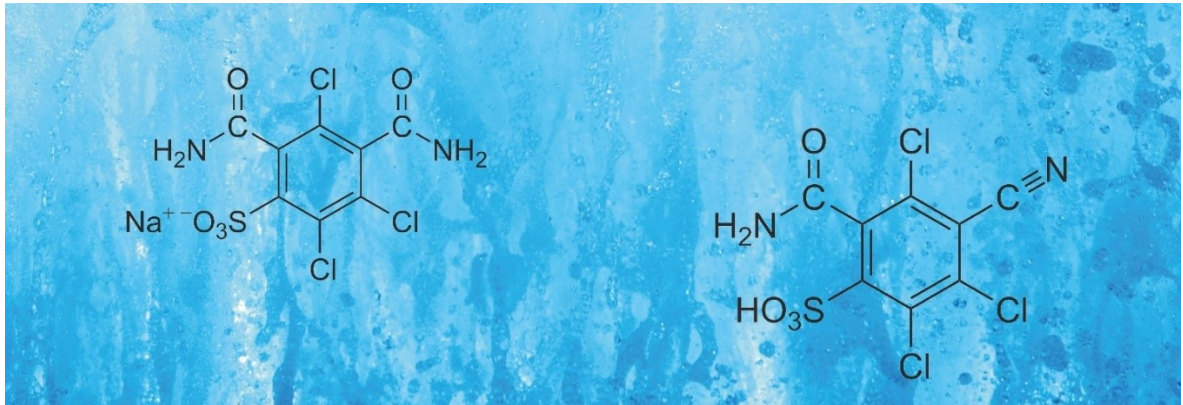


## Chlorothalonil im Grundwasser des Kantons Zug



Ergebnisse von Target- und Suspect-Screening an ausgewählten Grundwasserproben und weiteren Untersuchungen zur Chlorothalonil-Transformationsprodukten

Stand Juli 2020

## Impressum

---

Verantwortlicher  
Volker Lützenkirchen  
Projektleiter Grundwasser

---

## Abkürzungen

|       |  |
|-------|--|
| AFU   | Amt für Umwelt   |
| AVS   | Amt für Verbraucherschutz  |
| BAFU  | Bundesamt für Umwelt   |
| BLW   | Bundesamt für Landwirtschaft                                     |
| BLV   | Bundesamt für Lebensmittelsicherheit                             |
| Eawag | Eidg. Anstalt für Wasserversorgung Abwasserreinigung             |
| EFSA  | Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit                   |
| GSchG | Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (Gewässerschutzgesetz) |
| GSchV | Gewässerschutzverordnung   |
| GW    | Grundwasser  |
| MV    | Mikroverunreinigungen  |
| TBDV  | Trink- und Badewasserverordnung                                  |
| TP    | Transformationsprodukt(e)  |

|                   |  |           |
|-------------------|--|-----------|
| <b>Inhalt</b>     |  |           |
| <b>1.</b>         | <b>Ausgangslage</b>  | <b>4</b>  |
| <b>2.</b>         | <b>Verwendung und Eigenschaften von Chlorothalonil</b>   | <b>5</b>  |
| <b>3.</b>         | <b>Regulatorische Rahmenbedingungen</b>  | <b>6</b>  |
| <b>4.</b>         | <b>Untersuchungen 2017/2018</b>  | <b>7</b>  |
| <b>5.</b>         | <b>Untersuchungen ab August 2019</b>   | <b>7</b>  |
| 5.1.              | Reusstal   | 7         |
| 5.1.1.            | Grundwasserverhältnisse  | 7         |
| 5.1.2.            | Grundwasserbeprobung und -analysen   | 8         |
| 5.2.              | Ausserhalb des Reusstals   | 9         |
| 5.2.1.            | NAQUA SPEZ   | 9         |
| <b>6.</b>         | <b>Resultate</b>   | <b>9</b>  |
| 6.1.              | Reusstal   | 9         |
| 6.2.              | Ausserhalb des Reusstals   | 11        |
| 6.2.1.            | NAQUA SPEZ   | 11        |
| 6.2.2.            | Screening  | 11        |
| 6.3.              | Zeitlicher Verlauf der Chlorothalonil-Konzentrationen  | 13        |
| <b>7.</b>         | <b>Fazit</b>   | <b>13</b> |
| <b>8.</b>         | <b>Weiteres Vorgehen</b>   | <b>15</b> |
| <b>Referenzen</b> |  | <b>16</b> |
| <br>              |  |           |
| <b>Anhang</b>     |  |           |
| 1.                | Kartendarstellung der Analysenresultate von R417888  |           |
| 2.                | Kartendarstellung der Analysenresultate von R471811  |           |
| 3.                | Kartendarstellung Analysenresultate der Chlorothalonil-Transformationsprodukte der Grundwasserbeprobung NAQUA SPEZ 11/2019 |           |
| 4.                | Mittels Target- und Suspect Screening nachgewiesene Mikroverunreinigungen im Kanton Zug                                    |           |

## 1. Ausgangslage

Das kantonale Amt für Umwelt (AFU) ist zuständig für die Überwachung und Prüfung der Grundwasserqualität. Grundlage ist das Gewässerschutzgesetz (GSchG) resp. die Gewässerschutzverordnung (GSchV), in deren Anhang 2 für bestimmte Inhaltsstoffe resp. Verunreinigungen aus menschlicher Tätigkeit numerische Anforderungen, also Grenzwerte, festgelegt sind.

Im Rahmen eines risikobasierten Ansatzes prüft das AFU die Grundwasserqualität im Kanton Zug. Je nach Bodennutzung, Hinweisen auf bestehende Belastungen im Untergrund oder Tätigkeiten in den jeweiligen Gebieten werden Grundwasserproben im Labor auf unterschiedliche Stoffgruppen untersucht (z.B. [1]).

Das Bundesamt für Umwelt BAFU überwacht seit fast 20 Jahren die Grundwasserqualität mit verschiedenen nationalen Messprogrammen NAQUA [2]. Im Modul TREND werden an 50 durch den Bund betriebenen Messstellen, welche für Schweizer Verhältnisse typischen Grundwasser repräsentativ sind, Hauptinhaltsstoffe und diverse organische und anorganische Verbindungen regelmässig untersucht. Im Modul SPEZ werden seit 2002 in Zusammenarbeit mit den Kantonen an ca. 500 Messstellen vor allem Substanzen untersucht, die aus Landwirtschaft, Industrie, Gewerbe, Haushalten und Verkehr stammen. Dazu gehören neben Nitrat vor allem sogenannte Mikroverunreinigungen (MV) wie Rückstände von Pflanzenschutzmitteln (PSM) und Arzneimitteln sowie weitere organische Spurenstoffe wie z.B. halogenierte Kohlenwasserstoffe. Die Liste der analysierten MV wird neuen Erkenntnissen periodisch angepasst.

Im Kanton Zug werden an insgesamt acht Grundwassermessstellen zwei bis vier Grundwasserproben pro Jahr im Rahmen des Moduls SPEZ untersucht. Ein spezialisiertes Wasserlabor prüft die Proben auf über 80 PSM und deren Transformationsprodukte (TP; auch Metaboliten oder Abbauprodukte genannt), 26 Industriechemikalien und Arzneimittelrückstände sowie 74 leichtflüchtige, zum Teil halogenierte Kohlenwasserstoffe. Das BAFU passt die Liste dieser Stoffe periodisch an, vor allem bei den PSM.

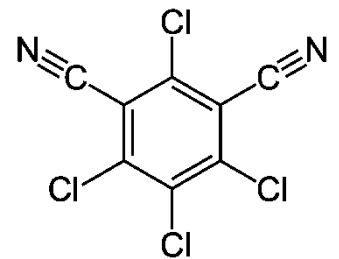
Im Rahmen einer Pilotstudie des BAFU wurden zwei an grossen Zuger Grundwasser-Pumpwerken Wasserproben entnommen und bei der Eawag untersucht. Ein spezielles Labor- und Auswertungsverfahren erlaubte es, eine deutlich grössere Anzahl MV als bisher im Modul SPEZ nachzuweisen. An allen 31 in der Pilotstudie berücksichtigten Grundwassermessstellen wurden dabei Transformationsprodukte des Fungizids «Chlorothalonil» in teilweise unerwartet hohen Konzentrationen entdeckt. Nach Bekanntwerden dieser in der Folge auch in den Medien breit diskutierten Untersuchungsergebnisse sind ab Frühsommer 2019 in vielen Kantonen von Behörden und Wasserversorgungen weitere Untersuchungen veranlasst worden, so auch im Kanton Zug. In diesem Kurzbericht werden die vom AFU durchgeführten Grundwasseruntersuchungen mit Fokus auf Chlorothalonil-TP dargestellt.

