

# ZUSTANDSBERICHT GRUNDWASSERQUALITÄT 2024

## AUFWERTUNG GRUNDWASSERDATEN 2010 BIS 2022 DES KANTONS BASEL-LANDSCHAFT



## IMPRESSUM

### Titel:

Zustandsbericht Grundwasserqualität 2024, Auswertung Grundwasserdaten 2010 bis 2022 des Kantons Basel-Landschaft

### Herausgeber:

Amt für Umweltschutz und Energie Basel-Landschaft

Das Amt für Umweltschutz und Energie ist eine Dienststelle der Bau- und Umweltschutzdirektion des Kantons Basel-Landschaft

### Autoren:

- Dr. Dominik Bänninger
- Dr. Sebastian Stoll
- Dr. Adrian Auckenthaler

### Adresse:

Bau- und Umweltschutzdirektion des Kantons Basel-Landschaft

Amt für Umweltschutz und Energie

Ressort Wasser und Geologie

Rheinstrasse 29

4410 Liestal

T 061 552 51 11

[www.aue.bl.ch](http://www.aue.bl.ch)

Hinweis: Ersetz den gleichnamigen Bericht vom 25.04.2024 unter Berücksichtigung nachgelieferten Daten und Korrektur eines Darstellungsfehler in den Kartendarstellungen von den Summen der Stoffgruppen.

### Zitierung:

AUE BL 2023: Auswertung Grundwasserdaten Kanton Basel-Landschaft, Daten von 2010 bis 2022. Amt für Umweltschutz und Energie BL, Liestal.

### Gestaltung:

CI/CD Kanton Basel-Landschaft

Liestal, 18.02.2026



# Inhaltsverzeichnis

	ZUSAMMENFASSUNG	6
	ABSTRACT	7
1	EINLEITUNG	8
2	GRUNDWASSERÜBERWACHUNG BASEL-LANDSCHAFT	9
2.1	METHODISCHE ANSÄTZE DER GRUNDWASSERÜBERWACHUNG	9
2.1.1	Allgemeine Grundwasserüberwachung	9
2.1.2	Fallbezogene Grundwasserüberwachung	10
2.1.3	Nationale Grundwasserbeobachtung NAQUA	11
2.1.4	Onlinemessungen	11
2.1.5	Beschreibung Grundwassermessstellen	12
2.2	ANALYSEN	14
2.3	DATENHALTUNG UND DATENAUSWERTUNG	14
2.4	VERWENDETE DATEN FÜR AUSWERTUNG	15
3	GEOLOGIE UND HYDROGEOLOGIE	17
4	GRUNDWASSERNUTZUNG	19
5	STOFFGRUPPEN UND STOFFE	21
5.1	HAUPTINHALTSSTOFFE	21
5.1.1	Grundlagen	21
5.1.2	Resultate	21
5.1.3	Zustand und Entwicklung	22
5.2	SPURENELEMENTE	24
5.2.1	Grundlagen	24
5.2.2	Resultate	24
5.2.3	Zustand und Entwicklung	25
5.3	NITRAT	29
5.3.1	Grundlagen	29
5.3.2	Resultate	29
5.3.3	Zustand und Entwicklung	33
5.4	PESTIZIDE	34
5.4.1	Grundlagen	34
5.4.2	Resultate	34
5.4.3	Zustand und Entwicklung	42
5.5	FLÜCHTIGE ORGANISCHE VERBINDUNGEN	44
5.5.1	Grundlagen	44
5.5.2	Resultate	44
5.5.3	Zustand und Entwicklung	47
5.6	ARZNEIMITTEL	49
5.6.1	Grundlagen	49

5.6.2	Resultate	49
5.6.3	Zustand und Entwicklung	53
<hr/>		
5.7	<b>NAHRUNGSMITTELINHALTSTOFFE</b>	55
5.7.1	Grundlagen	55
5.7.2	Resultate	55
5.7.3	Zustand und Entwicklung	55
<hr/>		
5.8	<b>INDUSTRIECHEMIKALIEN</b>	58
5.8.1	Grundlagen	58
5.8.2	Resultate	58
5.8.3	Zustand und Entwicklung	61
<hr/>		
5.9	<b>PFAS UND TFA</b>	62
5.9.1	Grundlagen	62
5.9.2	Resultate	62
5.9.3	Zustand und Entwicklung	63
<hr/>		
5.10	<b>POLYCHLORIERTER BIPHENYLE</b>	67
5.10.1	Grundlagen	67
5.10.2	Resultate	67
5.10.3	Zustand und Entwicklung	67
6	<b>SYNTHESE</b>	68
<hr/>		
6.1	<b>VERGLEICH DER GRUNDWASSERGEBIETE</b>	68
<hr/>		
6.2	<b>BEWERTUNG DER GRUNDWASSERQUALITÄT</b>	72
<hr/>		
6.3	<b>VERGLEICH ZUR GRUNDWASSERQUALITÄT IN DER SCHWEIZ</b>	75
<hr/>		
6.4	<b>AUSBLICK</b>	84
7	<b>SCHLUSSFOLGERUNGEN</b>	85
	<b>LITERATUR</b>	86

## ZUSAMMENFASSUNG

Für die Überwachung der Grundwasserqualität im Kanton Basel-Landschaft wurden in den letzten zehn Jahren gut 800 Messstellen beprobt und insgesamt auf knapp 800 verschiedene Stoffen analysiert. In den Lockergesteinsgrundwasserleitern der stark besiedelten Täler konnten zahlreiche Stoffe anthropogener Herkunft festgestellt werden. Je intensiver die Nutzung, desto grösser war die Anzahl an Stoffen mit überschrittenen Anforderungswerten. Während früher vor allem die flüchtigen organischen Verbindungen, Pestizide und Schwermetalle untersucht wurden, sind mit der Etablierung der LC/MS-Analytik in den letzten Jahren zusätzlich Arzneimittel, Nahrungsmittelinhaltstoffe und polyfluorierte Alkylverbindungen (PFAS) in den Fokus gerückt. Diese meist polaren Stoffe kommen weit verbreitet in den Grundwasserleitern vor.

Die Ergebnisse aus der kantonalen Grundwasserbeobachtung zeigen auf, dass die Grundwasserqualität deutlich von der anthropogenen Nutzung geprägt ist. In ländlichen Gebieten finden sich vermehrt landwirtschaftstypische Belastungen, im Siedlungsgebiet dominieren Belastungen aus häuslicher und gewerblich-industrieller Nutzung. Gleiche räumliche Nutzungen an der Oberfläche führen also zu vergleichbaren Belastungen des Grundwassers.

Die Messergebnisse aus der kantonalen Grundwasserbeobachtung wurden denjenigen der nationalen Grundwasserbeobachtung NAQUA gegenübergestellt. Während mit NAQUA im Kanton Basel-Landschaft Grundwasser bei Trinkwasserfassungen beprobt werden, werden bei der kantonalen Grundwasserbeobachtung gesamte Grundwassergebiete untersucht, was ein vollständigeres Bild der Grundwasserqualität ergibt. Aufgrund der unterschiedlichen methodischen Ansätze erfasst die kantonale Grundwasserbeobachtung somit auch Grundwässer unter Siedlungs- oder Gewerbegebieten, welche tendenziell eine höhere Belastung mit Spurenstoffen zeigen.

Um die hohe Anzahl an Untersuchungsergebnissen auswerten zu können, wurde eine Datenbank zur Erfassung sämtlicher Analyseresultate aufgebaut. Zudem wurden verschiedene Algorithmen zur Datenauswertung erstellt, die eine umfassende und zeitnahe Auswertung der Daten erlaubt. Mit den erarbeiteten Werkzeugen kann die zukünftige Datenauswertung einfach und effizient durchgeführt werden.

## ABSTRACT

For the monitoring of groundwater quality in the canton of Basel-Landschaft, approximately 800 monitoring sites have been sampled over the past ten years and a total of almost 800 substances were analyzed. Numerous trace substances were detected in the groundwater in the unconsolidated rocks of the heavily populated valleys. The more intensive the use, the greater the number of substances with exceedances of required values. While in the past mainly volatile organic compounds, pesticides and heavy metals were investigated, the establishment of LC/MS analysis in recent years has brought pharmaceutical residues, food residues and polyfluorinated alkyl substances (PFAS) into focus. These mostly polar substances occur widely in aquifers.

The results of the cantonal groundwater monitoring show that groundwater quality is clearly influenced by anthropogenic use. In rural areas, there is an increase in typical agricultural pollution, while pollution from domestic and commercial/industrial use dominates in the settlement area. The same spatial uses at the surface thus lead to comparable pressures on the groundwater.

The measurement results from the cantonal groundwater monitoring were compared with those from the national groundwater monitoring NAQUA. While NAQUA in the canton of Basel-Landschaft samples groundwater at drinking water wells, the cantonal groundwater monitoring examines entire groundwater areas, which provides a more complete picture of groundwater quality. Due to the different methodological approaches, the cantonal groundwater monitoring thus also covers groundwaters under residential or commercial areas, which tend to show a higher contamination with trace substances.

In order to be able to evaluate the large number of test results, a database was set up to record all the analysis results. In addition, various algorithms for data evaluation were developed, which allow a comprehensive and timely evaluation of the data. With the tools developed, future data evaluation can be carried out easily and efficiently.

## 1 EINLEITUNG

Das Grundwasser ist die wichtigste Ressource zur Trinkwassergewinnung im Kanton Basel-Landschaft. Trinkwasser wird zu rund 80 % aus natürlichem, die restlichen rund 20 % aus künstlich mit Flusswasser angereichertem Grundwasser gewonnen. Einer guten Grundwasserqualität kommt somit eine grosse Bedeutung zu.

Die Kenntnis über den Zustand und über die Entwicklung der Grundwasserqualität ist eine Voraussetzung für den Schutz dieser Ressource. Sollte die Ressource gefährdet sein, sind Massnahmen zu ergreifen. Das Gewässerschutzgesetz verlangt deshalb, dass Bund und Kantone das Grundwasser untersuchen und die Öffentlichkeit über den Zustand der Gewässer informieren (GSchG, Art. 50, 57 und 58). Zu diesem Zweck führt das Amt für Umweltschutz und Energie des Kantons Basel-Landschaft (AUE) laufend Untersuchungen der Grundwasserqualität durch. Der vorliegende Bericht fasst die Erkenntnisse aus den Untersuchungen von 2010 bis 2022 zusammen.

Generell weist das Grundwasser im Kanton Basel-Landschaft eine gute Qualität auf, so dass es für die Trinkwassernutzung lediglich mit einfachen Aufbereitungsverfahren behandelt werden muss. Vor allem in den dicht besiedelten Gebieten ist die Ressource Grundwasser aber durch starke anthropogene Aktivitäten gefährdet oder bereits mit zahlreichen Stoffen belastet.

Aufgrund der Topographie des Kantons Basel-Landschaft gibt es in mehreren Teilgebieten keinen bedeutenden Grundwasser- oder Oberflächenwasserzufluss von ausserhalb des Kantons. Exemplarisch hierfür steht das Einzugsgebiet der Ergolz. Die im Grundwasser gemessenen Stoffe stammen deshalb mehrheitlich aus den anthropogenen Aktivitäten im Kanton selbst. Der Kanton Basel-Landschaft hat daher gute Voraussetzungen, wirkungsvolle Massnahmen zur Reduktion von Stoffen im Grundwasser eigenverantwortlich umsetzen zu können. Ausnahmen bilden die Grundwassergebiete von Schönenbuch sowie Grundwasservorkommen an grösseren Oberflächengewässern wie Rhein, Birs oder Lützel, wo mitgeführte Belastungen auf Grund der Infiltration von Flusswasser ins Grundwasser oder auf Grund künstlicher Versickerung in die Grundwasserleiter eingebracht werden können.

Bis vor ca. zehn Jahren wurde die Grundwasserqualität im Kanton Basel-Landschaft nicht systematisch erfasst. Die qualitative Beurteilung stützte sich damals auf spezifische Untersuchungskampagnen einzelner belasteter Grundwässer, der Trinkwasseruntersuchungen und einigen Messstellen der nationalen Grundwasserbeobachtung NAQUA. Auf Grund der unterschiedlichen Untersuchungsansätze mit verschiedenen Zielsetzungen liess sich kein klares, flächendeckendes Bild der Grundwasserqualität zeichnen.

Für eine bessere Beurteilung der Grundwasserqualität wurden deshalb die projektbezogenen Messkampagnen mit grossflächigeren Überwachungen ergänzt. So wird seit 2010 angestrebt, die einzelnen Grundwassergebiete alle fünf Jahre zu beproben. Trotz diesen aufwendigen Überwachungen ist die Datenauflösung immer noch relativ grob, so dass statistische Auswertungen nur unter Vorbehalt durchgeführt werden können.

Der vorliegende Bericht gibt eine Übersicht über die Grundwasserqualität im Kanton Basel-Landschaft. Diskutiert und dargestellt werden insbesondere Konzentration, Verbreitung und Herkunft einiger chemischer Inhalts- und Spurenstoffe im Grundwasser. Die mikrobiologische Qualität des Grundwassers wird nicht beschrieben. Der Bericht ergänzt die gesamtschweizerische NAQUA-Studien des Bundesamt für Umwelt (siehe [BUWAL 2004a](#) und [BAFU 2019](#)).

Der Grundwasserbericht richtet sich an Fachpersonen aus Verwaltung und Fachbüros sowie an die interessierte Öffentlichkeit.

## 2 GRUNDWASSERÜBERWACHUNG BASEL-LANDSCHAFT

Die Grundwasserüberwachung zur Beschreibung des Zustands und der Qualität der Grundwasserleiter im Kanton Basel-Landschaft basiert zur Zeit auf vier verschiedenen methodischen Ansätzen. Diese dienen dazu, allgemeine Aussagen zu den genutzten Grundwassergebieten zu machen, spezifische Fragestellungen abzuklären, die zeitliche Entwicklung der Grundwasserqualität aufzuzeigen und die hohe Dynamik der Qualitätsveränderungen bei flussnahen Standorten und Karstquellen zu erfassen. Durch die vier methodischen Ansätze können die jeweiligen Fragestellungen angegangen werden und im Laufe der Zeit entsteht ein guter Überblick über den Zustand des gesamten Grundwassers im Kanton. Im Folgenden werden die vier Ansätze beschrieben, ein Überblick über die durchgeführten Analysen gegeben und die Datenhaltung und Datenauswertung erläutert.

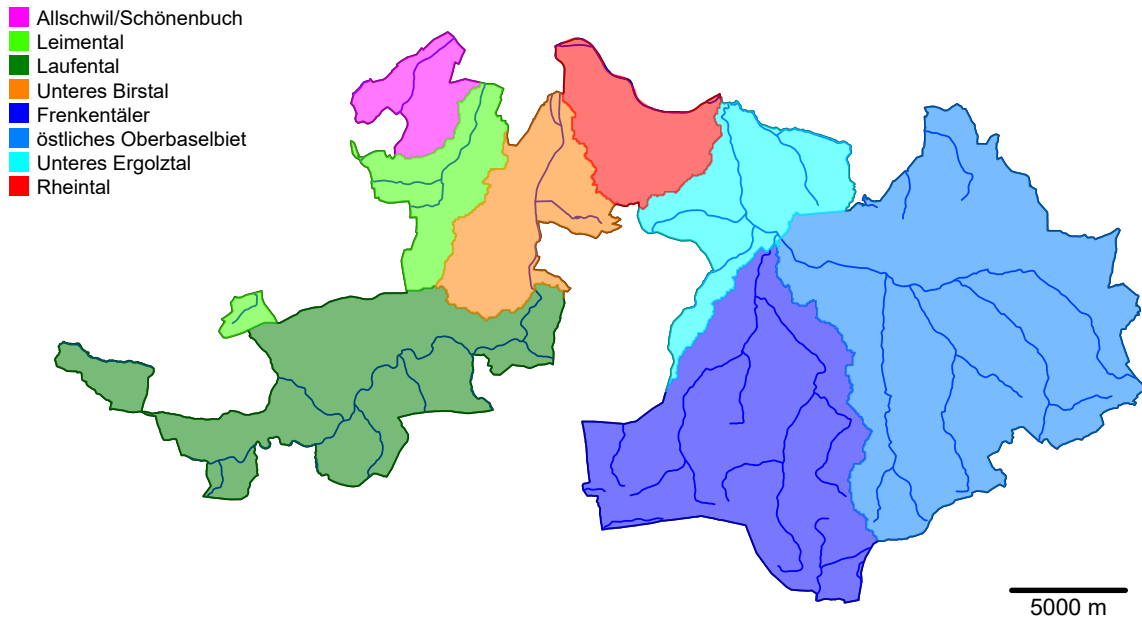
### 2.1 METHODISCHE ANSÄTZE DER GRUNDWASSERÜBERWACHUNG

#### 2.1.1 ALLGEMEINE GRUNDWASSERÜBERWACHUNG

Mit den allgemeinen Überwachungen werden einzelne Lockergesteinsgrundwasserleiter inklusive ihrer seitlichen Zuflüsse in ihrer Ganzheit erfasst. Die Probenahmestellen wurden dahingehend ausgewählt, dass möglichst die gesamte Breite und Länge eines Grundwassergebieten untersucht werden kann. Ziel ist es, die Verteilung von Stoffen in den Grundwasserleitern sowie den Eintrag von Stoffen und randliche Einflüsse möglichst gut zu erfassen. Je nach Grösse des Grundwassergebieten werden jeweils zwischen 20 und 50 Probenahmestellen beprobt. Die Überwachung der einzelnen Grundwassergebieten wird alle vier bis fünf Jahre wiederholt. Im Jahr der Überwachung finden zwei Probenahmekampagnen statt. Mit den allgemeinen Überwachungen erhält man ein gutes Bild über die Verteilung der Stoffe in einem Grundwasserleiter, die zeitliche Auflösung der jeweiligen Messreihen ist hingegen gering, da mehrere Jahre zwischen den Beprobungen liegen.

