

PROJEKTGRUNDLAGEN

Zustandsbericht Fremdwasser



Bericht

Zweckverband Abwasserregion Schönenwerd
Höhefeldstrasse 103
5012 Schönenwerd

Bern, 18. August 2008
B1178.2000/FLR

HOLINGER

Ingenieurunternehmen für Verfahrens-, Umwelt- und Bautechnik

HOLINGER AG • Brunnmattstrasse 45 • CH-3000 Bern 14 • Tel. 031 370 30 30 • Fax 031 370 30 37
bern@holinger.com • www.holinger.com
Baden • Basel • Bern • Liestal (Hauptsitz) • Lausanne • Luzern • Olten • Schwyz • Winterthur • Zürich
Hohentengen (DE) • Luxemburg
Zertifiziert ISO 9001:2000

Mitglied der USIC

HOLINGER AG	Zustandsbericht Fremdwasser Bericht
Identifikations-/Auftragsnummer	B1178.2000
Version, Druckdatum	def, 20.09.2012
Sachbearbeitung	Reto Flury
Visum Projektleiter	Reto Flury
Verteiler	Zweckverband Abwasserregion Schönenwerd (1x) Amt für Umwelt Kanton Solothurn (1x) HOAG TEAM AG (1x) HOLINGER AG (1x)
Mitarbeit	
Dokument/Datei	P:\1178_hbe\Verbands-GEP Schönenwerd\ Projektgrundlagen\Zustandsberichte\Fremdwasser\ZB_Fremdwasser_def.doc
Erstelldatum	18.08.2008 17:04
Kommentar	

Inhaltsverzeichnis

1	EINLEITUNG	1
1.1	Allgemeines	1
1.2	Definition Fremdwasser	1
1.3	Ziel der Fremdwasserbestimmung auf Verbandsebene	2
2	GRUNDLAGEN	2
3	VORGEHEN	3
3.1	Ausgangslage	3
3.2	Ursprüngliches Messstellenkonzept	3
3.3	Revidiertes Messstellenkonzept	5
3.4	Definitives Messkonzept	6
4	RESULTATE	6
4.1	Grundlagen, Definitionen und Begriffe	6
4.2	Fremdwassermengen	8
4.3	Interpretation	9
5	HANDLUNGSBEDARF	11
6	SCHLUSSBEMERKUNGEN	12

ANHANG

- Anhang 1: Übersicht Messstellen
- Anhang 2: Messstellenprotokolle
- Anhang 3: Bericht Kurzbeschrieb Messstellenkonzept vom 19. Juli 2007

1 EINLEITUNG

1.1 ALLGEMEINES

In den Kanalisationsleitungen ist neben dem Misch- und Schmutzwasser meistens auch ein Teil Fremdwasser enthalten. Dieses beeinträchtigt die Reinigungsleistung der Abwasserreinigungsanlage (ARA), erhöht die Betriebskosten (höhere Pumpkosten) und führt zu vermehrten Schmutzfrachten im Ablauf der ARA und bei Mischwasserentlastungsbauwerken.

Das Fremdwasser soll, soweit dies wirtschaftlich umsetzbar ist, vom Schmutzwasser getrennt werden. Es muss dem natürlichen Wasserkreislauf erhalten bleiben oder dorthin zurückgeführt werden. Dies ist sowohl aus ökologischen, als auch wirtschaftlichen Gründen sinnvoll und wird entsprechend von der Gesetzgebung verlangt.

Im vorliegenden Bericht wird die Art und Menge des Fremdwassers im Verbandskanalisationsnetz untersucht und beurteilt. Der Handlungsbedarf für Massnahmen zur Fremdwasserelimination wird aufgezeigt. Dieser Bericht dient als Grundlage zur Ausarbeitung der GEP-Vorprojekte, welche unter anderem Sanierungsmaßnahmen der Fremdwasserzuflüsse umschreiben.

1.2 DEFINITION FREMDWASSER

Als Fremdwasser bezeichnet man ständig fließende, unverschmutzte Wasserzuflüsse, welche sowohl bei Trocken- als auch bei Regenwetter in die Kanalisation gelangen und in die Abwasserreinigungsanlage abgeleitet werden. Fremdwasserquellen sind Sicker- und Drainageleitungen, Bäche, Reservoirüberläufe, Kühlwasser, Laufbrunnen, Quellen, laufende Brunnen und in die Kanalisation infiltrierendes Grundwasser.

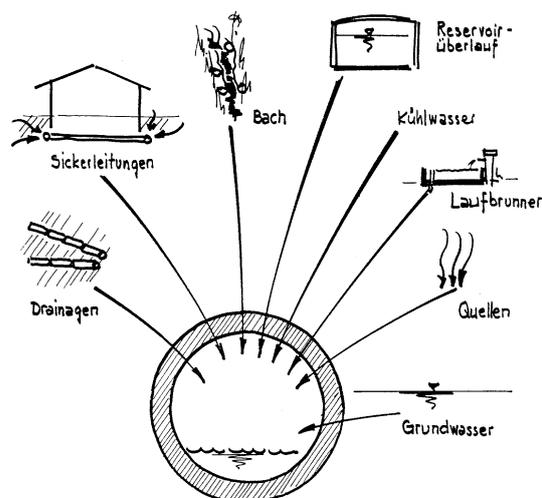


Abbildung 1: Fremdwasserquellen

1.3 ZIEL DER FREMDWASSERBESTIMMUNG AUF VERBANDSEBENE

Mit der Fremdwasserbestimmung im Rahmen des Regionalen GEP sollen folgende Ziele erreicht werden:

- Abschätzung des gesamten Fremdwasseranfalles im Verbandsgebiet
- Identifikation grösserer Fremdwasserquellen in den Verbandskanälen
- Bestimmung der Art und der Herkunft der grössten Fremdwasserbeiträge
- Aufzeigen des Handlungsbedarfes und der Möglichkeiten für Massnahmen zur Fremdwasserelimination auf Verbandsebene

Der Fremdwasseranfall in den Kanalisationsnetzen der Gemeinden wurde in den Gemeinde-GEP bestimmt. Die Erkenntnisse werden für den vorliegenden Bericht berücksichtigt. Die Verifikation oder Aktualisierung der Fremdwasseranfänge der Gemeinden ist jedoch nicht Aufgabe des Regionalen GEP.

2 GRUNDLAGEN

Folgende Grundlagen wurden für die Bearbeitung des vorliegenden Berichtes verwendet:

- Pflichtenheft Regionaler GEP Zweckverband ARA Schönenwerd, 2006
- Daten der ARA-Zulaufmessung der Jahre 2005, 2006, 2007
- Niederschlagsdaten der AfU-Messstation Spitzacker Schönenwerd
- Grundwassermessdaten der AfU-Messstation Dängertwäldli Däniken
- Abflussdaten Aare der BAFU-Messstation Murgenthal
- Kanalisationskataster Verbandskanäle (Stand 2007)
- Regionaler GEP ZAS, Zustandsbericht Abwasseranfall, HOLINGER AG, 2008
- Regionaler GEP ZAS, Zustandsbericht Kanalisation, HOLINGER AG, 2008
- Publikation „Fremdwasser; BUWAL, 1984“
- GEP Däniken, Zustandsbericht Fremdwasser, HOLINGER AG, 1998
- GEP Dulliken, Zustandsbericht Fremdwasser, Emch+Berger AG, 2004
- GEP Erlinsbach, Zustandsbericht Fremdwasser, KFB AG, 2001
- GEP Gretzenbach, Zustandsbericht Fremdwasser, KFB AG/Tanner AG, 2003
- GEP Niedergösgen, Zustandsbericht Fremdwasser, Rothpletz+Lienhard, 2001
- GEP Obergösgen, Zustandsbericht Fremdwasser, KFB AG, 1999
- GEP Schönenwerd, Zustandsbericht Fremdwasser, KFB AG, 2005

3 VORGEHEN

3.1 AUSGANGSLAGE

Im Laufe der Planungsarbeiten hat das Messstellenkonzept in mehreren Schritten grundlegende Anpassungen und Vereinfachungen erfahren. Dies aufgrund von Aufwand- / Nutzenüberlegungen, die auf folgenden Randbedingungen basieren:

- **Sicherheitsproblematik in den Verbandskanälen unterhalb der KANI (ab KS 95):** Aufgrund der vorhandenen giftigen Gasen (Schwefelwasserstoff) sind momentane Nachtmessungen in den betroffenen Abschnitten unterhalb der KANI bis zur ARA Schönenwerd aus Sicherheitsgründen mit verhältnismässigem Aufwand nicht durchzuführen. Unterhalb der KANI müssten daher für die Fremdwassermessung mobile Messgeräte eingesetzt werden.
- Erfahrungsgemäss ist der Fremdwasseranfall bei Trockenwetter auf der ARA Schönenwerd relativ gering. Die Fremdwassermengen und -quellen in den Kanalisationsnetzen der Gemeinden sind aus den Gemeinde-GEP bekannt. Eine detaillierte Messung im gesamten Verbandsgebiet bringt daher voraussichtlich nur wenige neue Erkenntnisse.
- Aufgrund der Struktur des Verbandskanalnetzes mit zahlreichen seitlichen Zuflüssen in die Verbandskanäle ist für eine detaillierte Erfassung des Fremdwasseranfalles eine grosse Zahl an Messstellen nötig.

Diese Überlegungen führten in Zusammenarbeit mit dem Zweckverband und in Absprache mit dem AfU zu einer Revision der ursprünglichen Ziele im Vergleich zum Pflichtenheft (siehe nachfolgende Kapitel).

3.2 URSPRÜNGLICHES MESSSTELLENKONZEPT

In einer ersten Phase hat die HOLINGER AG basierend auf den Anforderungen des Pflichtenheftes zwei alternative Messkonzepte erarbeitet: Messstellenkonzept detailliert (1) und Messstellenkonzept angepasst (2). Mit den Konzepten sollten gemäss **Pflichtenheft** folgende Ziele erreicht werden:

- Bestimmung des Fremdwasseranfalles in der Abwasserregion anhand von zwei Nachtmessungen mit je zehn Messstellen
- Feststellen, aus welchen Gemeinden das Fremdwasser hauptsächlich stammt
- Identifikation von direkten Quellen in den Verbandskanälen