## 2. Verwendung und Eigenschaften von Chlorothalonil

Der Wirkstoff Chlorothalonil ist ein Fungizid (Anti-Pilzmittel) und wurde in der Schweiz seit den 1970er Jahren in der Landwirtschaft eingesetzt [3]. Ein grosser Vorteil ist dabei die geringe Tendenz zu Resistenzbildungen, teilweise fehlen auch alternative Wirkstoffe mit ähnlich guter Wirkung wie z.B. bei der «Sprenkelnekrose» bei Gerste. Gemäss Verkaufsstatistik des Bundesamts für Landwirtschaft BLW war im Jahr 2014 Chlorothalonil mit 60 Tonnen das viertmeistverkaufte synthetische PSM. In den Jahren 2015 und 2016 war es nicht mehr unter den 10 meistverkauften PSM vertreten [4]. Neuere Zahlen liegen nicht vor. Inzwischen ist die Zulassung für dieses PSM entzogen worden und es darf nicht mehr angewendet werden (s.u.).

Das Anwendungsspektrum für Chlorothalonil war sehr breit: Neben Gemüse und Getreide war es für die Anwendung auf verschiedenen Zierpflanzen, Bäumen und Sträuchern ausserhalb des Forstes, Reben sowie Zier- und Sportrasen zugelassen.

Chlorothalonil ist aufgrund seiner Molekülstruktur (siehe rechts) im Wasser wenig mobil. Es kann mit der für die meisten PSM gängigen Labormethode nicht nachgewiesen werden. In der Umwelt wird es unter Substitution der funktionellen Gruppen (Nitrilrest resp. Chlor) zu verschiedenen Molekülen abgebaut (siehe Abbildung 1). Wichtig sind die bei den rot umrahmten Substanzen «R471888» (auch: Chlorothalonil-Sulfonsäure) sowie «R471811», da sie mit Abstand am häufigsten und in den höchsten Konzentrationen im Wasser nachgewiesen werden.



Die TP von Chlorothalonil weisen im Vergleich zum Wirkstoff nachteilige Eigenschaften auf: Sie adsorbieren weniger an organischem Material im Boden und sie sind in der Umwelt deutlich langlebiger. Die «Halbwertszeit», also die Zeit, nach der nur noch die Hälfte der Ausgangsmenge eines Stoffes vorhanden ist, dürfte gemäss Abbildung 1 (DT<sub>50</sub> in Tagen) mindestens eine Grössenordnung länger sein als beim Wirkstoff Chlorothalonil.

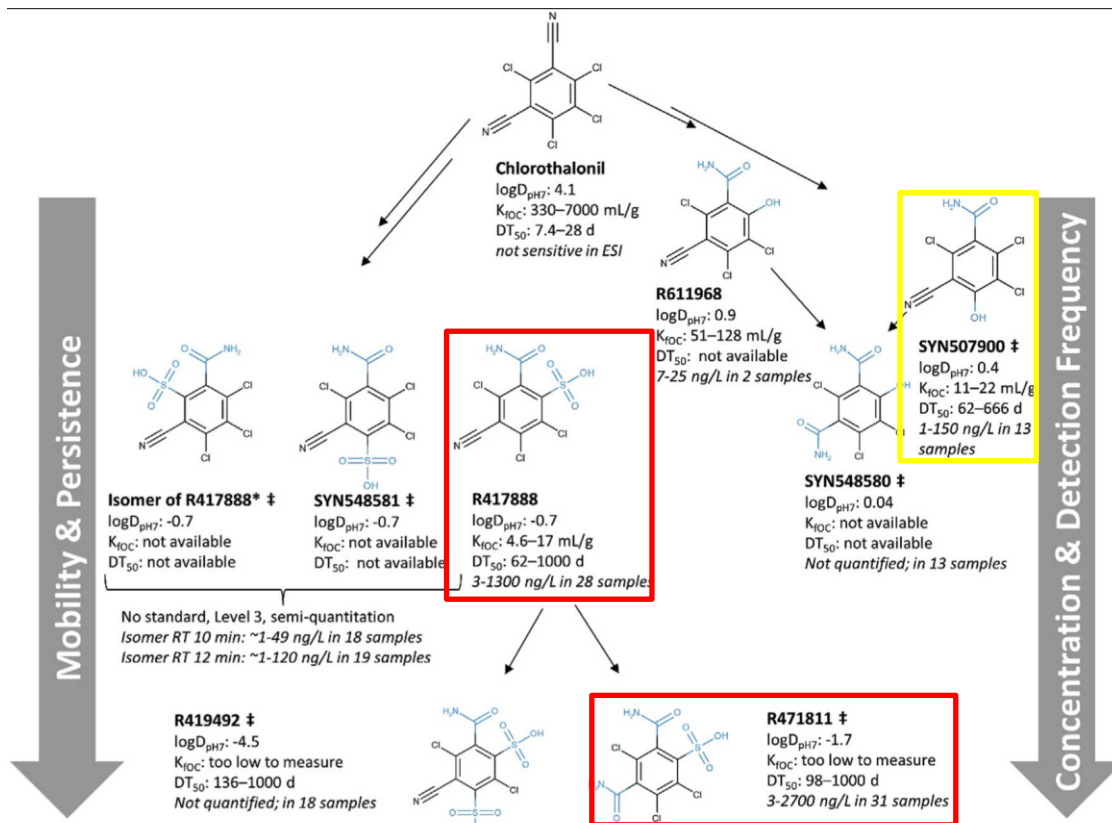


Abbildung 1: Chlorothalonil mit im Grundwasser der Zuger Messstellen nachgewiesenen TP (siehe Abschnitt 6). Grafik aus [5]. Rot eingrahmt: Mit Pilotstudie [6] an den beiden Zuger Messstellen nachgewiesene Chlorothalonil-TP, gelber Rahmen: in ZGG03 in sehr tiefer Konzentration nachgewiesen.

### 3. Regulatorische Rahmenbedingungen

Chlorothalonil resp. dessen TP sind bis Mitte 2019 nicht im Rahmen von normalen Grundwasser-, Oberflächengewässer- oder Trinkwasserüberwachungen analysiert worden. Erst die BAFU-Pilotstudie zeigte deren weite Verbreitung im Grundwasser ([6], [7]). Die Abbauprodukte galten zu der Zeit nicht als relevant; der Anforderungswert von 100 ng/l für PSM in der Gewässerschutzverordnung und in der «Trink- und Badewasserverordnung» (TBDV) war nicht anwendbar.

Die Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit EFSA führt, ähnlich wie die Schweizer Behörden, eine Überprüfung der Zulassung von Pflanzenschutzmittel durch. Die EFSA hat dabei den Wirkstoff Chlorothalonil als wahrscheinlich krebserregend eingestuft [8]. Aufgrund der (mangelhaften) Datenlage kann nicht ausgeschlossen werden, dass die TP ebenfalls gesundheitsschädigend sind. Die europäische Kommission folge der Empfehlung der EFSA, TP von Chlorothalonil vorsorglich als relevant einzustufen. Die Zulassung wurde unter Gewährung einer Aufbrauchfrist im Frühjahr 2019 entzogen.

Am 8.8.2019 stufte das BLV sechs TP von Chlorothalonil als relevant ein, darunter R417888, nicht aber R471811 [9]. Gemäss dieser Weisung darf Trinkwasser, welches mehr als 100 ng/l eines

relevanten TP belastetes Grundwasser für Trinkwasserzwecke belastet ist, zwei Jahre lang mit unbelastetem Grundwasser verdünnt werden. Danach muss das Grundwasser den gesetzlichen Anforderungen entsprechen.

Am 12.12.2019 schliesslich entzog das BLW die Zulassung für Chlorothalonil mit sofortiger Wirkung. Ein Anwendungsverbot galt ab dem 1.1.2020 [10]. Zudem gelten nun alle TP als relevant und somit gilt die Anforderung von 100 ng/l resp. 0.1 µg/l für Grund- und Trinkwasser [11].

#### **4. Untersuchungen 2017/2018**

Bas BAFU führt zusätzlich zu den NAQUA Modulen TREND und SPEZ Pilotstudien durch, mit denen z.B. abgeklärt werden kann, ob bestimmte Stoffgruppen im Grundwasser in relevanten Mengen vorhanden sind. Beispiele dafür sind Untersuchungen auf perfluorierte Kohlenwasserstoffe oder Glyphosat mit TP, welche jeweils spezielle Analysemethoden erfordern.