Die Lockergesteinsgrundwasserleiter im Kanton Basel-Landschaft wurden in acht Grundwassergebieten unterteilt. Die Abgrenzung der Grundwassergebieten ist in Abb. 1 dargestellt. Landnutzungen und mögliche Einflussfaktoren auf die Wasserqualität in den einzelnen Grundwassergebieten sind in Tab. 1 dargestellt. Die Grundwassergebieten mit ihren Einzugsgebieten weisen folgende Charakteristiken auf:

- Allschwil / Schönenbuch: Der Lockergesteinsgrundwasserleiter von Allschwil ist stark urban geprägt. Das Grundwasser wird heute nur noch zu Brauchwasserzwecken genutzt. In Schönenbuch ist Grundwasser in Deckenschottern und tiefer gelegenen Felsgrundwasserleitern vorhanden. Beide Grundwasserleiter werden in Schönenbuch als Trinkwasser genutzt. Das Einzugsgebiet ist landwirtschaftlich geprägt.
- Leimental: Die Lockergesteinsgrundwasserleiter sind geringmächtig und häufig wenig durchlässig. Das Gebiet ist stark urban geprägt. Aufgrund der geringen Mächtigkeit und Ergiebigkeit des Grundwasserleiters wird das Grundwasser nicht zu Trinkwasserzwecken genutzt.
- Laufental: Grundwasser ist in den Birsschottern und im Karstgrundwasserleiter des Malms vorhanden. Stellenweise liegt der Lockergesteinsgrundwasserleiter direkt über dem Karstgrundwasserleiter. Das Gebiet ist periurban bis ländlich. Genutzt werden das Lockergesteinsgrundwasser und Quellen.
- Unteres Birstal: Der Lockergesteinsgrundwasserleiter ist im Vergleich zu den Grundwasserleitern im Ergolzthal sehr mächtig. Das Grundwasser dient der Trinkwasserversorgung für rund 100'000 Einwohnende. Das Gebiet ist stark urban geprägt.
- Östliches Oberbaselbiet: Die schmalen Lockergesteinsgrundwasserleiter in den Tälern sind geringmächtig. Quellen entspringen häufig aus dem Malm sowie entlang des südlichen Randes (Faltenjura) aus dem Muschelkalk. Das östliche Oberbaselbiet ist ein ländlich geprägtes Gebiet. Für Trinkwasser werden Quellen und Grundwasser genutzt.
- Frenkentaler: Die Frenkentaler sind geprägt von schmalen Lockergesteinsgrundwasserleitern in den Tälern. Quellen entspringen häufig aus dem Malm, sowie entlang des südlichen Randes (Faltenjura) aus dem Muschelkalk. Die Frenkentaler sind ländliche bis periurbane Gebiete. Für Trinkwasser werden Quellen und Grundwasser genutzt.
- Unteres Ergolzthal: Die Lockergesteinsgrundwasserleiter liegen über schlecht durchlässigem Gestein. Die Talsole ist stark durch Siedlungen und Gewerbe, die Hügelzone durch die Landwirtschaft genutzt.



**Abbildung 1:** Lage der Grundwassergebiete.

**Tabelle 1:** Anzahl ARAs (regional und lokal) und Flächenanteile (%) verschiedener Einflussfaktoren in den Grundwassergebieten. (Landw.: Landwirtschaft; bS: belastete Standorte)

Grundwassergebiete	ARA (Anz.)	Landw. (%)	Siedlung (%)	Wald (%)	bS (%)
Allschwil / Schönenbuch	0	38.7	40.3	21.0	4.0
Leimental	2 (1/1)	32.8	40.6	26.6	1.3
Laufental	3 (1/2)	37.5	13.4	49.0	1.3
Unteres Birstal	0 (-/-)	27.3	41.3	31.4	3.3
Frenkentaler	7 (2/5)	49.0	9.5	41.6	0.6
Östliches Oberbaselbiet	13 (1/12)	49.4	11.2	39.4	0.6
Unteres Ergolzthal	1 (1/0)	35.0	23.5	41.5	2.5
Rheintal	2 (2/-)	15.7	52.2	32.1	9.4

Für Trinkwasser werden Quellen und Grundwasser genutzt.

- Rheintal: Die mächtigen Lockergesteinsgrundwasserleiter liegen über Horst- und Grabenstrukturen und sind teilweise mit dem Muschelkalkaquifer verbunden. In dem gewerblich und industriell stark genutzten Gebiet wird Grundwasser für die Trinkwassernutzung angereichert. Es werden zudem grosse Mengen an Brauchwasser für den Industriestandort Schweizerhalle gefördert. Für Trinkwasser wird vorwiegend Grundwasser genutzt.

Während in den Frenkentalern und dem östlichen Oberbaselbiet landwirtschaftlich genutzte Gebiete und Waldgebiete dominieren, sind die Anteile an Siedlungsflächen im Rheintal, unteren Birstal sowie Allschwil / Schönenbuch am grössten. Das Rheintal ist geprägt durch eine intensive und lang zurückreichende industriell-gewerbliche Nutzung, die deutlich messbare Einflüsse auf die Grundwasserqualität haben.

### 2.1.2 FALLBEZOGENE GRUNDWASSERÜBERWACHUNG

Die grössten Grundwasservorkommen im Kanton Basel-Landschaft befinden sich in den Lockergesteinen des Birs-, Ergolz- und Rheintals. Genau über diesen Lockergesteinen befinden sich die bedeutendsten Siedlungs-, Gewerbe- und Industriegebiete des Kantons. Durch die antropogenen Aktivitäten gelangen Stoffe in den Untergrund und führen zu chemischen Belastungen im Grundwasser. Zur Abklärung einiger dieser spezifischen Grundwasserbelastungen wurden fallbezogene Grundwasserüberwachungen durchgeführt. Meist ging es dabei um die Abklärung von früheren Einträgen von chlorierten Lösungsmitteln

(CKW) wie Tetrachlor- oder Trichlorethen.

Folgende umfangreiche Kampagnen wurden durchgeführt:

- Aesch: Abklärung der Belastungen mit Tetrachlorethen, die sich über mehrere Kilometer von der Höhe der Versickerungsanlage Aesch bis nach Reinach ziehen.
- Muttenz: Umfassende Grundwasseruntersuchungen zur Herkunft und Verbreitung verschiedener Belastungen durch Spurenstoffe, ausgehend von der Versickerung von Rheinwasser im Hardwald und dem Austrag aus belasteten Standorten.
- Pratteln West: Langjährige Überwachung — insbesondere von CKW- und Bor-Belastungen – ausgehend von ehemaligen Betriebsstandorten, deren Belastungsfahnen sich teilweise bis zum Rhein hinziehen.
- Vorderes Frenketal: Abklärungen der CKW-Belastungen ausgehend von Betriebsstandorten auf den Grundwasserleiter im Waldenburgertal.
- Grossdeponien im Raum Liestal / Arisdorf: Überwachung des Austrages von Sickerwasser aus den Deponien in das Karstsystem und in die Randbereiche des Grundwasserleiters im Ergolztal.
- Muttenz-Pratteln: Abklärung der Herkunft und Verbreitung der Chloride und geochemische Charakterisierung der Wässer.

### 2.1.3 NATIONALE GRUNDWASSERBEOBACHTUNG NAQUA

Der Bund betreibt seit 1997 eine nationale Grundwasserbeobachtung NAQUA. Das Ziel von NAQUA ist, die Grundwasserqualität und -quantität landesweit zu beschreiben. Das Programm besteht aus den vier Modulen QUANT, TREND, SPEZ und ISOT. Das Modul QUANT untersucht die Quantität des Grundwassers, die beiden Module TREND und SPEZ dienen der Beobachtung der Grundwasserqualität. Das Modul ISOT beschreibt die stabilen Wasserisotope Sauerstoff-18 und Deuterium an ausgewählten Messstellen in Fliessgewässern. Für die Beschreibung der Grundwasserqualität im Kanton Basel-Landschaft werden die Daten der beiden Module TREND und SPEZ herangezogen.

Der Bund hat bei der Auswahl seiner Messstellen versucht, möglichst alle Grundwasserleiter in einem Kanton und die spezifischen Landnutzungen im Einzugsgebiet von Trinkwasserfassungen zu berücksichtigen. Mit dem Modul TREND werden kurz- und langfristige natürliche Prozesse und antropogene Einflussfaktoren gemessen. Es umfasst 50 Messstellen in der Schweiz. Das Modul SPEZ ist auf die Erfassung von Fremdstoffen im Grundwasser ausgerichtet und umfasst insgesamt 500 Messstellen. Es fokussiert auf Stoffe aus der Landwirtschaft, der Industrie, dem Gewerbe, den Haushalten und dem Verkehr. Im Kanton Basel-Landschaft gibt es zwei TREND-Messstellen und 26 SPEZ Messstellen. Die SPEZ-Messstellen werden zwei- bis viermal jährlich beprobt.

Aus technischen und organisatorischen Gründen besteht das Messnetz der nationalen Grundwasserbeobachtung NAQUA überwiegend aus Trinkwasserfassungen. Somit ist das Messnetz NAQUA nicht für kleinräumige Interpretationen konzipiert (BUWAL 2004a). Entsprechend kleinräumige Überwachungen liegen in erster Linie im Aufgabenbereich der kantonalen Grundwasserbeobachtung.

Das BAFU hat im Jahr 2019 einen Bericht zum Zustand und der Entwicklung des Grundwassers Schweiz (BAFU 2019) herausgegeben, in welchem die Daten der nationalen Grundwasserbeobachtung umfassend ausgewertet wurden.

### 2.1.4 ONLINEMESSUNGEN

Quellwasser und flussnahes Grundwasser können bezüglich der Wasserqualität und -quantität eine hohe Dynamik bei Niederschlags- oder Hochwasserereignissen aufweisen. Innerhalb von Minuten und Stunden kann sich die Quantität (Schüttung einer Quelle oder Pegel) und die Qualität des Wassers ändern. Um diese kurzfristigen Änderungen zu erfassen, braucht es Online-Messgeräte. Diese können Trübung, Leitfähigkeit, Temperatur, SAK (spektraler Absorptionskoeffizient) und den Grundwasserstand messen. Daraus lassen sich Rückschlüsse auf das Einzugsgebiet ziehen. Die Onlinemessungen können auch genutzt werden, um die Entnahmen aus den Trinkwasserfassungen zu steuern. Die Onlinemessungen sind eine wichtige Basis zur Evaluation und Steuerung einer allfälligen Trinkwasseraufbereitungsanlage.

**Tabelle 2:** Anzahl Parameter, welche die beauftragten Labore insgesamt gemessen haben.

Stoffgruppe	Parameter Anzahl	Methode
Geochemie (Anionen und Kationen)	~ 50	Titrimetrie, ICP-MS, IC
Schwermetalle	~ 80	ICP-MS
VOC (Flüchtige organische Verbindungen)	~ 120	Purge and Trap-GC/MS
Pestizide	~ 460	LC-MS/MS
Arzneimittel	~ 360	LC-MS/MS
PFAS (Per- und Polyfluorierte Alkylverbindungen)	~ 40	LC-MS/MS
PAK (Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe)	~ 25	GC/MS
Industriechemikalien	~ 70	GC/MS
Aniline	~ 35	GC/MS

Onlinemessungen in Karstquellen wurden beispielsweise in Oltingen, Zwingen und Oberdorf durchgeführt. Im Rahmen des Projekts Regionale Wasserversorgung BL21 (Auckenthaler und von Gunten 2016) wurden drei flussnahe Trinkwasserfassungen an Frenke, Ergolz und Birs untersucht. Dabei wurden neben den online messbaren Parametern bei je einem Hochwasserereignis auch manuell Proben entnommen und auf Spurenstoffe analysiert. Die Resultate sind ausführlich in den Teilprojektberichten und der Synthese zum Projekt WVG BL 21 beschrieben.

### 2.1.5 BESCHREIBUNG GRUNDWASSERMESSSTELLEN

Probenahmestellen für Grundwasser lassen sich in Piezometer, Brunnen und Quellen unterscheiden. Piezometer sind im Grundwasserbereich verfilterte Bohrungen. Sie werden klassischerweise erstellt, um das hydraulische Potential resp. den Grundwasserspiegel zu messen. Piezometer eignen sich aber auch dazu, aus dem Grundwasserleiter Wasserproben zu entnehmen. Brunnen sind ebenfalls Bohrungen, die in den Grundwasserleiter abgeteuft werden. Sie sind mit Pumpen ausgestattet, um Grundwasser für Trink- oder Brauchwasser zu fördern. Bei einer Quelle tritt dauerhaft oder zeitweise Grundwasser auf natürliche Weise an die Erdoberfläche.

In Abbildung 2 ist der zeitliche Verlauf der Anzahl der beprobten Probenahmestellen dargestellt. Die Anzahl der untersuchten Probenahmestellen hat mit der Einführung der systematischen Grundwasserüberwachung ab dem Jahr 2010 deutlich zugenommen. Trotz des systematischen Ausbaus der Messnetze ist die räumliche Dichte der Probenahmestellen nach wie vor sehr heterogen. Wie in den Abbildungen 3 und 4 dargestellt, konzentriert sich der Hauptteil der Untersuchungen auf die grossen Talgrundwasserleiter, aus denen ein Grossteil des genutzten Grundwassers stammt. Im Oberbaselbiet beispielsweise gibt es Quellen, die sehr selten und auch dann in einem sehr begrenzten Messumfang untersucht wurden.

Die Einführung der neuen flächendeckenden Überwachungen der Grundwassergebiete war wichtig, da die qualitative Beurteilung des Grundwassers davor auf Untersuchungen von einzelnen belasteten Standorten, Kampagnen der regelmässigen Trinkwasserkontrollen und einigen Messstellen der nationalen Grundwasserbeobachtung beruhte. Diese spezifischen Untersuchungen lieferten kein repräsentatives Bild der kantonalen Grundwasserqualität.

Die im vorliegenden Bericht dargestellten Ergebnisse basieren in erster Linie auf den Daten der flächendeckenden Überwachungen der Grundwassergebiete, welche durch weitere Daten aus Einzelfalluntersuchungen ergänzt wurden. Um ein aktuelles Bild der Grundwasserqualität zu zeichnen, wurden im vorliegenden Bericht hauptsächlich Daten ab dem Jahr 2010 berücksichtigt. Soweit vorhanden werden ältere Daten zur Darstellung von Zeitreihen verwendet.

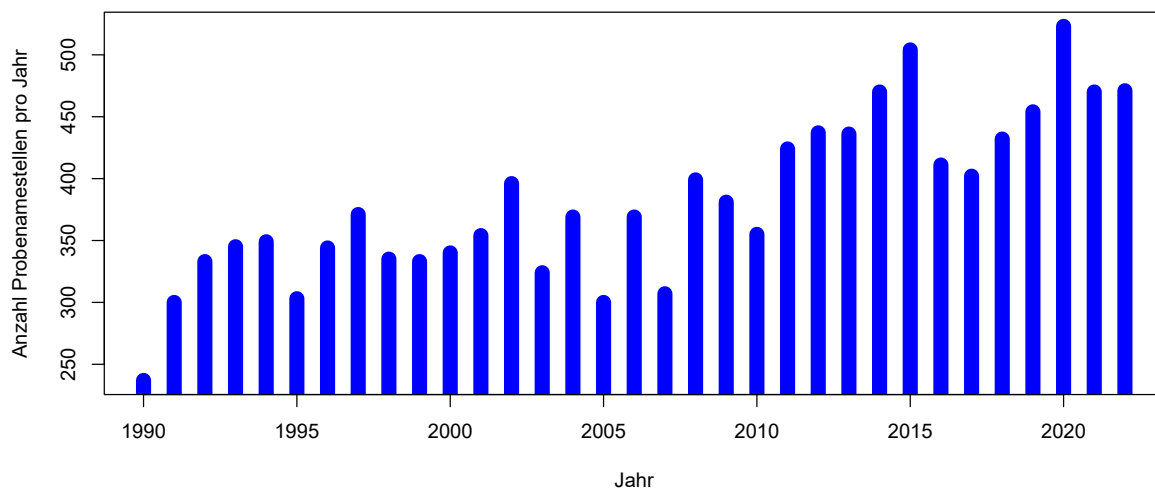


Abbildung 2: Anzahl der jährlich beprobten Probenmestellen.

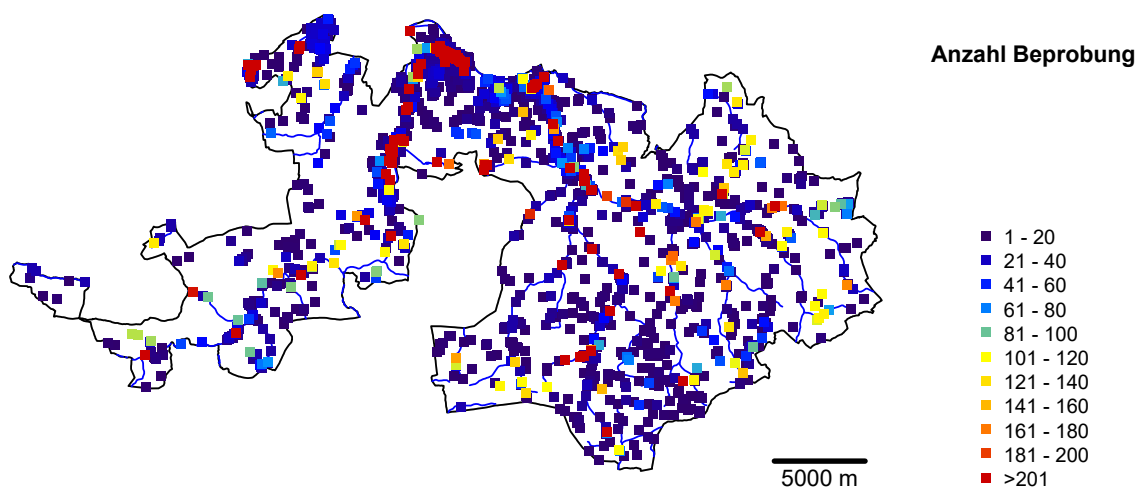


Abbildung 3: Anzahl Beprobungen pro Probenmestelle im Zeitraum von 2010 bis 2022.

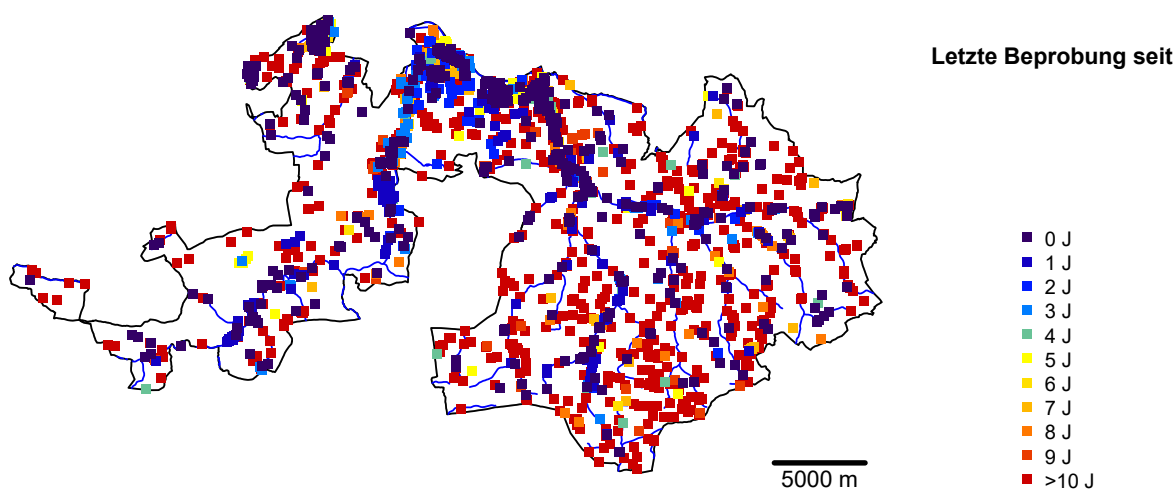
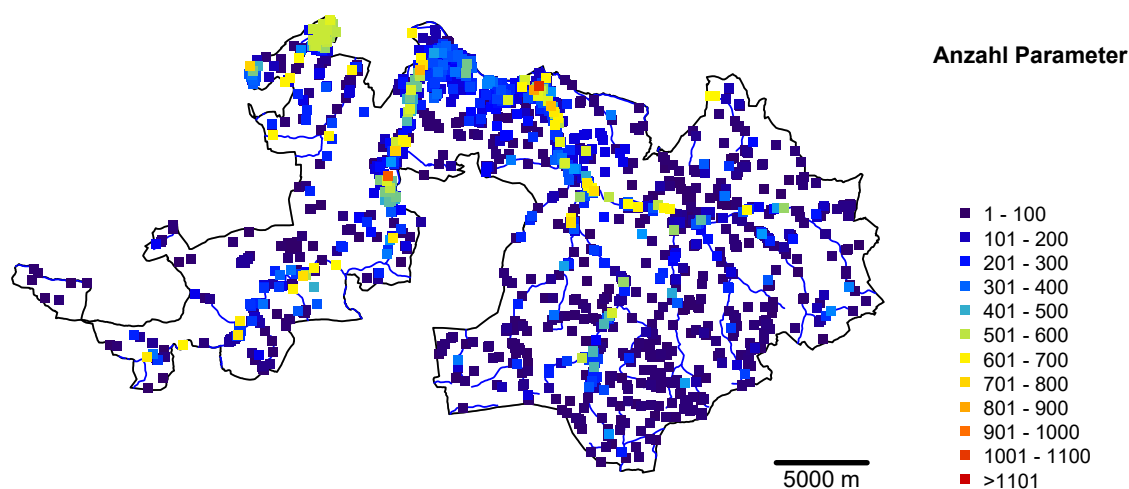


Abbildung 4: Zeitraum seit letzter Beprobung der Probenmestelle.