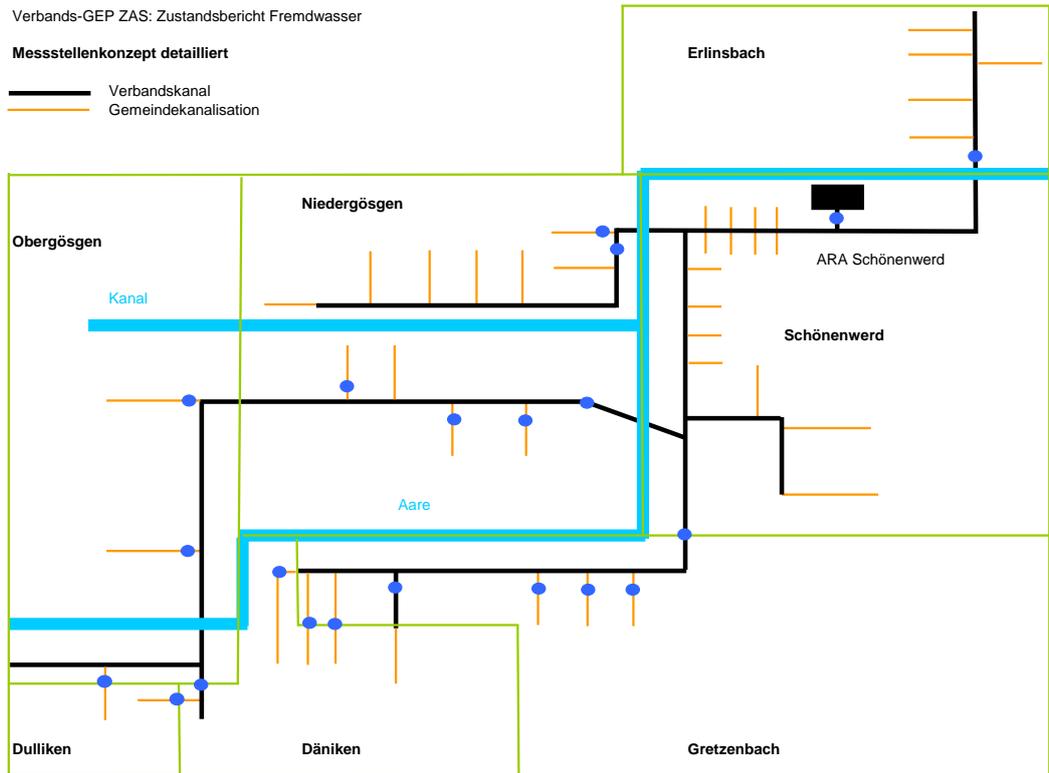


Abbildung 2: **Messstellenkonzept detailliert (1)** mit 21 Messstellen. Minimale Anzahl Messstellen für die detaillierte Erfassung der Gemeinden (Schönenwerd und Niedergösgen nur teilweise)

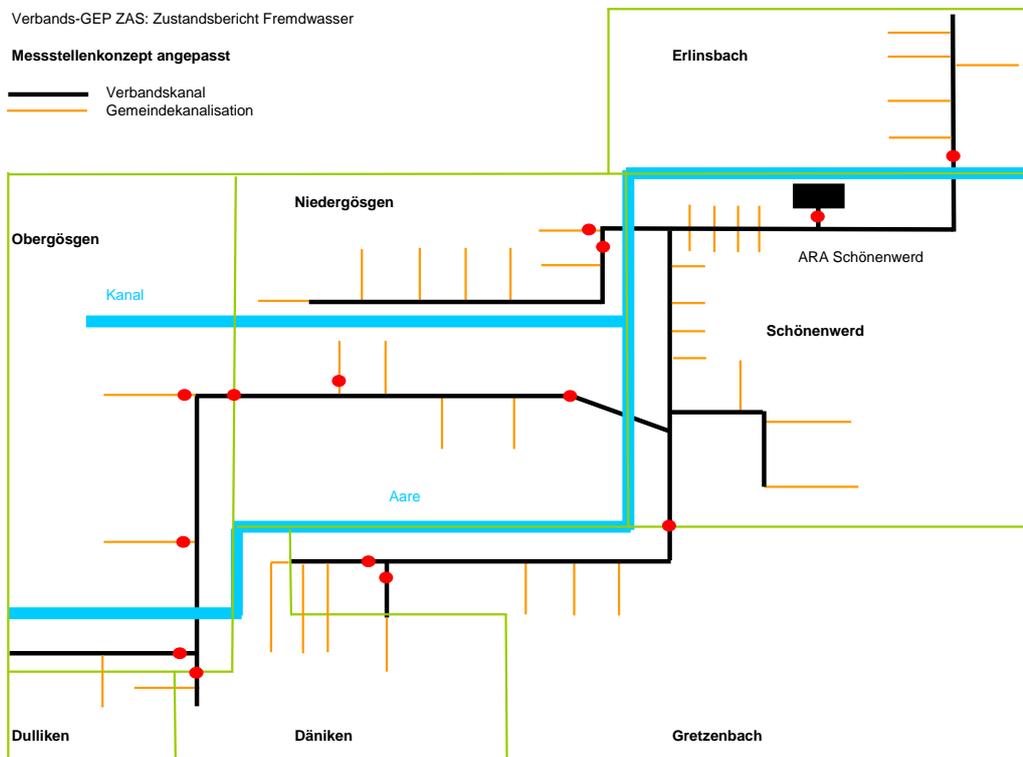


Abbildung 3: **Messstellenkonzept angepasst (2)** mit 14 Messstellen. Minimale Anzahl Messstellen für die Aufteilung des Fremdwasseranfalles auf verschiedene Zonen

Für jede Messstelle wurde aufgrund einer Feldbegehung ein Messstellenprotokoll aufgenommen. Die Protokolle sind im Anhang 2 beigelegt. Im Anhang 1 befindet sich eine zusätzliche Beschreibung der Messstellen.