In Zusammenarbeit mit der Eawag, dem Wasserforschungsinstitut der ETH, hat das BAFU 2017 eine Pilotstudie lanciert, mit welcher die Anzahl der nachzuweisenden MV erheblich vergrössert wurde. Zunächst prüfte die Eawag im sogenannten «Target-Screening» mit Hilfe von Referenzstandards auf 519 organische MV, fast die Hälfte davon sind PSM zuzuordnen [7]. Anschliessend suchte das Labor im «Suspect-Screening» anhand der exakten Molekülmassen nach weiteren ca. 1'000 PSM resp. deren TP [6].

#### **5. Untersuchungen ab August 2019**

Im Rahmen der gesetzlichen Zuständigkeiten untersuchte das kantonale Amt für Verbraucherschutz (AVS) Trinkwasserproben an neuralgischen Stellen im Trinkwassernetz. Somit konnte zügig geklärt werden, in welchen Gebieten im Kanton Zug eine Belastung von Quell- oder Grundwasser vorliegen könnte. Die entsprechenden Resultate werden in Abschnitt 6 umrissen. Das AFU untersuchte das belastete Grundwasser im Reusstal (folgender Abschnitt 5.1). Erste weitere Hinweise ergeben sich aus Grundwasseruntersuchungen im Rahmen des Programms NAQUA SPEZ und von Wasseranalysen der Wasserversorgungen (Abschnitt 5.2).

##### **5.1. Reusstal**

###### **5.1.1. Grundwasserverhältnisse**

Das Grundwasservorkommen des Reusstals umfasst auf Zuger Gebiet eine Fläche von 12.9 km<sup>2</sup>. Über dem Felsuntergrund aus Molassegesteinen folgen einige Meter Grundmoräne und Reusstal-lehm, der randlich sandige See- und Deltaablagerungen aufweisen kann. Darüber befinden sich Reusstalschotter als Grundwasserleiter mit einigen Metern Mächtigkeit (Abbildung 2).

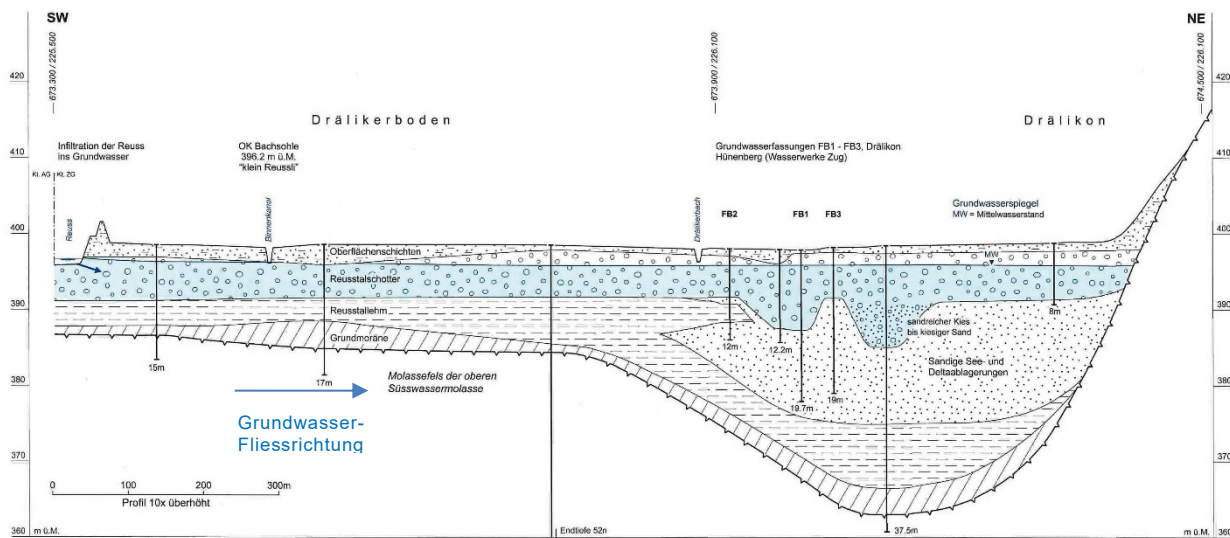


Abbildung 2: Hydrogeologisches Profil durch den Grundwasserstrom des Reusstals bei Drällikon [12]. Die grundwasserführenden Schotter sind blau dargestellt.

Im Bereich von Drällikon verliert die Reuss Wasser an das Grundwasservorkommen, sie «infiltriert» (vgl. Abbildung 2 am linken Rand). Die Grundwasserfließrichtung ist gemäss kantonaler Grundwasserkarte generell mit geringem Gefälle gegen Norden gerichtet (siehe auch Anhänge 1 und 2). Der grösstenteils parallel zum Reussdamm verlaufende Binnenkanal drainiert weite Teile der Reussebene; er verursacht dadurch auch nördlich von Drällikon über längere Strecken eine verstärkte Infiltration von Wasser aus der Reuss ins Grundwasser. Die Strömungsrichtung des Grundwassers wird beidseits des Binnenkanals entsprechend beeinflusst. Die Lorze, welche bei Hängendorn die Reussebene erreicht, infiltriert dort ins Grundwasser. Im Bereich der Maschwander Allmend/Rüssspitz exfiltriert das Grundwasser in Binnenkanal und Lorze.

### 5.1.2. Grundwasserbeprobung und -analysen

In einer ersten Phase ab August 2019 hat das AFU die Verbreitung von Chlorothalonil-TP im Grundwasser in der Umgebung des belasteten Pumpwerkes Drällikon in Hünenberg recht engmaschig erkundet. Die Untersuchungen sollten zudem zeigen, woher die Belastung stammt. In einer zweiten Phase untersuchte das AFU das Grundwasser des Reusstals nördlich von Drällikon.

Im August und September 2019 wurden vom AFU sowie durch die Jucker Messtechnik in Rudolfstetten 23 Grundwasserproben sowie eine aus der Reuss entnommen. Zusätzlich entnahm die WWZ AG seit August ihren drei Filterbrunnen in Drällikon monatlich Wasserproben. Im Dezember 2019 werden dem AFU die Resultate von fünf privaten Wasserversorgungen im Reusstal zur Verfügung gestellt.

Die ersten sieben Laboranalysen wurden im kantonalen Labor des Kantons Tessin durchgeführt. Von den Chlorothalonil-TP wurde nur das damals relevante TP R417888, nicht aber das weiter verbreitete TP R471811 analysiert. Bei allen anderen Laboranalysen bei der Bachema AG in Schlieren wurden jeweils beide TPs analysiert. Die Bestimmungsgrenze (BG) ist die tiefste im Labor mit



definierter Genauigkeit bestimmbare Konzentration; sie kann sich zwischen Stoffen und Laboren unterscheiden: Beim kantonalen Labor TI beträgt diese für R417888 10 ng/l, die Bachema AG gibt für R417888 20 ng/l und für R471811 50 ng/l an.

Grössere Oberflächengewässer führen in der Regel MV aus Abwasserreinigungsanlagen, welche nicht vollständig aus dem Abwasser entfernen werden können. Da bekannt ist, dass die Reuss bei Drälikon ins Grundwasser infiltriert, können für Abwässer typische MV im Grundwasser helfen, die Ursache für die Belastung des Grundwassers mit Chlorothalonil-TPs zu identifizieren. 11 Grundwasserproben aus dem Gebiet Drälikon sowie eine Probe aus der Reuss wurden auf solche «Abwasser-Tracer» analysiert. Anhand früherer Nachweise konnte der Analysenumfang auf Benzotriazol, Tolyltriazol und Acesulfam begrenzt werden.

## 5.2. Ausserhalb des Reusstals

### 5.2.1. NAQUA SPEZ

Das AFU hat auf eigener Initiative und Kosten an dieser «Screening-Pilotstudie» des BAFU mit zwei Grundwasserproben aus den Pumpwerken Sternen in Baar (Messstelle ZGG03) und Drälikon (ZGG05) in Hünenberg teilgenommen ([6], [7]). Beide Grundwasserbrunnen sind Messstellen im Modul NAQUA SPEZ mit langjährigen Messreihen.

