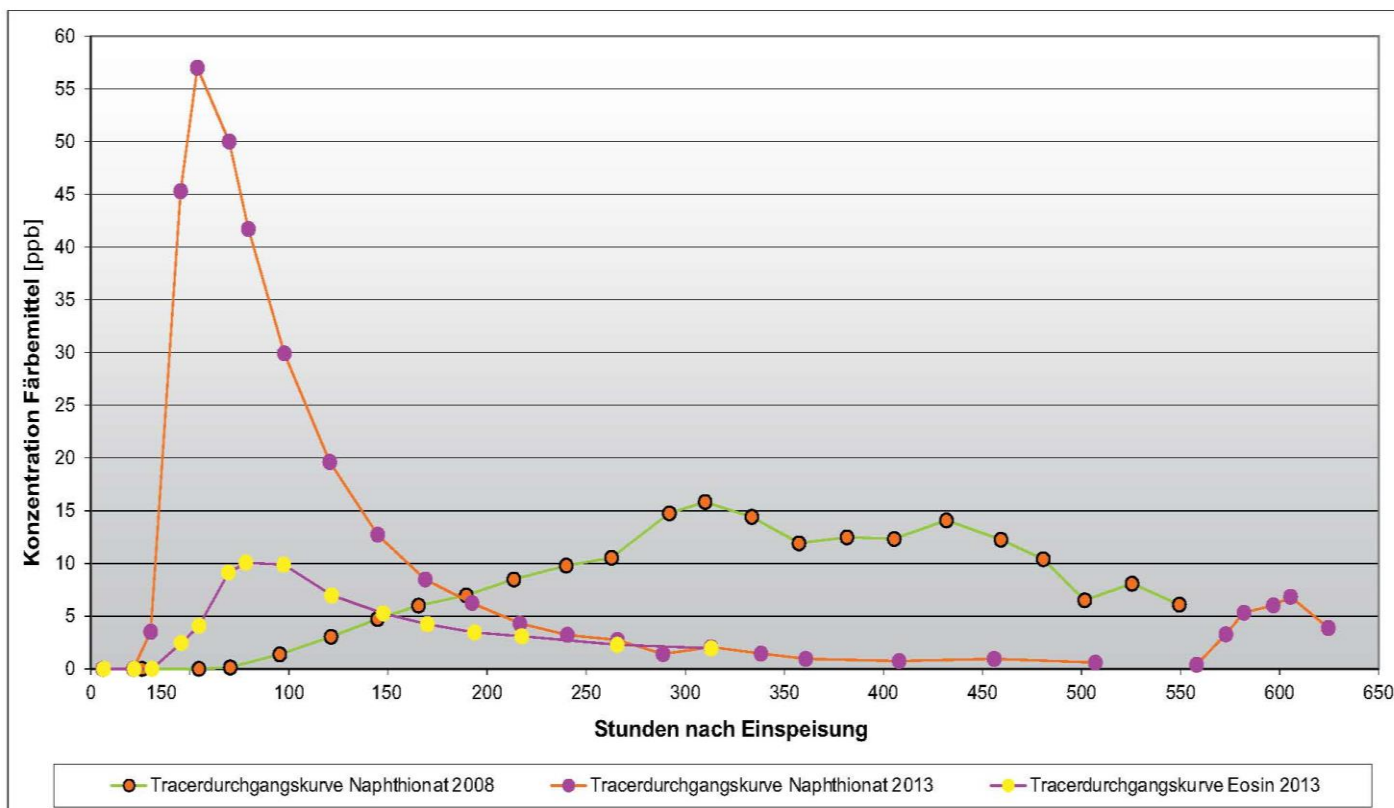
Amerikaegge

Wasserversorgung Region Thun AG, WARET

Horizontalfilterbrunnen Amerikaegge, Uetendorf