## 2.2 ANALYSEN

Die Auswahl der Messparameter in einer Kampagne richtet sich nach den jeweiligen spezifischen Fragestellungen. Bei langfristigen Überwachungen empfiehlt es sich, die gleichen Parameter immer wieder zu messen, damit die zeitliche Entwicklung der Grundwasserqualität eines Grundwassergebiets beschrieben werden kann. Bei neuen relevanten Erkenntnissen zu bestimmten Stoffen wurde die Liste der untersuchten Parameter stetig erweitert. Bei der Zusammenstellung der zu messenden Parameter werden zudem nicht einzelne Parameter gewählt, sondern Analyseverfahren, da in der Regel mehrere Parameter in einem Analyseverfahren bestimmt werden.

Tabelle 2 listet auf, welche Messverfahren für die Analytik der Grundwasserqualität angewendet wurden. Zusätzlich wurden GC/MS-Screenings und Isotopen-Messungen durchgeführt, diese Daten werden im vorliegenden Bericht nicht dargestellt. Abb. 5 gibt eine Übersicht, wie viele Parameter pro Probenahmestellen gemessen wurden.



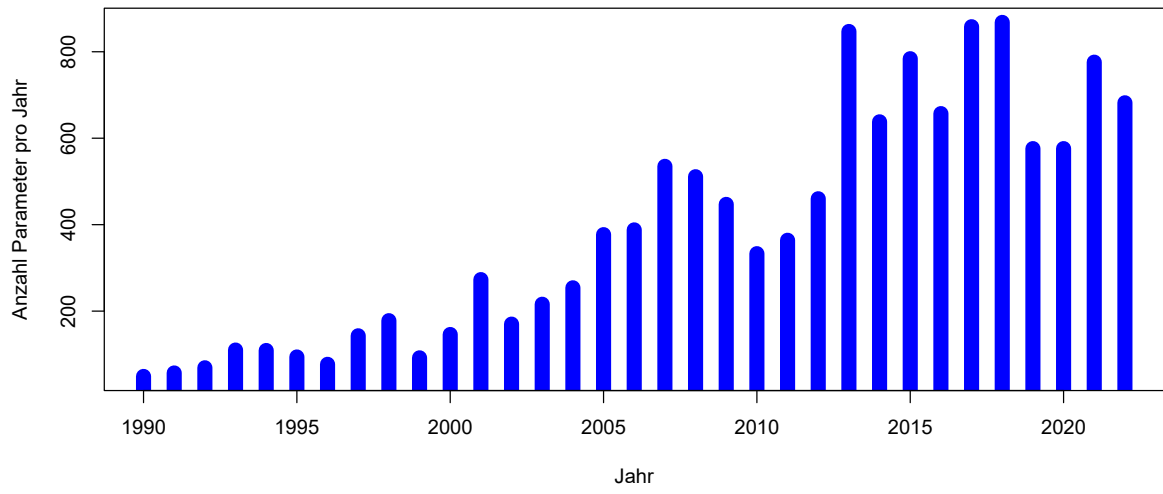
**Abbildung 5:** Anzahl der gemessenen Parameter pro Probenahmestelle im Zeitraum von 2010 bis 2022.

## 2.3 DATENHALTUNG UND DATENAUSWERTUNG

Sämtliche Daten der Analysen von Grundwasser und Oberflächengewässer sind in einer zentralen Datenbank gespeichert. Ein vereinfachtes Datenmodell ist in Abbildung 6 dargestellt. Die zentrale Tabelle der Datenbank umfasst die einzelnen Messwerte, welche mit weiteren Tabellen verknüpft sind, in denen detaillierte Informationen (z. B. zum Probeentnahmeort) hinterlegt sind. Soweit möglich werden die Messwerte mit dem Original-Messbericht verknüpft. Insbesondere für ältere Messwerte ist dies lückenhaft. Die Datenauswertungen und die hier gezeigten Abbildungen erfolgen über das Statistikprogramm R, welches die Daten aus der zentralen Datenbank bezieht. Das verwendete Datenmodell und die Methoden für die Datenauswertung wurden vom Amt für Umweltschutz und Energie, Ressort Wasser und Geologie, entwickelt.

In der Regel werden die Messwerte mit den Anforderungswerten der Gewässerschutzverordnung oder dem Indikatorwert gemäss Wegleitung Grundwasserschutz von BUWAL verglichen. Eine Überschreitung des Indikatorwerts weist in der Regel auf eine anthropogene Beeinflussung des Grundwassers hin. Parameter, für die es keine Anforderungs- oder Indikatorwerte gibt, werden mit einem allgemeinen Vorsorgewert verglichen. In diesem Bericht wird der allgemeine Vorsorgewert mit 100 ng/l festgelegt.





**Abbildung 7:** Zeitlicher Verlauf der Anzahl der untersuchten Parameter pro Jahr.

### **3 GEOLOGIE UND HYDROGEOLOGIE**

Die Geologie im Kanton Basel-Landschaft ist geprägt durch den Oberrheingraben sowie den Tafel- und den Faltenjura. Die Absenkung des Rheingrabens und die Anhebung des Tafeljuras fanden im Tertiär vor rund 38 Mio. Jahren statt. Im Oberrheingraben wurden mächtige kontinentale und marine Sedimente abgelagert. Der Tafeljura besteht aus Kalk-, Mergel- und Tonsedimenten des Mesozoikums.

Der Oberrheingraben wird von weiteren, parallel dazu verlaufenden Gräben begleitet, welche den Tafeljura in eine Serie von Horst- und Grabenstrukturen zerlegten. Gegen Ende des Tertiärs vor rund drei Mio. Jahren ist im Süden des heutigen Kantons Basel-Landschaft der Faltenjura entstanden. Dabei wurde der Sedimentstapel des Mesozoikums abgesichert und verfaultet.

Das Gebiet des Kantons Basel-Landschaft war in den Eiszeiten nicht vergletschert. Aus den Eiszeiten stammen jedoch die fluvioglazialen Schotter des Rheintals. Die Schotter des Rheins, der Birs und der Ergolz bilden ergiebige Grundwasserleiter. Weitere Lockergesteinsgrundwasserleiter bestehen in den Frenkentalern sowie in den Deckenschottern von Allschwil.

Im Kanton Basel-Landschaft dominieren zwei Arten von Grundwasserleitern: Lockergesteins- und Karstgrundwasserleiter. Die Lockergesteinsgrundwasserleiter befinden sich in den Tälern (Rhein-, Birs- und Ergolztal). Ihre Mächtigkeit variiert zwischen wenigen Metern und knapp 30 Meter. Unterhalb der Lockergesteine befindet sich undurchlässiger oder durchlässiger Fels. Ist der Fels undurchlässig, steht das Lockergesteinsgrundwasser nicht in Kontakt mit dem Karstgrundwasser. Ansonsten ist ein Austausch von Grundwasser zwischen Lockergestein und Festgestein möglich. Wegen den oft schmalen Grundwasserleitern (siehe Abb. 8) ist der Anteil an Wasser aus Oberflächengewässern in den Lockergesteinsgrundwasserleitern relativ hoch. Trotz der effizienten Filterung bei Infiltration von Oberflächenwasser ins Grundwasser kann die Grundwasserqualität durch das Flussinfiltrat geprägt sein.

Karstgrundwasserleiter liegen im Tafel- und Faltenjura oft oberflächennah vor. In den Tälern, insbesondere im Rhein- und Birstal, bilden die Karstgrundwasserleiter meist tieferliegende Felsgrundwasserleiter. Gebildet werden sie von den Schichten des oberen Malms, Doggers und des Muschelkalks. In diesen Schichten zirkuliert Grundwasser in Kluft- und Karststrukturen. Diese Schichten tauchen im Mittelland unter die Sedimente der Molasse ab und können daher Tiefengrundwasser führen. Im Gebiet des Kantons Basel-Landschaft sind häufig Karstgrundwasserleiter mit direktem Kontakt zur Oberfläche vorhanden. Niederschlagswasser kann aufgrund der meist geringen Bodenmächtigkeit und des verkarsteten anstehenden Felsens ungefiltert und rasch ins Grundwasser gelangen und über weite Distanzen transportiert werden. Die Karstgebiete sind deshalb besonders vulnerabel für Verunreinigungen und die Grundwasserqualität ist direkt abhängig von den Aktivitäten und Nutzungen an der Oberfläche.

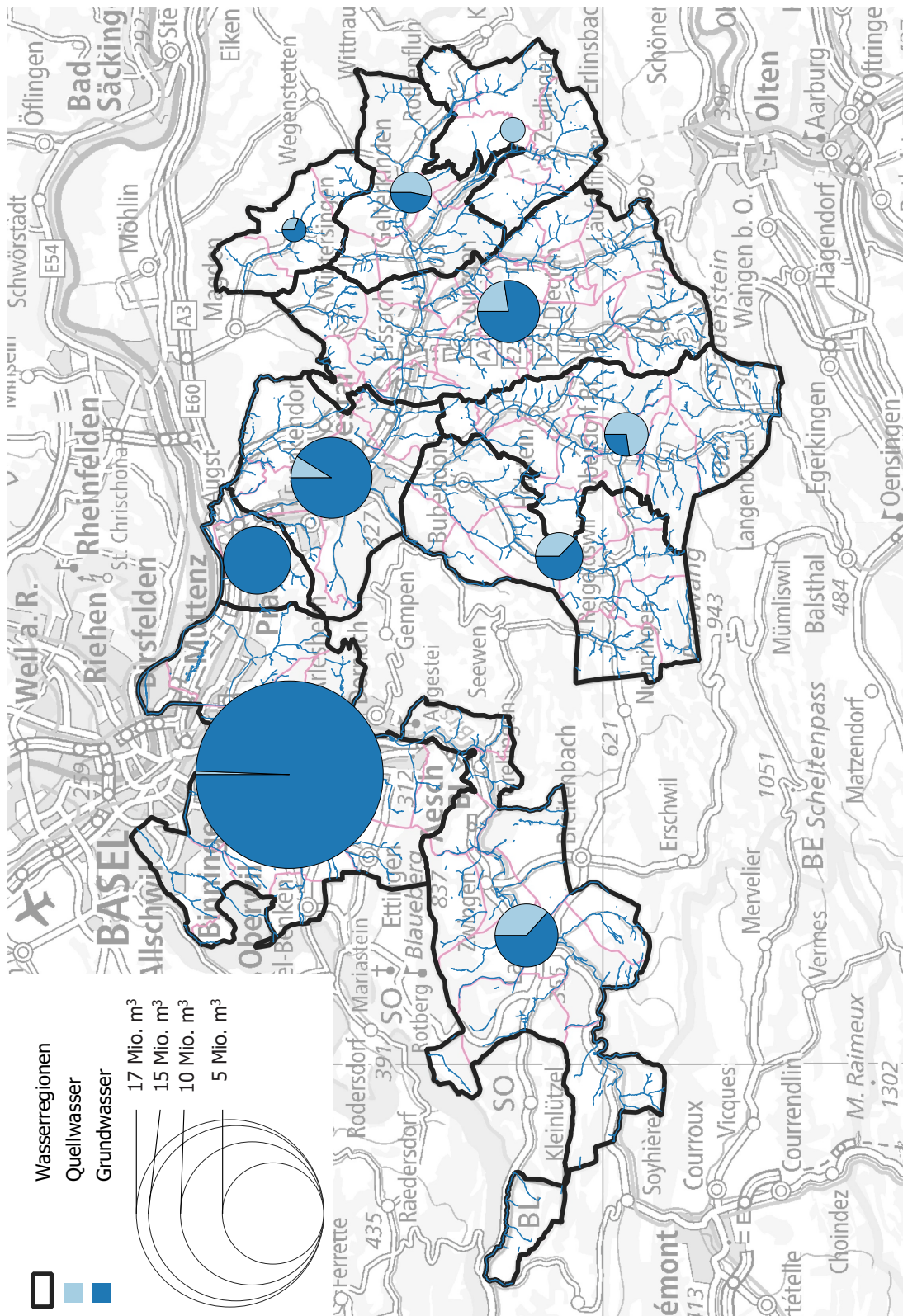


## 4 GRUNDWASSERNUTZUNG

Für die regionale Wasserversorgungsplanung wurde der Kanton Basel-Landschaft in zehn Wasserversorgungsregionen aufgeteilt. Die für die Trinkwassernutzung geförderten Wassermengen aus den Lockergesteinsgrundwasserleitern und den Quellen in den einzelnen Wasserversorgungsregionen sind in Abb. 9 dargestellt. Grosse Wassermengen werden aus den ergiebigen Lockergesteinsgrundwasserleitern im unteren Birstal, Rheintal und unteren Ergolzthal gefördert, wo auch die Besiedlung am grössten ist. Im Laufental sowie im Oberbaselbiet nehmen die Nutzungsmengen ab. Auch wird dort im Verhältnis zu tiefer gelegenen Wasserversorgungsregionen mehr Quellwasser genutzt. Zudem erfolgt die Nutzung meist aus zahlreicheren kleineren Fassungen.

Die öffentliche Grundwassernutzung im Kanton lag im Jahr 2020 bei rund 30 Mio. m<sup>3</sup>. Seit den 1980er-Jahren war der Trinkwasserverbrauch rückläufig. Er sank von 36 Mio. m<sup>3</sup>/Jahr im Jahr 1983 auf 26 Mio. m<sup>3</sup>/Jahr im Jahr 2014. Seither nimmt er eher wieder leicht zu und erreichte im Trockenjahr 2018 mit dem Hitzesommer 29 Mio. m<sup>3</sup>/Jahr. Die Gründe für die Abnahme des Wasserverbrauchs über die letzten Jahrzehnte sind der Einbau von sparsameren Armaturen in den Haushalten, der Wandel der Wirtschaft von Industrie- zu Dienstleistungsbetrieben und die Erhöhung der Wasser- und Abwassergebühren. In Zukunft ist mit dem Bevölkerungswachstum und der Zunahme von Trockenheit und Temperatur im Sommer mit einer Erhöhung des Wasserbedarfs zu rechnen.

Zur öffentlichen Wasserversorgung kommt die private Grundwasserförderung hinzu. Diese lag in den letzten Jahren bei über 40 Mio m<sup>3</sup>/Jahr. Im Jahr 2020 wurden jedoch nur rund 33 Mio. m<sup>3</sup> gefördert. Das weitaus meiste Brauchwasser wird in Schweizerhalle genutzt. Fallen Produktionen weg, reduziert sich auch die Brauchwassermenge stark.



**Abbildung 9:** Grundwassernutzungen für die öffentliche Wasserversorgung in den zehn Wasserversorgungsregionen im Kanton Basel-Landschaft.

## 5 STOFFGRUPPEN UND STOFFE

Die zahlreichen analysierten Einzelstoffe wurden in elf Stoffgruppen zusammengefasst und ausgewertet. Die Stoffgruppen umfassen die geochemischen Hauptinhaltsstoffe des Wassers, Spurenelemente, Nitrat als Einzelstoff, Pestizide, flüchtige organische Verbindungen, Arzneimittel, Nahrungsmittelinhaltsstoffe, Industriechemikalien, PFAS und TFA sowie PCB.

Die Anzahl der Einzelstoffe innerhalb einer Stoffgruppe variiert mitunter stark und reicht von einem Stoff beim Nitrat bis zu mehreren 100 Stoffen bei den Arzneimitteln (Pharmazeutika).

### 5.1 HAUPTINHALTSSTOFFE

#### 5.1.1 GRUNDLAGEN

Hauptinhaltsstoffe sind natürliche Stoffe, die durch die Gesteinslösung ins Grundwasser gelangen. Sie kommen in Konzentrationen im Bereich von Milligramm pro Liter vor. Zu den Hauptinhaltsstoffen gehören die Kationen Calcium ( $\text{Ca}^{2+}$ ), Magnesium ( $\text{Mg}^{2+}$ ), Kalium ( $\text{K}^+$ ) und Natrium ( $\text{Na}^+$ ) sowie die Anionen Sulfat ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), Chlorid ( $\text{Cl}^-$ ) und Hydrogencarbonat ( $\text{HCO}_3^-$ ). Je nach Gestein, durch welches das Grundwasser fliesst, kann der Anteil der einzelnen Hauptinhaltsstoffe sehr unterschiedlich sein und lokal stark variieren. Die Messung der Hauptinhaltsstoffe dient daher hauptsächlich der hydrogeologischen Charakterisierung der Grundwasserleiter und zur Bestimmung der Wasserhärte.

Für Sulfat und Chlorid gibt es in der Gewässerschutzverordnung Anforderungswerte von je 40 mg/l. Höhere Werte können auf eine anthropogene Belastung hindeuten, können aber auch natürlichen Ursprungs sein. Für die anderen Hauptinhaltsstoffe sind in der Begleitung Grundwasserschutz Indikatorwerte angegeben (BUWAL 2004b). Diese haben nur hinweisenden Charakter und sind in der Gewässerschutzgesetzgebung nicht verankert.