Das Grundwasser im Kanton Zug ist ausserhalb der Reusebene noch nicht systematisch auf eine Belastung mit Chlorothalonil-TPs untersucht worden. Die umfassende Untersuchung durch das AVS [Referenz?] an neuralgischen Punkten im Trinkwassernetz zeigt, dass das genutzte Quell- und Grundwasser ausserhalb der Reusebene keine unzulässigen Konzentrationen von Chlorothalonil aufweist. Eine Ausnahme besteht in einer Grundwasserfassung in Menzingen in einem sehr kleinen oberflächennahen Grundwasservorkommen; diese Fassung wurde vom Netz genommen.

Im Rahmen der Grundwasserüberwachung NAQUA, Modul SPEZ, ist für die Probeahme im November 2019 aus gegebenem Anlass das Analysenprogramm um vier Chlorothalonil-TPs erweitert worden.

## 6. Resultate

Die Untersuchungen des AVS an Trinkwasserproben im Zuger Leitungsnetz ergaben gemäss Auskunft des Kantonschemikers keine Hinweise auf erhöhte Belastungen mit Chlorothalonil-TP. Die beiden Ausnahmen wurden schon erwähnt (Pumpwerk Drälikon und eine oberflächennahe Grundwasserfassung in Menzingen).

### 6.1. Reusstal

Das Grundwasser des Reusstals ist im Gebiet Drälikon grossflächig mit zwei Chlorothalonil-TPs belastet: Die Konzentrationen von R417888 liegen zwischen ca. 100 und 200 ng/l, im Wasser der Filterbrunnen 3 und 4, bei einer Messstelle südwestlich des Filterbrunnens 1 sowie in der Rainmatt betragen die Werte 240 bis 290 ng/l. Lediglich in einem ungefähr dreiseitigen Bereich zwischen

Reuss und dem Filterbrunnen 1 ist kein R417888 nachweisbar (Abbildung 3 links, siehe auch Anhang 1). In diesem Gebiet war hingegen Benzotriazol mit in GW-Fließrichtung tendenziell abnehmender Konzentration nachzuweisen, ausserhalb davon nicht. In die Stichprobe aus der Reuss war kein Chlorothalonil-TP nachweisbar, hingegen Benzotriazol sowie Acesulfam.

Die räumliche Verteilung von R417811 ist ähnlich wie diejenige von R417888, die Konzentrationen sind jedoch im Mittel und den Faktor 4 bis 5 deutlich grösser (Anhang 2). Im Bereich zwischen Reuss und Filterbrunnen 1 ist R417811 im Gegensatz zu R417888 mit relativ geringen Konzentrationen nachzuweisen.

In der Reussebene nördlich von Drälikon wurden beide Chlorothalonil-TP in unterschiedlichen Konzentrationen zwischen <BG und 270 ng/l (R417888) resp. 110 und 920 ng/l nachgewiesen. Nur an der auf einer Waldlichtung gelegenen Messstelle 3421 war nördlich von Drälikon kein Chlorothalonil-TP vorhanden resp. die Konzentration <BG.

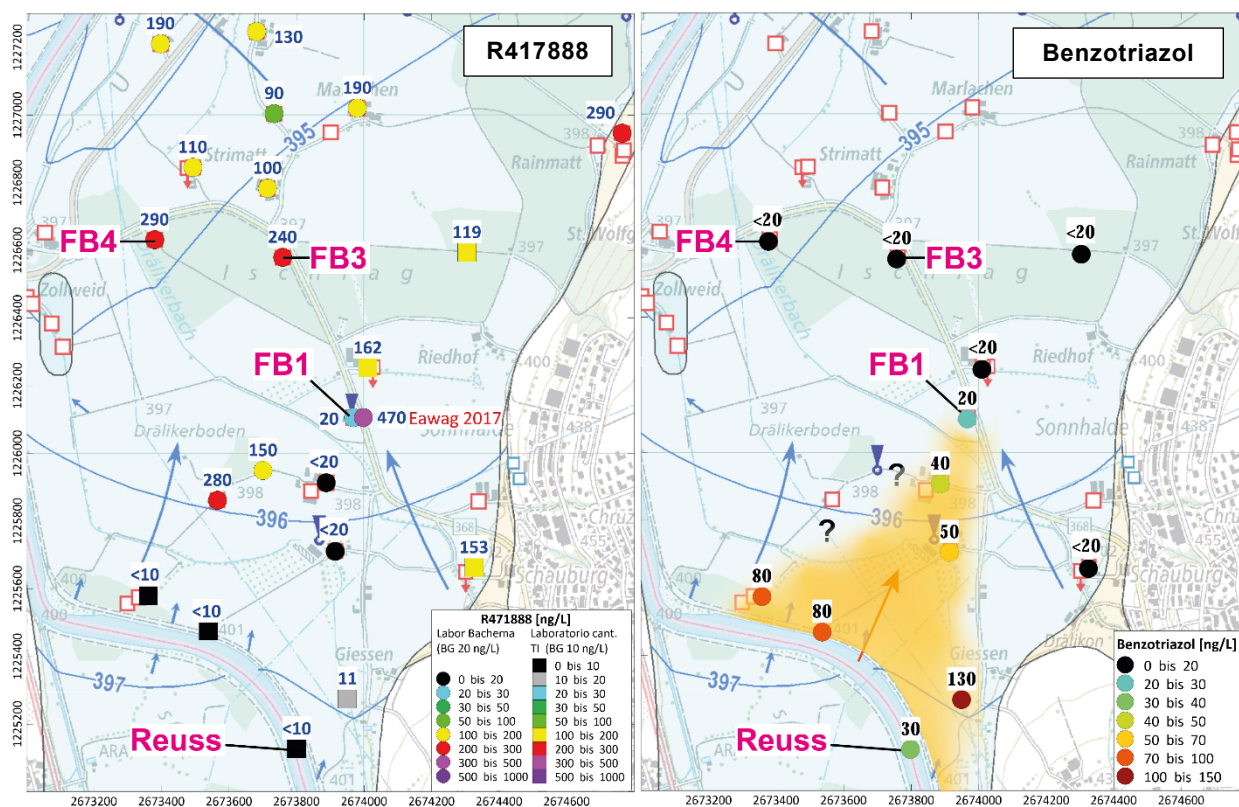


Abbildung 3: Analyseergebnisse der Grundwasserproben von August/September 2019 im Gebiet Drälikon, Hünenberg, dargestellt auf der Grundwasserkarte des Kantons Zug. Hellblaue Flächen: Grundwassermächtigkeit 2 bis 10 m, blaue Linien: Grundwassergleichen (Höhenlinien des Grundwasserspiegels), rote weisse Quadrate: Entnahmebrunnen. Links: Konzentration des Chlorothalonil-Transformationsproduktes R417888 im Grundwasser, rechts: Konzentration von Benzotriazol. Die orange Fläche zeigt das Gebiet mit hohem Anteil von Reuss-Infiltrat im Grundwasser bei normalem Betrieb der Filterbrunnen (FB) 1, 3 und 4.

Über die teils kleinräumig grossen Konzentrationsunterschiede wie z.B. im Gebiet Strimatt-Marlachen-Matten kann zurzeit nur spekuliert werden. Die Konzentration ist abhängig u.a. von folgenden Faktoren:

- Intensität der Anwendung von Chlorothalonil (Summe im Jahresverlauf)
- Zeit seit der letzten Anwendung
- Durchlässigkeit und Mächtigkeit der gering durchlässigen lehmigen Schichten über den grundwasserführenden Schottern
- Niederschläge, Zeit seit Anwendung
- Zeitpunkt und Art der Bodenbearbeitung
- Vertikale Heterogenität des Grundwasserleiters
- Zeitpunkt der Probenahme
- Art und Tiefe des Brunnens
- Lokale Grundwasserfliessrichtung und -fliessgeschwindigkeit

Das Stoffverhältnis R471811/ R417888 nimmt in Grundwasserfliessrichtung nach Norden tendenziell zu, d.h. zwischen Drälikon und Matten vergrössert sich der Anteil des mobileren und langlebigeren TP.

## 6.2. Ausserhalb des Reusstals

### 6.2.1. NAQUA SPEZ

Die im November 2019 im Rahmen der Grundwasserüberwachung NAQUA, Modul SPEZ des BAFU entnommenen Grundwasserproben wurden erstmalig auch auf Chlorothalonil-TP untersucht. Neben der Messstelle ZGG03 Filterbrunnen 1 in Drälikon wurde bei einer Bestimmungsgrenze von 50 ng/l an den Messstellen ZGQ02 Jöchler in Baar (158 ng/l) sowie ZGG06 Piezometer 6213 in Cham (61 ng/l) R471811 nachgewiesen.

