



12.08.2013

An: AfU Solothurn
Rainer Hug

Von: AF-Consult Switzerland AG
Joachim Poppei, Peter Schulte, Olivier Masset

zur Kenntnis: AfU Solothurn: Claude Müller
Ryser Ingenieure: Niklaus Schwarz

[P:\2588_ge\03 - Memos und Notizen\ME2588_01_GwDargebot_Niederamt_v1e.docx]

Wasserversorgungsplanung Olten Gösgen Gäu (WV OGG) Modul 1: Bestimmung Wasserdargebot Grundwasserfassungen

1. Aufgabenstellung und Vorgehenskonzept

Im Rahmen des Modul 1 der Wasserversorgungsplanung Olten Gösgen Gäu (WV OGG) ist das zur Verfügung stehende Grundwasserdargebot zu ermitteln.

Die Aufgabenstellung setzt zunächst die Bestimmung des *nachhaltig nutzbaren Grundwasserdargebots* voraus. Nach dem Gewässerschutzgesetz [GSchG, SR 814.20; 1991] darf einem Grundwasservorkommen langfristig nicht mehr Wasser entnommen werden, als ihm zufließt, also der Grundwasserspiegel nicht weiträumig und dauerhaft abgesenkt werden. *Nachhaltig nutzbares Grundwasserdargebot* wird so definiert, dass es auch bei langfristiger Nutzung zu keiner nennenswerten Abnahme des Grundwasservolumens sowie keinen negativen ökologischen Auswirkungen kommt [Sinreich et al 2012]. Somit hängt diese Grösse von verschiedenen natürlichen und standortabhängigen Faktoren ab: direkte Grundwasserneubildung als Bilanz von Niederschlag, realer Evapotranspiration und oberirdischem Abfluss, indirekte Grundwasserneubildung durch ober- und unterirdische Zuflüsse aus den Seitenhängen, Wechselwirkungen mit Oberflächengewässern, durch In- und Exfiltration sowie den hydrogeologischen Eigenschaften des Grundwasserleiters.

In der Vollzughilfe des BAFU zum Grundwasserschutz [BAFU 2012] und auch bei der Bilanzierung im Wasseramt [AfU Kanton SO 2010] wurde pauschal als Abschätzung des nachhaltig nutzbaren Grundwasserdargebotes 20% der natürlichen Neubildung des Grundwassers zum Ansatz gebracht.



Für die gemäss Aufgabenstellung zu bestimmenden *maximal möglichen Entnahmemengen (kurzfristig und bei Dauerentnahme)* sind weitere Definitionen erforderlich. Lässt man den Aspekt der Nachhaltigkeit (s.o.) unbeachtet, wird die jeweils maximal mögliche Entnahmemenge durch grundwasserschutzrechtliche (qualitative) und technische Aspekte (Ausbau der Brunnen) bestimmt. Für die rechtlichen und qualitativen Aspekte ist die Schutzzonenbemessung massgebend. Als administrativ maximal mögliche Entnahmerate $Q_{v,ad}$ ist diejenige Entnahmerate zu verstehen, bei der die bestehende Schutzzone S2 nicht verletzt wird (d.h. die Fließzeiten des Grundwassers zum Brunnen innerhalb dieser Zone betragen mindestens 10 Tage).

Die technisch maximal mögliche Entnahmerate $Q_{v,tech}$ wird durch die Ergiebigkeit oder das Fassungsvermögen des Brunnens limitiert. Als technisch massgebliches Kriterium¹ wird hier die Absenkung im Brunnen betrachtet, die nicht unter die Filteroberkante reichen soll².

Die am Standort *maximal mögliche Entnahmerate* $Q_{v,max}$ ist das Minimum der beiden Raten $Q_{v,ad}$ und $Q_{v,tech}$.

Das *nachhaltig nutzbare Grundwasserdargebot* der vier Becken im Niederamt wird, wie oben beschrieben, durch Bilanzierung aus dem numerischen Grundwassermodell bei Mittelwasser-Verhältnissen (stationär) bestimmt.

Für die Ermittlung der *maximal möglichen Entnahmeraten* $Q_{v,max}$ der Wasserfassungen Dulliken (Ey), Winznau, Obergösgen-Lostorf, Düberten, Inseli, Schönenwerd und Gillacker (PW Dellen nicht mehr in Betrieb, PW Spitzacker nicht mehr zu betrachten) sind *kurzfristig entziehbare Entnahmeraten* ($Q_{v,max,k}$) und *dauerhaft entziehbare Entnahmeraten* ($Q_{v,max,d}$) zu unterscheiden. Für die Ermittlung der beiden Grössen (je Fassung) gehen wir nach folgendem Konzept vor:

1.1 Ermittlung der kurzfristig entziehbaren maximal möglichen Entnahmerate ($Q_{v,max,k}$) der bestehenden Anlagen

- Simulation eines Szenarios, das wie folgt gekennzeichnet ist:
 - Grundwasserneubildung August 2003 (infolge Klima August 2003)
 - Aarepegel (infolge des mittleren Aareabflusses im August 2003)

¹ Ein weiteres Kriterium ist der Innendurchmesser zur Aufnahme einer Unterwassermotorpumpe mit den entsprechenden Leistungskennzahlen. Dieses Kriterium wird aufgrund der brunnenspezifischen Kenndaten hier nicht betrachtet.

² Diese Grösse lässt sich im Zuge der weiteren Bearbeitung auch bei Überlegungen zur Erweiterung der Kapazität einer bestehenden Fassung und Neufestlegung der Schutzzone heranziehen.



- Dauerentnahme aller Trink- und Brauchwasserfassungen mit konzessionierter Rate (ohne Wärmepumpenanlagen mit Rückgabe und Brunnen zur Notkühlung [z.B. KKG])
- Stationäre Verhältnisse
- Selektive Betrachtung der 7 Wasserfassungen durch:
 - Bestimmung des technisch maximal gewinnbaren Volumenstroms $Q_{v,tech}$ (durch Übernahme des Grundwasserspiegels und lokaler Durchlässigkeit aus dem Modell, Filter-OK und Durchmesser aus dem Ausbauplan und Ermittlung der Ergiebigkeit nach Dupuit)
 - Iterative Bestimmung des administrativ maximal möglichen Volumenstroms $Q_{v,ad}$ (durch mehrfache Simulation der Fließwege und -zeiten eines idealen Tracers [particle tracking, invers])
 - Minimum der ermittelten Kennwerte $Q_{v,tech}$ und $Q_{v,ad}$

1.2 Ermittlung der dauerhaft maximal möglichen Entnahme ($Q_{v,max,d}$) der bestehenden Anlagen

- Simulation eines Szenarios, das wie folgt gekennzeichnet ist:
 - Mittelwasserverhältnisse
 - Entnahme aller Wasserfassungen mit den konzessionierten Raten
- Selektive Betrachtung der 7 Wasserfassungen durch:
 - Prüfung der technischen Realisierbarkeit anhand von Ausbauplänen (Fassungsvermögen nach Sichardt) $Q_{v,tech}$
 - Iterative Bestimmung des administrativ maximal möglichen Volumenstroms $Q_{v,ad}$ (durch mehrfache Simulation der Fließwege und -zeiten eines idealen Tracer)
 - Minimum der ermittelten Kennwerte $Q_{v,ad}$ und $Q_{v,tech}$

1.3 Erweiterung oder Anpassung der Schutzzone und Ermittlung einer dann möglichen administrativen Entnahmerate($Q_{v,ad}$)³

- Simulation eines Szenarios, das wie folgt gekennzeichnet ist:
 - Mittelwasserverhältnisse
 - Entnahme aller Wasserfassungen mit den konzessionierten Raten

2. Verwendete Unterlagen

Die folgenden Unterlagen und Pläne dienen als Grundlage zur Ermittlung des Grundwasserdargebots:

³ Die Ergebnisse dieser Szenarien sind im Anhang 3 zusammengestellt.



- Geologische Profile, Ausbaupläne und Entnahmedaten der Grundwasserfassungen Schachen, Ey, Obergösigen-Lostorf, Düberten, Kürzelfeld, Inseli und Gillacker im Original (Papier) wie folgt:
 - „Grundwasserpumpwerk Winznau“, Ingenieurbüro Markus Annaheim, Lostorf: keine Datumsangabe und keine weiteren Angaben zur Planüberschrift oder -herkunft
 - „Wasserversorgung Dulliken, Verlängerung der Rohwasser-Saugleitung im Grundwasserpumpwerk in der Ey“, Ausführungsplan, Allgemeiner Plan, Längsschnitt M 1:50, Emch + Berger Solothurn AG, Plan.-Nr. 6.29.2, 20.07.1973
 - „Wasserversorgung Lostorf und Obergösigen, Ausführungsplan Grundwasserpumpwerk erbaut 1954“, Allgemeiner Plan M 1:50, Emch + Berger Solothurn AG, 01.07.1977
 - „Düberten Pumpwerk Niedergösigen. Plan Grundwasser Ausflüsse M 1:1000 zum Bericht vom 08.04.1956“
 - „Wasserversorgung Däniken, Grundwasserfassung mit Pumpwerk und Trafostation im Kürzelfeld, Ausführungsplan“, Emch + Berger Solothurn AG, Plan.-Nr. 35.0.1 (Obergösigen) und 3.0.1 (Lostorf), M 1:50, 08.05.1972
 - „Wasserversorgung Gemeinde Niedergösigen, Inseli, Grundwasserfassung, Diagramme und geologische Profile“, Plan Nr. 3876, Beilage zum definitiven Gesuch um die Grundwassernutzung, Ingenieurbüro Julius Schaffner, 15.11.1948
 - „Gemeinde Niedererlinsbach SO, Grundwasserfassung Gillacker, Pumpversuch vom 20.03. - 06.04.1972, Ganglinien der Wasserspiegel“, H. Zumbach, Ingenieurbüro Aarau, Plan Nr. 699-31, 09.05.1972 sowie „Gemeinde Niedererlinsbach SO, Grundwasserpumpwerk Gillacker, Armaturenplan: Schnitte“, H. Zumbach, Ingenieurbüro Aarau, Plan Nr. 699-12, 01.04.1969 (geändert 06.08.1971 und 18.07.1972)
- Geologische Profile, Ausbaupläne und Entnahmedaten der Grundwasserfassungen Schachen, Obergösigen-Lostorf, Düberten, Inseli, und Gillacker aus dem webbasierten hydrogeologischen Informationssystem VEGAS des Kantons Solothurn (PDF).
- Tabelle „Konzi_GW-2012.xls“ mit den aktuellen Daten der Konzessionen im Untersuchungsgebiet. Von den gesamten Wasserfassungen wurden die Grundwasserwärmepumpen mit Rückgabe ausgeschieden und nicht im Modell berücksichtigt.
- GIS-Shapefile „Niederamt_sz_sa.shp“ mit den Grundwasser-Schutzzonen im Untersuchungsgebiet.
- Ganglinien der Monatsmittel der Grundwasserstände der Grundwasserfassungen Ey, Obergösigen-Lostorf, Kürzelfeld Inseli und Spitzacker (Schönenwerd) sowie des Limnigraph Dängertwäldli (Däniken) aus dem Hydrologischen Jahrbuch 2011, Umweltdaten des Kantons Solothurn.