Mithilfe dieser Protokolle besitzt der Zweckverband die Möglichkeit, bei Bedarf in Zukunft die Messkampagnen jederzeit wie ursprünglich vorgesehen durchführen zu können.

3.3 REVIDIERTES MESSSTELLENKONZEPT

In Absprache mit dem Zweckverband wurden in einem zweiten Schritt die Ziele für die Fremdwassermessungen angepasst und das Messstellenkonzept redimensioniert. Zu diesem Zeitpunkt lagen die ersten Erkenntnisse aus den Kanalfernsehaufnahmen im Verbandskanalisationsnetz vor. Ziele:

- Bestimmung der Fremdwassermengen in den Dükern Badi, Ballypark und Gretzenbach
- Bestimmung des gesamten Fremdwasseranfalles im Verbandsgebiet

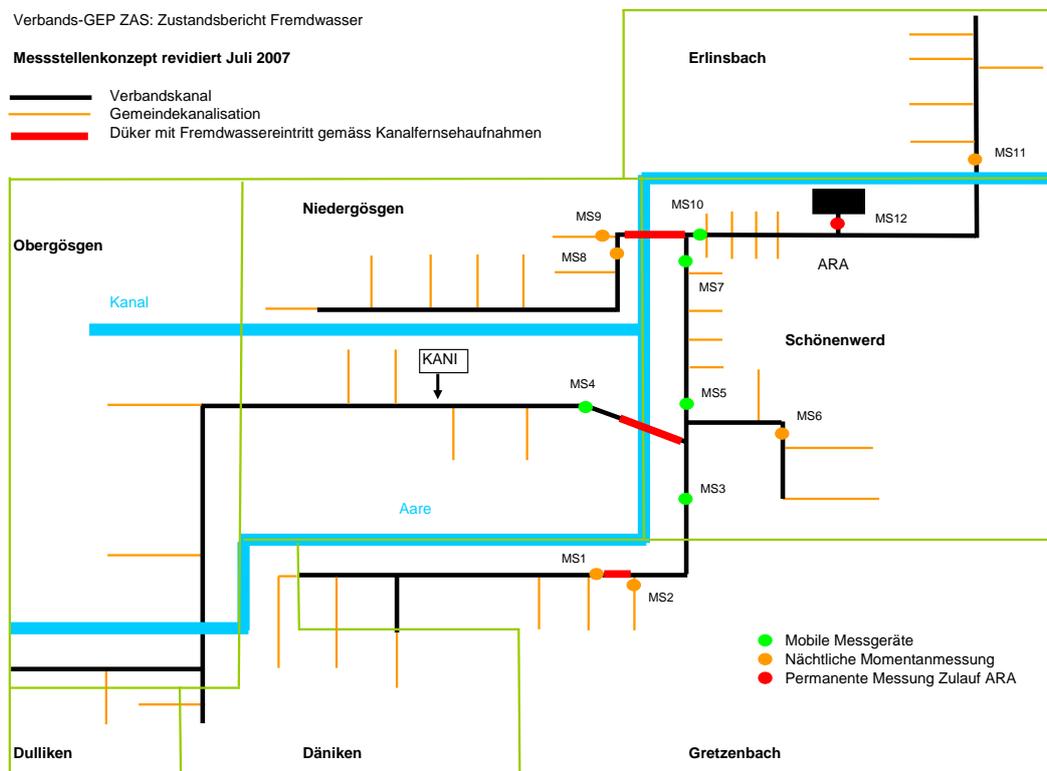


Abbildung 4: **Messstellenkonzept revidiert (3)** mit 12 Messstellen

Das Messstellenkonzept berücksichtigt die Sicherheitsproblematik in den Verbandskanälen unterhalb der KANI in Niedergösgen durch den Einsatz von fünf mobilen Messgeräten. Das Messkonzept ist im Anhang 3 (Bericht Kurzbeschrieb Messstellenkonzept) beschrieben.

Wegen den hohen Kosten für die Installation und den Betrieb der Messgeräte wurde das Messstellenkonzept an einer Sitzung der Arbeitsgruppe VGEP verworfen.

3.4 DEFINITIVES MESSKONZEPT

Das definitive Messkonzept beschränkt sich auf eine Auswertung der Messdaten der ARA-Zulaufmessung. Mit diesem Vorgehen kann der gesamte Fremdwasseranfall im Verbandsgebiet abgeschätzt werden. Ein Vergleich mit Regen-, Grundwasser- und Abflussdaten (Aare) erlaubt zudem Aussagen zu Art und Herkunft des Fremdwassers.