Bei der Messstelle ZGQ02 Jöchler handelt es sich um eine ergiebige Quelfassung, welche wegen bekannter Einschränkungen bei der Wasserqualität nur als Notwasserfassung dient. Im Einzugsgebiet dieses tieferen Grundwasserstockwerkes bestehen Ackerbauflächen, von denen die Chlorothalonil-TP stammen dürften.

Die Messstelle ZGG06 Piezometer 6213 liegt im Bereich eines aktiven Kiesabbaus mit Betriebsgelände und Umschlagsplätzen. Die Herkunft des Chlorothalonil-TP ist unklar.

### 6.2.2. Screening

Die Ergebnisse des Target-Screenings [7] im Rahmen der BAFU-Pilotstudie zeigten keine Auffälligkeiten: Verschiedene PSM und deren TP wurden in tiefen Konzentrationen (<10 ng/l, nur Desethyl-desisipropyl-Atrazin mit 17 ng/l im Pumpwerk Drälikon) nachgewiesen, ein Süssungsmittel sowie vereinzelt Arzneimittelrückstände und das im Grundwasser weit verbreitete

Korrosionsschutzmittel Benzotriazol. Dieser Befund deckt sich mit anderen kantonalen Untersuchungen zur Grundwasserqualität ([1], [13]).

Durch das Suspect-Screening konnten im Grundwasser erwartungsgemäss weitere MV identifiziert werden [6]. Mit >10 ng/l wurden folgende Substanzen nachgewiesen (Tabelle 1):

*Tabelle 1: Analysenresultate des Suspect-Screenings mit Konzentrationen >10 ng/l. Rot hinterlegt: Überschreitung des Anforderungswertes von 100 ng/l in Anhang 2 der GSchV.*

| Substanz ( <b><i>kursiv fett</i></b> : relevant gemäss [11] seit 13.12.2019) | Wirkstoffgruppe  | PW Drälikon (ZGG03) [ng/l] | PW Sternen (ZGG05) [ng/l] |
|--|------------------|----------------------------|---------------------------|
| <b><i>Chlorothalonil R417888</i></b>   | PSM-Abbauprodukt | 470                        | <10                       |
| <b><i>Chlorothalonil R471811</i></b>   | PSM-Abbauprodukt | 340                        | 28                        |
| Nicosulfuron AUSN  | PSM-Abbauprodukt | 40                         | <10                       |
| Nicosulfuron UCSN  | PSM-Abbauprodukt | 24                         | <10                       |
| Terbuthylazin CSCD692760 (LM3)   | PSM-Abbauprodukt | 19                         | <10                       |

Die Konzentrationen der beiden im Filterbrunnen 1 des Pumpwerkes Drälikon nachgewiesenen TP R417888 und R471811 von Chlorothalonil waren überraschend hoch. R471811 war in geringer Konzentration auch im Vertikalfilterbrunnen 1 des PW Sternen im Süden von Baar vorhanden.

Die Summe aller mittels Target- und Suspect-Screening nachgewiesenen MV im Rohwasser des Filterbrunnen 1 in Drälikon beträgt 1013 ng/l (Abbildung 4 oben). 95 % der MV resp. 966 ng/l sind auf PSM zurückzuführen. 86 % der PSM und der TP sind relevant, Chlorothalonil-TP haben daran einen Anteil von 98 %.

Im Vertikalfilterbrunnen 1 beim PW Sternen ist die Gesamtkonzentration der MV mit 97 ng/l eine Grössenordnung kleiner (Abbildung 4 unten). Die Summe der relevanten PSM und TP beträgt 35 ng/l, der Anteil von Chlorothalonil-TP daran beträgt 93%.

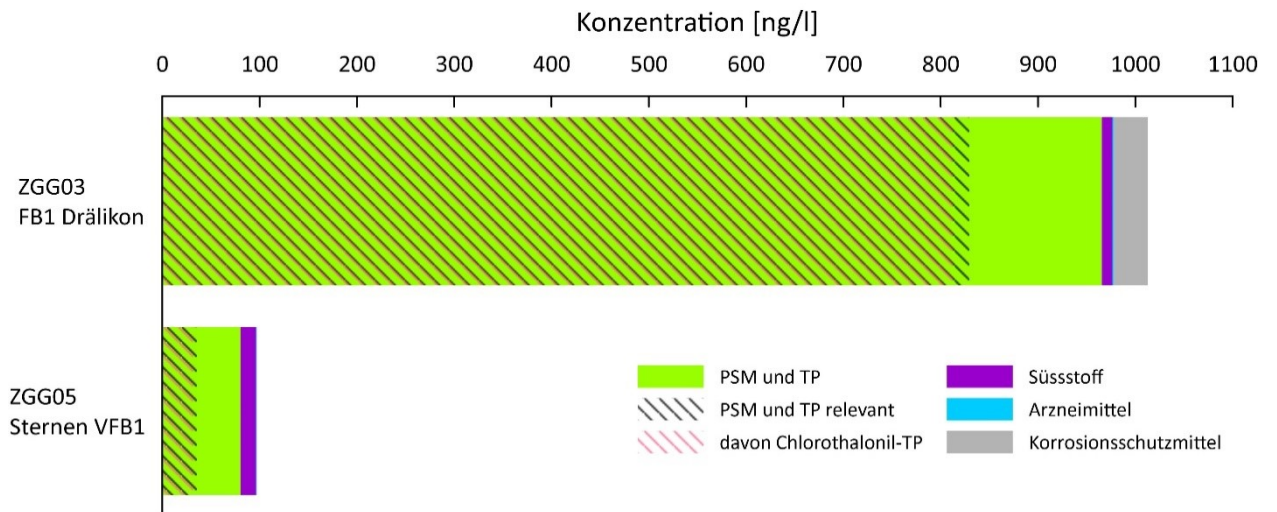


Abbildung 4: Übersicht zu den Resultaten von Target- und Suspect-Screening der Eawag einer Rohwasserprobe von Mai 2017 aus dem Filterbrunnen 1 in Drällikon in Hünenberg (ZGG03) resp. VFB1 Sternen, Baar (ZGG05); siehe [7] und [6].

### 6.3. Zeitlicher Verlauf der Chlorothalonil-Konzentrationen

WWZ überwacht seit August 2019 regelmässig die Konzentrationen der beiden wichtigen Chlorothalonil-TPs. In allen drei Brunnen wurde der Höchstwert in den letzten Monaten um das 3 bis 6-fache überschritten. Eine Tendenz zur Abnahme der Konzentrationen der Chlorothalonil-TPs ist dabei bis Juni 2020 nicht festzustellen.

Der zunächst nur wenig belastete Filterbrunnen 1 wurde im Herbst 2019, wie schon FB3 und 4 zuvor, bis auf einen Erhaltungsbetrieb abgestellt. Die anschliessende Zunahme vor allem von R417811 im FB1 dürfte mit der dadurch verringerten Reussinfiltration und der somit geringeren Verdünnung des Grundwassers mit Chlorothalonil-armen Reusswasser zusammenhängen.

Angesichts des bisherigen zeitlichen Verlaufs der Chlorothalonil-TP-Konzentrationen muss davon ausgegangen werden, dass es viele Jahre dauern könnte, bis die gesetzlichen Anforderungen von 0.1 µg/l pro PSM resp. relevantem TP oder 0.5 µg/l in der Summe eingehalten wird.

## 7. Fazit

Die Grundwasserqualität im Kanton Zug ist mehrheitlich sehr gut. Vor allem durch landwirtschaftliche Tätigkeiten kann die Grundwasserqualität unter Druck kommen, sei es durch Hofdünger (Nitrat) oder Pflanzenschutzmittel und deren Rückstände. Dies zeigt sich exemplarisch im Grundwasservorkommen des Reusstals, wo der Anteil von Ackerbaunutzung vergleichsweise hoch ist.

Bei den Grundwasseruntersuchungen des AFU 2018 im Reusstal [1] zeigte sich, dass die Belastung mit PSM relativ gering war und die gesetzlichen Anforderungen eingehalten wurden. Ein

wesentlicher Anteil der 2018 nachgewiesenen PSM und TP ging auf schon seit vielen Jahren nicht mehr zugelassene Herbizide zurück.

Mit dem Screening-Pilotprojekt des BAFU wurde nachgewiesen, dass Chlorothalonil-TP im Grundwasser mit hohem Ackerbauanteil weit verbreitet sind. Im Reusstalgrundwasser können die derzeit geltenden Anforderungen an die Grundwasserqualität nicht eingehalten werden, sodass die Trinkwasserförderung bei den Pumpwerken Drälikon bis auf weiteres eingestellt werden musste.