3. Ausbaudaten der Wasserfassungen

Aus den Ausführungsplänen (Grundrisse und Schnitte) sowie den VEGAS-Daten im Untersuchungsgebiet ergeben sich die in Tabelle 1 dargestellten Ausbaudaten der betrachteten sieben Trinkwasserfassungen.



Tabelle 1: Fassungs- und Ausbaudaten der sieben betrachteten Trinkwasserfassungen im Untersuchungsgebiet.

	Einheit	Schachen (Winz- nau)	Ey (Dull- ken)	Ober- gösgen- Lostorf (Ober- gösgen)	Düberten (Ober- gösgen)	Kürzelfeld (Däni- ken)	Inseli (Nieder- gösgen)	Gillacker (Erlins- bach)
GASO-Nr.		637'245' 012	638'245' 002	639'246' 007	639'246' 004	640'244' 004	641'246' 003G	643'249' 001
X-Koordinate	m	637'379	638'440	639'270	639'760	640'698	641'790	643'490
Y-Koordinate	m	245'498	245'330	246'040	246'715	244'780	246'385	249'130
Konzession	l/min	1'800	3'600	1'250 & 1'800 ⁽¹⁾	600	4'000	4'500	3'000
Pumpleistung	l/min	2 * 1800	2 * 3000	1260, 798 & 2*1500	2 * 600	2 * 2000	2 * 2250	2 * 1500
Höhe OK Fil- terrohr	müM	373.0	374.4	371.1	389.0	373.3	367.4	363.6
Höhe UK Fil- terrohr	müM	364.9	367.4	365.1	382.0	366.3	359.4	352.6
Länge Kiesfil- ter	m	13.7	7.0	6.0	7.5	10.4	13.5	14.0
Länge Filter- strecke	m	8.1	7.0	6.0	7.5	7.0	8.0	11.0 ⁽³⁾
Filterrohr- durchmesser	m	1.0	1.5	1.5	0.45 ⁽²⁾	1.25	1.0	1.0
Brunnen- durchmesser	m	1.5	2.0	2.0	0.8	2.0	1.2	1.6

⁽¹⁾ Die konzessionierte Entnahmerate für das PW Obergösgen-Lostorf beträgt 1'250 l/min für den Teil BG Obergösgen und 1'800 l/min für den Teil EG Lostorf. Dabei erfolgen beide Entnahmen mittels getrennter Pumpen aus einem gemeinsamen Brunnenschacht.

⁽²⁾ Mittelwert aus dem Durchmesser des Filterrohres im oberen (0.6 m) und unteren (0.3 m) Abschnitt.

⁽³⁾ Inklusive einem Unterbruch von 1 m Länge, der durch ein Vollrohr abgesperrt ist.

4. Modellgrundlagen

Das zur Simulation verwendete kalibrierte 3D-Grundwasserströmungsmodell „Niederamt“, das von AF-Consult im Auftrag des Kantons Solothurn entwickelt wurde, berücksichtigt alle massgebenden hydrologischen und hydrogeologischen Verhältnisse im betrachteten Modellgebiet. Das numerische Modell, die verwendeten Parameter und die Ergebnisse der Kalibrierung und Validierung sind in [AF-Consult 2013] dargestellt.



Ermittlung des Grundwasserdargebotes

Zur Ermittlung des Grundwasserdargebotes im Niederamt wird das stationäre kalibrierte Mittelwasserszenario (konstante mittlere Grundwasserneubildung und Flusspegel) entsprechend [AF-Colenco 2009; AF-Consult 2013] verwendet.

Ermittlung der kurzfristig entziehbaren maximal möglichen Entnahmerate ($Q_{v,max,k}$) der Wasserfassungen

Simulation eines Szenarios, das wie folgt gekennzeichnet ist:

- Grundwasserneubildung August 2003 (infolge Klima August 2003)
- Aarepegel (infolge des mittleren Aareabflusses im August 2003)
- Dauerentnahme aller Trink- und Brauchwasserfassungen (Tabelle 1 und 2) mit konzessionierter Rate (ohne Wärmepumpenanlagen mit Rückgabe und Brunnen zur Notkühlung [z.B. KKG])
- Stationäre Verhältnisse

Zur Überprüfung dieses Szenarios wurden die aus den Ganglinien der Wasserfassungen und Piezometer im Untersuchungsgebiet Niederamt für den August 2003 bestimmten mittleren Grundwasserstände herangezogen. Der Vergleich der beobachteten mit den gemessenen Grundwasserspiegeln für sechs Messstellen in Abbildung 1 ergibt eine gute Übereinstimmung (für die Messstellen Schachen, Düberten und Gillacker standen für diesen August 2003 keine Daten zur Verfügung). Die maximale Abweichung ergibt sich zu 23 cm für die Wasserfassung Spitzacker.

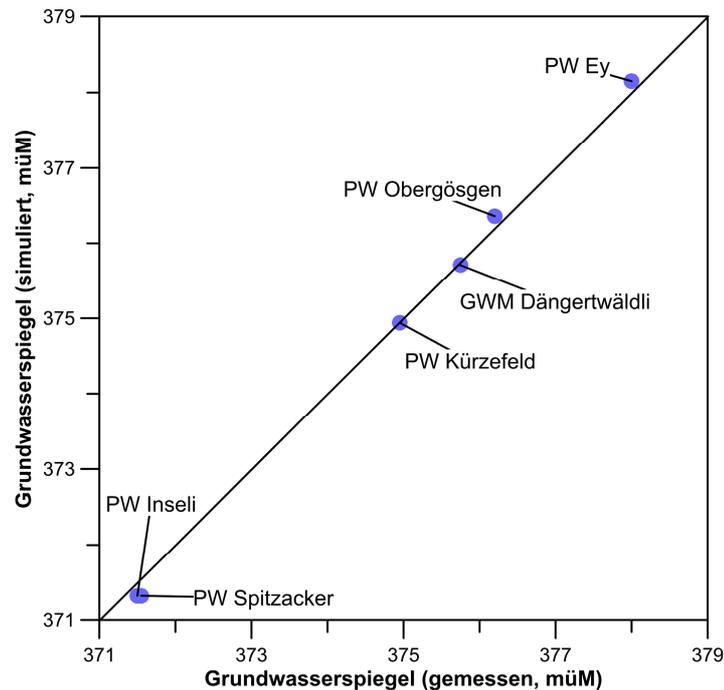


Abbildung 1: Vergleich der beobachteten mittleren Grundwasserspiegel August 2003 mit den simulierten Grundwasserspiegeln.

Ermittlung der dauerhaft maximal möglichen Entnahme ($Q_{v,max,d}$) der Wasserfassungen

Simulation eines Szenarios, das wie folgt gekennzeichnet ist:

- Mittelwasserverhältnisse
- Dauerentnahme aller Trink- und Brauchwasserfassungen (Tabelle 1 und 2) mit konzessionierter Rate (ohne Wärmepumpenanlagen mit Rückgabe und Brunnen zur Notkühlung [z.B. KKG])
- Stationäre Verhältnisse

Fließzeit eines idealen Tracers

Als transportwirksame Porosität wird der Mittelwert von 15% der aus Markierversuchen bestimmten Werte von Inseli (16%), Gretzenbach (20%) und Oberwasserkanal (10%) angesetzt.



Tabelle 2: Im numerischen Grundwassermodell berücksichtigte Brauchwasserfassungen mit den konzessionierten Entnahmeraten (zuzüglich zu den in Tabelle 1 genannten sieben Trinkwasserfassungen).

GASO-Nr.	X-Koord.	Y-Koord.	Konz (l/min)	Zweck ⁽¹⁾	Standort
636'245'003	636'260	245'950	150	GE-P	Grundwasserfassung
637'245'004	637'700	245'525	1'500	GE-P	Grundwasserfassung ARA Olten
639'246'003	639'845	246'315	6'552	KW-A	Kühlanlage KKW Gösigen
640'246'003	640'650	246'100	2'000	GE-P	PW Gretzenbach
640'246'004	640'810	246'420	5'000	KW-A	Kühlwasseranlage Niedergösigen
641'246'002	641'120	246'300	12'000	IG-P	Grundwasserfassung
642'247'007	642'590	247'795	2'100	GE-O	PW Schwimmbad
643'248'009	643'275	248'160	750	KW-A	Kühlwasseranlage ARA Schönenwerd
635'244'002	635'470	244'118	120	GE-P	Grundwasserfassung
635'244'005	635'075	244'930	470	KW-A	PW Olten
635'244'026	635'397	244'409	1'080	WP-A	WP zu Kühlzwecken
635'244'038	635'220	244'795	400	WP-A	Grundwasserfassung
636'246'008	636'290	246'230	100	KW-A	Kühlwasseranlage
637'245'001	637'780	245'260	30	GE-P	Grundwasserfassung Hug
639'244'003	639'700	244'430	2'400	GE-P	Grundwasserfassung Aarekies Aarau-Olten
640'245'001	640'595	245'125	86	GE-P	Grundwasserfassung Durag AG
642'247'003	642'425	247'240	190	GE-P	Grundwasserfassung CTU-BS Erzinger
642'247'029	642'760	247'240	200	GE-P	Grundwasserfassung Feldstrasse
642'248'004	642'660	248'710	1'400	GE-P	Grundwasserfassung
643'248'006	643'420	248'415	40	IG-P	Grundwasserfassung
635'244'046	635'356	244'226	2'000	WP-A	GWP Belserareal
635'244'041	635'435	244'260	1'200	WP-A	GWP FHNW
VEGAS	635'210	244'806	300	WP-A	GWP Belchenstrasse

⁽¹⁾ Abkürzungen: GE-P = gemischt private Nutzung; GE-O = gemischt öffentliche Nutzung; WP-A = Wärmepumpe ohne Versickerung; KW-A = Kühlwassernutzung ohne Versickerung; IG-P = Industrie- oder Gewerbewasser.

5. Nachhaltig nutzbares Grundwasserdargebot

Das nachhaltig nutzbare Grundwasserdargebot wird für die Becken Olten, Trimbach, Winzau-Schönenwerd und Schönenwerd-Aarau (Abbildung 2) aus den positiven Bilanzgrössen des numerischen Modells abgeleitet (Tabelle 3). Als positive Bilanzgrössen zählen hierbei der oberstromige Profilstrom, die direkte Grundwasserneubildung auf dem Talboden, die indirekte Grundwasserneubildung durch unter- und oberirdische Zuflüsse aus den Seitenhängen

sowie die Infiltration aus Fließgewässern. Von der Summe dieser positiven Bilanzgrößen (= gesamtes Grundwasserdargebot) werden 20% als nachhaltig nutzbares Grundwasserdargebot angesetzt.