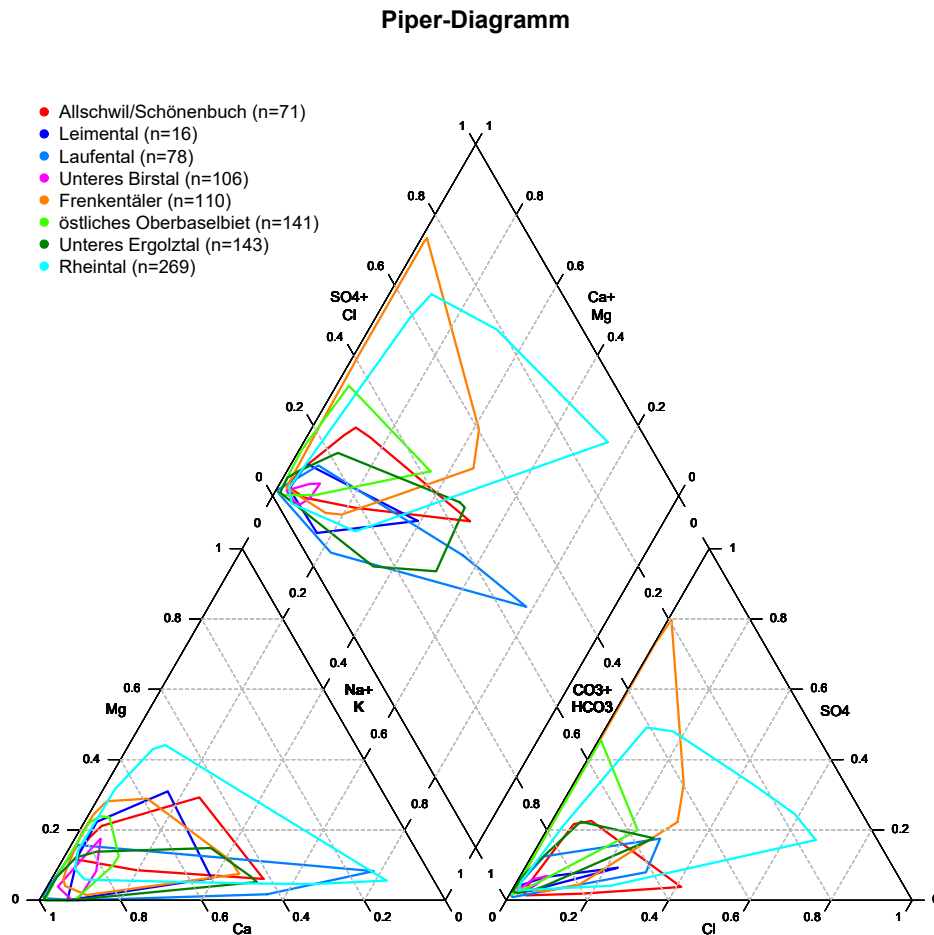
#### 5.1.2 RESULTATE

In Abb. 10 sind die wichtigsten Hauptinhaltsstoffe der Grundwassergebiete im Kanton dargestellt. Durch die Gegenüberstellung der Anionen und Kationen im Piper-Diagramm (Piper 1944) können die verschiedenen Grundwässer besser differenziert werden. Wässer, die in der linken Hälfte des Rhombus liegen, sind erdalkalische Wässer. Bei erhöhtem Sulfatgehalt spricht man von sulfatischen Wässern, bei geringerem Sulfatgehalt von karbonatischen Wässern. Alkalische Wässer mit einem hohen Anteil an  $\text{Na}^+$  und  $\text{K}^+$  kommen im Kanton Basel-Landschaft nicht vor.

Werden die Messwerte zu den Hauptinhaltsstoffen im Piper-Diagramm aufgetragen, überlagern sich diese zu grossen Teilen (siehe Abb. 10). Beim Grundwasser im Kanton Basel-Landschaft handelt es sich vorwiegend um erdalkalisch-karbonatische Grundwässer. Es gibt jedoch gewisse Unterschiede in den Grundwassergebieten. Grundwasserproben aus den Frenkentälern weisen erhöhte Sulfatgehalte auf, während Wässer aus dem Laufental mehr karbonatische Anteile haben. Diese Unterschiede spiegeln die entsprechenden geologischen Gegebenheiten wider: In den Frenkentälern dominieren gipshaltige Gesteine, während im Laufental vor allem karbonathaltige Gesteine vorkommen.

Die Unterschiede in den Grundwässern werden deutlicher, wenn die Hauptinhaltsstoffe einzeln betrachtet werden (siehe Abb. 11). Insbesondere bei den Quellen fallen die teilweise hohen Gehalte und die grosse Spannweite beim Sulfat in den Frenkentälern und dem östlichen Oberbaselbiet auf. Begleitet sind diese Gehalte mit erhöhten Werten an  $\text{Mg}^{2+}$  und teilweise  $\text{Ca}^{2+}$ .

Ähnliche Ergebnisse findet man für die Lockergesteinsgrundwasserleiter, wobei hier auch im Rheintal einige Fassungen sehr hohe Sulfat-, aber auch Chloridwerte aufweisen. Die höchsten gemessenen Chloridwerte in Tiefenwässern im Rheintal liegen bei über 20 g/l. Das Chlorid stammt aus dem Salzlager und ist begleitet von hohen  $\text{Na}^+$ -Konzentrationen, ebenfalls im Bereich von 20 g/l. Die Gehalte an



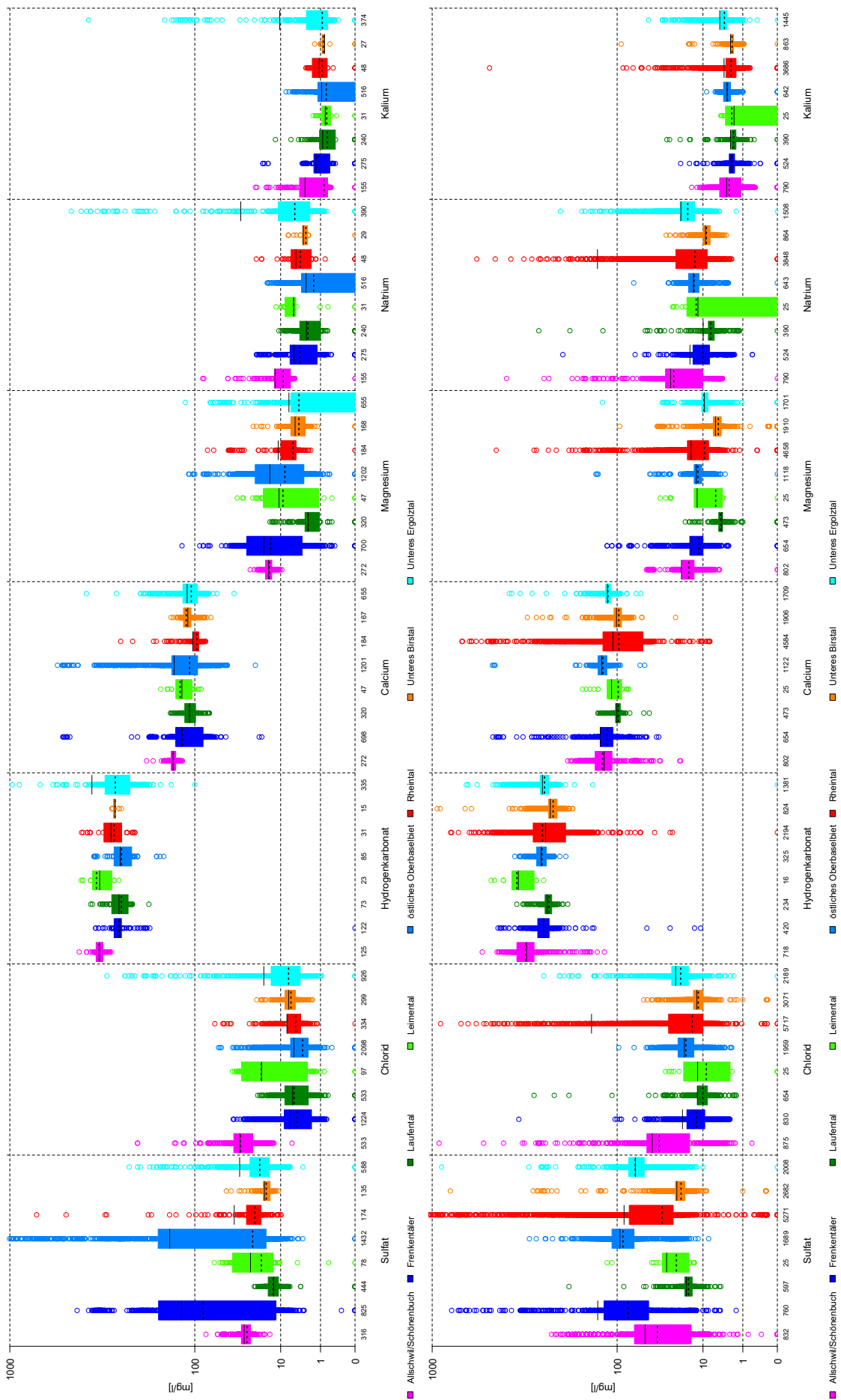
**Abbildung 10:** Piper-Diagramm für die Grundwassergebiete. Die Hülle umschließt die inneren 90 % aller Messpunkte. Die Zahlen beschreiben die Verhältnisse zwischen den An- und Kationen (n: Anzahl Probenahmestellen).

Hauptinhaltsstoffen im Grundwasser sind zu grossen Teilen geogen bedingt, können aber auch anthropogen beeinflusst sein. Die hohe Salinität des Grundwassers im Bereich Muttenz und Pratteln ist darauf zurückzuführen, dass das Grundwasser vermutlich natürlicherweise sowie durch undichte Bohrungen im Kontakt mit dem Salzlager steht.

### 5.1.3 ZUSTAND UND ENTWICKLUNG

Bei den Hauptinhaltsstoffen entspricht der Zustand der Grundwässer im Kanton weitgehend den natürlichen Verhältnissen. Aufgrund der sulfathaltigen Gesteine sind hohe Sulfatkonzentrationen meist natürlich bedingt. Einige Grundwassergebiete (beispielsweise Allschwil und unteres Ergolzthal) weisen erhöhte Chloridgehalte auf, die möglicherweise auf die Strassensalzung im Winter zurückzuführen sind. Die teilweise sehr hohen Cl<sup>-</sup>- und Na<sup>+</sup>-Konzentrationen im Rheintal stammen aus dem Salzlager. Neben natürlichen Prozessen können auch anthropogene Nutzungen des Salzlagers und des Muschelkalkgrundwassers zu den festgestellten Chloridkonzentrationen führen.

Bei den Hauptinhaltsstoffen sind generell keine grösseren Konzentrationsveränderungen zu erwarten, da sie geogen bedingt im Grundwasser vorkommen. Bei verändernden Nitratgehalten können sich jedoch auch die Ca<sup>2+</sup>- und Mg<sup>2+</sup>-Gehalte des Grundwassers ändern, da die Ionenbilanz im Grundwasser jeweils ausgeglichen wird. Bei einem Eintrag von Nitrat (Anion) wird im Grundwasser entsprechend Ca<sup>2+</sup> gelöst (Kation) und die Ionenbilanz dadurch ausgeglichen.



**Abbildung 11:** Oben: Anionen und Kationen im Quellwasser. Auffallend ist die grosse Streuung des Sulfates in den Quellen der Frenkentaler und östlichen Oberbaselbietes. Unten: Anionen und Kationen im Lockergesteinsgrundwasser. Die vereinzelt höchsten Chloridwerte im Rheintal von über 20 g Chlorid/l sind nicht dargestellt. (Gestrichelte Linie: Median; durchgezogene Linie: Mittelwert; unterer Rand der Box: 1. Quartil; oberer Rand der Box: 3. Quartil; Punkte: Messungen ausserhalb 1. und 3. Quartil; Die Zahlen entlang der x-Achse geben die Anzahl Messwerte an, aus denen der Boxplot berechnet wurde.)

## 5.2 SPURENELEMENTE

### 5.2.1 GRUNDLAGEN

Spurenelemente kommen in geringen Konzentrationen natürlicherweise in der Erdkruste vor. Spurenelemente sind vorwiegend Metalle und Halbmetalle. In diesem Bericht werden alle Elemente als Spurenelemente bezeichnet, welche nicht der Gruppe der Hauptinhaltsstoffe zugewiesen sind.

Die Spurenelemente gelangen hauptsächlich durch die Verwitterung des Gesteins ins Grundwasser. Einzelne Elemente kommen jedoch auch in Alltagsprodukten vor und können beispielsweise via Abwasser, Landwirtschaft oder frühere gewerblich-industrielle Nutzungen ins Grundwasser gelangen. Im Grundwasser liegt ihre Konzentration meist im Bereich von Mikrogramm pro Liter.

Einige Spurenelemente (z.B. Chrom, Eisen, Kupfer, Mangan, Selen und Zink) sind in geringen Mengen notwendig für lebende Organismen, führen aber in höheren Konzentrationen zu Wachstums- und Stoffwechselstörungen. Die toxische Wirkungsschwelle liegt in vielen Fällen nur wenig oberhalb der geogenen Hintergrundkonzentration.

In der Gewässerschutzverordnung sind keine Anforderungswerte für Spurenelemente definiert. In der Begleitung Grundwasserschutz (BUWAL 2004b) gibt es für neun Elemente Indikatorwerte: 0.01 µg/l für Quecksilber, 0.05 µg/l für Cadmium, 1 µg/l für Blei, 2 µg/l für Chrom und Kupfer und 5 µg/l für Arsen, Nickel, Selen und Zink.

### 5.2.2 RESULTATE

Abb. 12 und Tab. 3 geben einen Überblick über die gemessenen Spurenelemente und die vorgefundenen Konzentrationen. In über 80 % der Messstellen wurde Zink nachgewiesen, über 60 % der Messstellen liegen für dieses Element über dem Indikatorwert. Beim Kupfer liegen 36 % der Messstellen über dem Indikatorwert. Bei Blei, Cadmium, Chrom und Quecksilber sind rund 10 % der Messstellen gegenüber dem Indikatorwert erhöht.

Arsen, Kupfer und Zink kommen in den meisten Messstellen vor. Die Konzentrationen sind in den verschiedenen Grundwassergebieten vergleichbar mit Ausnahme von Arsen, welches im Rheingrundwasserleiter deutlich höhere Konzentrationen aufweist. Blei und Cadmium werden vorwiegend im Rheintal nachgewiesen mit vereinzelt erhöhten Konzentrationen in einzelnen Messstellen in den anderen Grundwasserleitern. Chrom, Nickel und Selen treten vor allem in den Grundwässern im Rheintal und Allschwil und teilweise im unteren Birstal auf. In den anderen Grundwassergebieten wurden nur vereinzelt Nachweise dieser Elemente festgestellt. Quecksilber wurde praktisch ausschliesslich im Grundwasser des Rheintals gefunden. Eine Häufung der Nachweise und erhöhten Konzentrationen von Spurenelementen finden sich im Rheintalgrundwasserleiter gefolgt von Befunden im Grundwasser in Allschwil und dem unteren Birstal.

Wurde bei den Spurenelementen Quecksilber, Cadmium, Kupfer und Zink in einer Probenahmestelle eine Konzentration über der Bestimmungsgrenze gemessen, so waren die Konzentrationen in diesen Probenahmestellen in 50-100 % über dem Indikatorwert. Bei den Spurenelementen Blei, Chrom und Nickel lag dieser Wert bei 10-50 %, bei Arsen und Selen bei unter 10 %.

Arsen wurde über den gesamten Kanton in rund 80 % der Messstellen nachgewiesen (siehe Abb. 13). Die geogene Hintergrundbelastung liegt zwischen 0.5 und 5 µg/l. Im Grundwasser aus dem Muschelkalk im Rheintal und lokal im Laufental liegen natürlicherweise erhöhte Konzentrationen von Arsen vor. Im Laufental gibt es Gesteinsvorkommen mit relativ hohen Arsengehalten. Auf Grund der schlechten Löslichkeit von Arsen aus diesen Gesteinen wird Arsen aber kaum ins Grundwasser eingetragen. Im Weiteren befinden sich wenige, anthropogen beeinflusste Messstellen im Abstrom von belasteten Standorten, in welchen erhöhte Arsenwerte festgestellt wurden.

Kupfer und Zink kommen im gesamten Grundwasser des Kantons in erhöhten Konzentrationen vor (siehe Abb. 14). Von Überschreitungen der Indikatorwerte sind bei Kupfer 50 % und bei Zink über 60 % der Messstellen betroffen. Die beiden Schwermetalle werden über Dächer und Fassaden sowie durch den Strassenverkehr (z.B. Abrieb von Reifen, Bremsen) und aus der Landwirtschaft ins Grundwasser eingetra-

**Tabelle 3:** Übersicht Spurenelemente

Spurenelement	Einheit	AnzPNS	AnzMess	Min	Median	Max
Antimon	µg/l	761	4337	0	0	30.449
Arsen	µg/l	766	4525	0	0.9	2100
Barium	µg/l	688	3367	0	45	680
Beryllium	µg/l	634	3019	0	0	0
Blei	µg/l	765	4290	0	0	45
Bor	µg/l	752	4366	0	33.05	26000
Cadmium	µg/l	775	4362	0	0	3.2
Cer	µg/l	2	4	0	0.0015	0.032
Chrom	µg/l	762	4379	0	0	12000
Cobalt	µg/l	687	3315	0	0	22
Fluor	µg/l	465	4407	0	110	56000
Gallium	µg/l	611	2921	0	4.6	110
Kupfer	µg/l	774	4517	0	1	650
Lanthan	µg/l	2	4	0.002	0.0025	0.026
Lithium	µg/l	704	3476	0	4.57	3000
Molybdaen	µg/l	687	3259	0	0	45
Nickel	µg/l	707	3743	0	0	3000
Quecksilber	µg/l	751	4051	0	0	2.99
Selen	µg/l	717	3990	0	0	65
Strontium	µg/l	693	3412	0	390	25000
Thallium	µg/l	633	2999	0	0	4
Thorium	µg/l	2	4	0	0	0.001
Titan	µg/l	4	22	0	0	0
Uran	µg/l	699	3424	0	0.64	63.34
Vanadium	µg/l	687	3258	0	0	24
Yttrium	µg/l	23	46	0	0	0.05
Zink	µg/l	769	4352	0	3.7235	18000
Zinn	µg/l	599	2453	0	0	3936

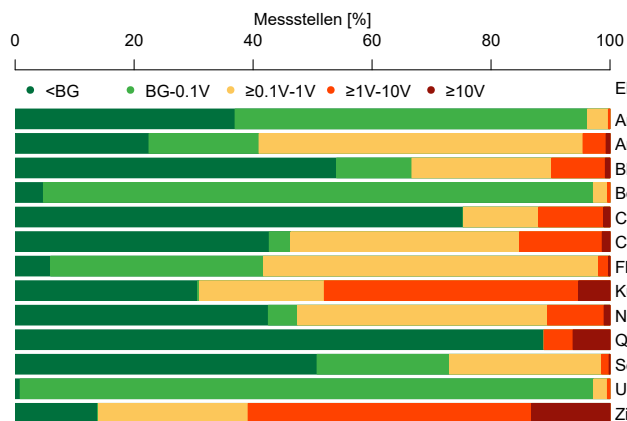
gen. Zudem bestehen auch einige Piezometer und Grundwasserfassungen aus verzinkten Bauteilen, die die Schwermetalle ans Grundwasser abgeben können.