Hydrogeologische Arbeiten für die definitive Fassung

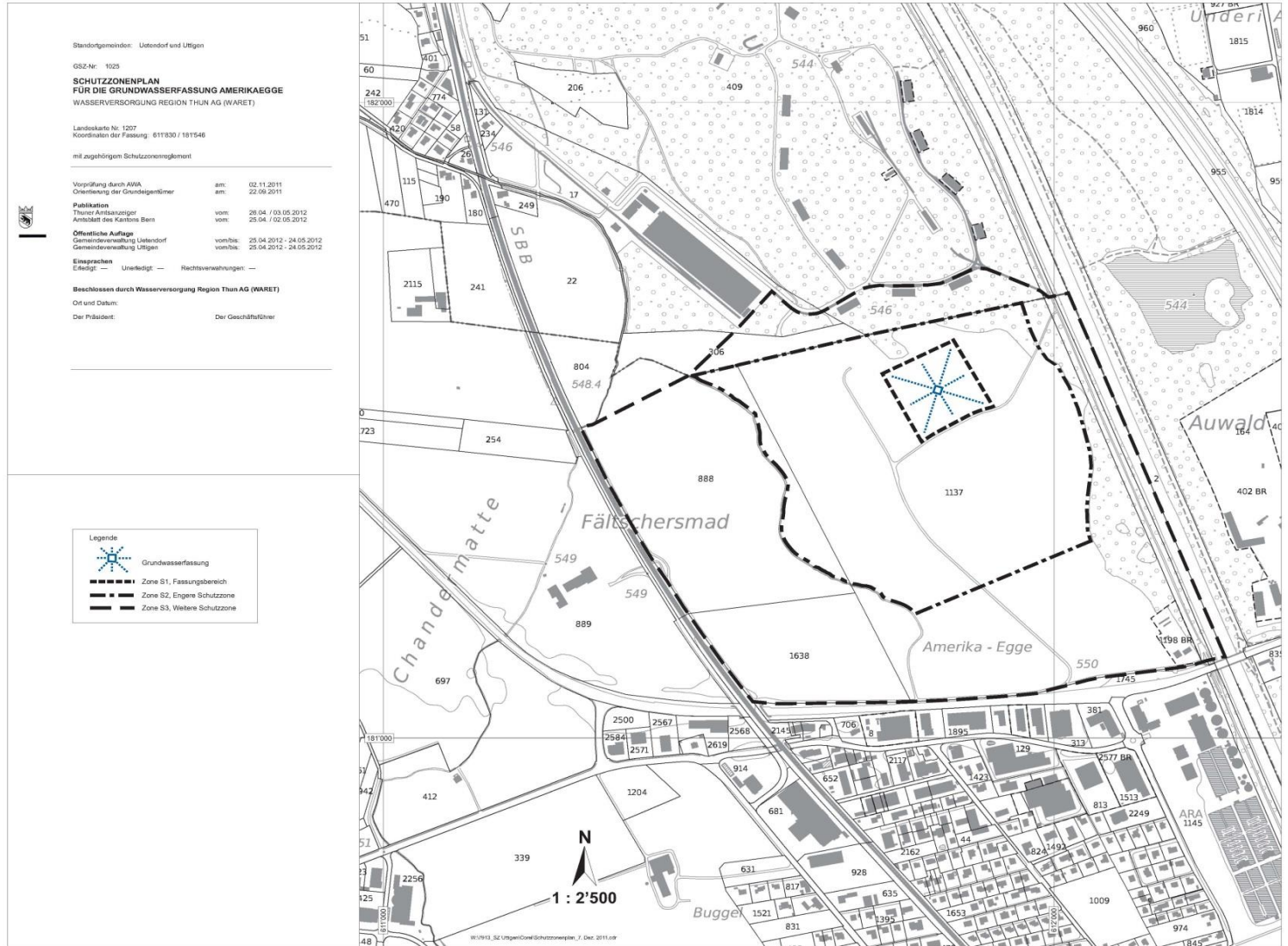
Tracerdurchgangskurven Färbversuche 2008 und 2013