Der Fremdwasseranfall im gesamten Verbandsgebiet wird aufgrund folgender Daten abgeschätzt:

- ARA-Zulaufmessung (Vorklärung) der Jahre 2005 bis 2007. Tagesmengen und minimale Zuflüsse
- Niederschlagsdaten der AfU-Messstation Spitzacker Schönenwerd (Stationsnummer 624 246 027) zur Bestimmung der Trockenwettertage
- Grundwasserdaten der AfU-Messstation Dängertwäldli Däniken (Stationsnummer 640244001)
- Abfluss / Wasserstand Aare: BAFU-Messstation Murgenthal (Stationsnummer LH 2063)
- Daten zum Abwasseranfall der Nachtindustrie im Verbandsgebiet
- Fremdwasseranfall der Gemeinden gemäss den kommunalen GEP

4 RESULTATE

4.1 GRUNDLAGEN, DEFINITIONEN UND BEGRIFFE

Der Fremdwasseranfall berechnet sich mit folgender Beziehung:

$$Q_{FW} = Q_{MIN} - Q_{IND} - Q_{nmin}$$

Q_{FW} : Mittlerer gesamter Fremdwasseranfall im Verbandsgebiet

Q_{MIN} : Mittlerer minimaler ARA-Zufluss („Nachtminimum“) bei Trockenwetter. Tritt in der Regel nachts zwischen 3:00 und 5:00 auf. Der Verlauf des Nachtminimums ergibt direkte Hinweise auf niederschlagsabhängiges Fremdwasser.

Q_{IND} : Abwasseranfall der Nachtindustrie (ständig anfallend)

Q_{nmin} : Minimaler nächtlicher Anfall von häuslichem Schmutzwasser. Abhängig von der Einwohnerzahl und Siedlungsstruktur

$Q_{24,TW}$: Tagesmittelwerte der ARA-Zulaufmessung bei Trockenwetter. Aus der Beziehung $Q_{24,TW} / Q_{MIN}$ kann die Amplitude der Tagesganglinie bestimmt werden. Ist das Verhältnis gross, d. h. das Tagesmittel ist im Vergleich zum Nachtminimum hoch, so ist der Abfluss in der Nacht und der Fremdwasseranfall gering.

Abwasseranfall der Nachtindustrie (Q_{IND})

Betrieb	Abwasseranfall (2006)	
	(m ³ /a)	(l/s)
Cartaseta-Friedrich Papierfabrik, Gretzenbach	151'000	4.8
Mondi Packaging (KANI), Niedergösgen	1'295'000	41.1
Summe QIND		46

Tabelle 1: Abwasseranfall der Nachtindustrie. Angaben ARA Schönenwerd, Mittelwerte 2006

Minimaler nächtlicher Anfall von häuslichem Schmutzwasser (Q_{nmin})

Gemäss der Studie „Fremdwasser“ des BUWAL (1984) ist der Schmutzwasseranfall pro Einwohnerwert keine Konstante. Er nimmt ab einer bestimmten Grösse des Siedlungsgebietes mit der Bevölkerungszahl zu. Dies ist auf die umfangreicher werdende Infrastruktur bei zunehmender Ortschaftsgrösse zurückzuführen. Der spezifische nächtliche Schmutzwasseranfall kann für das gesamte Verbandsgebiet mit der folgenden Beziehung geschätzt werden:

$q_{nmin} = 0.25 + \log(EW/1'000)$ in l/s

Diese Formel gilt für dichter besiedelte Gebiete mit mehr als 1'000 Einwohnern. Für das gesamte Einzugsgebiet des Zweckverbandes mit einer Einwohnerzahl von ca. 19'100 (Stand 2007) ergibt sich ein minimaler nächtlicher Schmutzwasseranfall von 1.5 l/s.

4.2 FREMDWASSERMENGEN

Aus den folgenden Tabellen ist der mittlere Fremdwasseranteil, d.h. der Anteil Fremdwasser am gesamten ARA-Zulauf bei Trockenwetter ersichtlich (Verhältnis $Q_{FW} / Q_{24,TW}$). In den Jahren 2005 bis 2007 schwankte der Anteil um folgende Werte:

- Mittelwerte Fremdwasseranfall über das ganze Jahr: 35 l/s bis 48 l/s
- Mittelwerte Fremdwasseranteil über das ganze Jahr: 25% bis 28%

Wie die Werte in den folgenden Tabelle zeigen, ist der Fremdwasseranfall je nach Witterungsverhältnissen starken Schwankungen unterworfen.

Periode	Q_{MIN} (l/s)	Q_{IND} (l/s)	q_{nmin} (l/s)	Q_{FW} (l/s)	$Q_{24, TW}$ (l/s)	Fremdwasseranteil (%)
2005	82.0	45.8	1.5	34.7	136.9	25.3
2006	95.6	45.8	1.5	48.3	171.3	28.2
2007 (Jan-Jul)	84.0	39.5	1.5	42.9	171.0	25.1

Tabelle 2: Fremdwasseranteil bei Trockenwetter, Mittelwerte über das ganze Jahr

Periode	Q_{MIN} (l/s)	Q_{IND} (l/s)	q_{nmin} (l/s)	Q_{FW} (l/s)	$Q_{24, TW}$ (l/s)	Fremdwasseranteil (%)
2005 (17 Tage)	64.5	45.8	1.5	17.2	108.4	15.9
2006 (16 Tage)	40.4	45.8	1.5	0.0	121.1	0.0
2007 (26 Tage)	53.2	39.5	1.5	12.2	220.4	5.5

