



MODELLEINSATZ ZUR GRUNDWASSERBEWIRTSCHAFTUNG

**Untersuchungen zu den möglichen Fassungsanlagen
„Tubishof“ und „Cloche d’Or“**

Björnsen Beratende Ingenieure GmbH
Maria Trost 3 · 56070 Koblenz
Telefon 0261 8851-0 · Telefax 0261 805725

Juli 2016
LG/li2 2010168.40

Inhaltsverzeichnis

Erläuterungsbericht	Seite
1 Veranlassung / Aufgabenstellung	1
2 Modelleinsatz / Rechenfälle	1
2.1 Ausgangsrechenfall	1
2.2 Rechenfall „Tubishof“	2
2.3 Rechenfall „Cloche d’Or“	4
3 Zusammenfassung	5

Anlagen

1	Übersichtskarte
2	Grundwasserströmung
2.1	Ausgangsrechenfall
2.2	Rechenfall „Tubishof“
2.3	Rechenfall „Cloche d’Or)
3	Grundwasserstandsdifferenzen
3.1	Rechenfall „Tubishof“
3.2	Rechenfall „Cloche d’Or)
4	Modelldatendokumentation
4.1	Modellbilanzen
4.2	Quellschüttungen
4.3	Wasserstände

Verwendete Unterlagen

- [1] Administration de la Gestion de l’Eau,
 Syndicat des Eaux du Barrage d’Esch-sur-Sure,
 Syndicat des Eaux du Sud,
 Ville de Luxembourg (Hrsg.)
 Grundwassermanagementplan Luxemburger Sandstein
 Koblenz, September 2010
 Verfasser: Björnsen Beratende Ingenieure GmbH

1 Veranlassung / Aufgabenstellung

Die Stadt Luxemburg plant im Bereich südwestlich bis südlich des Stadtgebietes die Entnahme von Grundwasser für die Bereitstellung zur öffentlichen Trinkwasserversorgung. Mögliche Brunnenstandorte für die geplante Grundwasserentnahme bilden die Standorte der Versuchsbohrungen Cloche d'Or (FRE-1-16) sowie Tubishof (FRE-1-30).

Im Rahmen der Erstellung des Grundwassermanagementplanes für den Luxemburger Sandstein [1] wurde der für die geplanten Entnahmen vorgesehene Bereich bereits als möglicher Bereich für die Errichtung neuer Gewinnungsanlagen bzw. für zusätzliche Entnahmen aus dem Luxemburger Sandstein ausgewiesen.

Mit den in diesem Bericht dokumentierten Untersuchungen waren die Auswirkungen der geplanten Grundwasserentnahme sowie das Einzugsgebiet für die beiden favorisierten Brunnenstandorte Cloche d'Or und Tubishof mit Hilfe des bestehenden numerischen Grundwasserströmungsmodells zu ermitteln. Für die Berechnungen wurde dabei von einer geplanten mittleren Entnahmerate von 50 m³/h ausgegangen.

2 Modelleinsatz / Rechenfälle

Eingesetzt wurde das im Rahmen des Grundwassermanagementplanes [1] aufgebaute numerische Grundwasserströmungsmodell. Das eingesetzte Modell wurde für die Bearbeitung von Fragestellungen zur großräumigen Grundwasserbewirtschaftung im Luxemburger Sandstein aufgebaut. Es ist damit für die Bearbeitung der hier vorliegenden Fragestellung sehr gut geeignet.

Einzelheiten zum Modellaufbau, zur stationären und instationären Modellanpassung sowie zur Modellvalidierung wurden im Rahmen des Grundwassermanagementplanes ausführlich dokumentiert. Aus diesem Grund wird an dieser Stelle auf eine weitere Modelldokumentation verzichtet. Nur bei den Entnahmen wurden gegenüber dem Zustand der Modellanpassung einige Änderungen vorgenommen um die aktuellen bzw. zukünftig erwarteten Verhältnisse möglichst gut abzubilden. Diese Veränderungen der Entnahmemengen werden im Folgenden für die einzelnen Rechenfälle gesondert erläutert.

2.1 Ausgangsrechenfall

Für den Ausgangsrechenfall wurde im Modellraum wie für die Modellanpassung die mittlere Grundwasserneubildung von rd. 3,66 l/s·km² (3.627 l/s für den gesamten Modellraum) angesetzt. Auch die Zu- (10,1 l/s) und Abstrommengen (7,3 l/s) über die Modellränder hinweg blieben gegenüber der Modellanpassung unverändert.

Für die Berechnungen zum Ausgangsfall wurden im Modellraum die im Folgenden aufgeführten Entnahmen angesetzt. Diese entsprechen bis auf wenige Ausnahmen dem Zustand der Modellanpassung. Der wichtigste Unterschied zum Zustand der Modellanpassung besteht darin, dass die aktuell nicht mehr betriebenen Fassungen Koerich und Luxlait außer Betrieb genommen wurden.

- Trois Ponts (Σ 58,8 l/s)
 - o TP-15-1 (19,7 l/s)
 - o TP-15-2 (11,8 l/s)
 - o TP-15-3 (8,8 l/s)
 - o TP-15-4 (9,9 l/s)
 - o TP-15-5 (8,6 l/s)
- Scheidhof (Σ 45,0 l/s)
 - o SH-15-1 (5,3 l/s)
 - o SH-15-2 (5,9 l/s)
 - o SH-15-3 (20,9 l/s)
 - o SH-15-4 (12,9 l/s)
- Rehberg (Σ 16,1 l/s)
- Bichel (8,6 l/s)
- Bascharage (3,0 l/s)
- Sidor (1,85 l/s)
- Summe der sonstigen Kleinrentnehmer (Σ 0,8 l/s)
- Koerich => außer Betrieb
- Luxlait 1 und 2 => außer Betrieb

Die Ergebnisse der Berechnungen für den Ausgangsrechenfall sind in Form eines Grundwassergleichplanes in der Anlage 2.1 dargestellt. Die Modellbilanz für diesen Rechenfall ist der Anlage 4.1 zu entnehmen. Darüber hinaus sind in den Anlagen 4.2 und 4.3 die berechneten Schüttungen umliegender Quellgruppen sowie die berechneten Wasserstände an umliegenden Brunnen als Vergleichswerte für die beiden folgenden Rechenläufe mit zusätzlichen Entnahmen dokumentiert.