Weiterbildungskurse 2015

Utilisation des traceurs artificiels en hydrogéologie

Amerikaegge



Weiterbildungskurse 2015

Utilisation des traceurs artificiels en hydrogéologie

Utilisation de l'eau souterraine de Gimmiz

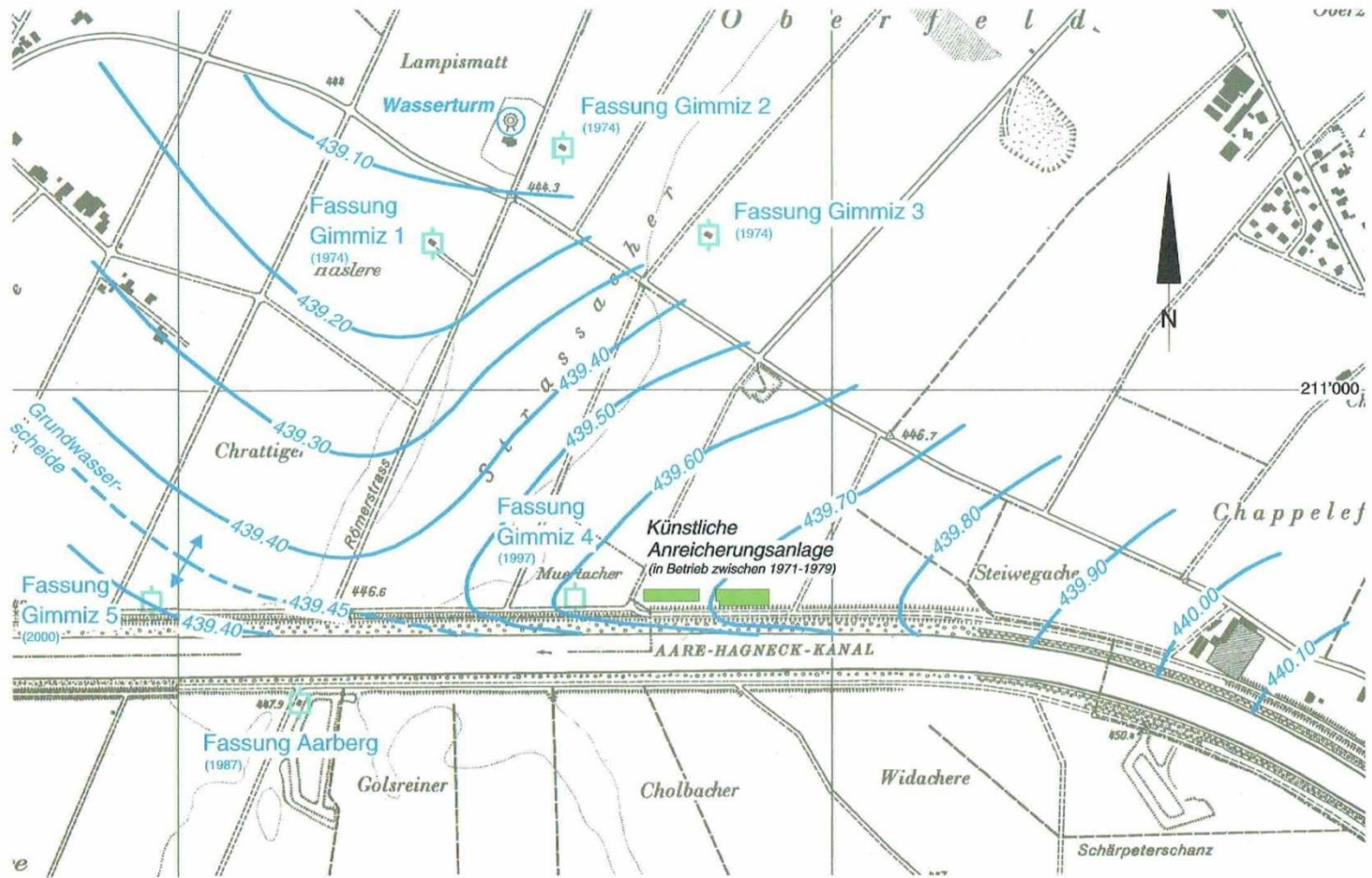


Abb. 3:
Typisches Grundwasserisohypsenbild im Bereich des Hagneckkanals (5.7.1986)