Tabelle 3: Fremdwasseranfall bei Trockenwetter, Mittelwerte über längere Trockenperioden

Die folgende Abbildung zeigt einen Vergleich der Resultate mit den in den Gemeinde-GEP bestimmten Fremdwassermengen. Es fällt auf, dass die Summe aller Fremdwassermengen aus den Gemeinden deutlich höher ist, als die mit dem oben beschriebenen Verfahren geschätzte gesamte Fremdwassermenge im Verbandsgebiet. Da es sich bei den Messungen der Gemeinde-GEP um Momentanaufnahmen in verschiedenen Jahren, verschiedenen Jahreszeiten und damit bei unterschiedlichen Randbedingungen (Grundwasserstände, Aarewasserstand, Witterungsverhältnisse) handelt, ist diese Abweichung zu den langjährigen Mittelwerten durchaus plausibel.

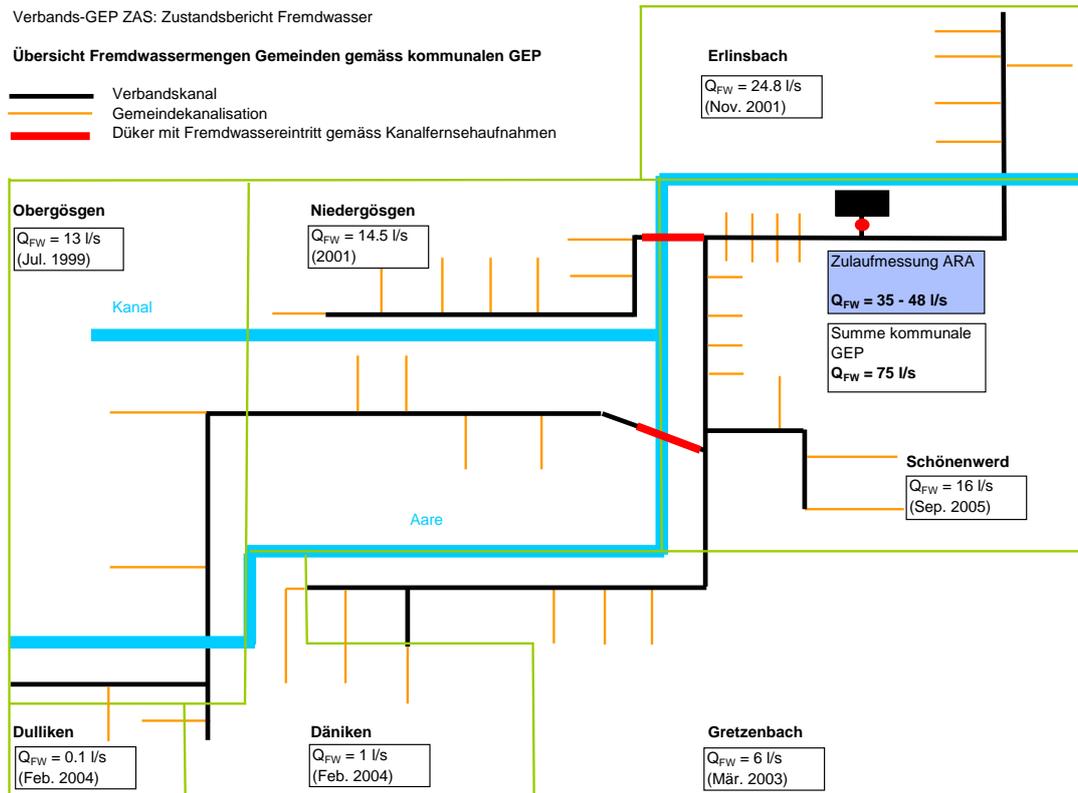


Abbildung 5: Übersicht Fremdwassermengen aus den Gemeinde-GEP.

4.3 INTERPRETATION

Menge und Herkunft des gesamten Fremdwasseranfalles im Verbandsgebiet lassen sich wie folgt interpretieren:

- Mit 25% bis 28% Fremdwasseranteil am Trockenwetteranfall auf der ARA Schönenwerd ist der mittlere Fremdwasseranfall gering.
- Bei Trockenwetter tritt kaum Fremdwasser direkt in das Verbandskanalnetz ein. Das Fremdwasser tritt in dieser Situation mehrheitlich über die Gemeindekanalisationsnetze ein.
- In langen Trockenperioden sinkt der Fremdwasseranfall auf sehr kleine Werte. Dies ist ein Hinweis auf einen geringen Anteil des **stetig anfallenden Fremdwassers** (z.B. Brunneneinläufe).
- Nach starken Regen bzw. in Regenperioden ist ein deutlicher Nachlauf von 3 bis 5 Tagen ersichtlich (siehe Abbildung 6). Dies ist ein Hinweis auf einen bedeutenden Anteil von **dynamischem Fremdwasser** (Drainageeinleitungen, Bachwasserabfluss im Kanalisationsnetz, Eintritt von Hang- und Sickerwasser, Eintritt von Grundwasser bei hohen Grundwasserspiegeln, Aarewassereintritt durch undichte Dückerleitungen).