In den anderen Grundwassergebieten kommen Spurenelemente eher punktuell vor. Bor weist erhöhte Konzentrationen im Grundwasser im Rheintal und etwas weniger ausgeprägt in Allschwil auf (Abb. 15). Bor kommt sowohl im häuslichen Abwasser wie auch im Kehrriech vor und ist somit ein Indikator für Siedlungsabfälle und undichte Kanalisationen. Chrom ist im unteren Birstal verbreitet festzustellen (Abb. 16). Chrom kann aus undichten Kanalisationen aus dem Siedlungsgebiet stammen, was die erhöhten Werte in Allschwil und im Birstal erklären könnte.

### 5.2.3 ZUSTAND UND ENTWICKLUNG

Die Indikatorwerte in der Begleitung Grundwasserschutz wurden tief festgelegt und sollen die natürlichen geogenen Verhältnisse zeigen. Dies kann dazu führen, dass stärker mineralisiertes Grundwasser wie z. B. die Tiefenwässer im Rheintal Überschreitungen der Indikatorwerte aufweisen, wie beispielsweise beim Selen. Die Spurenelemente Zink und Kupfer liegen gegenüber den natürlichen geogenen Verhältnissen praktisch im ganzen Kanton in erhöhten Konzentrationen vor. Die übrigen Spurenelemente werden hauptsächlich im Grundwasser des Rheintals nachgewiesen. Deren Werte liegen dort vermehrt über den Indikatorwerten. In den anderen Grundwassergebieten kommen nur an einzelnen Messstellen Überschreitungen der Indikatorwerte vor.

Die gemessenen Konzentrationen an Spurenelementen führen in keinem Grundwasserleiter zu einer Einschränkung der Nutzung. Auch muss kein Trinkwasser aufgrund der Befunde aufbereitet werden. Die zulässigen Höchstkonzentrationen in der TBDV liegen teilweise deutlich höher als die Anforderungen in

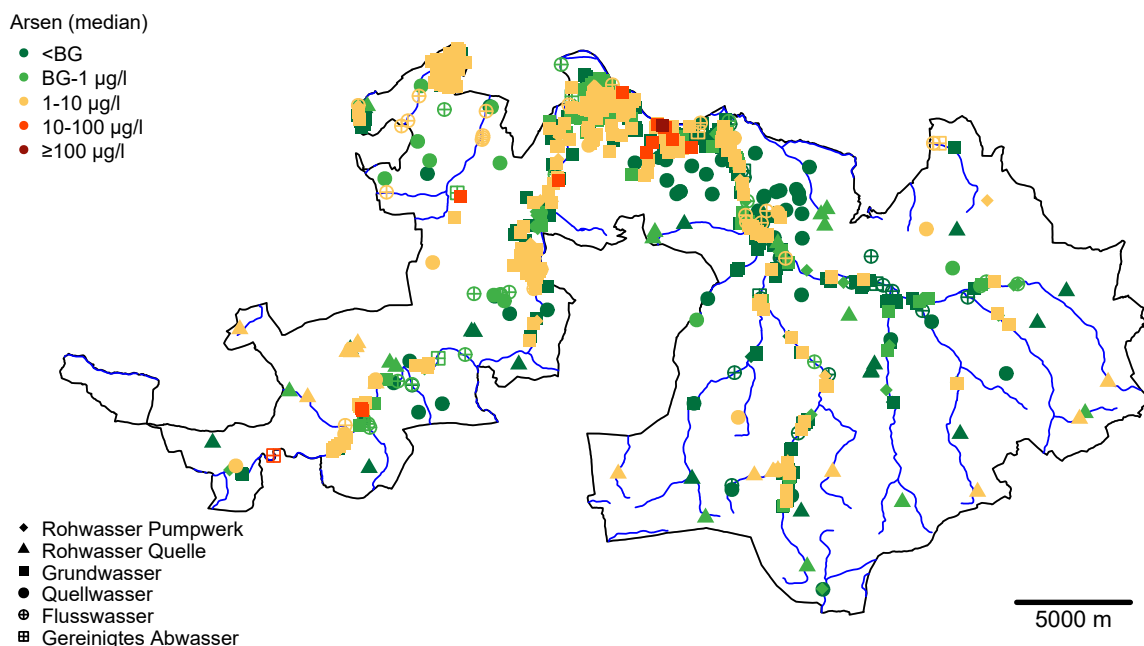


### Spurenelemente

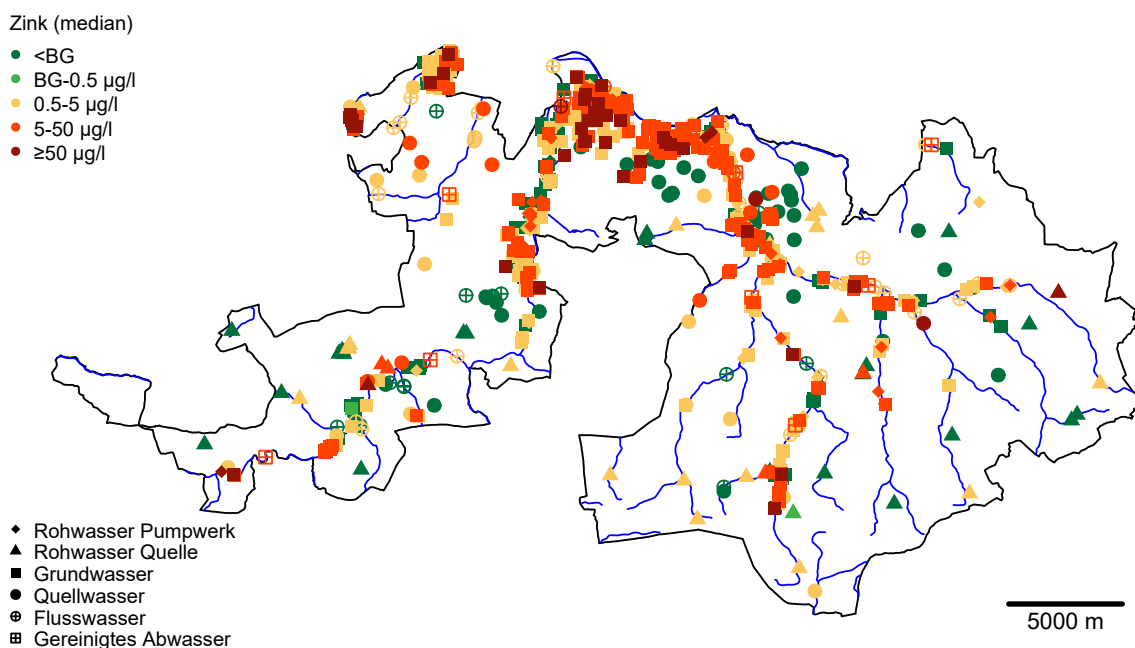
Element	n	n>0	n>V	n>V in %	V
Antimon	768	484	2	0.3	5 µg/l
Arsen	773	599	34	4.4	10 µg/l
Blei	775	356	71	9.2	1 µg/l
Bor	756	720	3	0.4	7000 µg/l
Cadmium	785	194	94	12.0	0.05 µg/l
Chrom	770	441	84	10.9	2 µg/l
Fluor	467	439	7	1.5	1500 µg/l
Kupfer	781	541	311	39.8	2 µg/l
Nickel	714	410	62	8.7	5 µg/l
Quecksilber	758	84	82	10.8	0.01 µg/l
Selen	719	354	9	1.3	5 µg/l
Uran	701	695	3	0.4	30 µg/l
Zink	776	668	469	60.4	5 µg/l

**Abbildung 12:** Übersicht über Spurenelemente, für welche ein Indikatorwert vorliegt. Bei all diesen Spurenelementen wurden Überschreitungen des Indikatorwertes festgestellt. (n: Anzahl Probenahmestellen, BG: Bestimmungsgrenze, V: Indikatorwert des Spurenelements gemäss Indikatorliste in [BUWAL 2004b](#))

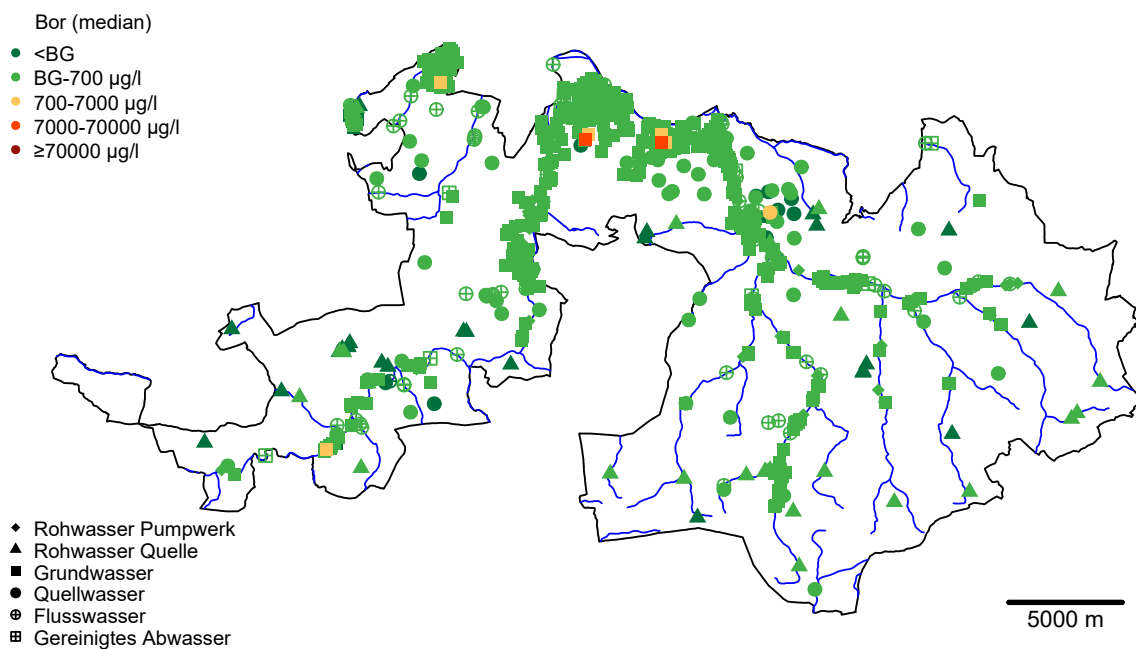
der Gewässerschutzverordnung oder der Wegleitung Grundwasserschutz ([BUWAL 2004b](#)). Zum Beispiel ist der Indikatorwert von Zink in der Wegleitung Grundwasserschutz ([BUWAL 2004b](#)) bei 5 µg/l festgelegt worden, der Höchstwert der Verordnung des EDI über Trinkwasser sowie Wasser in öffentlich zugänglichen Bädern und Duschanlagen liegt bei 5'000 µg/l. Mittelfristig sind keine grösseren Veränderungen in den Konzentrationen der Spurenelemente zu erwarten.



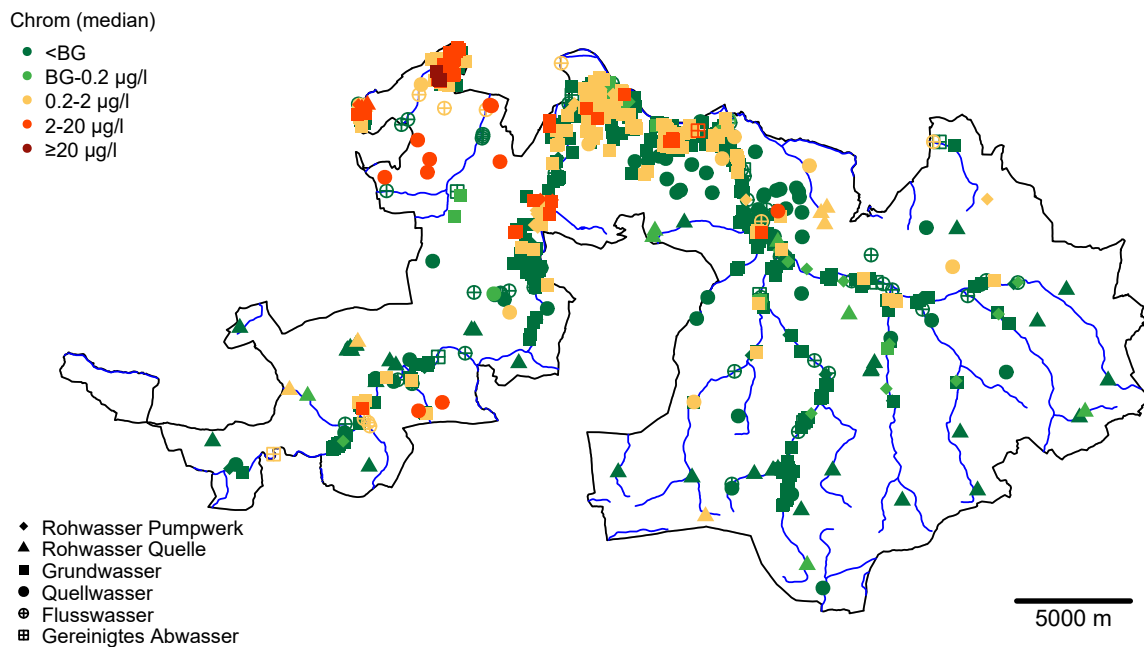
**Abbildung 13:** Räumliche Verbreitung von Arsen in den Grund- und Oberflächengewässern im Kanton. Das Spurenelement ist hauptsächlich geogen bedingt, kann vereinzelt anthropogen erhöht sein, wie im Grundwasser des Rheintals ersichtlich. (BG: Bestimmungsgrenze)



**Abbildung 14:** Räumliche Verbreitung von Zink in den Grund- und Oberflächengewässern im Kanton. Zink stammt vorwiegend von Dächern, Fassaden, Verkehrswegen und der Landwirtschaft. (BG: Bestimmungsgrenze)



**Abbildung 15:** Räumliche Verbreitung von Bor in den Grund- und Oberflächengewässern im Kanton. Das Spurenelement ist hauptsächlich geogen bedingt, kann jedoch anthropogen erhöht sein, wie im Grundwasser des Rheintals ersichtlich. (BG: Bestimmungsgrenze)



**Abbildung 16:** Räumliche Verbreitung von Chrom in den Grund- und Oberflächengewässern im Kanton. Chrom wird vorwiegend über Abwasser (undichte Kanalisation) und belastete Standorte eingetragen. (BG: Bestimmungsgrenze)

## 5.3 NITRAT

### 5.3.1 GRUNDLAGEN

Im Grundwasser kommt Nitrat natürlicherweise nur in geringen Konzentrationen vor, da im anthropogen unbeeinflussten Boden nur wenig verfügbarer Stickstoff vorliegt, der in Nitrat umgewandelt und dann durch Niederschlagswasser ausgewaschen werden kann.

Anthropogen bedingt wird Nitrat durch die landwirtschaftliche Stickstoffdüngung und in urbanen Gebieten durch die Düngung von Sportplätzen, Grünanlagen und Gärten wie auch durch defekte Abwasserleitungen ins Grundwasser eingebracht. Die landwirtschaftlichen Böden weisen durch die jahrzehntelange Düngung ein Stickstoffdepot auf. Durch die Bodenbearbeitung und die mikrobiellen Prozesse wird der im Boden gebundene Stickstoff in Nitrat umgewandelt und ins Grundwasser ausgewaschen.

Der Austrag von Nitrat aus dem Boden ins Grundwasser ist stark abhängig von der Menge an eingesetztem Stickstoffdünger, dem bereits im Boden vorhandenen Stickstoffdepot, der Bodenbearbeitung und der Bodenbedeckung. Das Klima kann auch einen wesentlichen Anteil auf den Nitratreintrag ins Grundwasser haben. So wurde in den Jahren nach dem heissen und trockenen Sommer 2003 in vielen Grundwässern in der Schweiz ein Nitratanstieg beobachtet (Hunkeler u. a. 2021). Durch den Klimawandel gehäuft auftretende Trockenperioden könnten die Nitratgehalte im Grundwasser daher steigen lassen.

Der Anforderungswert für die Nitratkonzentration in Grundwasser, das für Trinkwasserzwecke genutzt wird, liegt gemäss Gewässerschutzverordnung bei 25 mg/l. Im Trinkwasser ist der Höchstwert bei 40 mg/l festgelegt. Der Parameterwert gemäss der EU-Richtlinie 98/83/EG beträgt für Nitrat 50 mg/l.

### 5.3.2 RESULTATE

Im Zeitintervall von 2015 bis 2020 wurden an rund 16 % der Messstellen eine Überschreitung des Anforderungswertes der Nitratkonzentration von 25 mg/l festgestellt. Dies ist der tiefste Prozentsatz seit 1990. Bis 2014 lag die Häufigkeit der Überschreitungen bei 20-23 % mit einer leichten Spitze im Zeitraum von 2005 bis 2009 (siehe Abb. 17). In diesem Zeitraum wurden auch am häufigsten Überschreitungen des Höchstwertes für Trinkwasser von 40 mg/l festgestellt. Seither sind die Nitratkonzentrationen für den ganzen Kanton tendenziell rückläufig.

Die Abnahme der Nitratkonzentrationen im Grundwasser ist in verschiedenen Grundwassergebieten erkennbar, so insbesondere in Allschwil/Schönenbuch, im unteren Birstal und im unteren Ergolztal. Im unteren Ergolz- und unteren Birstal ist eine Abnahme der Messstellen mit Konzentrationen über 25 mg/l zu beobachten.