Weiterbildungskurse 2015

Utilisation des traceurs artificiels en hydrogéologie

Utilisation de l'eau souterraine de Gimmiz



Weiterbildungskurse 2015

Utilisation des traceurs artificiels en hydrogéologie

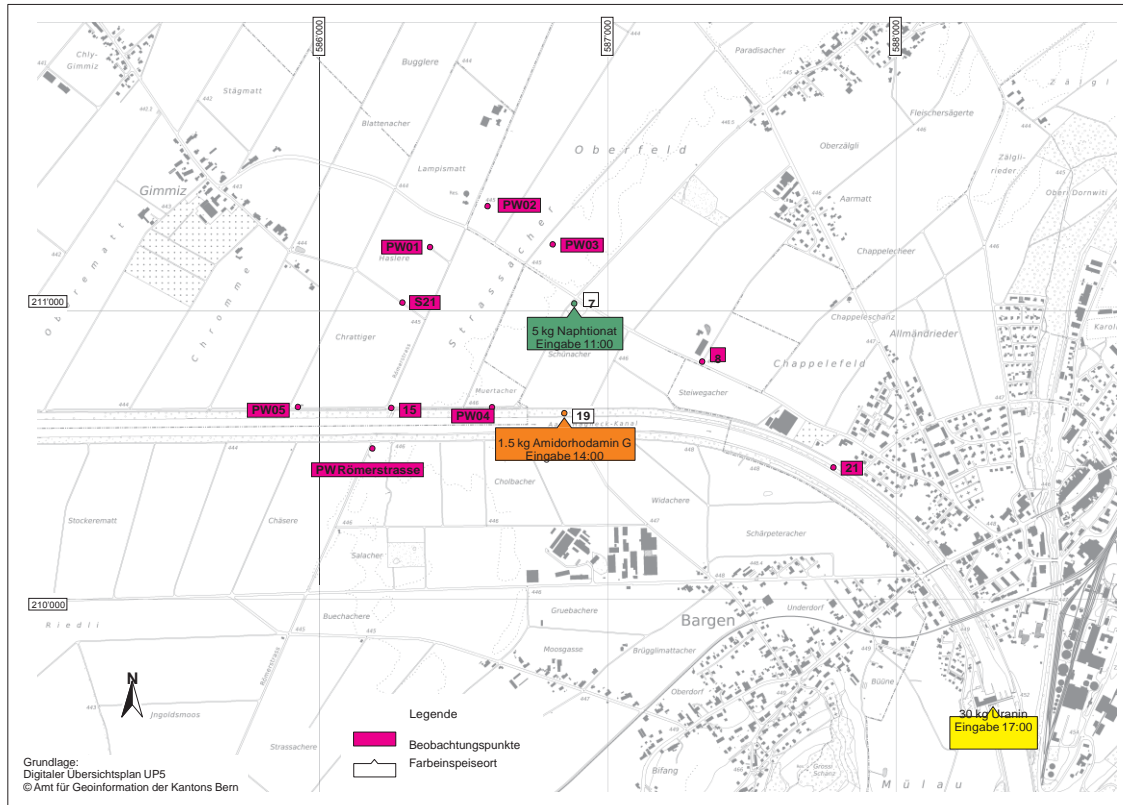
Utilisation de l'eau souterraine de Gimmiz