2.2 Rechenfall „Tubishof“

Für den Rechenfall „Tubishof“ wurden im Unterschied zum Ausgangsrechenfall an der Fassung Tubishof (FRE-1-30) im Luxemburger Sandstein stationäre Entnahmen in Höhe von 50 m³/h (438.300 m³/a) angesetzt.

Die Ergebnisse der Berechnungen sind in Form eines Grundwasserströmungs- bzw. Grundwassergleichenplanes in der Anlage 2.2 dargestellt. Der Zustrom zur Fassung Tubishof erfolgt auf den letzten rd. 3 km aus südsüdwestlicher Richtung. Für diese letzten rd. 3 km liegen die berechneten Fließzeiten bei rd. 100 Jahren. Im weiteren Zustrom wird eine Anströmung sowohl aus östlicher wie auch aus westlicher Richtung berechnet. Dabei wird im westlichen Anstrom das Einzugsgebiet des Brunnens Sidor durch das Einzugsgebiet des Brunnens Tubishof umschlossen. Der weitere östliche Zustrom erfolgt aus dem schmalen Bereich zwischen der Gewinnung Scheidhof und dem Syrtal. Bei der berechneten Grundwasserströmung ist anzumerken, dass diese auf Grund der Anisotropie des Grundwasserleiters nicht genau dem größten Potentialgefälle folgt.

In der Anlage 3.1 sind die für den Rechenfall Tubishof berechneten Grundwasserstandsdifferenzen im Vergleich zum Ausgangszustand ohne die Entnahmen an der Fassung Tubishof in Form eines Differenzenplanes dargestellt. Im Bereich des Brunnens Tubishof ergeben sich die größten Absenkungen mit Werten etwas über 4 m. Entsprechend der im Modell berücksichtigten Hauptklufttrichtung erstrecken sich die von der Entnahme hervorgerufenen Grundwasserstandsänderungen vor allem in Südwest-Nordost-Richtung. In Richtung des bedeckten Luxemburger Sandsteins reichen die berechneten Grundwasserstandsänderungen $> 0,25$ m bis zu der über 18 km entfernt liegenden südlichen Grenze des Grundwassermodells. Im unbedeckten Luxemburger Sandstein ist die Reichweite der Absenkung deutlich kleiner. Grundwasserstandsänderungen $> 0,25$ m werden bis maximal rd. 3,5 km nordöstlich der Fassung beobachtet.

Im Vergleich zum Ausgangsrechenfall werden mit den Entnahmen an der Fassung Tubishof an den umliegenden Fassungen nur sehr moderate Grundwasserstandsabsenkungen berechnet. Die höchsten Absenkungen werden in Richtung des bedeckten Luxemburger Sandsteins am Brunnen Sidor mit rd. 1,1 m berechnet. Für die im Bereich des unbedeckten Luxemburger Sandsteins bzw. in Nähe der Verbreitungsgrenze der Bedeckung befindlichen Brunnen Luxlait, Bichel und Scheidhof werden im Vergleich zum Ausgangsrechenfall nur geringe Grundwasserstandsabsenkungen zwischen 0,09 und 0,18 m berechnet (siehe auch Anlage 4.3).

Auch bei den Quellschüttungen werden durch die Inbetriebnahme der Fassung Tubishof nur geringe Auswirkungen berechnet. An der Quellgruppe Mühlenbach werden mit rd. 2,85 % Schüttungsrückgang noch die größten Auswirkungen erwartet. Für alle anderen Quellgruppen werden nur sehr geringe Auswirkungen $< 1\%$ berechnet. Auch die Bilanzen für den Modellraum (siehe Anlage 4.1) zeigen, dass die zusätzlichen Entnahmen aus der Fassung Tubishof (rd. 13,9 l/s) nur zu einem geringen Teil (1 l/s) zu einer Verminderung der Quellschüttungen (Drain) und zum überwiegenden Teil (12,9 l/s) zu einer Verminderung des Abstroms zu den Gewässern führt.

Grundsätzlich ist festzustellen, dass die geplante Fassung Tubishof sich in einem Bereich befindet über den bislang nicht genutzte Teile des natürlichen Grundwasserdargebotes ungenutzt der Alzette zufließen. Aus diesem Grund entsteht durch diese Lage der geplanten zusätzlichen Entnahmen keine direkte Konkurrenzsituation zu anderen bereits bestehenden Gewinnungsanlagen. Die berechneten Grundwasserstandsänderungen erstrecken sich vor allem über den Bereich des bedeckten Luxemburger Sandsteins. Dort sind keine Auswirkungen auf grundwasserstandsabhängige Ökosysteme zu erwarten.

2.3 Rechenfall „Cloche d'Or“

Für den Rechenfall „Cloche d'Or“ wurden im Unterschied zum Ausgangsrechenfall an der Fassung Cloche d'Or (FRE-1-16) im Luxemburger Sandstein stationäre Entnahmen in Höhe von 50 m³/h (438.300 m³/a) angesetzt.

Die Ergebnisse der Berechnungen sind in Form eines Grundwasserströmungs- bzw. Grundwassergleichenplanes in der Anlage 2.3 dargestellt. Der Zustrom zur Fassung Cloche d'Or erfolgt auf den letzten rd. 3 km aus südlicher bis südöstlicher Richtung. Für diese letzten rd. 3 km liegen die berechneten Fließzeiten bei rd. 100 Jahren. Im weiteren Zustrom wird eine Anströmung aus östlicher bis nordöstlicher Richtung berechnet. Der weitere Zustrom erfolgt aus dem schmalen Bereich zwischen der Gewinnung Scheidhof und dem Syrtal. Auch für diesen Rechenfall folgt die berechnete Grundwasserströmung auf Grund der Anisotropie des Grundwasserleiters nicht genau dem größten Potentialgefälle.