Der Zusammenhang zwischen Ackerbaulicher Bodennutzung und Grundwasserbelastung mit Chlorothalonil-TP wird auf schweizweitem Massstab in Abbildung 5 deutlich.

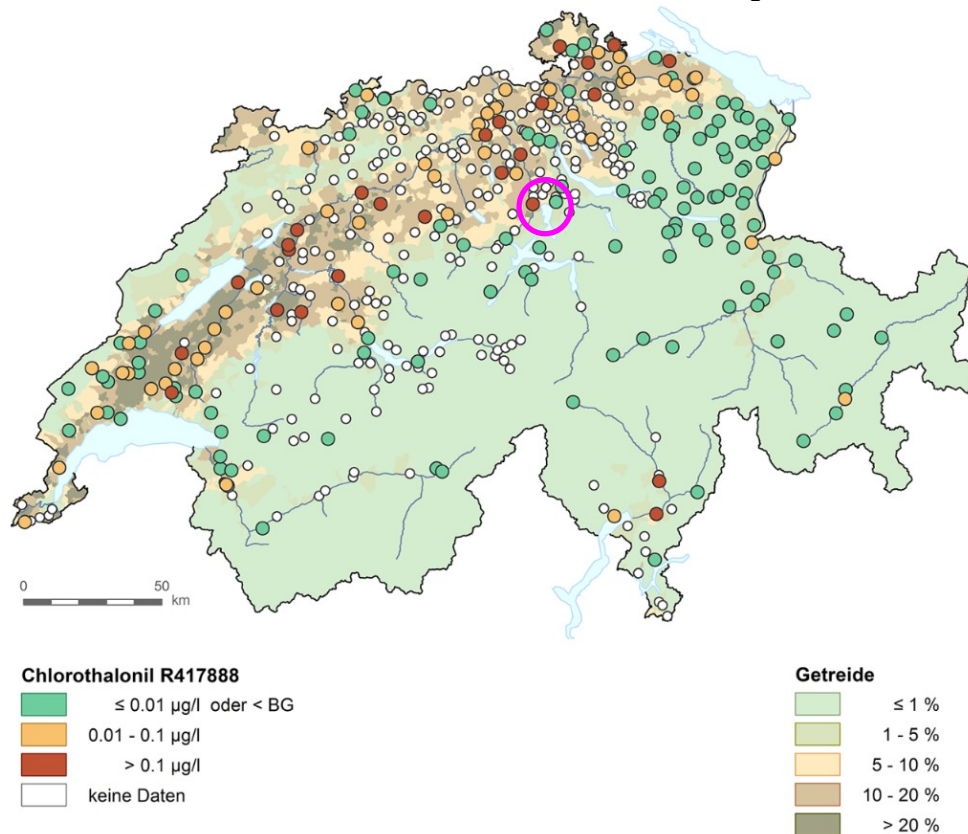


Abbildung 5: Resultate der Pilotstudie 2017/2018 [3] und des Langzeitmonitorings des BAFU im Rahmen der Grundwasserüberwachung NAQUA [2]. Dargestellt ist der Maximalwert des TPs R417888 pro NAQUA-Messstelle. BG: Analytische Bestimmungsgrenze. Im magentafarbenen Kreis: Zuger Messstellen ZGG03 und ZQG05.

Die Risikobewertung der Chlorothalonil-TP, also die Einschätzung ihrer Human- und Umwelttoxizität, ist noch nicht abgeschlossen. Es ist nicht auszuschliessen, dass Chlorothalonil-TP in Zukunft als nicht-relevant eingestuft werden und das Grundwasser im Bereich Drälikon dann wieder die Voraussetzungen zur Trinkwasserförderung erfüllen würde. Unabhängig von solchen regulatorischen Aspekten ist eine Minimierung solcher definitiv im Grund- und Trinkwasser unerwünschten Substanzen anzustreben. PSM erscheinen ungeeignet, wenn sie sich trotz korrekter Verwendung weit verbreitet im Grundwasser nachweisen lassen. Angesichts der sich weiter entwickelnden

Analytik ist es wahrscheinlich, dass in Zukunft weitere, bisher übersehene Pflanzenschutzmittel, deren TP sowie weitere MV im Grund- und Trinkwasser nachzuweisen sind.

## **8. Weiteres Vorgehen**

Mit den bisherigen Untersuchungen des AVS und des AFU konnten mit hoher Wahrscheinlichkeit alle von Chlorothalonil-TP-Belastungen betroffenen Grundwassergebiete eingegrenzt werden. Zukünftige Untersuchungen des AFU werden voraussichtlich folgende Arbeiten umfassen:

- Abklärungen im Gebiet Drälikon im Sommer 2020, Vergleich der räumlichen Verbreitung 2019-2020
- Abklärungen zur Herkunft von Chlorothalonil-TP in der Quelfassung Jöchler (Grundwasservorkommen 4.3 «Steinhausen bis Blickensdorf»)
- Stichprobenartige Untersuchungen in Grundwassergebieten mit erhöhtem Anteil von Ackerbau (z.B. Quelfassungen Hatwil)
- Sammeln von Hinweisen auf Belastungen des Grundwassers mit Chlorothalonil-TPs aus Trinkwasseranalysen