Weiterbildungskurse 2015

Utilisation des traceurs artificiels en hydrogéologie

Utilisation de l'eau souterraine de Gimmiz



Wasserverbund Seeland AG
Grundwasserfassungen Gimmiz

Schutzzonenüberprüfung

Setup Färbversuche
vom 18.01.2011

Situation 1:10'000

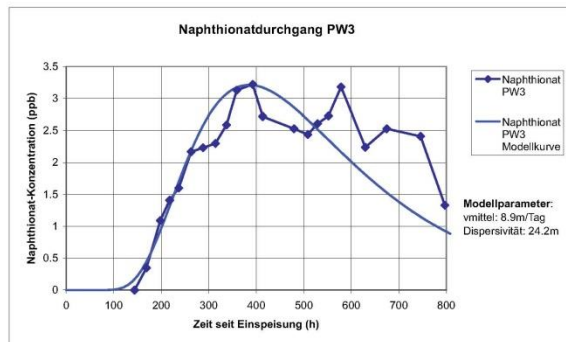
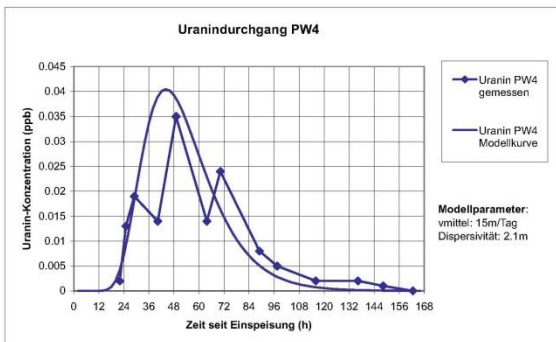
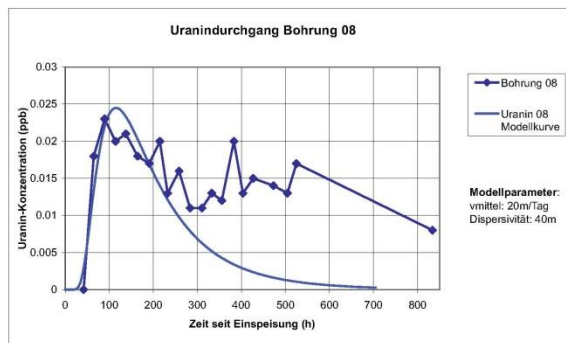
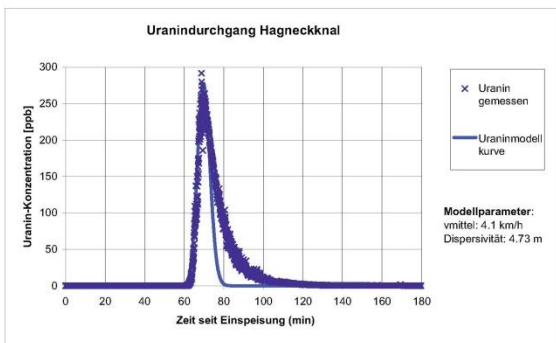
KELLERHALS
+HAEFELI AG
GEOLOGEN - 3011 BERN

Auftrags-Nr.: 7934	Beilage Nr.: 11	
Datum: 31.01.2012	Gez.: ba	Kontrol.: cw
Date: W:\7934 GW-Fassung Gimmiz\Beilage11.cdr	Format: 30/63	