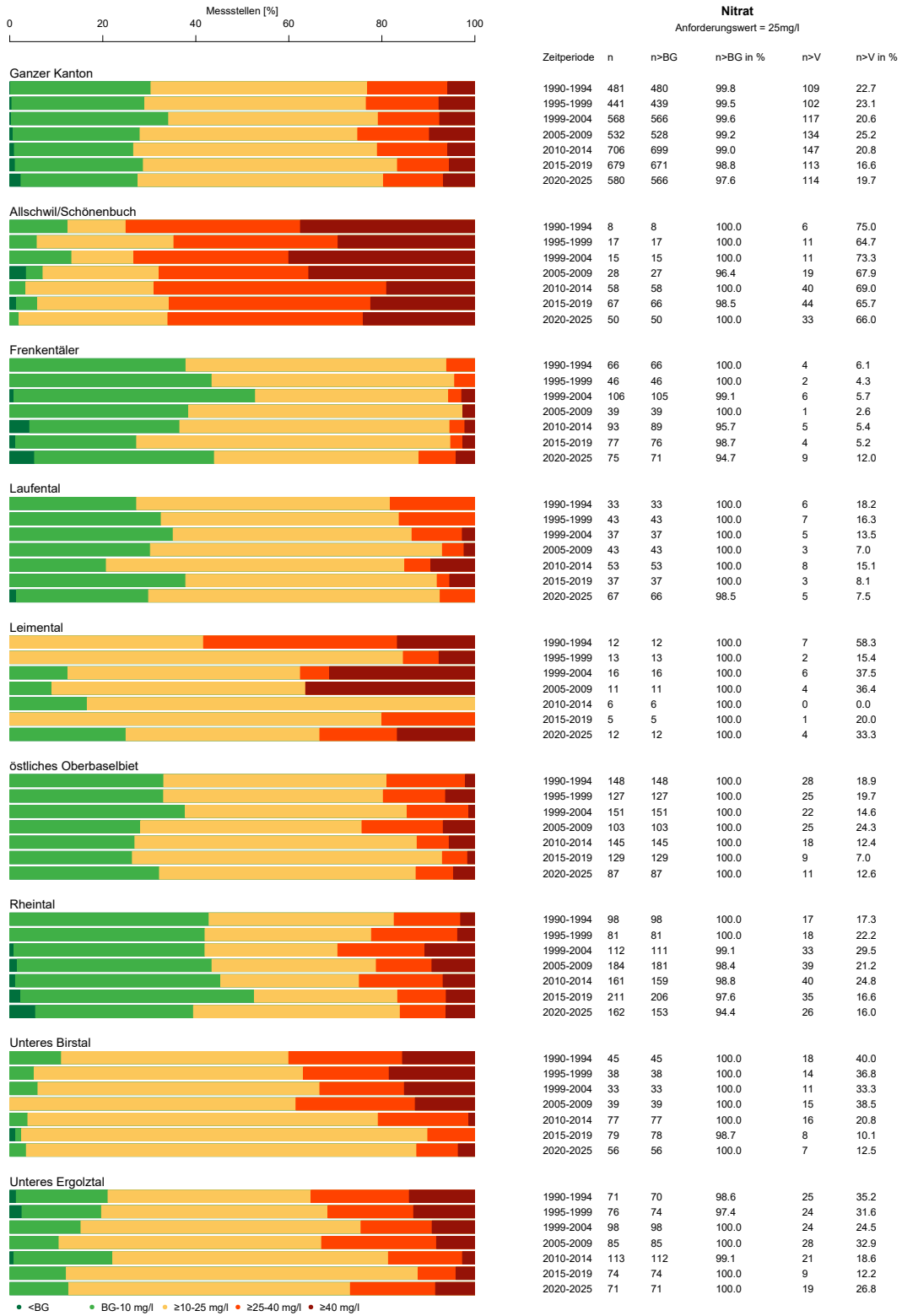
Im Rheintal hat es im Zeitraum 2015-2020 mehr Messstellen mit niedrigeren Nitratkonzentrationen als in den Zeitperioden davor. Zudem wird eine zunehmende Anzahl von Messstellen ohne Nachweis von Nitrat beobachtet. Einerseits haben die Nitratkonzentrationen in den seit längerem untersuchten Messstellen tendenziell abgenommen. Andererseits wurden in Folge des Ausbaus des Messstellennetzes vermehrt Messstellen mit niedrigen Nitratkonzentrationen untersucht.

Abbildung 18 zeigt die Verbreitung der Nitratkonzentrationen in den Grundwassergebieten und Oberflächengewässern. Die höchsten Mittelwerte weisen die Piezometer und Quellen in Allschwil / Schönenbuch auf. Insbesondere bei den Quellen liegen die Werte dort sogar über dem Trinkwasserhöchstwert. Für die anderen Grundwassergebiete liegen die Werte zwischen 5 und 20 mg/l (1. bis 3. Quartil). In den Oberflächengewässern des Laufen- und Rheintals werden die tiefsten mittleren Nitratkonzentrationen unter 7 mg/l festgestellt. Die Oberflächengewässer in den anderen Gebieten weisen Konzentrationsbereiche von rund 7 bis 18 mg/l auf.

Im Einzugsgebiet der Ergolz, das die Grundwassergebiete Frenkentäler, östliches Oberbaselbiet und unteres Ergolztal einschliesst, kann in den Piezometern und Brunnen ein Anstieg der Konzentrationen vom Ober- zum Unterlauf festgestellt werden (siehe Abb. 19). Im Einzugsgebiet der Birs ist dieser Trend vom Ober- zum Unterlauf nicht vorhanden. Hier gibt es neben verbreiteten Werten unter 25 mg/l einzelne Grundwasseraufschlüsse mit erhöhten Konzentrationen. So ist im unteren Birstal der Einfluss

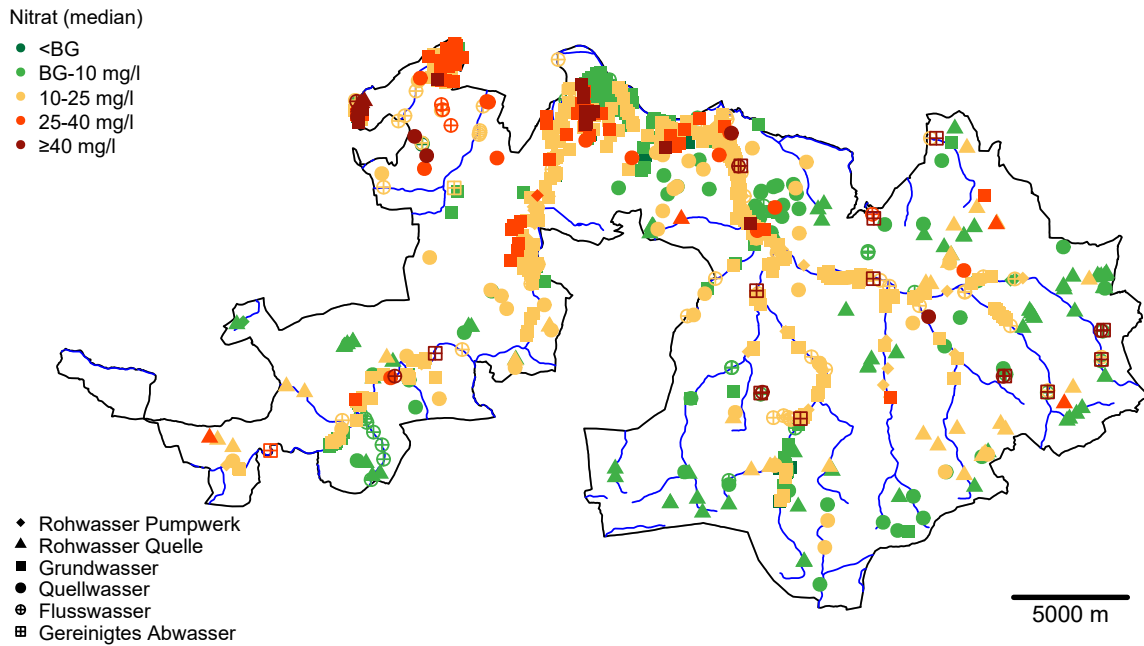
der Landwirtschaft auf den westlichen Bereich des Grundwasserleiters auf der Höhe von Reinach zu erkennen. Die erhöhten Nitratkonzentrationen in Schönenbuch sind ebenfalls auf die Landwirtschaft zurückzuführen.

In urbanen Gebieten wie im Rheintal oder in Allschwil treten vermehrt höhere Nitratkonzentrationen im Grundwasser auf. Eine bedeutende Quelle des Nitrats ist vermutlich Abwasser, das aus lecken Kanalisationen ins Grundwasser versickert. Neben den erhöhten Nitratwerten in Muttenz/Pratteln fallen die tiefen Konzentrationen im Hardwald in Muttenz auf. Grund dafür ist, dass für die Trinkwasserproduktion der Grundwasserleiter mit Rheinwasser angereichert wird, welches einen geringen Nitratgehalt aufweist.



**Abbildung 17:** Zeitlicher Verlauf der Nitratkonzentrationen im ganzen Kanton und den acht Grundwassergebieten. (n: Anzahl Probenahmestellen, BG: Bestimmungsgrenze, V: Anforderungswert gemäss GSchV).





**Abbildung 19:** Räumliche Verbreitung des Medians der Nitratkonzentrationen. (BG: Bestimmungsgrenze)

### 5.3.3 ZUSTAND UND ENTWICKLUNG

Bei 84 % aller beprobten Grundwassermessstellen lag der Nitratgehalt im Zeitraum 2015 bis 2020 unter dem Anforderungswert von 25 mg/l. Betrachtet man lediglich die NAQUA-Messstellen im Kanton Basel-Landschaft, lag die Nitratkonzentration im Grundwasser im Jahr 2015 bei 87.5 % und im Jahr 2017 bei 95.7 % der Messstellen unter 25 mg/l. Bei der Gegenüberstellung der Ergebnisse aus der kantonalen und nationalen Grundwasserbeobachtung ist zu beachten, dass bei NAQUA grösstenteils Grundwasser an oder nahe bei Trinkwasserfassungen untersucht wird, wo eine bessere Wasserqualität erwartet werden darf. Überschreitungen des Trinkwasserhöchstwertes von 40 mg/l gab es bezogen auf alle beprobten Messstellen in den letzten fünf Jahren an weniger als 4 % und bezogen auf die gut 20 NAQUA-Messstellen an lediglich einer Messstelle. Der Zustand des Grundwassers im Kanton Basel-Landschaft betreffend Nitrat kann als befriedigend bis gut bezeichnet werden. Im gesamtschweizerischen Durchschnitt weist das Grundwasser im Kanton Basel-Landschaft eine leicht tiefere Nitratkonzentration auf.

Die relative Häufigkeit der Messstellen mit Nitratgehalten über dem Anforderungswert von 25 mg/l ist seit dem Zeitraum 2005-2009 von 23 % auf 16 % im Zeitraum 2015-2020 zurückgegangen. Die Entwicklung zu tieferen Nitratgehalten im Grundwasser in den letzten Jahren lässt sich auch anhand der NAQUA-Daten ableiten. Die Messstellen mit Überschreitungen des Anforderungswerts und des Trinkwasserhöchstwerts sind seit 2002 bis 2017 mit gewissen Schwankungen tendenziell rückläufig.

Die Konzentrationen von Nitrat sind in einigen Grundwassergebieten bereits tief (z. B. Frenkentäler, unteres Birstal, unteres Ergolzthal). Ohne wesentliche Änderung in der landwirtschaftlichen Bewirtschaftung werden sich in diesen Gebieten die Konzentrationen von Nitrat zukünftig nicht weiter senken lassen.

## 5.4 PESTIZIDE

### 5.4.1 GRUNDLAGEN

Die industrielle Produktion von Pestiziden (Pestizide und Biozide) begann etwa in der Mitte des letzten Jahrhunderts. Pestizide wurden in den folgenden Jahrzehnten in grossen Mengen eingesetzt. Einige Jahrzehnte später wurden sie erstmals im Grundwasser nachgewiesen. Schädliche Wirkungen dieser Stoffe auf die Umwelt waren bekannt oder wurden neu festgestellt. Dies hat zu verschiedenen Massnahmen wie Anwendungs- oder Verkaufsverboten geführt. Zum Beispiel ist der Einsatz von zahlreichen Wirkstoffen der früher häufig eingesetzten Pestizide Atrazin, Simazin oder Mecoprop seit mehreren Jahren in der Schweiz nicht mehr erlaubt.

Über 1000 verschiedene Pestizide werden in der Schweiz hauptsächlich in der Landwirtschaft, aber auch in der Pflege von Baumschulen, Park- und Sportanlagen, Industriearbeiten, Verkehrswegen und Privatgärten eingesetzt. Die verschiedenen Stoffe wirken z. B. als Herbizide, Insektizide, Fungizide, Algizide oder Wachstumsregulatoren. Manche Pestizide zerfallen im Boden und im Grundwasser in Metabolite (Abbaustoffe). Andere Pestizide wiederum sind sehr persistent und über lange Zeiträume nachweisbar. In den Jahren 2004 bis 2006 wurden nach Angaben von Scienceindustries (SGCI) in der Schweiz jährlich rund 1110 t organisch-synthetische Pestizide verkauft. Den höchsten Anteil wiesen dabei die Fungizide und Saatbeizmittel auf (rund 56 %), gefolgt von den Herbiziden (knapp 40 %) und den Insektiziden (rund 4 %). Gemäss Datenerhebungen des Bundesamts für Landwirtschaft sind die Verkäufe von Herbiziden ab dem Jahr 2008 rückläufig, während Verkäufe von Fungiziden und Insektiziden leicht zunehmen. Vermehrt werden Pestizide in der biologischen Landwirtschaft eingesetzt, während der Verkauf von Pestiziden in der konventionellen Landwirtschaft rückläufig ist (BLW 2023). Die Verunreinigungen im Untergrund und im Grundwasser durch Pestizide hängen nicht nur von den Stoffmengen und -eigenschaften ab, sondern auch von klimatischen, hydrogeologischen und pedologischen Faktoren.

Zu den Pestiziden, die zwischen 2004 und 2006 in der Schweiz in hohen Konzentrationen im Grundwasser gemessen wurden, gehören Desethylatrazin, Metolachlor ESA, Metolachlor OXA, 2,6-Dichlorbenzamid, AMPA, Glyphosat und Isoproturon (BAFU 2009).

Für Pestizide ist in der Gewässerschutzverordnung ein Anforderungswert von 0.1 µg/l festgelegt. Dieser Wert gilt auch für relevante Metabolite in genutzten oder dafür vorgesehenen Grundwässern. Ein Metabolit gilt als relevant, wenn Grund zur Annahme besteht, dass er in Bezug auf die (öko)toxikologische Wirksamkeit ähnlich der Ausgangssubstanz ist.

Pestizide, welche häufig im Grundwasser nachgewiesen werden, kommen aus den Gruppen der Chloroacetamiden sowie der Triazine. Metolachlor, ein Derivat des Anilins, und Metazachlor gehören zu den Chloroacetamiden. Metolachlor ist ein Gemisch aus vier isomeren chemischen Verbindungen. Das heute zugelassene S-Metolachlor ist in vielen Pestiziden in der Schweiz enthalten. Metolachlor OXA und Metolachlor ESA sind Abbauprodukte von Metolachlor. Die Chloroacetamide Metolachlor und Metazachlor werden oft in den gleichen Produkten wie die Triazin-Stoffen verwendet. Die Triazine umfassen Stoffe wie Atrazin, Terbutylazin, Simazin, Propazin, Cyanazin, Desisopropylatrazin, Terbutryn, Prometryn und Ametryn. Triazine unterbrechen in der Pflanze den Prozess der Photosynthese. Die Persistenz der Triazine steigt bei trockenen und kalten Bedingungen sowie in sandreichen Böden. Produkte, die Triazine enthalten, werden im Anbau von Mais, Luzerne, Spargel, Wein, Ziersträuchern, Baumschulen und Beeren verwendet. Metolachlor wird als Herbizid z.B. im Maisanbau verwendet. Chloridazon wird überwiegend im Rübenanbau verwendet, Desphenyl-Chloridazon ist ein Abbauprodukt von Chloridazon.

### 5.4.2 RESULTATE

In den untersuchten Grundwassergebieten konnten insgesamt 93 verschiedene Pestizide nachgewiesen werden. Bei 37 davon wurde mindestens eine Überschreitung des Anforderungswertes in mindestens einer Messstelle gemessen (siehe Abb. 20). Insgesamt weisen wenige Messstellen Überschreitungen auf. Bei etwa 30 Wirkstoffen sind nur eine bis fünf Messstellen betroffen. Bei wenigen Stoffen (Chlorthalonil R471811, Desethylatrazin und Metolachlor) sind um 20 bis 30 Messstellen betroffen. Die meisten Nachweise von Pestiziden sind im Rheintal, Schönenbuch und Allschwil sowie dem Laufental zu

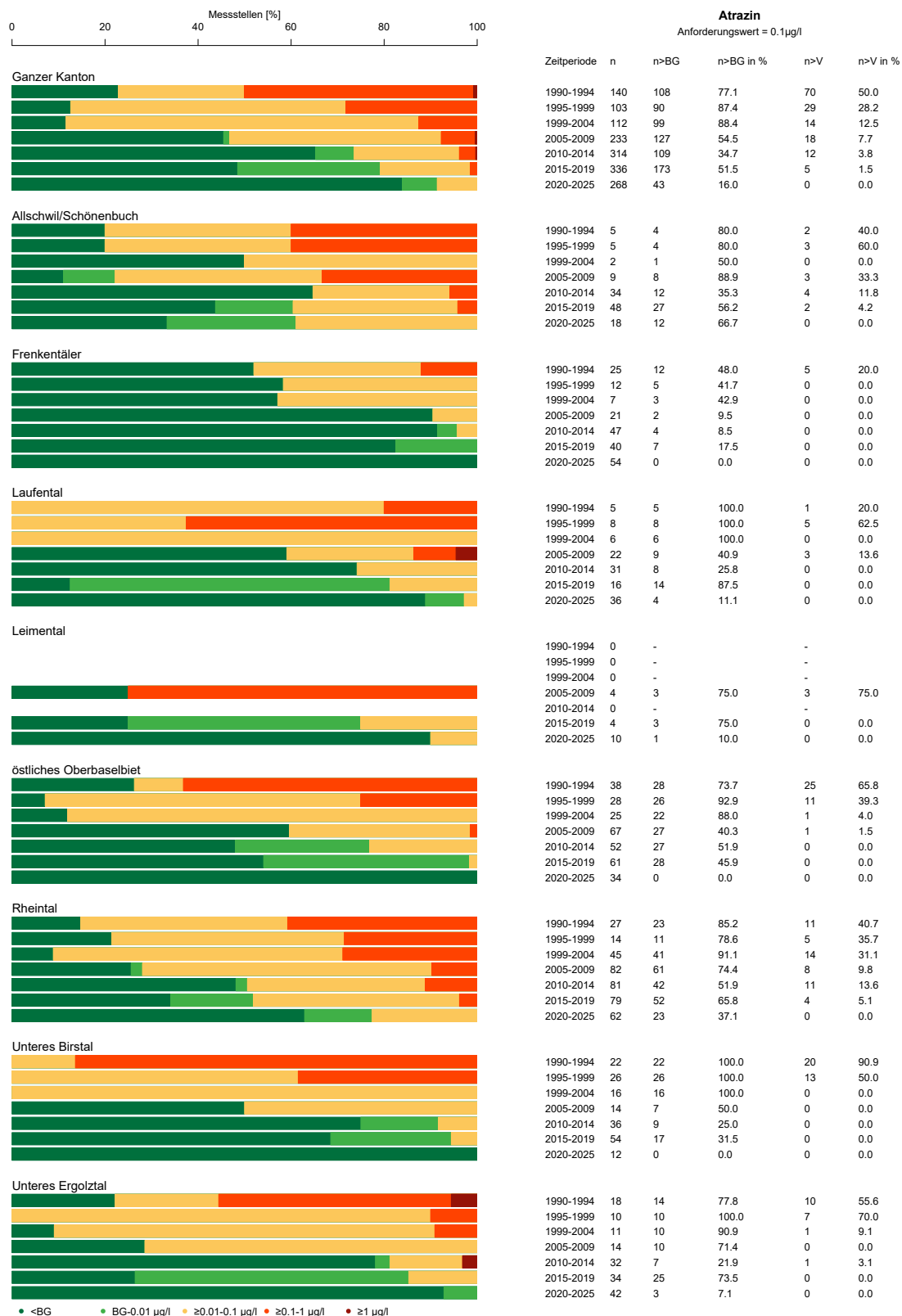
verzeichnen. Die wenigsten Nachweise gibt es in den Süd-Nord verlaufenden Tälern im Einzugsgebiet der Ergolz (Frenkentäler, Diegtertal, Homburgertal, Eital).