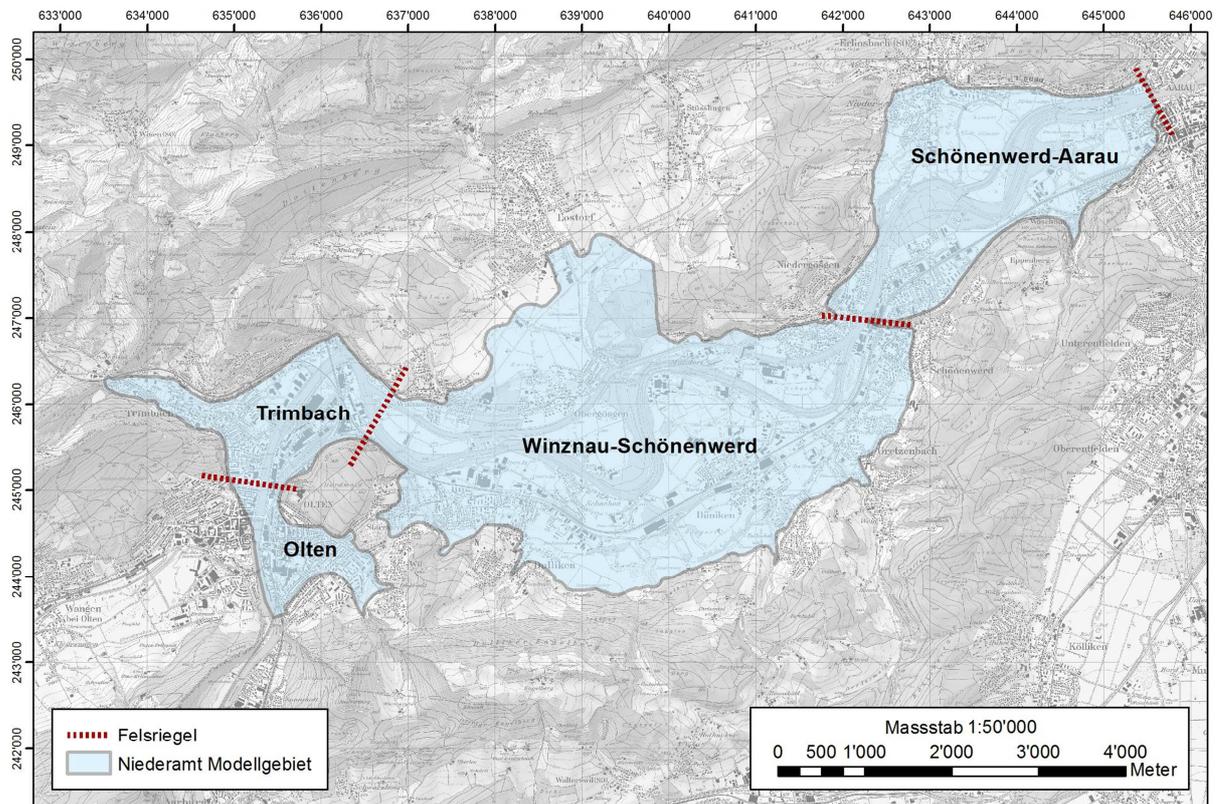


Abbildung 2: Becken und Felsriegel im Niederamt.



Tabelle 3: Wasserbilanzen und nachhaltig nutzbares Grundwasserdargebot der vier Becken im Untersuchungsgebiet Niederamt als Ergebnis des numerischen Grundwassermodells.

	Olten	Trimbach	Winzau-Schönenwerd	Schönenwerd-Aarau
Einheit	l/min	l/min	l/min	l/min
Profilzufluss oberstromig	36'900	9'200	2'500	2'100
Direkte Grundwasserneubildung (auf Talboden)	800	2'300	17'600	6'000
Indirekte Grundwasserneubildung (aus Seitenhängen)	5'500	3'500	14'900	6'400
Infiltration aus Fließgewässern	300	500	39'500	6'900
Grundwasserdargebot gesamt	43'500	15'500	74'500	21'400
Nachhaltig nutzbares Grundwasserdargebot	8'700	3'100	14'900	4'300
aktuell konzessionierte Entnahmerate (total)	5'570	250	53'118 ⁽¹⁾	7'680
davon aktuell konzessionierte Entnahmerate (Trinkwasser)	–	–	17'550	3'000

⁽¹⁾ Inklusive der konzessionierten Entnahmemenge des PW Spitzacker (Schönenwerd) von 6'000 l/min und grosser Brauch- und Kühlwasserkonzessionen u.a. der Aarepapier (12'000 l/min), der AlpiqHydroAare AG (5'000 l/min) und des Kühlwassernotbrunnens des KKG (6'552 l/min).

6. Kurzfristig entziehbare maximal mögliche Entnahmerate ($Q_{v,max,k}$)

Die kurzfristig maximal mögliche Entnahmerate ($Q_{v,max,k}$) ist durch die technischen und die administrativen Gegebenheiten limitiert.

Die technisch maximal mögliche Entnahmerate $Q_{v,tech}$ wird durch den Wasserandrang des Brunnens begrenzt. Als massgebliches Kriterium wird hier die Absenkung im Brunnen betrachtet, die nicht unter die Filteroberkante reichen soll. Die Werte für den Ruhewasserspiegel (Szenario August 2003, stationär) und die lokale hydraulische Durchlässigkeit werden aus dem numerischen Grundwassermodell übernommen (Tabelle 4), die Oberkante und die Länge der Filterstrecke und der Brunnendurchmesser aus den entsprechenden Ausbauplänen der Wasserfassungen (Tabelle 1).

Als administrativ maximal mögliche Entnahmerate ist diejenige Entnahmerate $Q_{v,ad}$ zu verstehen, bei der die bestehende Schutzzone S2 nicht verletzt wird (d.h. die Fließzeiten des Grundwassers in der gesättigten Zone zum Brunnen betragen innerhalb dieser Zone mindes-



tens 10 Tage). Die $Q_{v,ad}$ wurde iterativ aus dem numerischen Grundwassermodell Niederamt (Szenario August 2003, stationär) durch mehrfache Simulation der Fließwege und -zeiten eines idealen Tracers (Particle-Tracking-Verfahren) bestimmt (Tabelle 4). Die sich bei der jeweiligen Entnahmerate $Q_{v,ad}$ ergebenden 10-Tages-Isochronen sind für jede betrachtete Wasserfassung im Anhang 1 dargestellt.

Die am Standort kurzfristig maximal mögliche Entnahmerate ($Q_{v,max,k}$) ist das Minimum der beiden Raten $Q_{v,ad}$ und $Q_{v,tech}$ (Tabelle 4).

Tabelle 4: Kurzfristig maximal möglichen Entnahmeraten der Grundwasserfassungen im Niederamt.

	Einheit	Schachen	Ey	Ober- gösgen- lostorf	Düberten	Kürzelfeld	Inseli	Gillacker
Konzession	l/min	1'800	3'600	1'250 und 1'800	600	4'000	4'500	3'000
Ruhewasser- spiegel	müM	379.9	378.2	376.4	390.0	374.9	371.3	365.3
k_f-Wert	m/s	$9.2 \cdot 10^{-3}$	$3.3 \cdot 10^{-3}$	$4.5 \cdot 10^{-3}$	$1.5 \cdot 10^{-4}$	$4.6 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-2}$	$3.9 \cdot 10^{-3}$
Wassererfüllte Mächtigkeit	m	15.7	13.6	12.3	10.9	10.0	22.7	15.9
$Q_{v,tech}^4$	l/min	35'100	6'500	11'200	100	3'700	19'300	5'000
$Q_{v,ad}$	l/min	900	7'100	30'000	150	2'100	4'000	4'400
$Q_{v,max,k}$	l/min	900	6'500	11'200	100	2'100	4'000	4'400

7. Dauerhaft entziehbare maximal mögliche Entnahmerate ($Q_{v,max,d}$)

Analog zur kurzfristig maximal möglichen Entnahmerate ($Q_{v,max,k}$), ist die dauerhaft entziehbare maximal mögliche Entnahmerate ($Q_{v,max,d}$) durch die technischen und die administrativen Gegebenheiten bestimmt.

Die technisch dauerhaft mögliche Entnahmerate $Q_{v,tech}$ wird durch das Fassungs- oder Wasseraufnahmevermögen des Brunnens limitiert. Die erforderlichen Daten der Wasserfassungen (Filterlänge, Brunnendurchmesser) wurden aus den Ausbauplänen übernommen (Tabelle 1), der k_f -Wert aus dem numerischen Grundwassermodell (Tabelle 5).

⁴ Als technisch entziehbare Rate wird hier das Grundwasserdargebot nach Dupuit bei Niedrigwasser angegeben (s. Anhang 2). Die ausgewiesenen Zahlen sind unabhängig vom Fassungsvermögen des Brunnens.



Als administrativ maximal mögliche Entnahmerate ist diejenige Entnahmerate $Q_{v,ad}$ zu verstehen, bei der die bestehende Schutzzone S2 nicht verletzt wird (d.h. die Fließzeiten des Grundwassers zum Brunnen betragen innerhalb dieser Zone mindestens 10 Tage). Die $Q_{v,ad}$ wurde iterativ aus dem numerischen Grundwassermodell Niederamt (Szenario Mittelwasser-Verhältnisse, stationär) durch mehrfache Simulation der Fließwege und -zeiten eines idealen Tracers (Particle-Tracking-Verfahren) bestimmt (Tabelle 5). Die sich bei der jeweiligen Entnahmerate $Q_{v,ad}$ ergebenden 10-Tages-Isochronen sind für jede betrachtete Wasserfassung ebenfalls im Anhang 1 dargestellt.

Die am Standort dauerhaft maximal mögliche Entnahmerate ($Q_{v,max,d}$) ist wiederum das Minimum der beiden Raten $Q_{v,ad}$ und $Q_{v,tech}$ (Tabelle 5).

Tabelle 5: Dauerhaft entziehbare maximal mögliche Entnahmeraten der Grundwasserfassungen im Niederamt.

	Einheit	Schachen	Ey	Ober- gösgen- Lostorf	Düberten	Kürzelfeld	Inseli	Gillacker
Konzession	l/min	1'800	3'600	1'250 und 1'800	600	4'000	4'500	3'000
Ruhewasser- spiegel	müM	380.6	378.6	377.0	394.5	375.9	372.1	366.2
k_f-Wert	m/s	$9.2 \cdot 10^{-3}$	$3.3 \cdot 10^{-3}$	$4.5 \cdot 10^{-3}$	$1.5 \cdot 10^{-4}$	$4.6 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-2}$	$3.9 \cdot 10^{-3}$
$Q_{v,tech}$⁵	l/min	14'600	10'100	10'100	1'000	11'900	12'100	13'800
$Q_{v,ad}$	l/min	1'100	7'100	30'000	150	2'100	4'000	4'400
$Q_{v,max,d}$	l/min	1'100	7'100	10'100	150	2'100	4'000	4'400

8. Zusammenfassung

Das nachhaltig nutzbare Grundwasserdargebot im Untersuchungsgebiet Niederamt ergibt sich nach der numerischen Simulation zu ca. 9'000 l/min für das Becken Olten, zu ca. 3'000 l/min für das Becken Trimbach, zu ca. 15'000 l/min für das Becken Winznau-Schönenwerd und zu ca. 4'000 l/min für das Becken Schönenwerd-Aarau.