Weiterbildungskurse 2015

Utilisation des traceurs artificiels en hydrogéologie

Utilisation de l'eau souterraine de Gimmiz



Wasserverbund Seeland AG
Grundwasserfassungen Gimmiz

Schutzzonenüberprüfung

Auswertung Färbversuche

**KELLERHALS
+HAEFELI AG**

GEOLOGEN - 3011 BERN

Auftrags-Nr.: 7934

Datum: 31.01.2012

Datei: W:7934 GW-Fassung Gimmiz\Beilage12.cdr

Beilage Nr.: 12

Gez.: ba

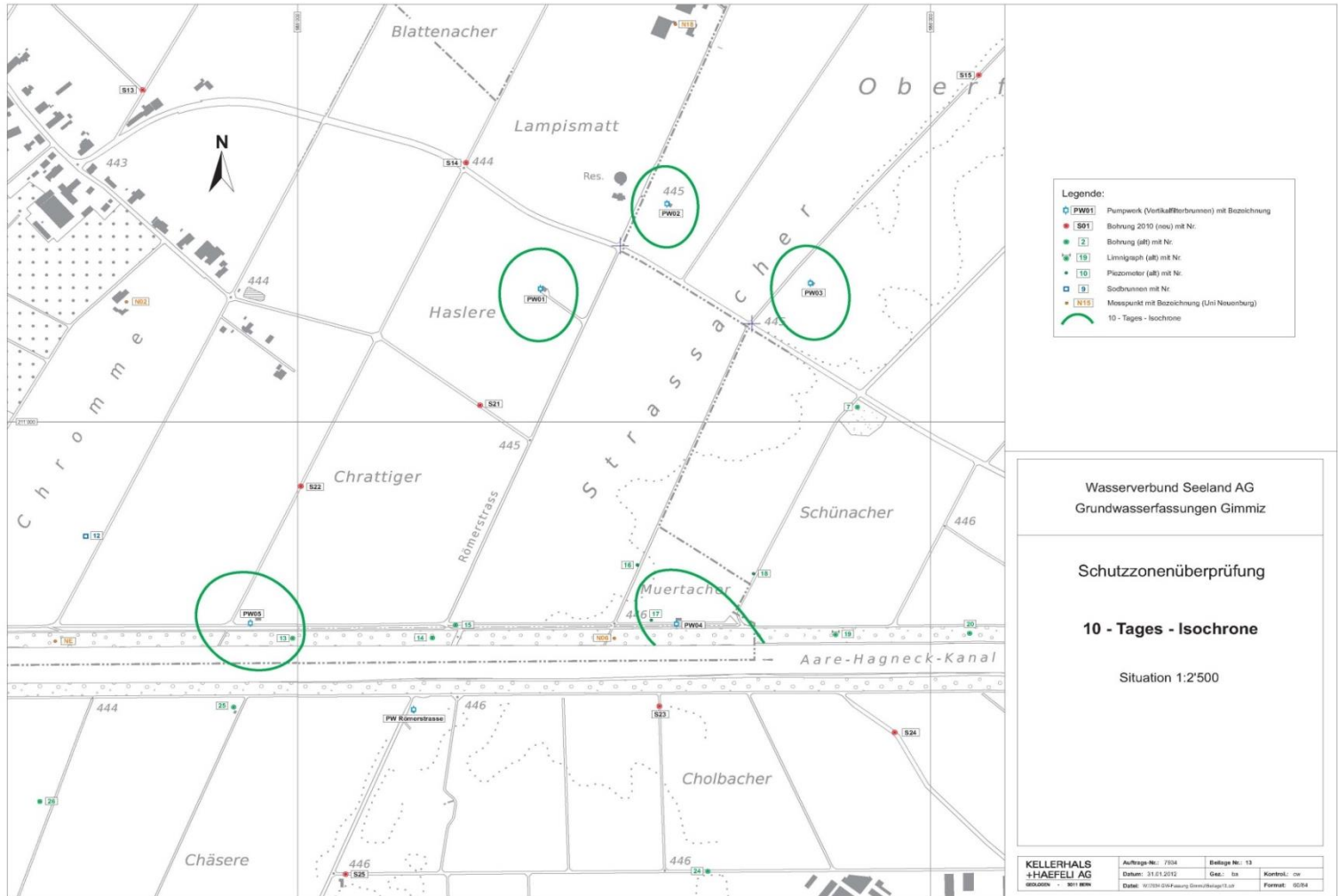
Kontrol.: cw

Format: 30/63

Weiterbildungskurse 2015

Utilisation des traceurs artificiels en hydrogéologie

Utilisation de l'eau souterraine de Gimmiz



Weiterbildungskurse 2015

Utilisation des traceurs artificiels en hydrogéologie

Utilisation de l'eau souterraine de Gimmiz

Standortgemeinde: Walperswil

GIS-Au:

SCHUTTZONENPLAN FÜR DIE GRUNDWASSERFASSUNG

GIMMIZ 5

WASSERVERBUND SEELAND AG

Landeskarte Nr. 1145.4/1146.3

Koordinaten der Fassung: 585790/211220, 585758/211364, 585710/211230,
585710/210754, 584943/210770

Mit zugehörigen Schutzzoneengrenzen

Vorstellung/AVA: am: 10.03.1999
Überprüfung der Grundkörper/inn: am: 16.03.1999

Publikation: im Anzeiger für das Amt vom
im Anzeiger für das Amt vom
im Anzeiger für das Amt vom
am: 24.03.1999

Öffentliche Auflage: Regierungsrat Kantons Fribourg vom: 24.03. - 24.04.1999
Gesamtenversammlung Wasseramt vom: 24.03. - 24.03.1999
Wasserentscheider des Kantons Bern vom: 24.03. - 24.04.1999

Eingesprochen: 2

Erreicht: Unbedingt: Rechtsvermutungen:

Beschlossen durch Wasserverbund Seeland AG

Datum:

Der Präsident: Der Sekretär:

Abkündigung Geologie / Beschluss Nr. 28061999 vom 28. Juni 1999
Ersetzt den Regenwasserbeschluss Nr. 132 vom 17. Januar 1998

Legende	
	Vertikalfüllbrunnen
	Zonenengrenze entspricht Parzellengrenze
	Zonenengrenze entspricht nicht Parzellengrenze
	Zone S1, Fassungsbereich
	Zone S2, Engere Schutzzone
	Zone S3, Weitere Schutzzone