In der Anlage 3.2 sind die für den Rechenfall Cloche d'Or berechneten Grundwasserstands differenzen im Vergleich zum Ausgangszustand ohne die Entnahmen an der Fassung Cloche d'Or in Form eines Differenzenplanes dargestellt. Im Bereich des Brunnens Cloche d'Or ergeben sich die größten Absenkungen mit Werten etwas über 4 m. Wie beim Rechenfall für die Fassung Tubishof erstreckt sich der Absenkungsbereich vor allem entlang der Hauptklufttrichtung, wobei die größere Reichweite unter dem bedeckten Luxemburger Sandstein in südwestliche Richtung beobachtet wird. In Richtung des bedeckten Luxemburger Sandsteins reichen die berechneten Grundwasserstandsänderungen > 0,25 m ebenfalls bis zu der über 18 km entfernt liegenden südlichen Grenze des Grundwassermodells. Im unbedeckten Luxemburger Sandstein werden Grundwasserstandsänderungen > 0,25 m bis zu dem rd. 5 km entfernt liegenden Brunnen Bichel berechnet.

Im Vergleich zum Ausgangsrechenfall werden mit den Entnahmen an der Fassung Cloche d'Or an den umliegenden Fassungen nur sehr moderate Grundwasserstandsabsenkungen berechnet. Die höchsten Absenkungen werden in Richtung des bedeckten Luxemburger Sandsteins am Brunnen Sidor mit rd. 1,5 m berechnet. Für die im Bereich des unbedeckten Luxemburger Sandsteins bzw. in Nähe der Verbreitungsgrenze der Bedeckung befindlichen

Brunnen Luxlait, Bichel und Scheidhof werden im Vergleich zum Ausgangsrechenfall nur geringe Grundwasserstandsabsenkungen zwischen 0,13 und 0,25 m berechnet (siehe auch Anlage 4.3).

Auch bei den Quellschüttungen werden ähnlich wie bei der Entnahme aus der Fassung Tubishof nur geringe Auswirkungen der Inbetriebnahme der Fassung Cloche d'Or berechnet (siehe Anlage 4.2). Die höchsten Auswirkungen werden mit einem Rückgang um rd. 2,7 % für die Quellgruppe Mühlenbach berechnet. Auch an den Quellen im Syrtal (1,65 %) und der Quelle Pulvermühle (1,55 %) werden noch geringe Rückgänge der Quellschüttungsmengen berechnet. Für alle anderen Quellgruppen werden nur geringe Änderungen von < 0,1 % berechnet. Die Bilanzen für den Modellraum (siehe Anlage 4.1) zeigen, dass die zusätzlichen Entnahmen (rd. 13,9 l/s) nur zu einem geringen Teil (1,4 l/s) zu einer Verminderung der Quellschüttungen (Drain) und zum überwiegenden Teil (12,4 l/s) zu einer Verminderung des Abstroms zu den Gewässern führt.

Grundsätzlich ist auch für die Fassung Cloche d'Or festzustellen, dass sich die geplante Fassung in einem Bereich befindet über den bislang nicht genutzte Teile des natürlichen Grundwasserdargebotes ungenutzt der Alzette zufließen. Aus diesem Grund entsteht durch diese Lage der geplanten zusätzlichen Entnahmen keine direkte Konkurrenzsituation zu anderen bereits bestehenden Gewinnungsanlagen. Die berechneten Grundwasserstandsänderungen erstrecken sich vor allem über den Bereich des bedeckten Luxemburger Sandsteins. Dort sind keine Auswirkungen auf grundwasserstandsabhängige Ökosysteme zu erwarten. Tendenziell sind jedoch die Auswirkungen auf Wasserspiegel benachbarter Brunnen sowie auf die Schüttungen benachbarter Quellgruppen bei der Fassung Cloche d'Or etwas größer als bei der Fassung Tubishof.

3 Zusammenfassung

Für beide berechneten Szenarien ist festzustellen, dass die Gewinnungsanlagen so positioniert sind, dass sie überwiegend einen Abstrom fassen, der bislang ungenutzt der Alzette zufließt. Aus diesem Grund ergeben sich nur geringe Auswirkungen durch die Inbetriebnahme der Fassungen auf benachbarte Quellgruppen. Auch eine direkte Konkurrenzsituation der geplanten Entnahmen auf benachbarte Gewinnungen ist nicht gegeben.

Die auf die geplanten Entnahmen zurückzuführenden Grundwasserstandsabsenkungen erstrecken sich in erster Linie auf den Bereich des bedeckten Luxemburger Sandsteins. Dort sind keine Auswirkungen auf grundwasserstandsabhängige Ökosysteme zu erwarten. Die Absenkungen im Bereich des unbedeckten Luxemburger Sandsteins erstrecken sich überwiegend über Bereiche mit hohen Flurabständen. Auch dort sind keine Auswirkungen auf grund-

wasserstandsabhängige Ökosysteme zu erwarten. Nur im Bereich des Alzettetals und deren Nebentälern sind Auswirkungen auf naturschutzfachliche Belange denkbar. Auf Grund des stabilisierenden Einflusses der Gewässer in diesen Bereichen auf die oberflächennahen Grundwasserstände sollten jedoch auch die für diese Bereiche zu erwartenden Auswirkungen eher moderat sein.

Nennenswerte Grundwasserstandsänderungen an benachbarten Brunnen werden bei beiden Rechenfällen mit Werten von 1,1 m (Tubishof) bzw. 1,5 m (Cloche d'Or) nur für den Brunnen Sidor berechnet. An allen anderen Brunnen liegen die berechneten Grundwasserstandsänderungen bei $\leq 0,25$ m.

Die Bilanzdeckung der geplanten zusätzlichen Entnahmen (13,9 l/s) erfolgt zum überwiegenden Teil durch eine Verminderung der Abstrommengen zu den Oberflächengewässern. Quellschüttungen werden nur in einem geringen Umfang vermindert. Für den Rechenfall Tubishof wird ein Rückgang der Quellschüttungen in der Summe von 1,0 l/s und für den Rechenfall Cloche d'Or von 1,4 l/s berechnet.