**Abbildung 20:** Übersicht über Pestizide, welche in einer Probenahmestelle mindestens einmal über dem Anforderungswert von 0.1 µg/l gelegen haben. (n: Anzahl Probenahmestellen, BG: Bestimmungsgrenze, V: Anforderungswert gemäss GSchV)

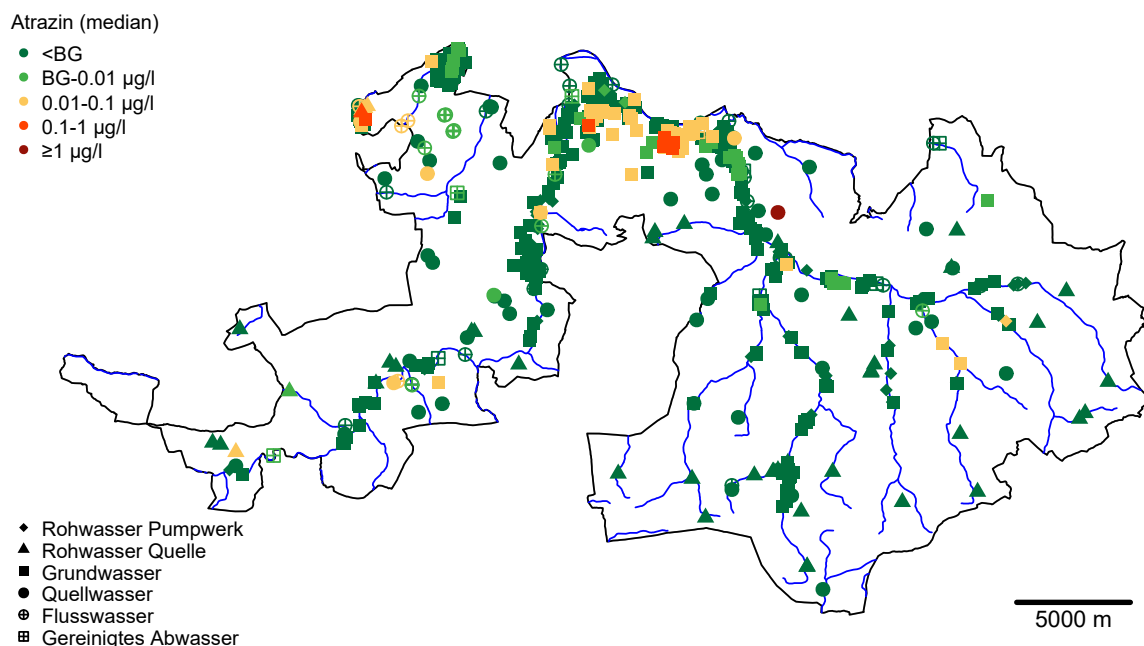
Atrazin sowie Desethylatrazin kommen in den Haupttälern sehr verbreitet und in ähnlicher räumlicher Verbreitung vor (siehe Abb. 22 und 23). Überschreitungen des Anforderungswerts von 0.1 µg/l gemäss GSchV gab es im Grundwasserleiter vom Rheintal und in Schönenbuch. Atrazin ist in der Schweiz seit rund zehn Jahren nicht mehr zugelassen, trotzdem wird der Wirkstoff nach wie vor in rund 50 % der Messstellen nachgewiesen. Bei Desethylatrazin, ein Abbauprodukt von Atrazin, wurde der Anforderungswert doppelt so häufig überschritten wie bei Atrazin. Ein weiterer Metabolit von Atrazin, Desisopropylatrazin, kommt hingegen deutlich seltener vor. Atrazin baut sich im Boden nur langsam ab, im Wasser ist der Abbau noch deutlich langsamer. Im Grundwasser sind Atrazin und seine Metaboliten sehr beständig und kommen Jahre bis Jahrzehnte nach dem Eintrag vor. Simazin ist im Grundwasser des Rheintals, von Allschwil und Schönenbuch zu finden. Simazin ist das neben Atrazin am häufigsten nachgewiesene Triazin.

Abb. 21 zeigt die zeitliche Entwicklung der Konzentration von Atrazin in den Grundwassergebieten im Kanton Basel-Landschaft. Im Zeitraum 1990-1999 wurde Atrazin in 80 % der Messstellen gefunden und war in über 50 % der Messstellen überschritten. Heute (Zeitraum 2010-2019) kann Atrazin zwar noch an rund 50 % der Messstellen nachgewiesen werden, ist der Anforderungswert jedoch nur noch bei 3 % der Messstellen überschritten. Diese liegen im Grundwasser des Rheintals und im unteren Ergolztal. Mittlerweile ist der Wirkstoff durch viele weitere Pestizide ersetzt worden.

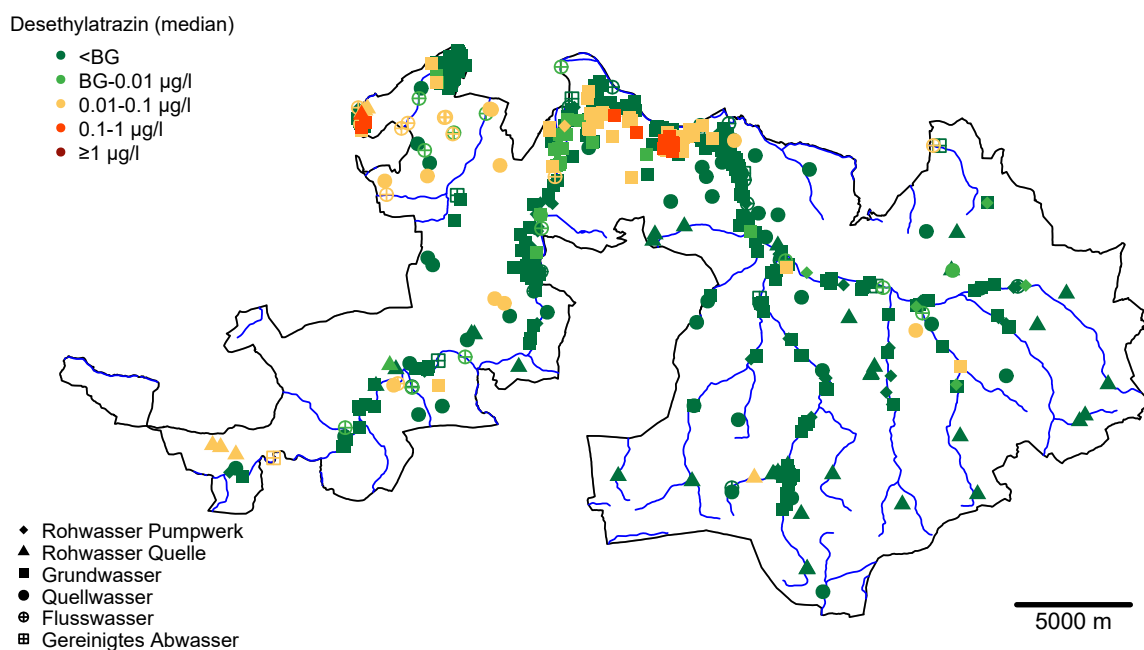


**Abbildung 21:** Entwicklung der Konzentration von Atrazin in den Grundwassergebieten im Kanton Basel-Landschaft. (n: Anzahl Probenahmestellen, BG: Bestimmungsgrenze, V: Anforderungswert gemäss GSchV)

In den grossen Lockergesteinsgrundwasserleitern entlang der Birs, der Ergolz sowie im Grundwasser des Rheintals, von Allschwil und Schönenbuch ist Metolachlor und Desphenyl-Chloridazon zu finden (siehe Abb. 24 und 27).



**Abbildung 22:** Räumliche Verbreitung von Atrazin in Grund- und Oberflächengewässern. Der Anforderungswert liegt bei 0.1 µg/l. (BG: Bestimmungsgrenze)



**Abbildung 23:** Räumliche Verbreitung von Desethylatrazin in Grund- und Oberflächengewässern. Der Anforderungswert liegt bei 0.1 µg/l. (BG: Bestimmungsgrenze)

Die Konzentration von Metolachlor ist insbesondere im Rheintalgrundwasserleiter und in Schönenbuch erhöht. Im Rheintalgrundwasserleiter wurde der Anforderungswert von 0.1 µg/l gemäss GSchV mehrfach überschritten. Der Anforderungswert wurde zudem in zwei Messstellen im Ergolztal überschritten. Die räumliche Verbreitung von Metolachlor OXA ist derjenigen von Metolachlor ähnlich. Der Metabolit Metolachlor ESA (siehe Abb. 25) kommt am häufigsten und in jedem Grundwasserleiter vor. Überschreitungen des Anforderungswertes von 0.1 µg/l gemäss GSchV finden sich ebenfalls in den Grundwasserleitern von Schönenbuch und vom Rheintal.

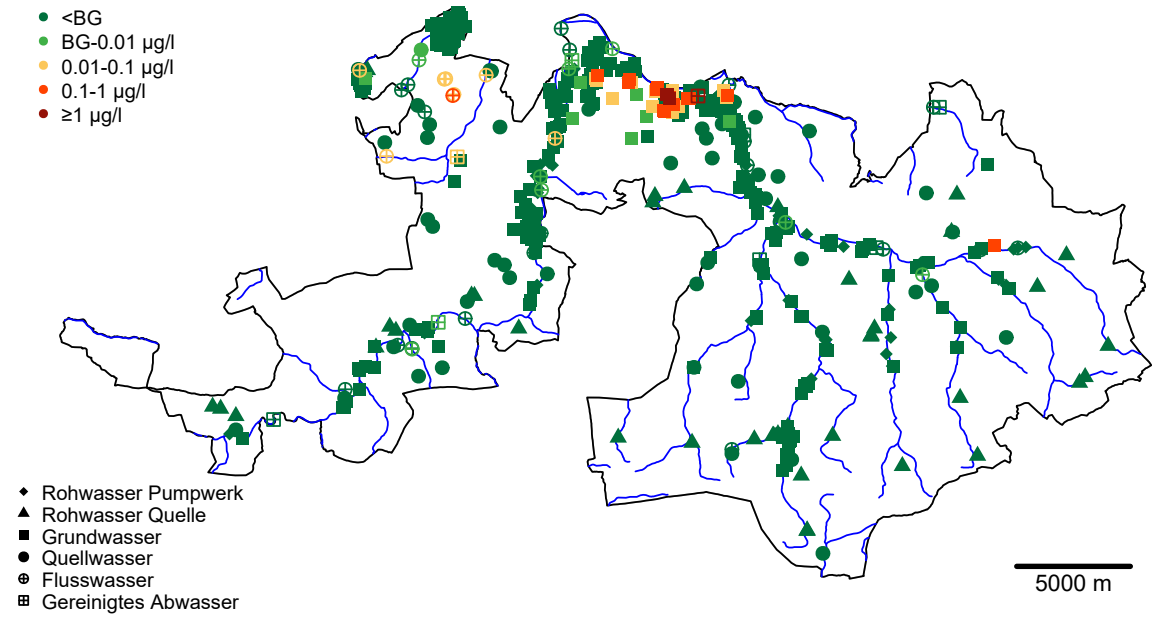
Chloridazon wird seit etwa 40 Jahren als Pestizid in der Landwirtschaft eingesetzt (häufig in Zuckerrüben-Anbaugebieten, BAFU 2019). Chloridazon wird über den Metaboliten Desphenyl-Chloridazon zum

Metaboliten Methyl-Desphenyl-Chloridazon abgebaut. Während Chloridazon im Grundwasser bisher nie über der Bestimmungsgrenze gemessen wurde, kommt Desphenyl-Chloridazon weit verbreitet vor, teilweise über dem Anforderungswert von 0.1 µg/l gemäss GSchV (siehe Abb. 26 und 27). Methyl-Desphenyl-Chloridazon kommt räumlich sehr ähnlich verbreitet wie Desphenyl-Chloridazon vor, allerdings in leicht geringeren Konzentrationen und ohne eine einzige Überschreitung des Anforderungswerts.

Chlorothalonil ist im Jahr 2020 in den Fokus der Öffentlichkeit gelangt, weil das Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen (BLV) diesen Stoff sowie dessen Abbauprodukte neu als relevant für Trinkwasser beurteilt und ein Verkaufsverbot von Chlorothalonil erlassen hat. Im Kanton Basel-Landschaft gibt es bisher nur wenige Untersuchungen auf diesen Stoff und seine Metabolite im Grundwasser. Das Amt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen hat im März und April 2020 Untersuchungen bei 81 Trinkwasserfassungen im Kanton Basel-Landschaft durchgeführt. In keiner der Trinkwasserproben wurde der gesetzliche Höchstwert von 0.1 µg/l überschritten. Zehn Trinkwasserversorger mussten jedoch vorsorgliche Massnahmen treffen, da der Chlorothalonil Metabolit R471811 im Trinkwasser oder Rohwasser in der Nähe vom Höchstwert lag ([Basel-Landschaft 2020](#)).

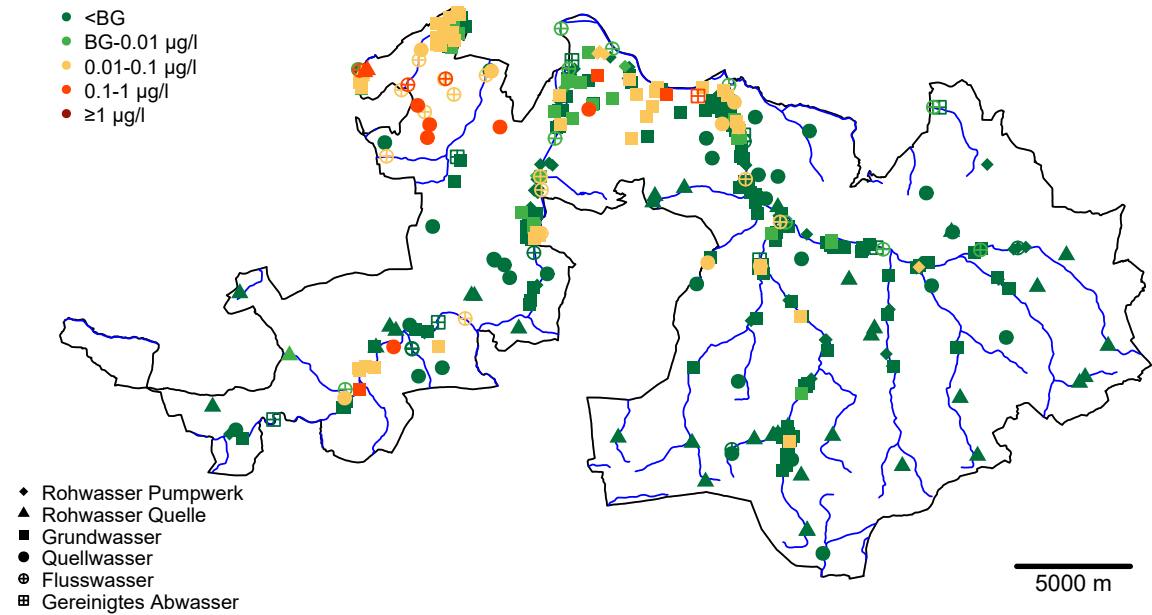
2,6-Dichlorbenzamid wurde in erhöhter Konzentration vor allem in den grossen Tälern (Laufental und unteres Birstal sowie Ergolzthal) sowie in Schönenbuch und Allschwil nachgewiesen. In den genannten Grundwasserleitern wurde der Anforderungswert von 0.1 µg/l gemäss GSchV jeweils in rund 2 % der Messstellen überschritten. Die gemessenen Konzentrationen sind im Grundwasser tendenziell höher als im Oberflächengewässer.