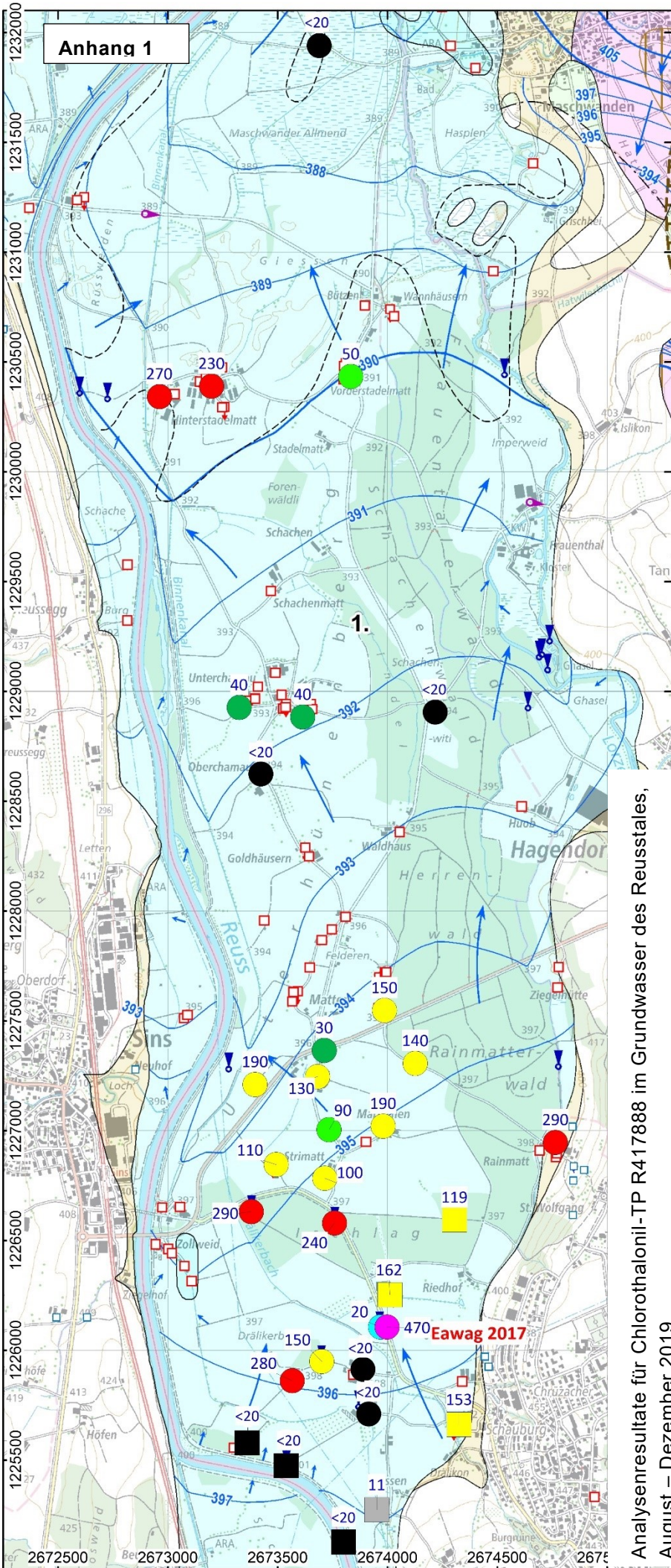
## Referenzen

- [1] Überwachung der Grundwasserqualität 2018 - Grundwasserstrom des Reusstals und Grundwasservorkommen Maschwanden bis Knonau. Grundwasserchemie, Pestizide und Abwassertracer. – Bericht Amt für Umwelt des Kantons Zug, Juni 2020.
- [2] Bundesamt für Umwelt, Nationale Grundwasserbeobachtung NAQUA  
<https://www.bafu.admin.ch/naqua>
- [3] Chlorothalonil-Metaboliten im Grundwasser: Erste Einschätzung der gesamtschweizerischen Belastung. - BAFU-Website zu Chlorothalonil, <https://www.bafu.admin.ch/chlorothalonil>, 12.5.2020.
- [4] Verkaufszahlen der 10 meistverkauften Pflanzenschutzmittel-Wirkstoffe - Bundesamt für Landwirtschaft BLW 24.7.2018, <https://www.news.admin.ch/news/message/attachments/53101.pdf>
- [5] Kiefer, Karin, Adrian Müller, Heinz Singer, und Juliane Hollender (2019): New Relevant Pesticide Transformation Products in Groundwater Detected Using Target and Suspect Screening for Agricultural and Urban Micropollutants with LC-HRMS. - Water Research 165 (15. November 2019): 114972. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2019.114972>.
- [6] Karin Kiefer, Heinz Singer und Juliane Hollender (2019): Suspect-Screening nach Pflanzenschutzmittel-Abbauprodukten in ausgewählten Grundwasserproben des Kantons Zug. - Schlussbericht an das Amt für Umweltschutz des Kantons Zug, April 2019.
- [7] Adrian Müller, Karin Kiefer, Heinz Singer und Juliane Hollender (2018): Screening von organischen Spurenstoffen in ausgewählten Grundwasserproben des Kantons Zug. – Schlussbericht an das Amt für Umweltschutz des Kantons Zug, Juni 2018.
- [8] European Food Safety Authority (2018): Peer review of the pesticide risk assessment of the active substance chlorothalonil. – EFSA Journal 30.1.2018, <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2018.5126>
- [9] Weisung 2019/1: Umgang mit dem Risiko durch Chlorothalonil-Rückstände im Trinkwasser, 8.8.2019, Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen BLV, <https://www.blv.admin.ch/dam/blv/de/dokumente/lebensmittel-und-ernaehrung/rechts-und-vollzugsgrundlagen/hilfsmittel-vollzugsgrundlagen/weisungen/weisung-2019-1.pdf.download.pdf/weisung-2019-1-chlorothalonil.pdf>
- [10] Zulassung für Chlorothalonil wird mit sofortiger Wirkung entzogen. - Medienmitteilung des BLW, <https://www.blw.admin.ch/blw/de/home/services/medienmitteilungen.msg-id-77491.html>
- [11] Relevanz von Pflanzenschutzmittel-Metaboliten im Grund- und Trinkwasser, Stand 7.4.2020 [https://www.blw.admin.ch/dam/blw/de/dokumente/Nachhaltige%20Produktion/Pflanzenschutz/Pflanzenschutzmittel/Nachhaltige%20Anwendung%20und%20Risikoreduktion/Schutz%20des%20Grundwassers/PSM\\_Metaboliten.pdf.download.pdf/Relevanz%20von%20Pflanzenschutz-Metaboliten%20im%20Grund-%20und%20Trinkwasser.pdf](https://www.blw.admin.ch/dam/blw/de/dokumente/Nachhaltige%20Produktion/Pflanzenschutz/Pflanzenschutzmittel/Nachhaltige%20Anwendung%20und%20Risikoreduktion/Schutz%20des%20Grundwassers/PSM_Metaboliten.pdf.download.pdf/Relevanz%20von%20Pflanzenschutz-Metaboliten%20im%20Grund-%20und%20Trinkwasser.pdf)
- [12] Geologie und Grundwasservorkommen im Kanton Zug (2007): Erläuterungen zur Grundwasserkarte 1:25'000, Baudirektion des Kantons Zug, Amt für Umweltschutz, Bearbeitung: Dr. Lorenz Wyssling AG.

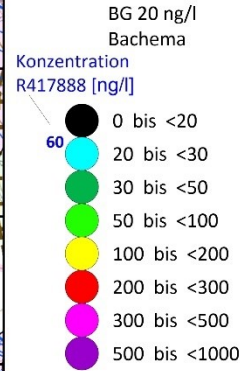


- [13] Grundwasserqualität im Baarerbecken. – Umwelt Zug, Juli 2018, <https://www.zg.ch/behorden/audirektion/amt-fuer-umwelt/a-bis-z-publikationen/umwelt-zug/archiv-umwelt-zug/downloads/umwelt-zug-2018.pdf/download>
- [14] Resultate NAQUA im Kanton Zug (in Bearbeitung, voraussichtlich Herbst 2020)

Anhang 1



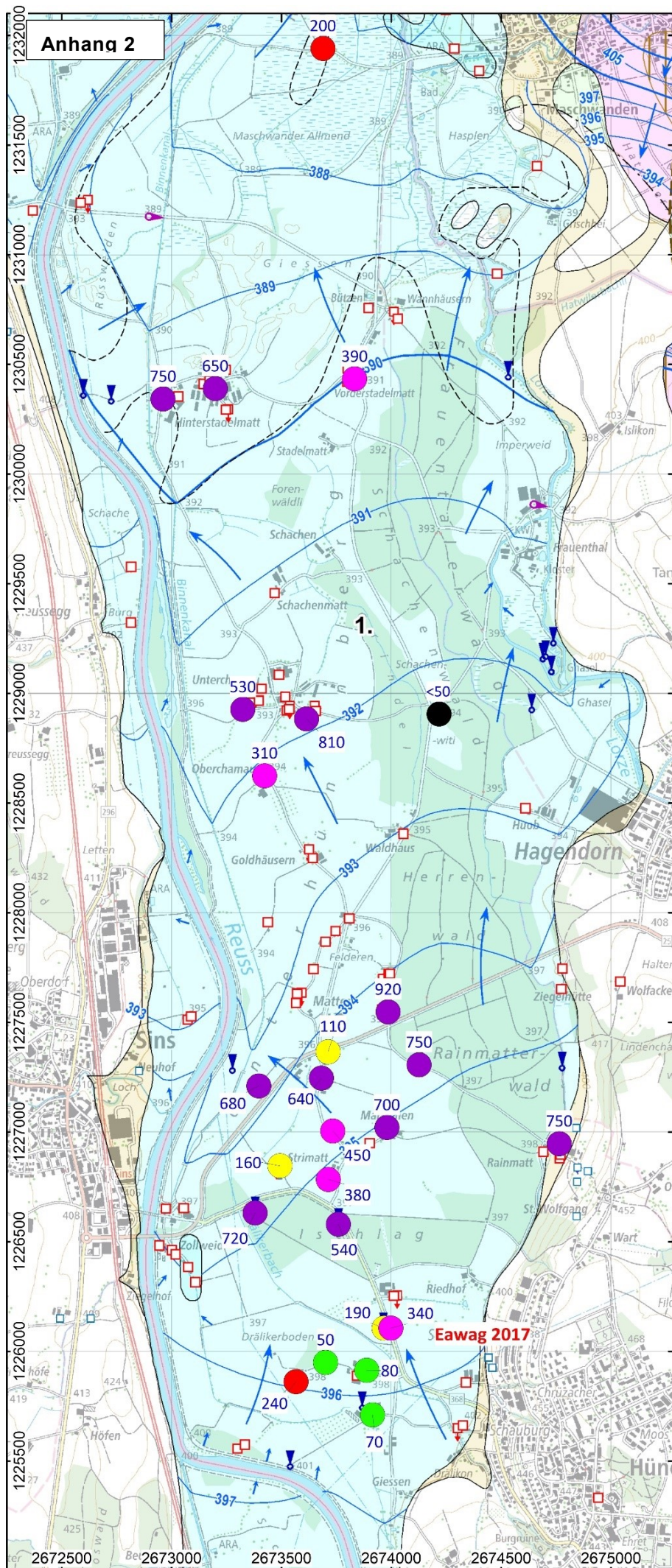
Chlorothalonilsulfonsäure  
R417888 [ng/l]



BG 10 ng/l  
Laboratorioirio canton. TI



Analyseergebnisse für Chlorothalonil-TP R417888 im Grundwasser des Reusstales,  
August – Dezember 2019