Zusammenfassend wird festgestellt, dass die geplanten Entnahmen aus Sicht einer nachhaltigen Grundwasserbewirtschaftung an beiden Standorten durchaus denkbar sind. Die zu erwartenden Auswirkungen auf die Wasserstände benachbarter Brunnen, auf die Quellschüttungen benachbarter Quellgruppen sowie auf die Grundwasserstände sind eher moderat. Auf Grund der insgesamt etwas geringeren berechneten Auswirkungen ergeben sich aus Sicht der Grundwasserbewirtschaftung leichte Vorteile für den Standort Tubishof.

Koblenz, im Juli 2016

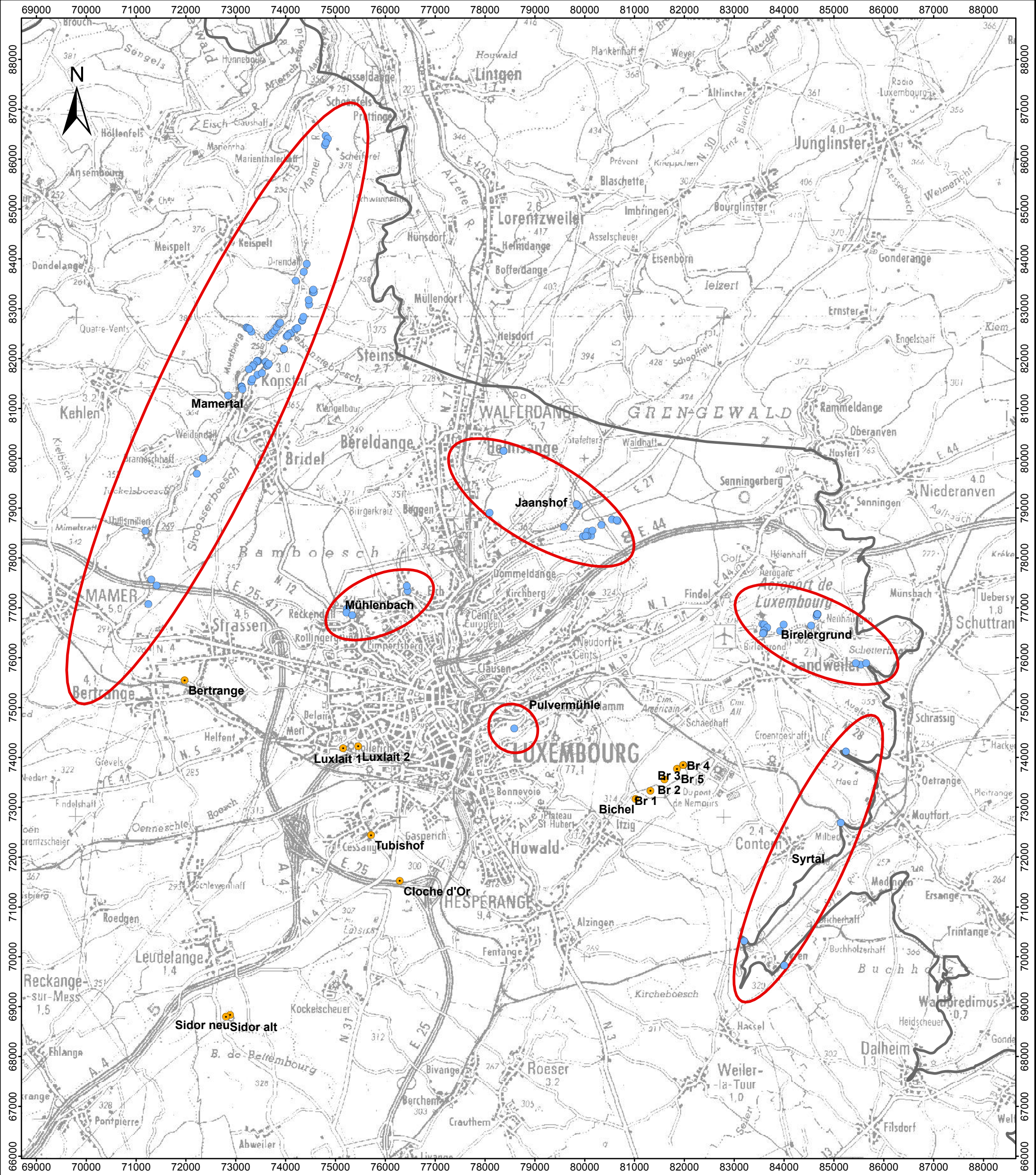
Björnsen Beratende Ingenieure GmbH

ppa.

i. A.