Als kurzfristig bzw. dauerhaft maximal mögliche Entnahmemengen mit heutiger Schutzzone ergeben sich die in folgender Tabelle 6 zusammengefassten Werte. Die Ergebnisse zeigen, dass die bestehenden Schutzzonen im Wesentlichen auch das derzeit technisch nutzbare und konzessionierte Potential decken (Ausnahme PW Ey und PW Obergösgen-Lostorf, höhere

⁵ Als technisch entziehbare Rate wird hier – abweichend zu Tabelle 4 – das Fassungsvermögen des Brunnens nach Sichardt angegeben (s. Anhang 2).



Entnahme bei bestehender Schutzzone möglich). Mit einer Erweiterung oder Anpassung der Schutzzonenausdehnung (vgl. Anhang 3) wäre am ehesten im Talzentrum (PW Schachen in Winznau und PW Gillacker in Erlinsbach) eine Erhöhung der Entnahmerate möglich.

Die mittels Particle-Tracking ermittelten Zuströmbereiche (Flusswege und -zeiten bis zur S2) hängen nur unwesentlich von den unterstellten meteorologischen und hydrologischen Bedingungen ab. Dies ist darauf zurückzuführen, dass im ergiebigen und mächtigen Grundwasserleiter der Gradient zum Brunnen kaum durch klimatische Bedingungen beeinflusst wird (Grundwasserneubildung etc.).

In beiden betrachteten Szenarien mit stark unterschiedlichen meteorologisch-hydrologischen Randbedingungen wurden vereinfacht und konservativ stationäre Verhältnisse unterstellt. Ob kurzfristig höhere Entnahmeraten möglich sind, kann nur durch ein transientes Szenario betrachtet werden.

Tabelle 6: Kurzfristig ($Q_{v,max,k}$) und dauerhaft ($Q_{v,max,d}$) entziehbare maximal mögliche Entnahmeraten der Grundwasserfassungen im Niederamt (Konzession und rechnerisch technisch-machbare Entnahme z.Vgl.).

	Konzessioniert	$Q_{v,max,k}$	$Q_{v,max,d}$	technisch gewinnbar <i>(theoretisch)</i>
	l/min	l/min	l/min	l/min
PW Schachen (Winznau)	1'800	900	1'100	23'000 ⁽¹⁾
PW Ey (Dulliken)	3'600	6'500	7'100	6'500 ⁽³⁾
PW Obergösgen-Lostorf (Obergösgen)	3'050	11'200	10'100	11'000 ⁽¹⁾
PW Düberten (Obergösgen)	600	100	150	100 ⁽²⁾
PW Kürzefeld (Däniken)	4'000	2'100	2'100	3'700 ⁽³⁾
PW Inseli (Niedergösgen)	4'500	4'000	4'000	14'000 ⁽¹⁾
PW Gillacker (Erlinsbach)	3'000	4'400	4'400	5'000 ⁽³⁾

⁽¹⁾ rechnerisch bei optimaler Auslegung einer neuen Fassung

⁽²⁾ theoretisch; nachgewiesen: 1'000 l/min

⁽³⁾ bei Absenkung von Niedrigwasserspiegel bis auf Filter-Oberkante der bestehenden Fassung



9. Literatur

- [AF-Colenco 2009] J. Poppei, O. Voborny, V. Badoux, C.-Ph. Enssle, J. Holocher: Grundwassermodell Niederamt. Phase I: Modellkonzept und hydrogeologisches Modell, Bericht 1541/01, AF-Colenco Switzerland AG, Mai 2008, 101 S.
- [AF-Consult 2013] O. Masset, J. Poppei: Das FEFLOW Grundwassermodell Niederamt: Parametrisierung, Kalibrierung und Validierung. Memorandum 2091/05, AF-Consult Switzerland AG, 07.03.2013, 29 S.
- [AfU Kanton SO 2010] Hydrogeologie Wasseramt: Grundlagen für Schutz und Bewirtschaftung des Grundwassers. Amt für Umwelt, Kanton Solothurn, September 2010, 164 S.
- [BAFU 2012] Grundwasserschutzzonen bei Lockergesteinen. Ein Modul der Vollzugshilfe Grundwasserschutz. Bundesamt für Umwelt, Bern. 2012, Umwelt-Vollzug Nr. 1207: 58 S.
- [Sinreich et al 2012] M. Sinreich, R. Kozel, V. Lützenkirchen, F. Matousek, P.-Y. Jeannin, S. Löw, F. Stauffer: Grundwasserressourcen der Schweiz. Aqua & Gas No. 9, 2012, 16-28.

Anhang 1: 10-Tages-Isochronen für die Wasserfassungen im Niederamt bei kurzfristig und dauerhaft entziehbarer maximal möglicher Entnahmerate ($Q_{v,ad}$).

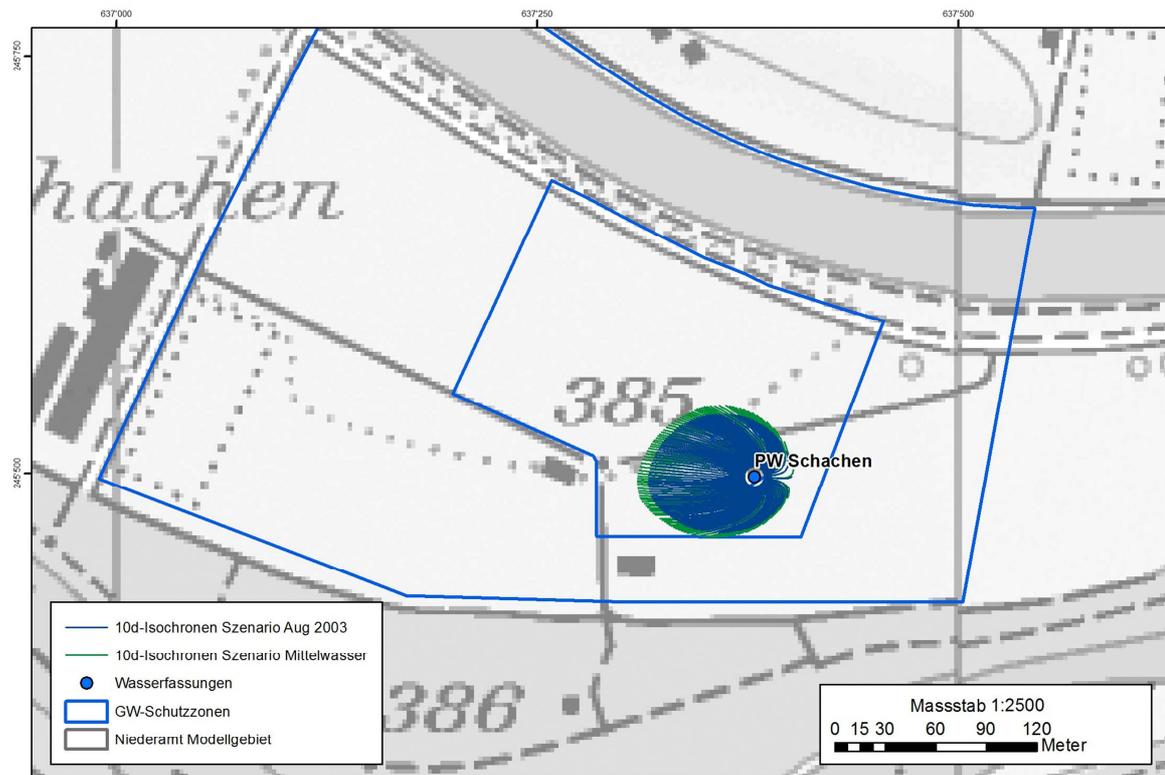


Abbildung 3: 10-Tages-Isochronen für die Wasserfassung Schachen (Winznau) bei kurzfristig (blaue Farbe, Szenario August 2003) und langfristig (grüne Farbe, Szenario Mittelwasserverhältnisse) entziehbarer maximal möglicher Entnahmerate ($Q_{v,ad}$).

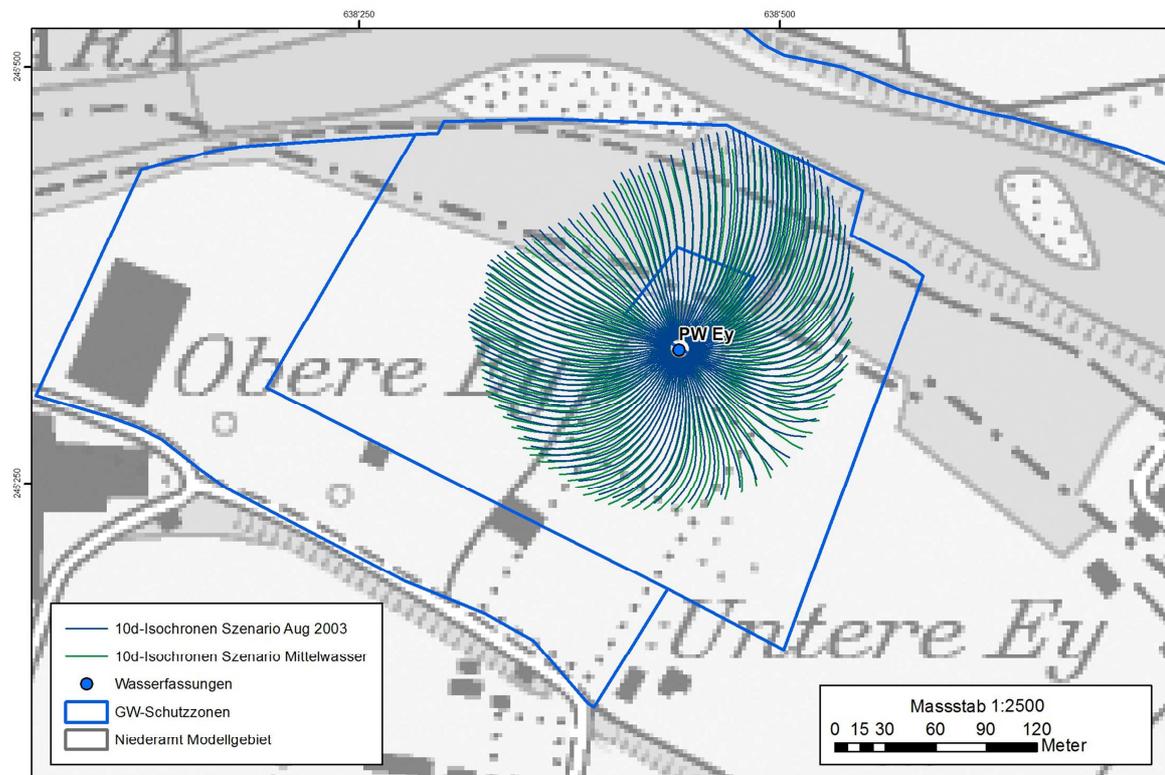


Abbildung 4: 10-Tages-Isochronen für die Wasserfassung Ey (Dulliken) bei kurzfristig (blaue Farbe, Szenario August 2003) und langfristig (grüne Farbe, Szenario Mittelwasser-
serverhältnisse) entziehbarer maximal möglicher Entnahmerate ($Q_{v,ad}$).