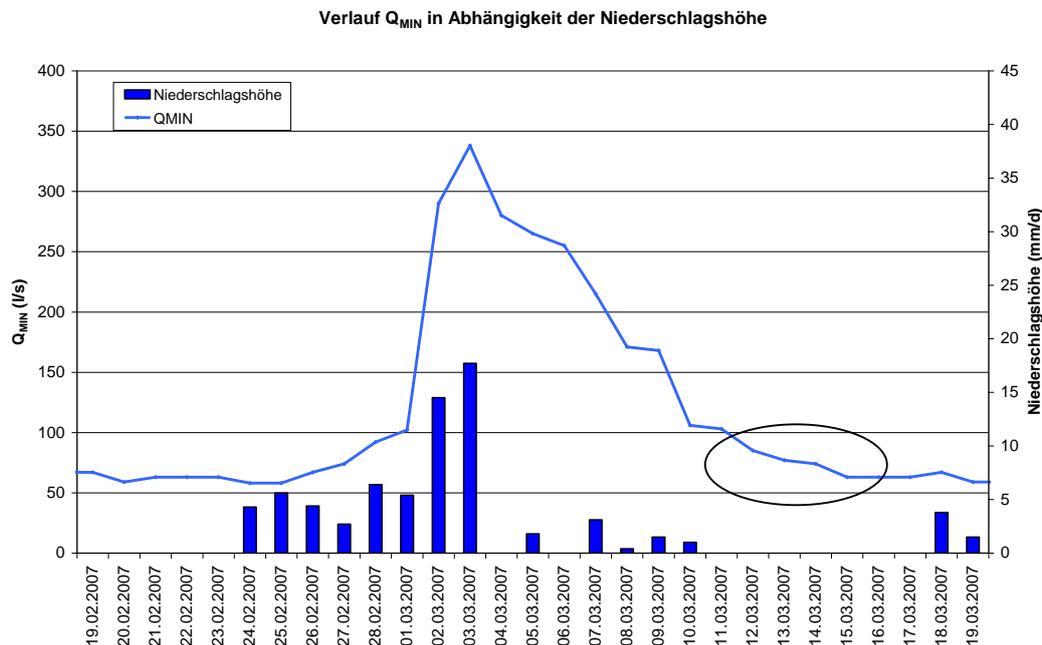


Abbildung 6: Abhängigkeit des Verlaufs von Q_{MIN} im ARA-Zulauf von der Niederschlagshöhe. Nach dem Ende der Regenperiode am 10.3.2007 ist ein Nachlauf von einigen Tagen ersichtlich.

- Kurzfristige Schwankungen des Grundwasserstandes in einem engen Bereich haben keinen Einfluss auf den Fremdwasseranfall. Langfristige Schwankungen im Bereich von Metern wirken sich direkt auf den Fremdwasseranfall aus (siehe Abbildung 7).

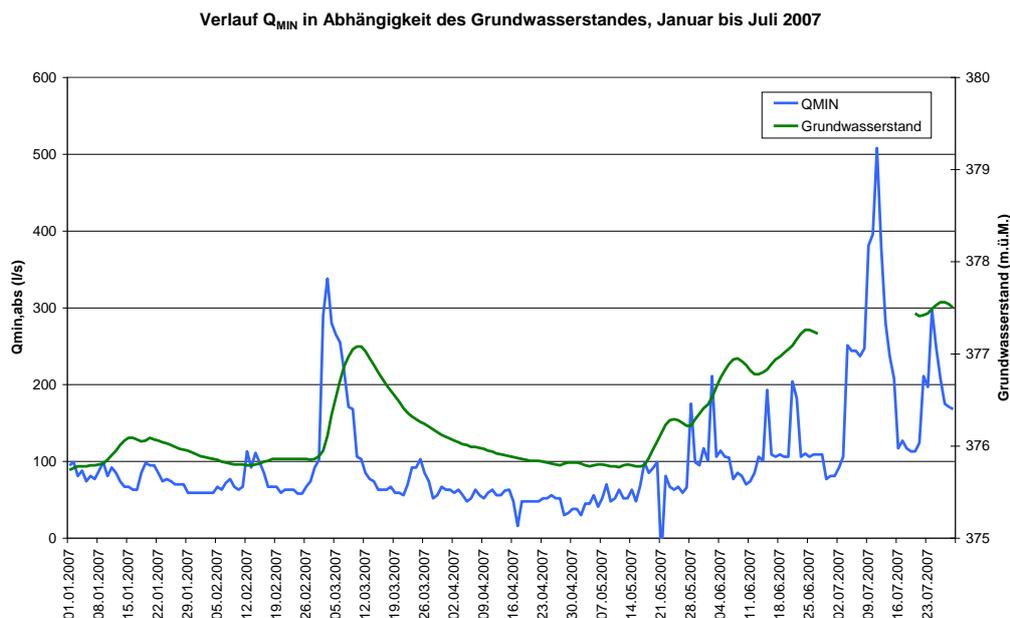


Abbildung 7: Abhängigkeit des Verlaufs von Q_{MIN} im ARA-Zulauf vom Grundwasserstand

- Bei einem grossen Abfluss in der Aare tritt Aarewasser über undichte Dückerleitungen und über Hochwasserentlastungen in das Verbandskanalisationsnetz ein. Diese Situation tritt bei Abflüssen ab ca. 500 bis 600m³/s ein (siehe Abbildung 8). Der Fremdwasseranfall steigt auf rund die drei- bis vierfache Menge des mittleren Fremdwasseranfalles an. Eine genaue Quantifizierung des Eintrittes über undichte Dückerleitungen ist mit den vorliegenden Daten nicht möglich. Bei durchschnittlichen Abflussverhältnissen in der Aare scheint der Fremdwasseranfall nicht durch Aarewasser beeinflusst zu sein.