Dipl.-Geol. A. Bender

Dipl.-Geol. G. Lehmann




Zeichenerklärung

- Brunnen
- Quelle
- Quellgruppe
- Modellraumgrenze

Koordinatensystem: Luxembourg 1930 Gauss



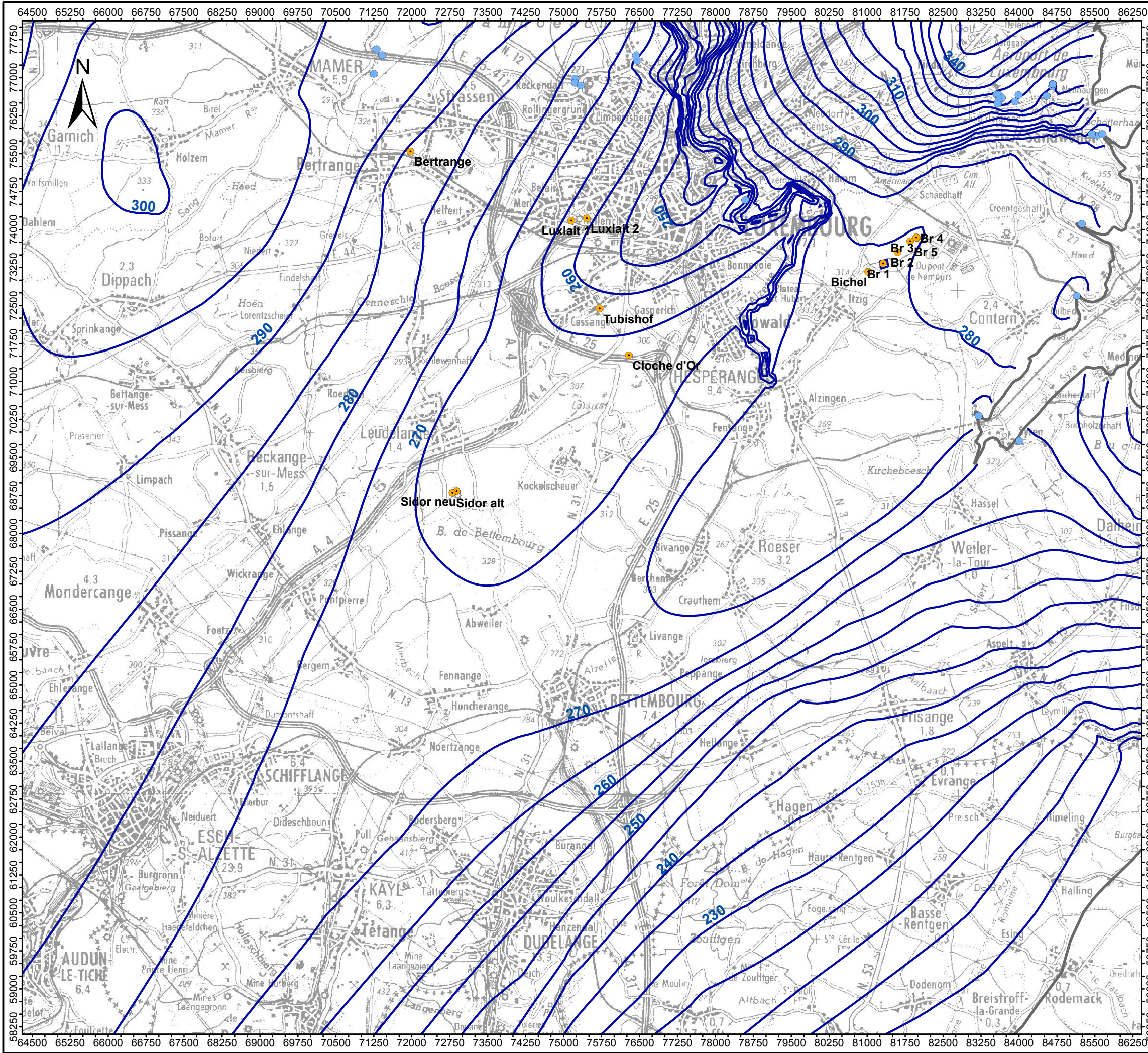
**BCE**

BJÖRNSEN BERATENDE INGENIEURE

Übersichtskarte

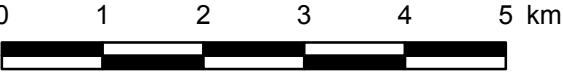
M.: 1:75.000	Juli 2016	li2 2010168.40
--------------	-----------	----------------