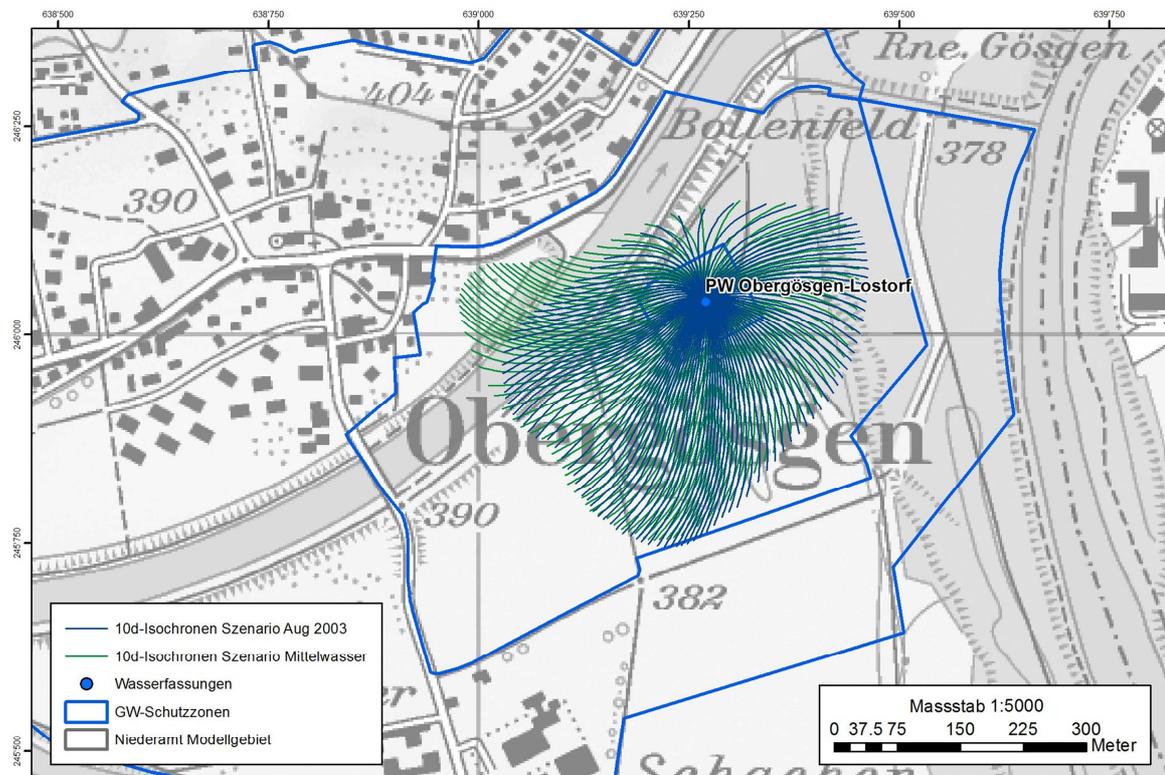


Abbildung 5: 10-Tages-Isochronen für die Wasserfassung Obergösgen-Lostorf (Obergösgen) bei kurzfristig (blaue Farbe, Szenario August 2003) und langfristig (grüne Farbe, Szenario Mittelwasserverhältnisse) entziehbarer maximal möglicher Entnahmerate ($Q_{v,ad}$).

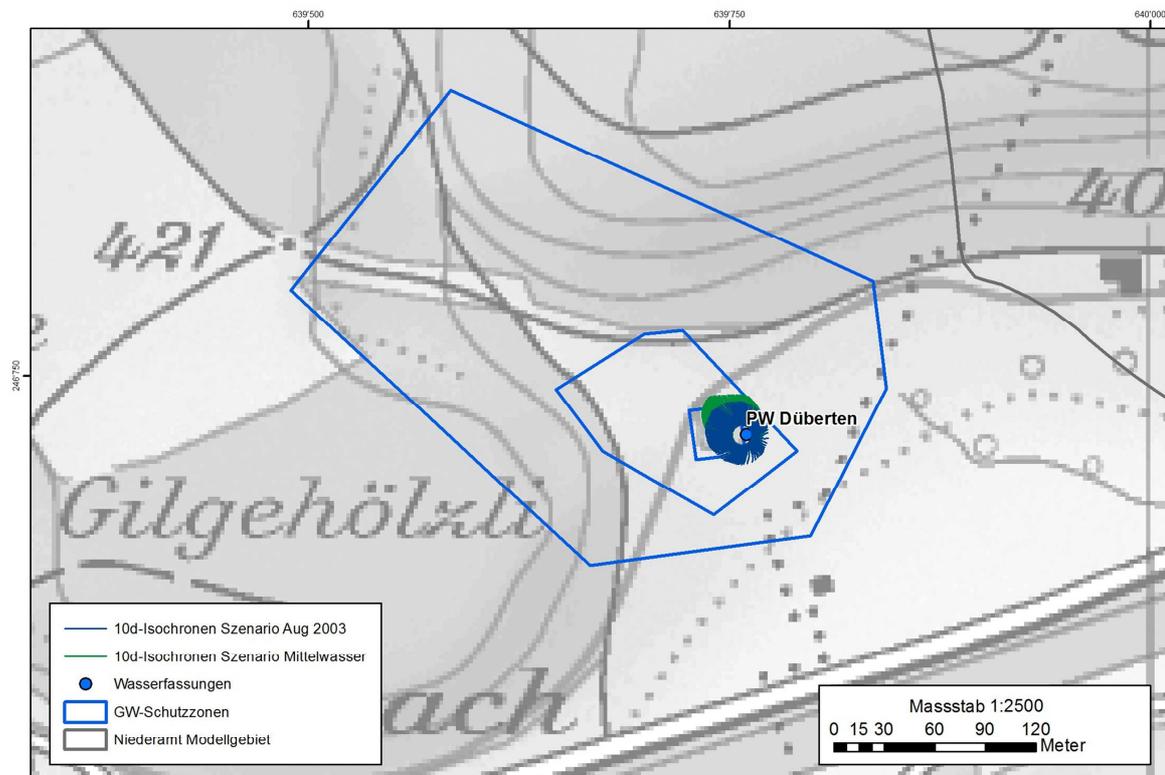


Abbildung 6: 10-Tages-Isochronen für die Wasserfassung Düberten (Obergösgen) bei kurzfristig (blaue Farbe, Szenario August 2003) und langfristig (grüne Farbe, Szenario Mittelwasserverhältnisse) entziehbarer maximal möglicher Entnahmerate ($Q_{v,ad}$).

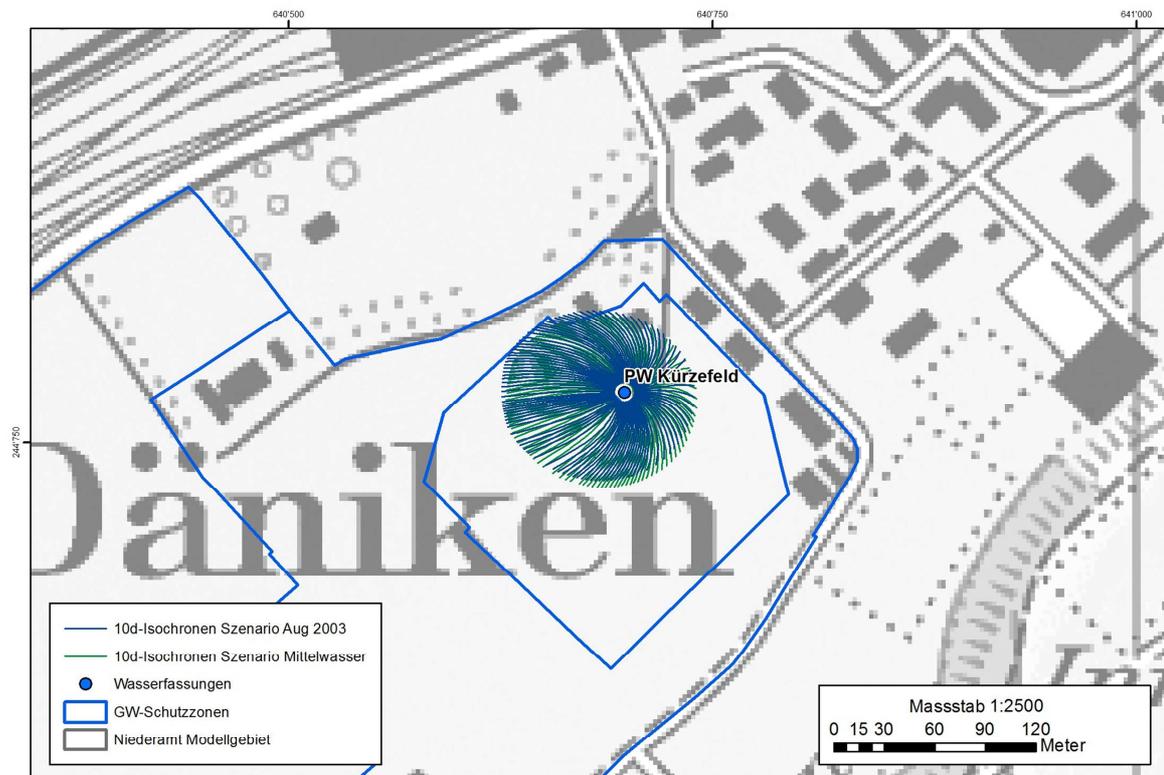


Abbildung 7: 10-Tages-Isochronen für die Wasserfassung Kurzfeld (Däniken) bei kurzfristig (blaue Farbe, Szenario August 2003) und langfristig (grüne Farbe, Szenario Mittelwasserverhältnisse) entziehbarer maximal möglicher Entnahmerate ($Q_{v,ad}$).