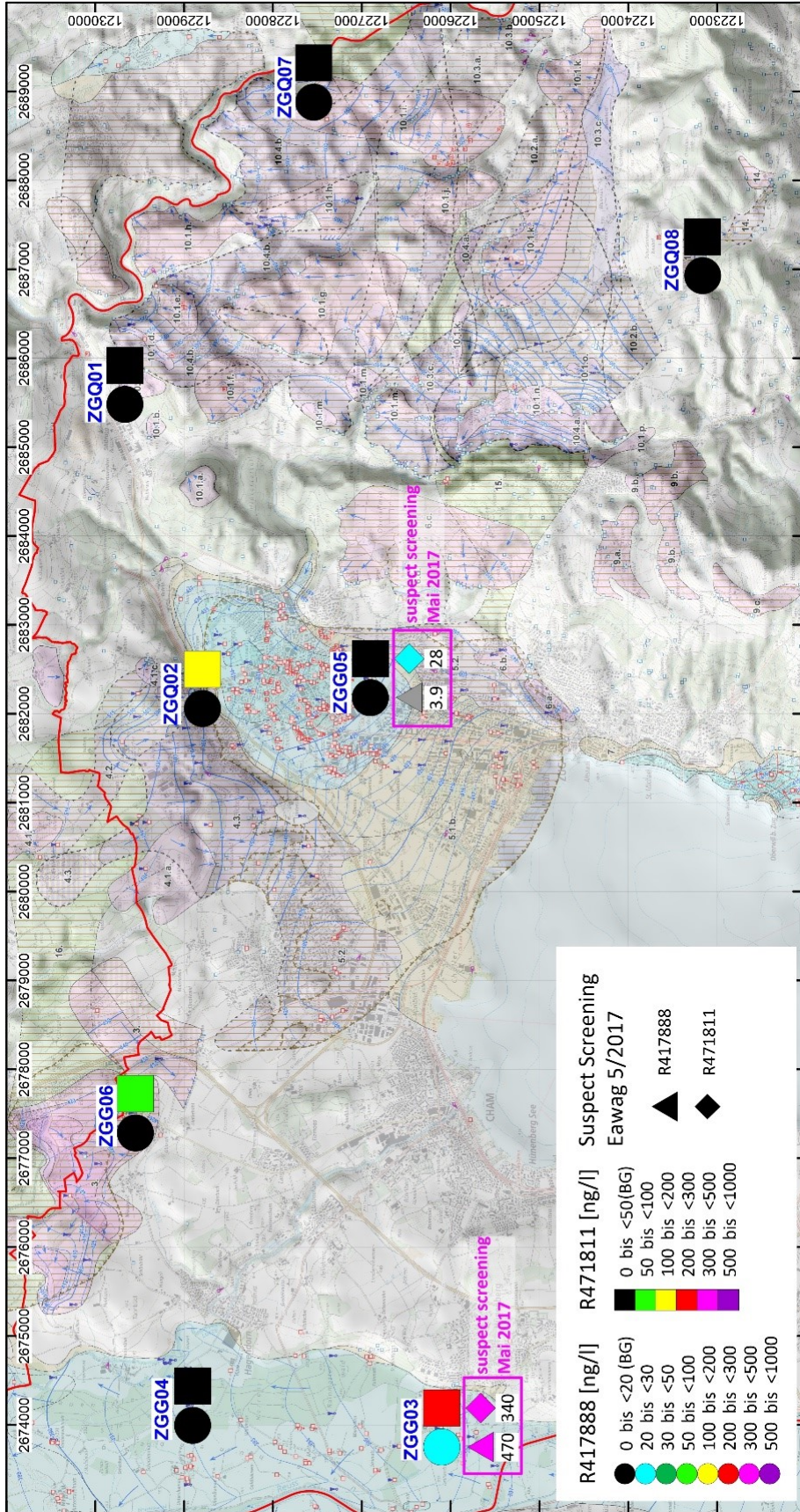
### Chlorothalonil-TP R471811 [ng/l]

BG 50 ng/l  
 Bachema

- 0 bis <50
- 50 bis <100
- 100 bis <200
- 200 bis <300
- 300 bis <500
- 500 bis <1000

Konzentration R471811 [ng/l]

Analysenresultate für Chlorothalonil-TP R471811 im Grundwasser des Reusstales, August – Dezember 2019



Analyseresultate für Chlorothalonil-TP NAQUA SPEZ vom 26.11.2019 (8 Messstellen) und Ergebnis des Suspect-Screenings der Eawag, Probenahme 9.5.2017. Kartengrundlage: Grundwasserkarte des Kantons Zug, Februar 2020.

Anhang 4

**Mittels Target- und Suspect Screening ([6], [7]) nachgewiesene MV im Kanton Zug (Wasserprobe Mai 2017)**

| PSM: fett; TP: kursiv                     | BG   | Relevantes TP?           | ZGG03<br>Drälikon<br>FB1 | ZGG05<br>Sternen<br>VFB1 |
|---|------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <i>Target-Screening</i>                   | ng/l | (Stand 12.12.2019, [11]) | ng/l                     | ng/l                     |
| <b>Asulam</b>                             | 0.5  |                          | 8.4                      | <BG                      |
| <b>Atrazin</b>                            | 0.5  |                          | 1.7                      | <BG                      |
| <i>Atrazin-2-Hydroxy</i>                  | 0.5  | nein, nicht gelistet     | 4.5                      | <BG                      |
| <i>Atrazin-Desethyl</i>                   | 0.5  | ja                       | 4.7                      | 2.1                      |
| <i>Atrazin-desethyl-2-hydroxy</i>         | 0.5  | nein, nicht gelistet     | 1.1                      | <BG                      |
| <i>Atrazin-Desisopropyl</i>               | 0.5  | ja                       | 0.9                      | <BG                      |
| <i>Atrazin-desethyl-desisopropyl</i>      | 0.3  | nein, nicht gelistet     | 17                       | 7.9                      |
| <i>Chloridazon-methyl-desphenyl</i>       | 0.5  | nein                     | 0.8                      | <BG                      |
| <b>Metamitron</b>                         | 0.5  |                          | 0.6                      | <BG                      |
| <i>Metamitron-Desamino</i>                | 0.5  | nein                     | 1                        | <BG                      |
| <b>Simazin</b>                            | 0.1  |                          | 1                        | 1.4                      |
| <i>Terbutylazin-desethyl</i>              | 0.5  | nein, nicht gelistet     | 3.3                      | <BG                      |
| <b><i>Suspect-Screening</i></b>           |      |                          |                          |                          |
| <i>Chlorothalonil TP R417888</i>          | 1    | ja                       | 470                      | 3.9                      |
| <i>Chlorothalonil TP R471811</i>          | 3    | ja                       | 340                      | 28                       |
| <i>Chlorothalonil TP SYN507900</i>        | 1.3  | ja                       | 2.2                      | <BG                      |
| <i>Dimethachlor TP CGA 369873</i>         | 0.5  | nein                     | 0.8                      | <BG                      |
| <i>Metolachlor TP CGA 368208</i>          | 1    | nein                     | 1.9                      | <BG                      |
| <i>Nicosulfuron TP AUSN</i>               | 3    | nein                     | 40                       | 3                        |
| <i>Nicosulfuron TP UCSN</i>               | 0.2  | nein                     | 24                       | 1.2                      |
| <i>Terbutylazin TP CSCD648241 (LM6)</i>   | k.A. | nein, nicht gelistet     | 9.5                      | 8.4                      |
| <i>Terbutylazin TP CSAA036479 (LM2)</i>   | 0.6  | nein                     | 3.3                      | 2                        |
| <i>Terbutylazin TP CSCD692760 (LM3)</i>   | 3    | nein, nicht gelistet     | 19                       | 8.4                      |
| <i>Terbutylazin TP MT23/GS16984 (LM5)</i> | 0.5  | nein, nicht gelistet     | 9.8                      | 14                       |

| Andere MV                                   | BG   |                         | ZGG03<br>Drälikon<br>FB1 | ZGG05<br>Sternen<br>VFB1 |
|---|------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
| <i>Target-Screening</i>                     | ng/l | Stoffgruppe             | ng/l                     | ng/l                     |
| <b>Acesulfam</b> (Süssungsmittel)           | 0.5  | Lebensmittelzusatzstoff | 11                       | 16                       |
| <b>Benzotriazol</b> (u.a. Korrosionsschutz) | 5    | Korrosionsschutzmittel  | 35                       | <BG                      |
| <b>Candesartan</b> (Hypertonikum)           | 0.5  | Arzneimittel            | <BG                      | 0.7                      |
| <b>Sulfamethoxazol</b> (Antibiotikum)       | 0.5  | Arzneimittel            | 1.3                      | <BG                      |