04.08.2016 Uhr: 08:33:04 Goldhorn 1:75.000
\\bce01.de\mas\l\21016840\doc\berb-2016-07\Anl_2_1_Ausgangsfall_Strömung.mxd



Zeichenerklärung

- Brunnen
- Quelle
- Grundwassergleichen
- ▭ Modellraumgrenze

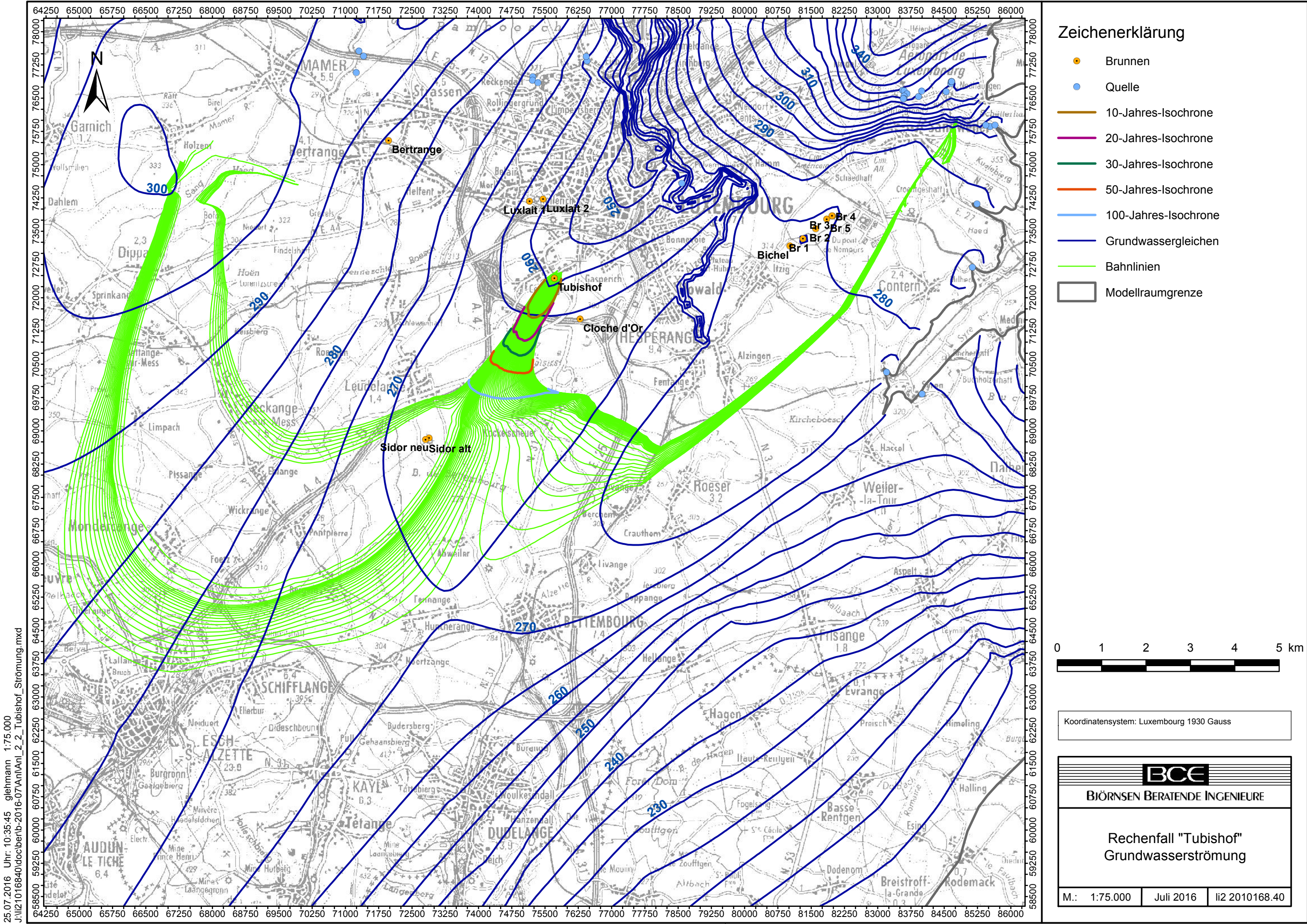


Koordinatensystem: Luxembourg 1930 Gauss

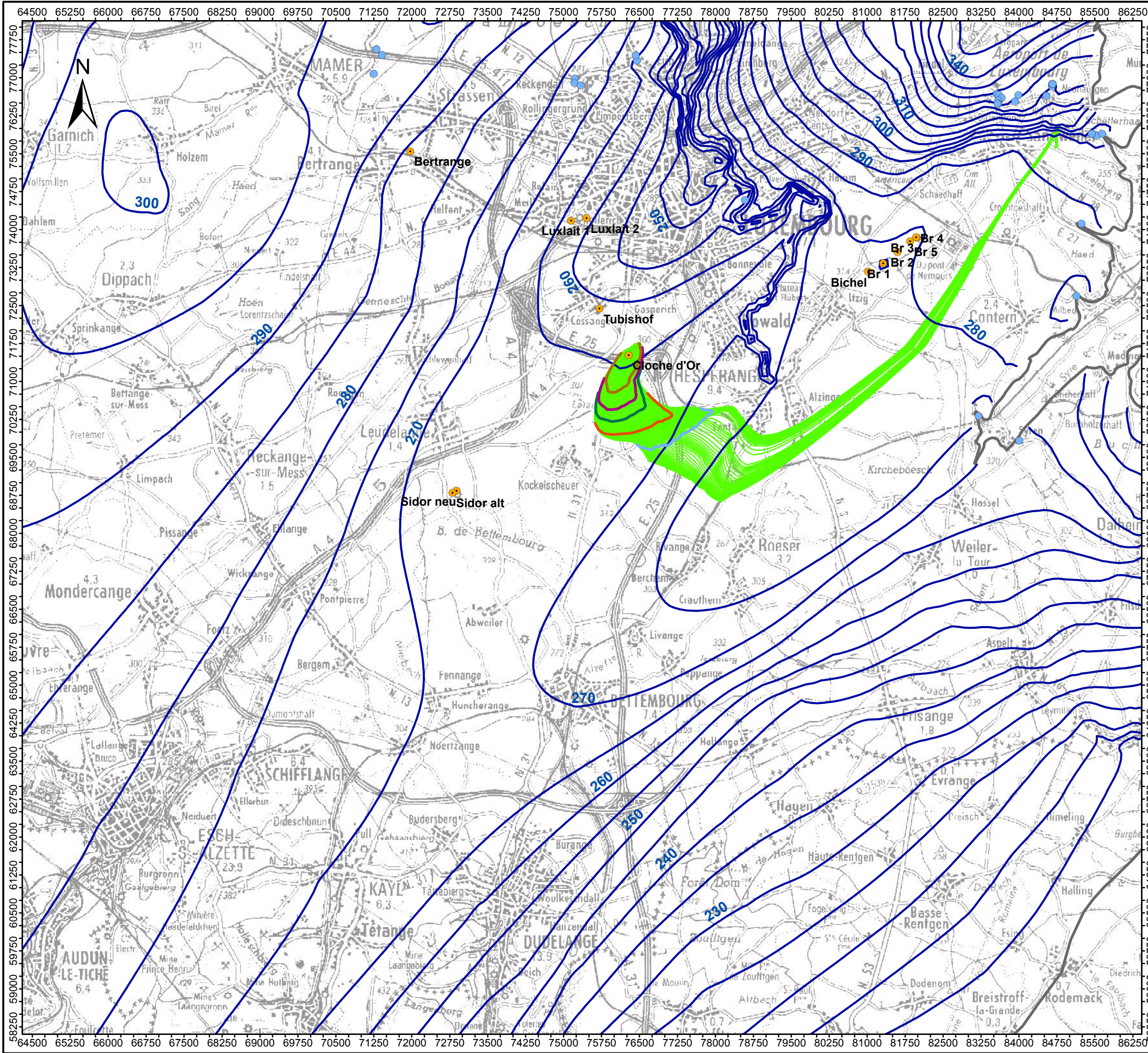
BIÖRNSSEN BERATENDE INGENIEURE

Ausgangsrechenfall
Grundwasserströmung

M.: 1:75.000	Juli 2016	li2 2010168.40
--------------	-----------	----------------