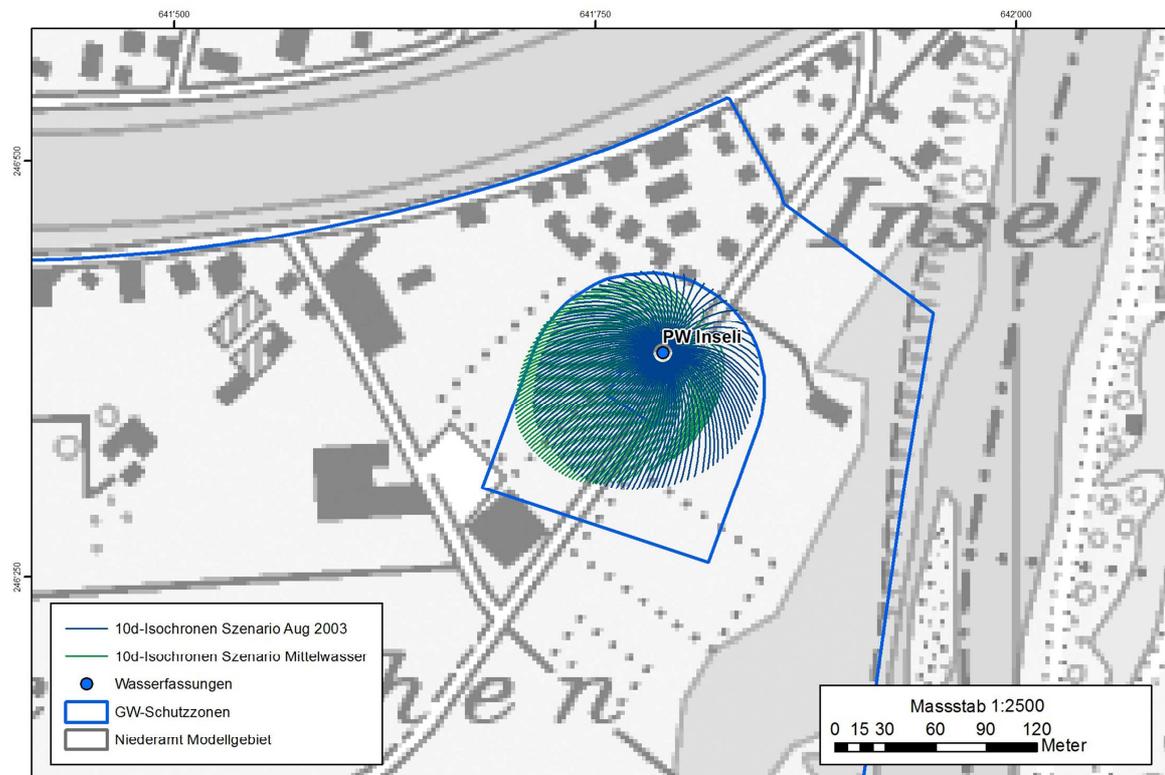


Abbildung 8: 10-Tages-Isochronen für die Wasserfassung Inseli (Niedergösgen) bei kurzfristig (blaue Farbe, Szenario August 2003) und langfristig (grüne Farbe, Szenario Mittelwasserverhältnisse) entziehbarer maximal möglicher Entnahmerate ($Q_{v,ad}$).

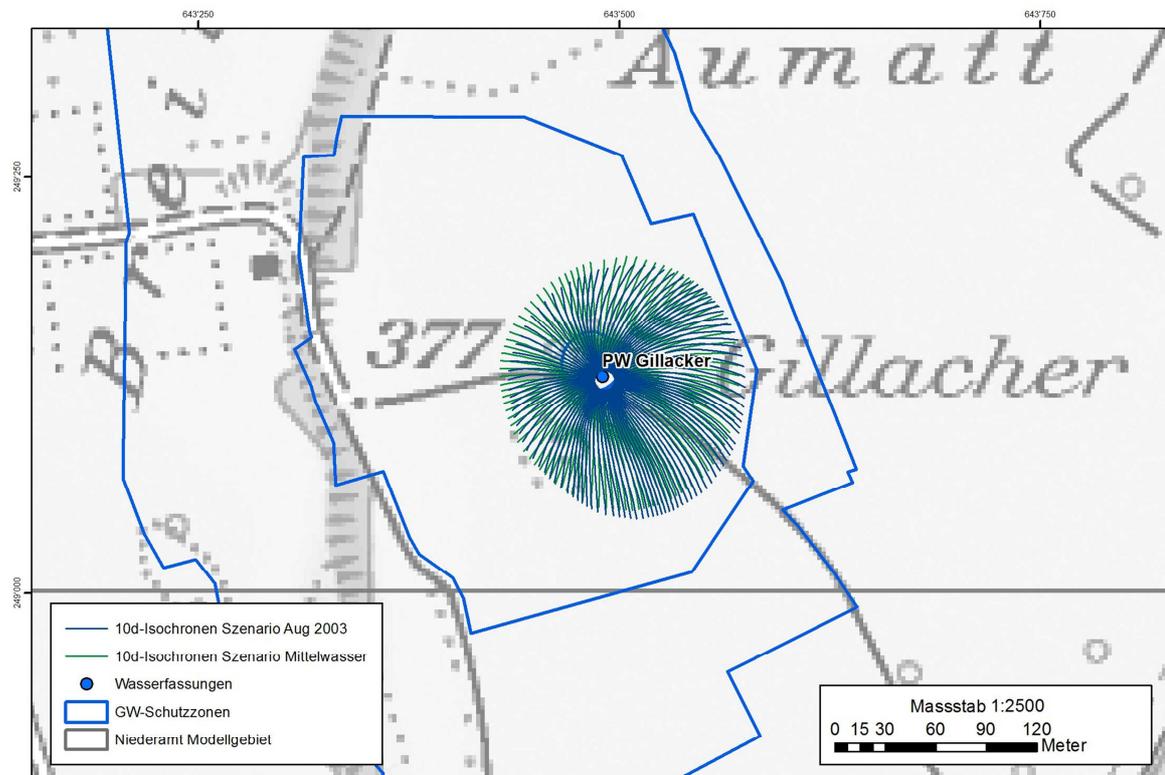


Abbildung 9: 10-Tages-Isochronen für die Wasserfassung Gillacker (Erlinsbach) bei kurzfristig (blaue Farbe, Szenario August 2003) und langfristig (grüne Farbe, Szenario Mittelwasserverhältnisse) entziehbarer maximal möglicher Entnahmerate ($Q_{v,ad}$).



Anhang 2: Hydraulische Brunnencharakteristika der bestehenden Wasserfassungen

Dieser Anhang gibt für die 7 Fassungen jeweils den Wasserandrang (nach Dupuit) und das Fassungsvermögen (nach Sichardt) wieder. Die gestrichelte Linie im Diagramm bezeichnet die Filterstrecke.

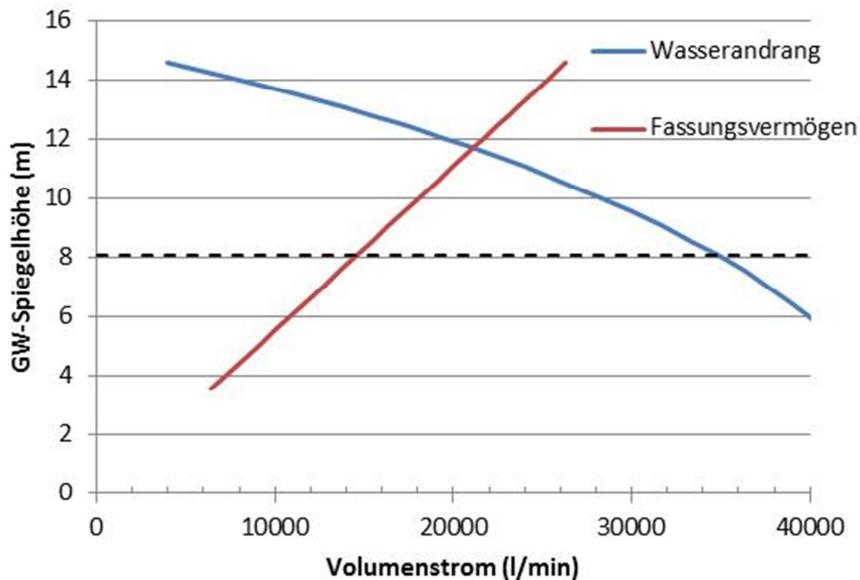


Abbildung 10: Wasserandrang und Fassungsvermögen der Wasserfassung Schachen (Winz- nau)

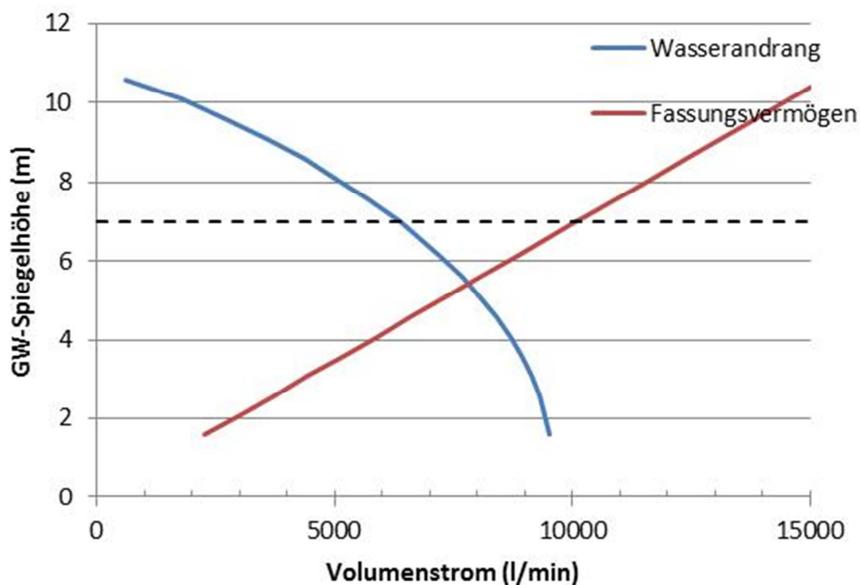


Abbildung 11: Wasserandrang und Fassungsvermögen der Wasserfassung Ey (Dulliken)

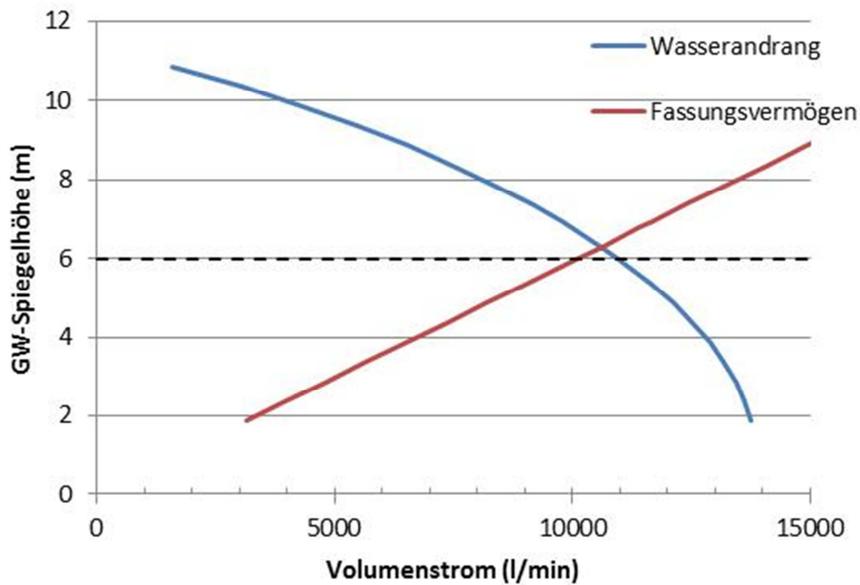


Abbildung 12: Wasserandrang und Fassungsvermögen der Wasserfassung Oberbögen-Lostorf (Oberbögen)