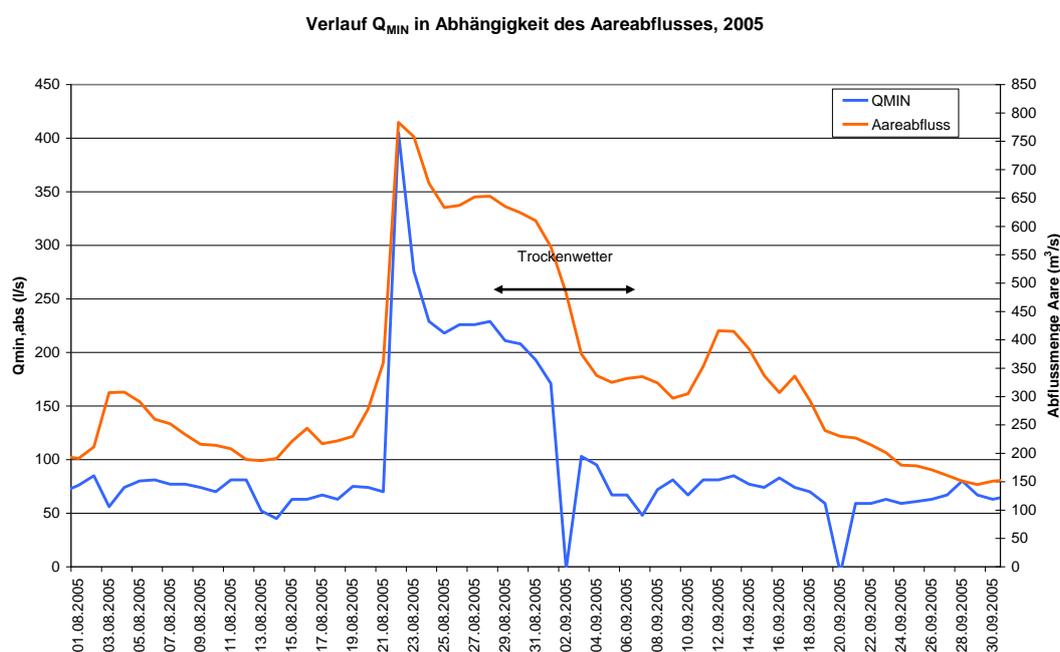


Abbildung 8: Abhängigkeit des Verlaufs von Q_{MIN} im ARA-Zulauf vom Abfluss in der Aare

5 HANDLUNGSBEDARF

Aus den Resultaten der Fremdwasserbestimmung lässt sich folgender Handlungsbedarf formulieren:

- Sanierung der undichten Dückerleitungen. Gemäss Zustandsbericht Kanalisation wurden bei folgenden Dückern Wassereintritte festgestellt:

Düker Badi: Starker Fremdwassereintritt in Trockenwetterleitung NW400. Zustandsklasse 0 (hohe Priorität)

Düker Ballypark: Starker Fremdwassereintritt, Zustandsklasse 0 (hohe Priorität)

Düker Gretzenbach: Fremdwassereintritt in Regenwetterleitung NW900, Zustandsklasse 0 (hohe Priorität)

- Sanierung der Abschnitte der Verbandskanäle mit Verdacht auf undichte Muffen
- Hinwirken auf eine konsequente Fremdwasseraustrennung in den Gemeinden gemäss Vorgaben der Gemeinde-GEP

6 SCHLUSSBEMERKUNGEN

Mit dem gewählten Vorgehen konnte der gesamte Fremdwasseranfall im Verbandsgebiet quantifiziert und der Beitrag der verschiedenen Quellen geschätzt werden. Die Erkenntnisse dienen als Grundlage für die Formulierung von Massnahmen zur Fremdwasserelimination in den GEP-Vorprojekten.

Mit dem vorliegenden Bericht und den verschiedenen Messstellenkonzepten verfügt der Zweckverband Abwasserregion Schönenwerd zudem über ein Instrument zur zukünftigen detaillierten Abklärung der Menge und der Herkunft des Fremdwassers. Aus heutiger Sicht sind im Rahmen des Regionalen GEP keine weitergehenden Untersuchungen des Fremdwasseranfalles nötig.

Bern, 3. Juli 2008

Überarbeitet: 18. August 2008

Verfasser: Reto Flury

HOLINGER AG

Beat Gfeller
Mitglied der Geschäftsleitung

Reto Flury
Projektleiter

ANHANG

Anhang 1: Übersicht Messstellen

Anhang 2: Messstellenprotokolle

Anhang 3: Bericht Kurzbeschrieb Messstellenkonzept vom 19. Juli 2007

Die Nummerierung der Messstellen bezieht sich auf das Messstellenkonzept angepasst (2)