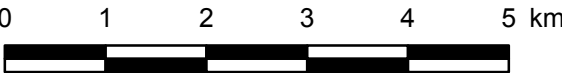


25.07.2016 Uhr: 10:38:34 glehmann 1:75.000
J:\1210168-40\doc\berb-2016-07\Anl_2_3_ClochedOR_Strömung.mxd



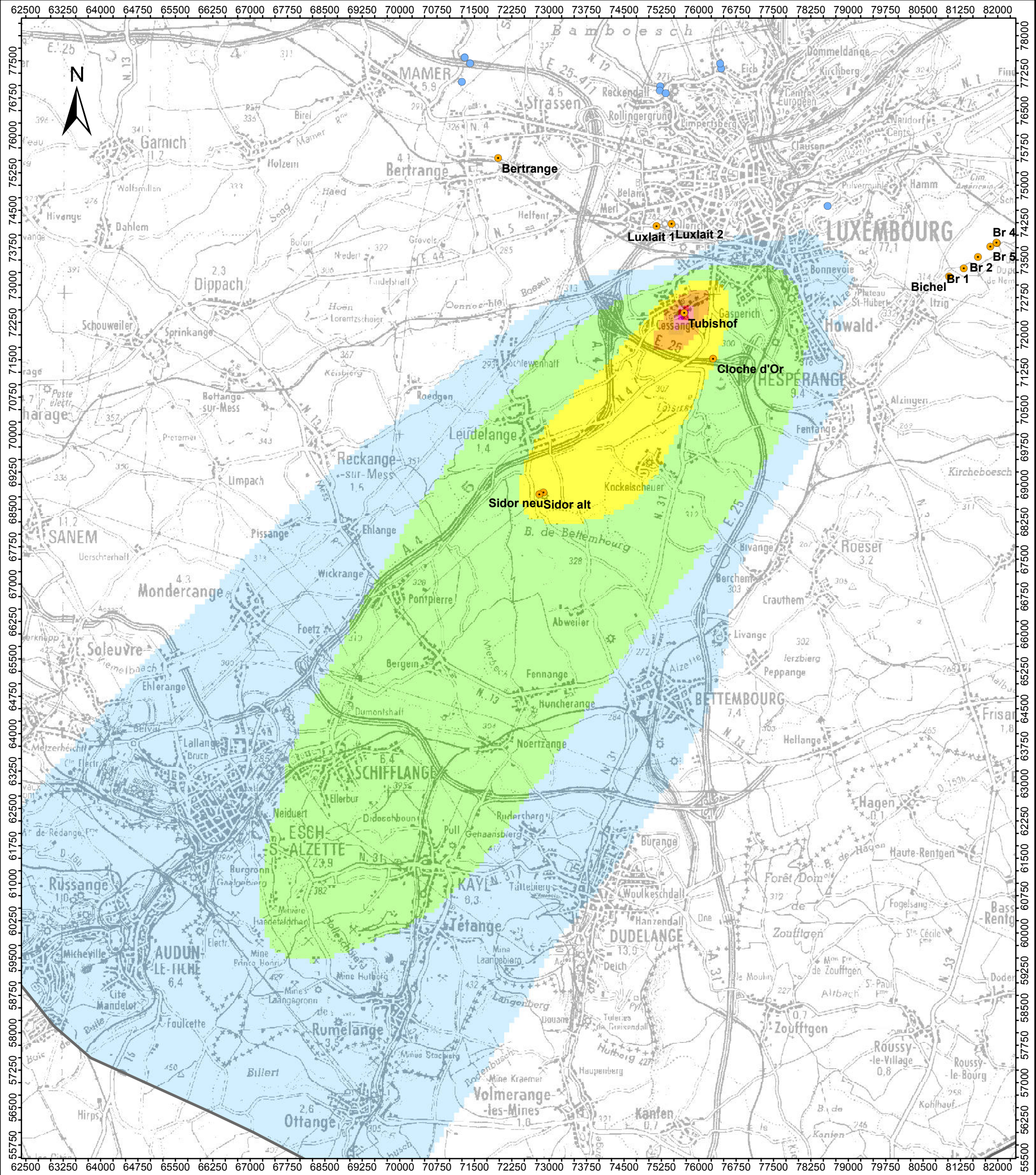
Zeichenerklärung

- Brunnen
- Quelle
- 10-Jahres-Isochrone
- 20-Jahres-Isochrone
- 30-Jahres-Isochrone
- 50-Jahres-Isochrone
- 100-Jahres-Isochrone
- Grundwassergleichen
- Bahnlinien
- Modellraumgrenze



Koordinatensystem: Luxembourg 1930 Gauss

BCE		
BjÖRNSEN BERATENDE INGENIEURE		
Rechenfall "Cloche d'Or" Grundwasserströmung		
M.: 1:75.000	Juli 2016	li2 2010168.40

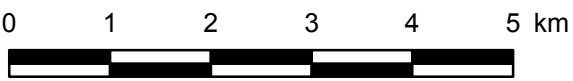


Zeichenerklärung

- Brunnen
- Quelle
- Modellraumgrenze

Grundwasserstands-differenzen

- < 0,25 m
- 0,25 - 0,50 m
- 0,50 - 1,0 m
- 1,0 - 1,5 m
- 1,5 - 2,0 m
- 2,0 - 2,5 m
- 2,5 - 3,0 m
- 3,0 - 3,5 m
- 3,5 - 4,0 m
- 4,0 - 4,5 m