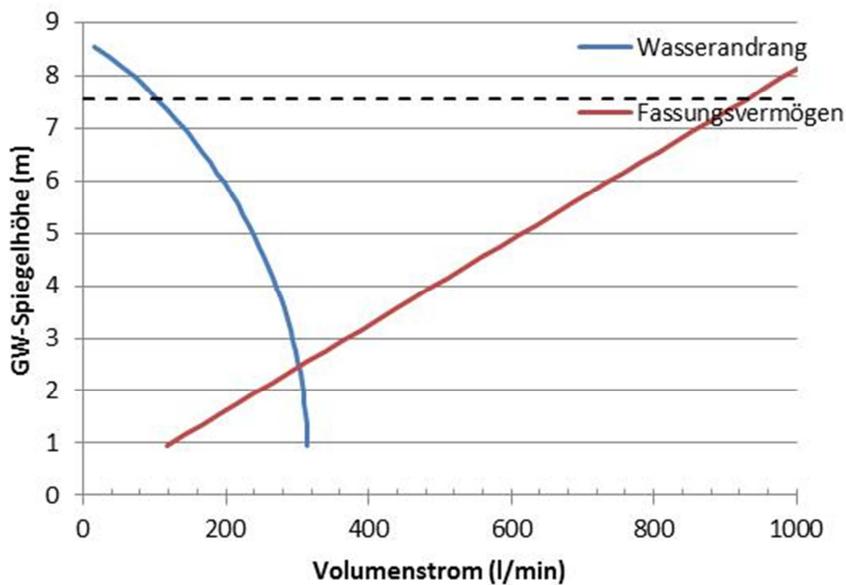


Abbildung 13: Wasserandrang und Fassungsvermögen der Wasserfassung Düberten (Oberbögen)

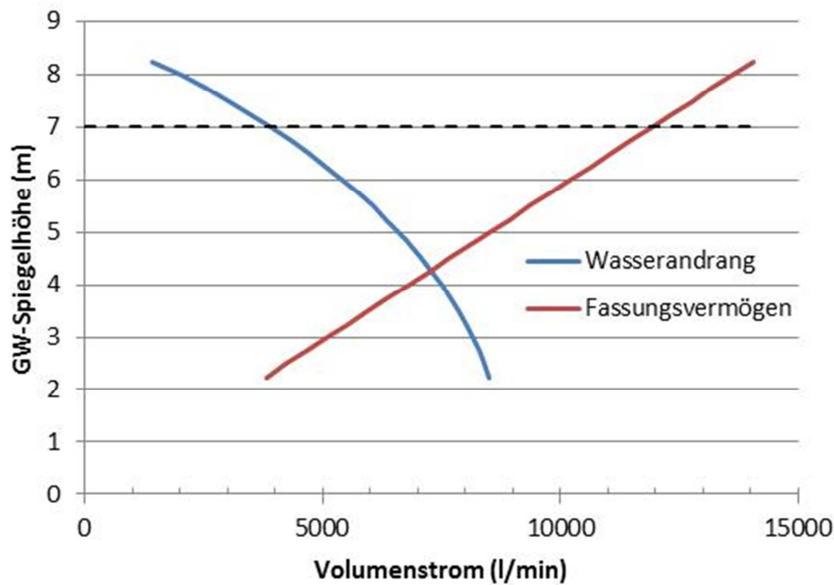


Abbildung 14: Wasserandrang und Fassungsvermögen der Wasserfassung Kürzefeld (Däniken)

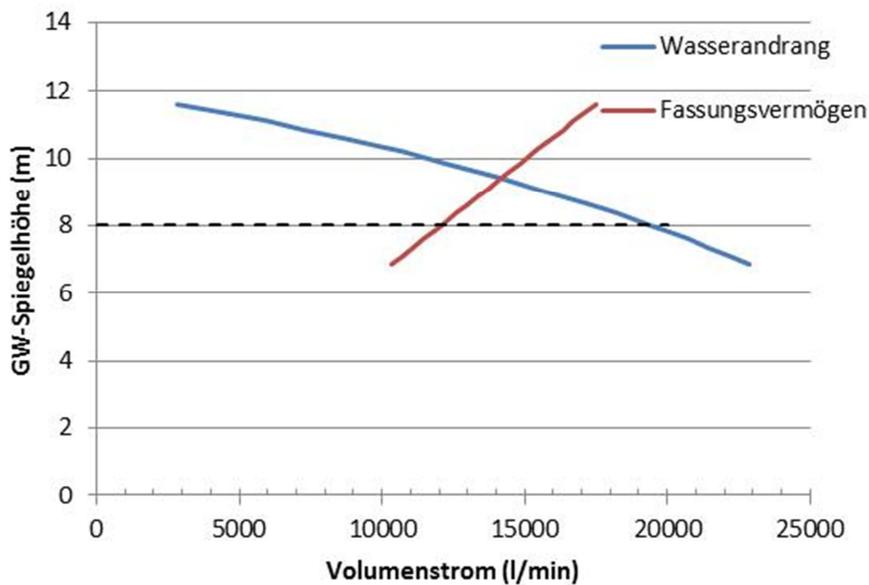


Abbildung 15: Wasserandrang und Fassungsvermögen der Wasserfassung Inseli (Niedergösgen)

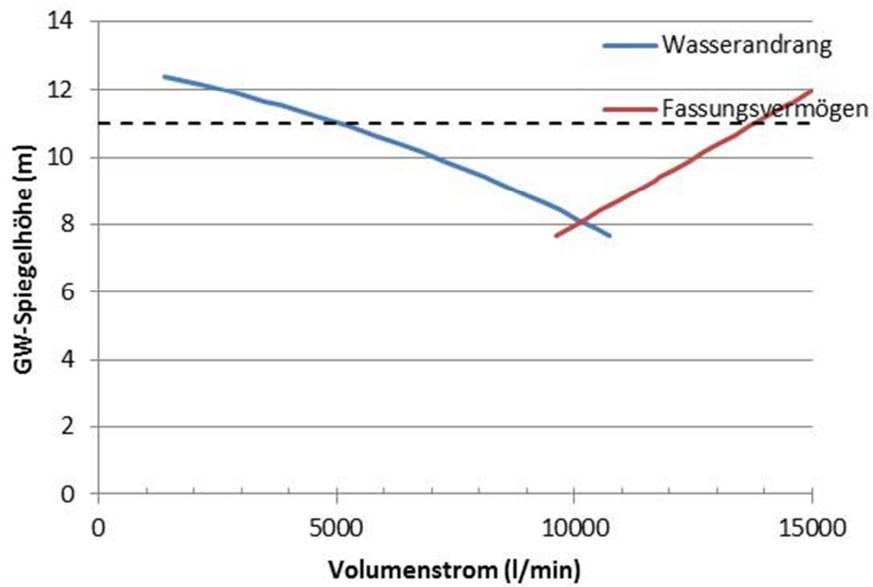


Abbildung 16: Wasserandrang und Fassungsvermögen der Wasserfassung Gillacker (Erlinsbach)

Anhang 3: Erweiterung oder Anpassung der Schutzzone und Ermittlung einer dann möglichen administrativen Entnahmerate ($Q_{v,ad}$)

Für fünf Grundwasserfassungen im Niederamt (PW Schachen, Ey, Obergösigen-Lostorf, Düberten, Gillacker) wurde eine mögliche administrative Entnahmerate ($Q_{v,ad}$) für eine erweiterte Schutzgebietsgrenze S2 (Szenario Mittelwasserverhältnisse, stationär) bestimmt. Die zugrunde liegenden Begrenzungen der erweiterten Schutzzone S2 sind für jede betrachtete Wasserfassung im Folgenden zusammen mit der Entnahmerate und den resultierenden 10-Tages-Isochronen dargestellt.

PW Schachen (Winznau): Bei einer Erweiterung der südlichen bzw. östlichen Schutzgebietsgrenze S2 um ca. 30 m nach Süden und ca. 10 m nach Osten lässt sich eine Entnahmerate von ca. 2'600 l/min realisieren, bei der die 10-Tages-Isochronen bis zur nordöstlichen Ecke des dortigen Gebäudes reichen.

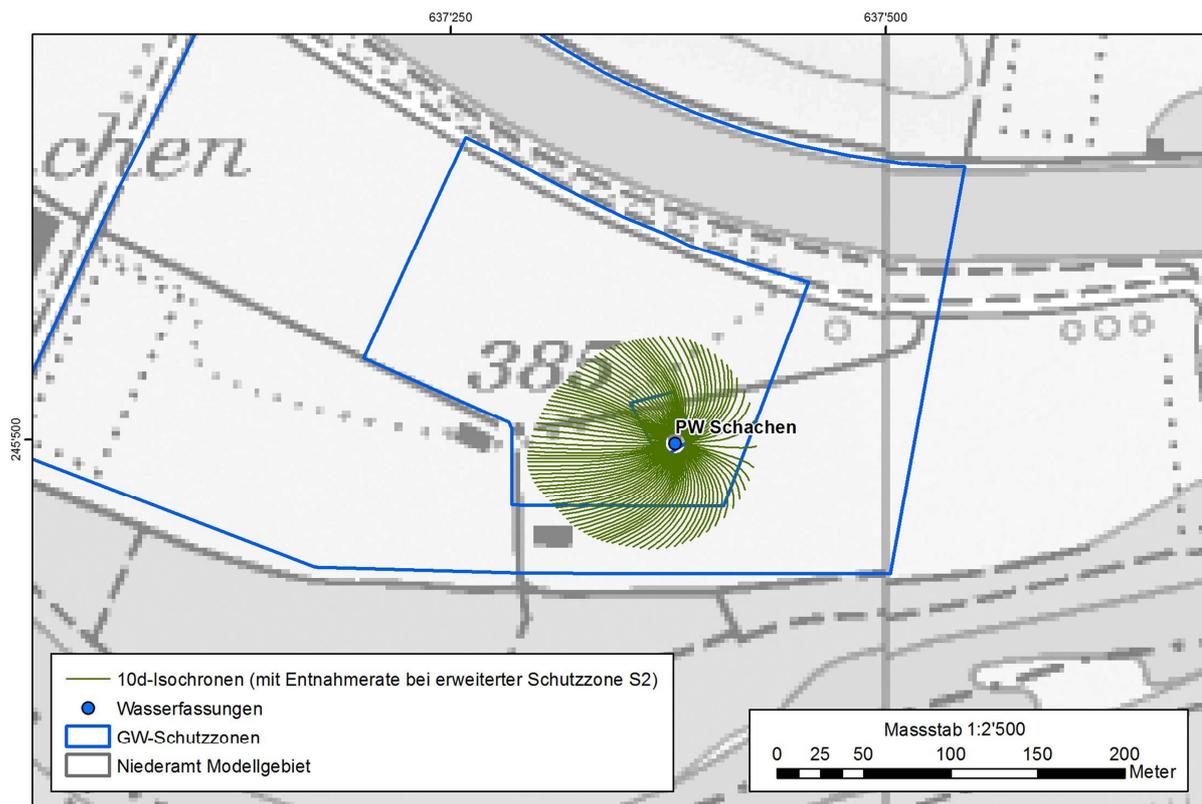


Abbildung 17: 10-Tages-Isochronen für die Wasserfassung Schachen (Winznau) bei einer Entnahmerate von 2'600 l/min.



PW Ey (Dulliken): Die Nähe der Aare lässt keine Erweiterung der nördlichen Schutzgebietsgrenze zu. Die in Tabelle 4 und Tabelle 5 als $Q_{v,ad}$ ausgewiesenen 7'100 l/min stellen die maximale Rate dar, bei der infiltrierendes Aarewasser eine Fließzeit von 10 Tagen braucht, um die Fassung zu erreichen.