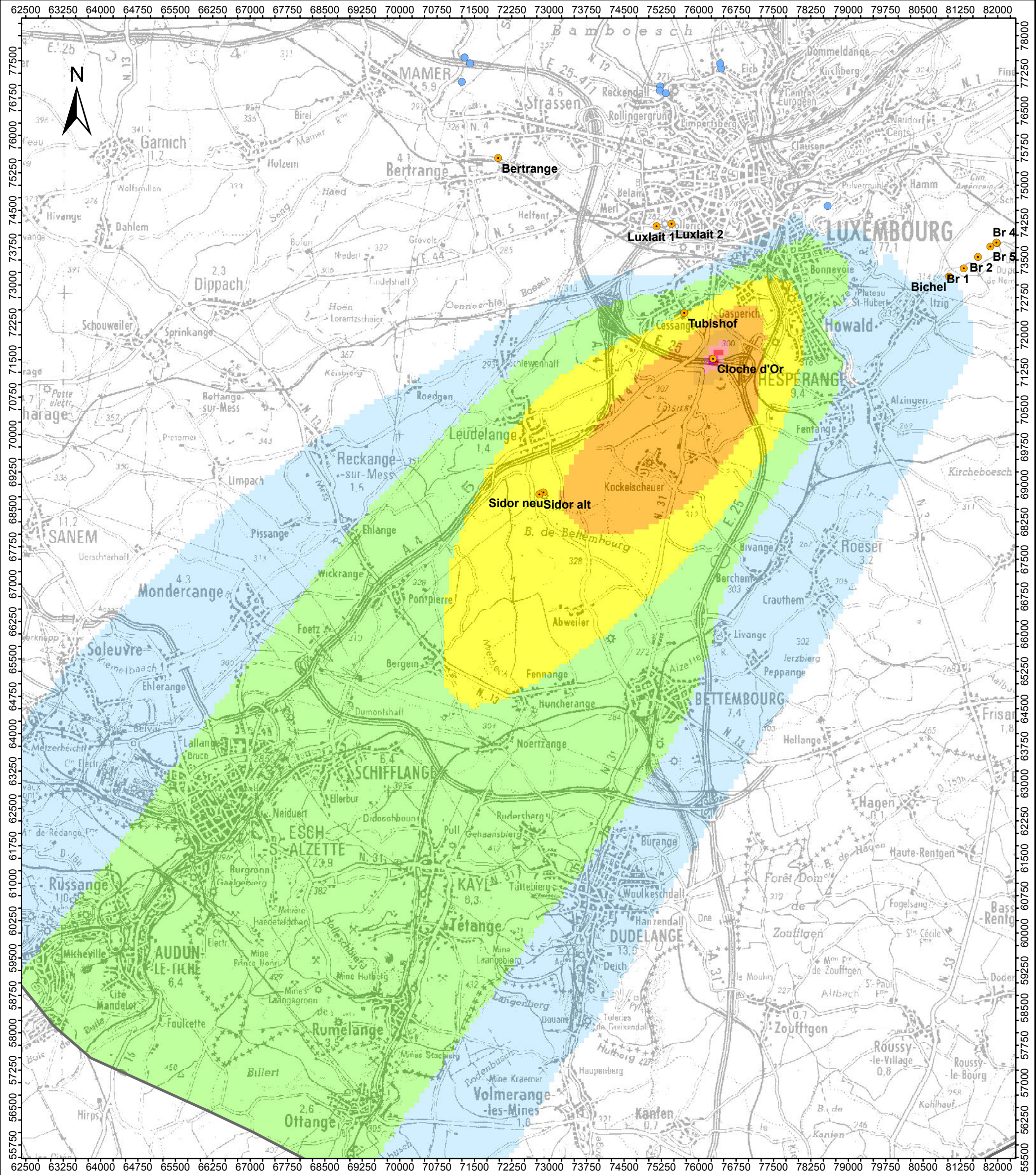
BJÖRNSSEN BERATENDE INGENIEURE

Rechenfall "Tubishof"
Grundwasserstands-differenzen

M.: 1:75.000

Juli 2016

li2 2010168.40

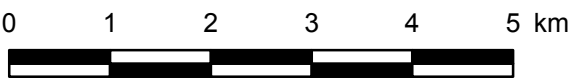


Zeichenerklärung

- Brunnen
- Quelle
- Modellraumgrenze

Grundwasserstandsdifferenzen

- < 0,25 m
- 0,25 - 0,50 m
- 0,50 - 1,0 m
- 1,0 - 1,5 m
- 1,5 - 2,0 m
- 2,0 - 2,5 m
- 2,5 - 3,0 m
- 3,0 - 3,5 m
- 3,5 - 4,0 m
- 4,0 - 4,5 m



BCE

BJÖRNSSEN BERATENDE INGENIEURE

Rechenfall "Cloche d'Or"
Grundwasserstandsdifferenzen

M.: 1:75.000

Juli 2016

li2 2010168.40

Modellbilanzen [l/s]

Bilanzgröße	Ausgangsrechenfall		Rechenfall "Tubishof"		Rechenfall "Cloche 'd Or"	
	Zustrom	Abstrom	Zustrom	Abstrom	Zustrom	Abstrom
Randzu-und Abstrom	10,1	7,3	10,1	7,3	10,1	7,3
Brunnen		133,9		147,8		147,8
Gewässer	138,2	2978,9	138,2	2966,0	138,2	2966,4
Drain/Quelle		655,2		654,2		653,8
Neubildung	3627,0		3627,0		3627,0	
Bilanzsumme	3775,3	3775,3	3775,3	3775,3	3775,3	3775,3

Quellschüttungen

Brunnen	berechnete Quellschüttungen [l/s]			berechnete Differenzen zum Ausgleichsrechenfall [%]	
	Ausgangsrechenfall	Rechenfall "Tubishof"	Rechenfall "Cloche 'd Or"	Rechenfall "Tubishof"	Rechenfall "Cloche 'd Or"
Mamertal	90,40	90,35	90,35	-0,06%	-0,06%
Jaanshof	47,51	47,50	47,49	-0,02%	-0,04%
Mühlenbach	15,09	14,66	14,68	-2,85%	-2,72%
Pulvermühle	12,93	12,81	12,73	-0,93%	-1,55%
Birelergrund	47,40	47,39	47,37	-0,02%	-0,06%
Syrtal	39,36	39,03	38,71	-0,84%	-1,65%

Wasserstände

Brunnen	für Modellnetzknotten berechnete Wasserstände [mNN]			berechnete Differenzen zum Ausgleichsrechenfall [m]	
	Ausgangsrechenfall	Rechenfall "Tubishof"	Rechenfall "Cloche 'd Or"	Rechenfall "Tubishof"	Rechenfall "Cloche 'd Or"
Luxlait 1	264,08	263,90	263,93	-0,18	-0,15
Luxlait 2	261,08	260,91	260,95	-0,17	-0,13
Sidor	267,80	266,74	266,33	-1,06	-1,47
Bichel	274,89	274,76	274,64	-0,13	-0,25
SH-15-1	266,39	266,28	266,17	-0,11	-0,22
SH-15-2	276,63	276,53	276,43	-0,10	-0,20
SH-15-5	277,93	277,83	277,74	-0,10	-0,19
SH-15-4	276,90	276,81	276,72	-0,09	-0,18
SH-15-3	276,90	276,81	276,72	-0,09	-0,18