PW Obergösgen-Lostorf (Obergösgen): Bei einer Verschiebung der östlichen bzw. der südlichen Schutzgebietsgrenze S2 um 50 m nach Osten und um ca. 70 m nach Süden ergibt sich eine Entnahmerate von ca. 50'000 l/min (diese Entnahmerate ist grösser als die mit der bestehenden Wasserfassung technisch gewinnbare Entnahmerate; vgl Tabelle 6). Bei dieser Entnahmerate verlagern sich im Modell die 10-Tages-Isochronen im Nordwesten bis nahe an den dortigen Gebäudebestand.

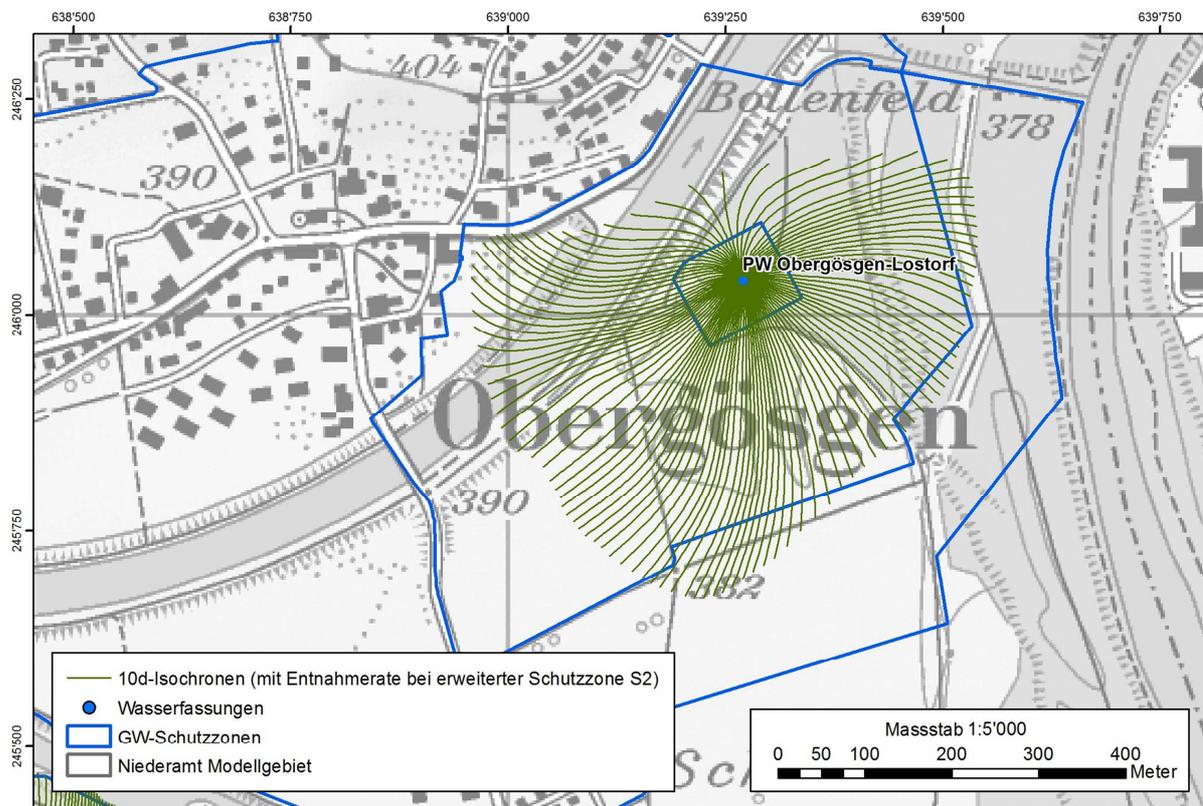


Abbildung 18: 10-Tages-Isochronen für die Wasserfassung Obergösgen-Lostorf (Obergösgen) bei einer Entnahmerate von 50'000 l/min.

PW Düberten (Oberbösgen): Bei einer Erweiterung der nordöstlichen Schutzgebietsgrenze S2 um ca. 20 m in Richtung Nordosten ergibt sich eine Entnahmerate von ca. 1'000 l/min. Bei einer weiteren deutlichen Erhöhung der Entnahmerate werden die Absenkungen im Brunnenbereich zu gross.

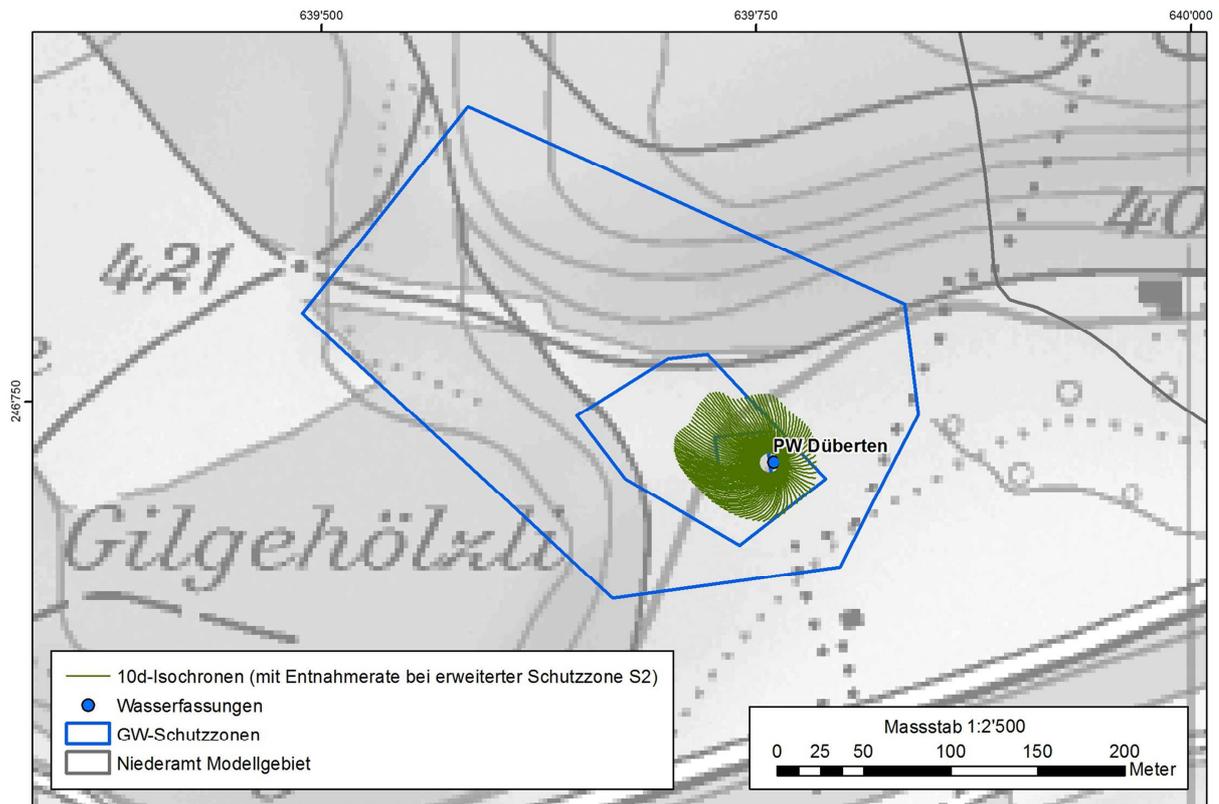


Abbildung 19: 10-Tages-Isochronen für die Wasserfassung Düberten (Oberbösgen) bei einer Entnahmerate von 1'000 l/min.

PW Gillacker (Erlinsbach): Bei einer Erweiterung der östlichen bzw. südlichen Schutzgebietsgrenze S2 um ca. 120 m in Richtung Osten und ca. 60 m in Richtung Süden ergibt sich eine Entnahmerate von ca. 18'000 l/min (diese Entnahmerate ist grösser als die mit der bestehenden Wasserfassung technisch gewinnbare Entnahmerate; vgl Tabelle 6). Bei einer weiteren deutlichen Erhöhung der Entnahmerate werden die Absenkungen im Modell im Brunnenbereich zu gross.

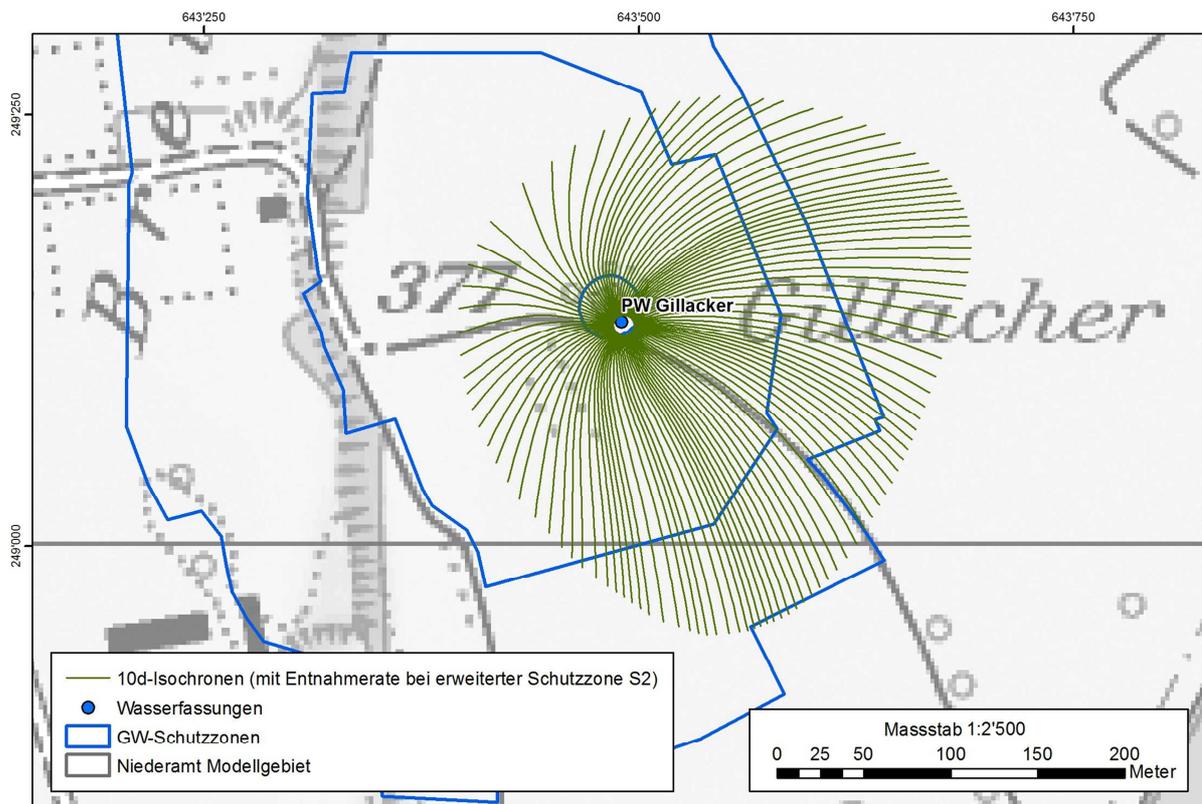


Abbildung 20: 10-Tages-Isochronen für die Wasserfassung Gillacker (Erlinsbach) bei einer Entnahmerate von 18'000 l/min.