Metolachlor (median)



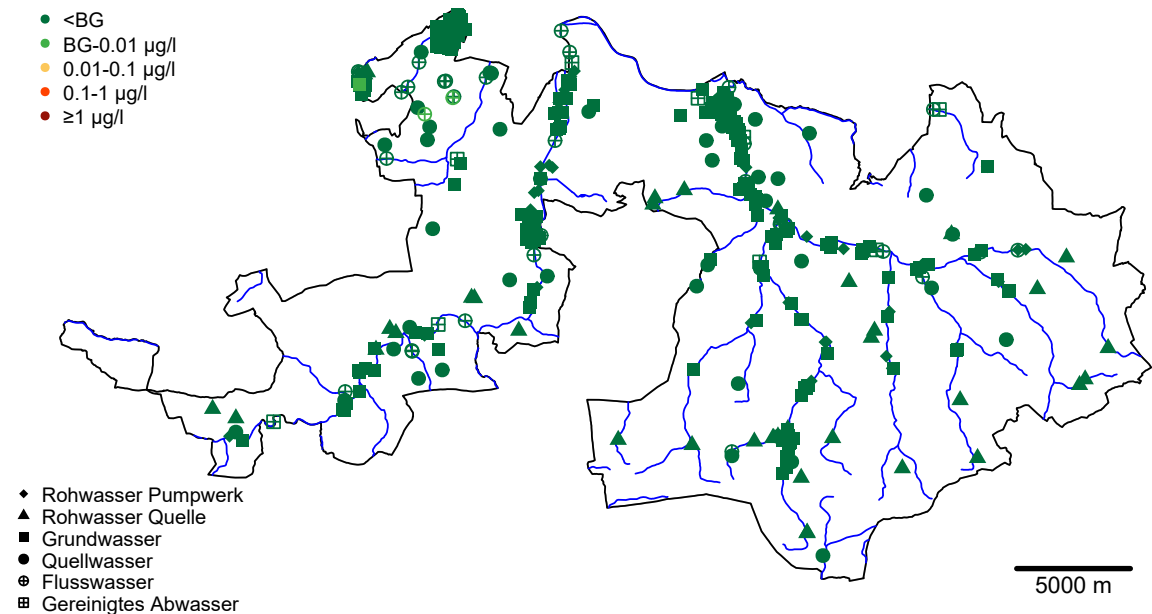
**Abbildung 24:** Räumliche Verbreitung von Metolachlor in Grund- und Oberflächengewässern. Der Anforderungswert liegt bei 0.1 µg/l. (BG: Bestimmungsgrenze)

Metolachlor ESA (median)



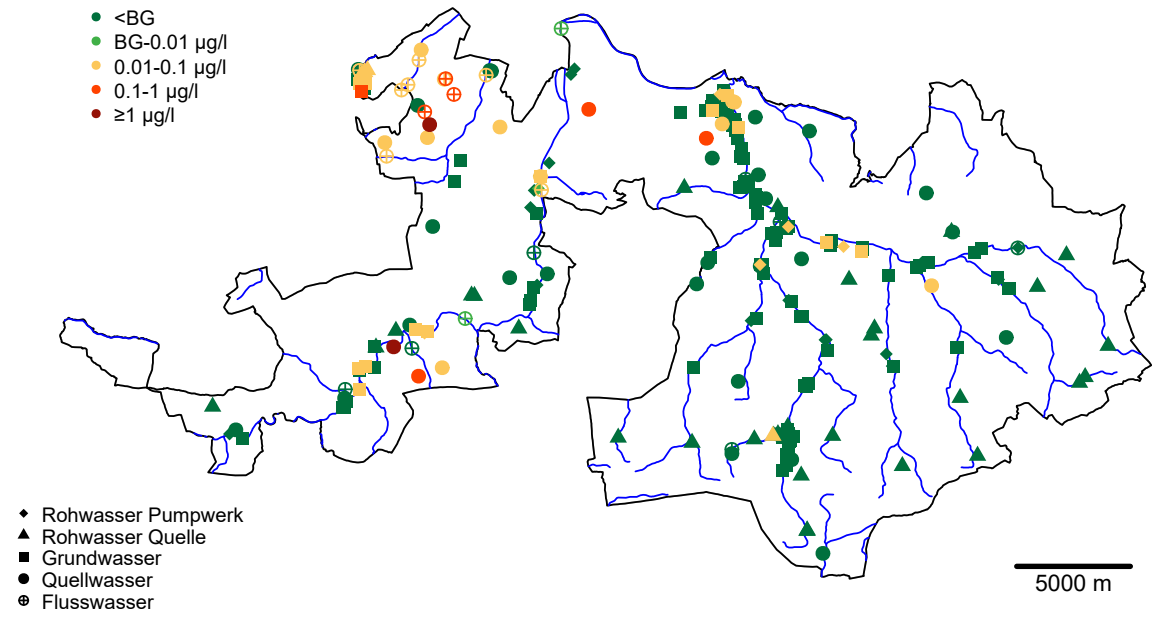
**Abbildung 25:** Räumliche Verbreitung des Metaboliten Metolachlor ESA in Grund- und Oberflächengewässern. Der Anforderungswert liegt bei 0.1 µg/l. (BG: Bestimmungsgrenze)

Chloridazon (median)



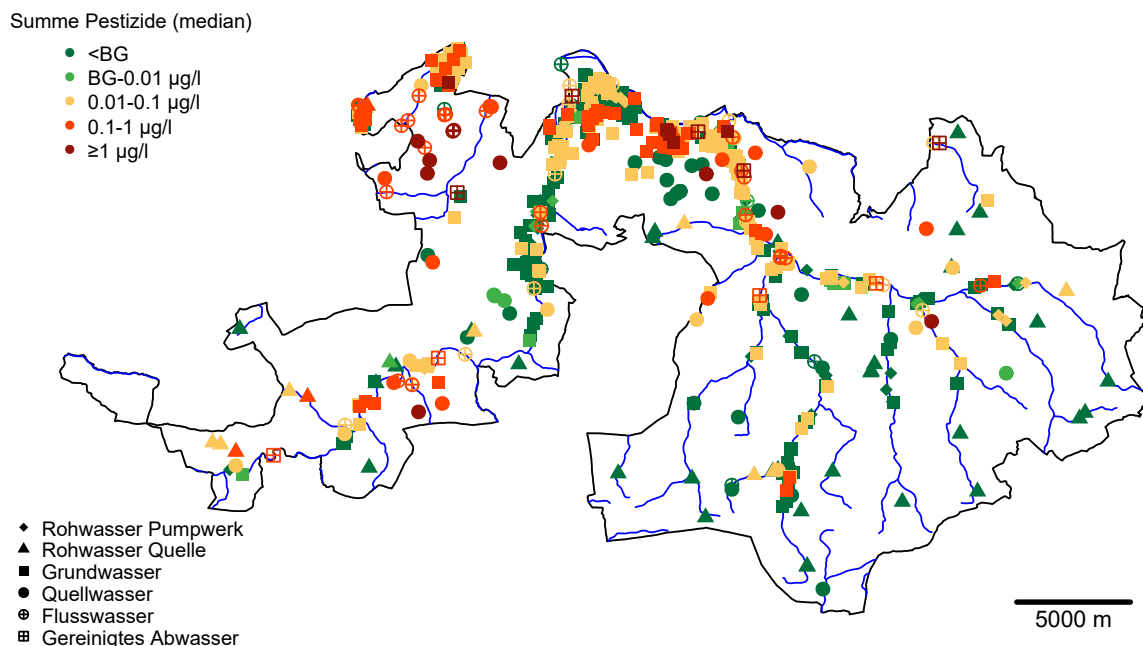
**Abbildung 26:** Räumliche Verbreitung von Chloridazon in Grund- und Oberflächengewässern. Der Anforderungswert liegt bei 0.1 µg/l. (BG: Bestimmungsgrenze)

Desphenyl-Chloridazon (median)



**Abbildung 27:** Räumliche Verbreitung des Metaboliten Desphenyl-Chloridazon in Grund- und Oberflächengewässern. Der Anforderungswert liegt bei 0.1 µg/l. (BG: Bestimmungsgrenze)

Abb. 28 zeigt die Summe der Konzentrationen aller Pestizide. Die Summenwerte liegen im Bereich von 0.01 bis 1 µg/l bei einem Medianwert von ungefähr 0.1 µg/l.



**Abbildung 28:** Summe der Mediankonzentration der gemessenen Pestizide in Grund- und Oberflächengewässern. Im Grundwasser des Rheintals, von Schönenbuch / Allschwil und vom Laufental sind grossflächig höhere Konzentrationen feststellbar. Im Ergolzthal und in den Frenkentaler gibt es vereinzelt höhere Summenwerte. (BG: Bestimmungsgrenze)

Metazachlor wurde einmalig in zwei Proben im Laufental über dem Anforderungswert von 0.1 µg/l gemäss GSchV festgestellt. Ansonsten lag die Konzentration im Grundwasser ausschliesslich unter der Bestimmungsgrenze.

Isoproturon und DEET sind in den Kläranlagen in deutlich höheren Konzentrationen zu messen als im Grundwasser. Im Grundwasser treten sie meist nur in Flussnähe auf. Die Flussinfiltration spielt für diese Stoffen eine wichtige Rolle bei deren Verbreitung im Grundwasser.

Ein wichtiger Verursacher von Einträgen von Pestiziden ins Grundwasser ist die Landwirtschaft. In Gebieten mit intensivem Ackerbau wie in Schönenbuch, im Leimental und im Laufental gibt es viele Nachweise und auch Überschreitungen der Anforderungswerte von Pestizidkonzentrationen.

Im Tafeljura (Oberes Baselbiet und Frenkentaler) gibt es nur wenig Nachweise von Pestiziden und kaum Überschreitungen der Anforderungswerte. Ein Grund dafür ist möglicherweise die räumliche Trennung von Landwirtschaftsflächen und Grundwasserleitern: Die Landwirtschaft wird zu grossen Teilen auf den höheren gelegenen Plateaus betrieben, die grösseren untersuchten Grundwasserleiter liegen in den Tälern, wo sich wenig Landwirtschaft, dafür mehr Siedlungsgebiete befinden.

Auffallend bei den Pestiziden ist deren Häufung in Anzahl und Konzentration im Rheintal. In diesem Gebiet gibt es praktisch keine Landwirtschaft, aber mit dem Güterbahnhof und der Industrie Schweizerhalle andere bedeutende Quellen für Pestizidbelastungen. Auf dem Güterbahnhof in Muttenz wurde früher für die Verhinderung des Pflanzenaufwuchses in den Gleisschottern Atrazin eingesetzt. Die Industrie in Schweizerhalle hat Pestizide produziert und in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts wurden Produktionsrückstände auch in nahe gelegenen Ablagerungsstandorten deponiert. Dabei genügen relativ geringe Mengen an deponierten oder bei der Produktion in den Untergrund gelangten Mengen, um eine deutliche und langandauernde Belastung im Grundwasser zu verursachen.

### 5.4.3 ZUSTAND UND ENTWICKLUNG

Pestizide wurden in allen Grundwassergebieten des Kantons Basel-Landschaft nachgewiesen. Überschreitungen des Anforderungswertes gibt es allerdings wenige. Das Beispiel Atrazin zeigt, dass Pestizide auch

nach ihrem Verbot jahrelang im Grundwasser auftreten können und deren Konzentration vereinzelt immer noch über dem Anforderungswert liegen. Die Grundwassergebieten Rheintal, Schönenbuch und Allschwil weisen im Vergleich zu den anderen Grundwassergebieten die meisten Pestizide auf und zeigen auch die meisten Überschreitungen des Anforderungswerts.

Bisher gibt es keine Einschränkungen für die Nutzung der Grundwasserleiter aufgrund von Pestizidrückständen. Sollten jedoch einzelne Wirksubstanzen oder Metaboliten als toxikologisch relevant eingestuft werden, wären allenfalls Massnahmen zur Reduktion der Stoffe im Grundwasser oder in der Trinkwasseraufbereitung notwendig. Einige Pestizide und Metabolite sind jedoch polar und somit schlecht aus dem Wasser entfernbar, was die Trinkwasseraufbereitung aufwändig gestalten würde. Mittelfristig ist kaum mit einer Veränderung der Belastungssituation des Grundwassers mit Pflanzenschutzmitteln zu rechnen.

## 5.5 FLÜCHTIGE ORGANISCHE VERBINDUNGEN

### 5.5.1 GRUNDLAGEN

Die flüchtigen organischen Verbindungen (engl. volatile organic compounds, VOC) umfassen eine grosse Gruppe von organischen Chemikalien, welche zur Hauptsache aus Kohlenstoff- und Wasserstoffatomen bestehen. Eine einheitliche Definition der VOCs gibt es nicht. Sie können z. B. aufgrund ihrer Siedetemperatur eingeteilt werden in sehr flüchtige organische Verbindungen (Siedepunkt unter 50-100 °C), flüchtige organische Verbindungen (50-100 bis 240-260 °C) und semi-flüchtige Verbindungen (240-260 bis 380-400 °C). Sie können beispielsweise weiter unterschieden werden in (halogenierte) Alkane, Alkene oder Aromaten und aliphatische und aromatische Kohlenwasserstoffe. In diesem Bericht werden die Stoffe aus der Gruppe der VOCs in flüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe (FHKW), monozyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (MAKW) und polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) eingeteilt.

Bei den FHKW sind ein oder mehrere Wasserstoffatome durch Halogenatome (meist Fluor, Chlor, Brom) ersetzt. Die MAKW, welche auch die Gruppe der BTEX (Benzol, Toluol, Ethylbenzol und Xylol) enthält, bestehen aus einer aromatischen Ringverbindung und funktionellen Gruppen. PAKs bestehen aus mindestens zwei miteinander kondensierten aromatischen Ringverbindungen (Benzolringe). Sie entstehen insbesondere bei der unvollständigen Verbrennung von organischen Materialien, überwiegend bei anthropogenen Prozessen, beispielsweise bei der Herstellung von Kohle oder in Gaswerken. PAKs kommen auch in Diesel und Heizöl vor (Umweltbundesamt 2016). Nur wenige PAKs (z.B. Naphthalin) werden bewusst industriell hergestellt. Verschiedene Stoffe aus der Gruppe der FHKW, MAKW und PAK dienen als Lösungsmittel oder werden in der Industrie als Ausgangssubstanzen für die Synthese von organischen Verbindungen oder Kunststoffen verwendet. Die Stoffe werden bereits seit langer Zeit in grossen Mengen eingesetzt und waren entsprechend lange nicht durch eine griffige Umweltschutzgesetzgebung reguliert.

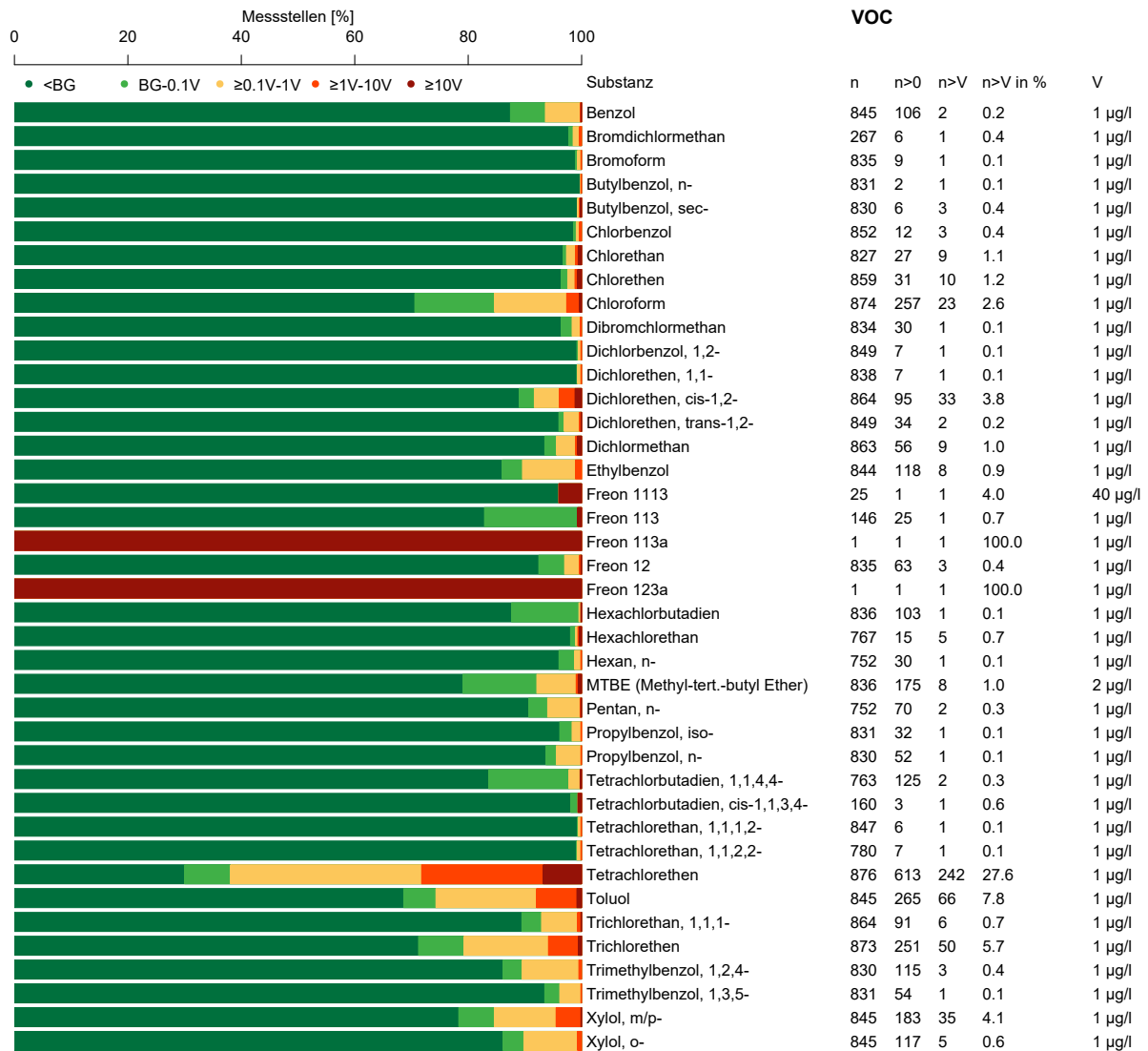
Gemäss den ökologischen Zielen der Gewässerschutzverordnung sollen Stoffe, die Gewässer verunreinigen können und die durch menschliche Tätigkeit ins Wasser gelangen, im Grundwasser nicht vorhanden sein, wenn sie dort natürlicherweise nicht vorkommen (Anh. 1, Ziff. 2, GSchV, SR 814.201). VOCs sollten aus ökologischer Sicht also nicht im Grundwasser vorhanden sein. Für Grundwasser, das als Trinkwasser genutzt wird oder dafür vorgesehen ist, gibt es numerische Anforderungswerte in der Gewässerschutzverordnung. Für FHKW und MAKW beträgt der Anforderungswert 1 µg/l, für PAK 0.1 µg/l, jeweils bezogen auf den Einzelstoff (Anh. 2, Ziff. 22, GSchV, SR 814.201).

### 5.5.2 RESULTATE

Von den rund 120 analysierten FHKW und MAKW konnten in den letzten zehn Jahren 85 Stoffe im Grundwasser nachgewiesen werden. Von diesen Stoffen wurden rund 35 mindestens einmal in einer Messstelle über dem Anforderungswert von 1 µg/l gemessen. Abb. 29 zeigt die Häufigkeit von Nachweisen und Überschreitungen des Anforderungswertes für die VOCs (ohne PAKs).

Belastungen des Grundwassers mit FHKW und MAKW deuten auf ehemalige Betriebsstandorte hin, bei welchen mit VOC-haltigen Stoffen gearbeitet wurde (z.B. chemische Reinigungen, Betriebe zur Entfettung von Metallteilen) oder auf Deponien, in welchen diese Stoffe abgelagert wurden. Auch wenn der Einsatz der Stoffe schon Jahre oder Jahrzehnte zurückliegt, können die FHKW und MAKW immer noch im Grundwasser nachgewiesen werden. Die VOCs kommen im Grundwasser über den gesamten Kanton vor. Im unteren Birstal, unteren Ergolzthal, vorderen Frenkental wie auch im Rheintal sind VOC praktisch überall vorhanden. Dies aufgrund der stärkeren gewerblichen und industriellen Nutzungen in diesen Gebieten und der Deponierung der Stoffe in Ablagerungsstandorten. In den eher ländlichen Gebieten sind deutlich weniger Belastungen mit VOCs sichtbar. Dort jedoch, wo die Stoffe früher gewerblich eingesetzt wurden, sind sie punktuell oder je nach Ausmass der früheren Nutzung und Versickerung der Stoffe im Untergrund auch grossflächiger zu beobachten.

Tetrachlorethen wurde in 72 % der Messstellen nachgewiesen und die Konzentration lag an über 27 % der Messstellen über dem Anforderungswert (Abb. 30). Mit über 30 % Nachweisen wurden Toluol, Trichlorethen und Chloroform ebenfalls häufig gemessen. Die Anforderungswerte wurden an rund 8, 5 resp. 3 % der Messstellen überschritten. Von den MAKW waren m/p-Xylol an rund 25 % der Messstellen



**Abbildung 29:** Übersicht über die VOCs (ohne PAKs), welche in einer Probenahmestelle mindestens einmal über dem Anforderungswert von 1 µg/l gelegen haben. (n: Anzahl Probenahmestellen, BG: Bestimmungsgrenze, V: Anforderungswert gemäss GSchV)

nachweisbar, o-Xylol, Benzol und Ethylbenzol an je rund 15 % der Messstellen.

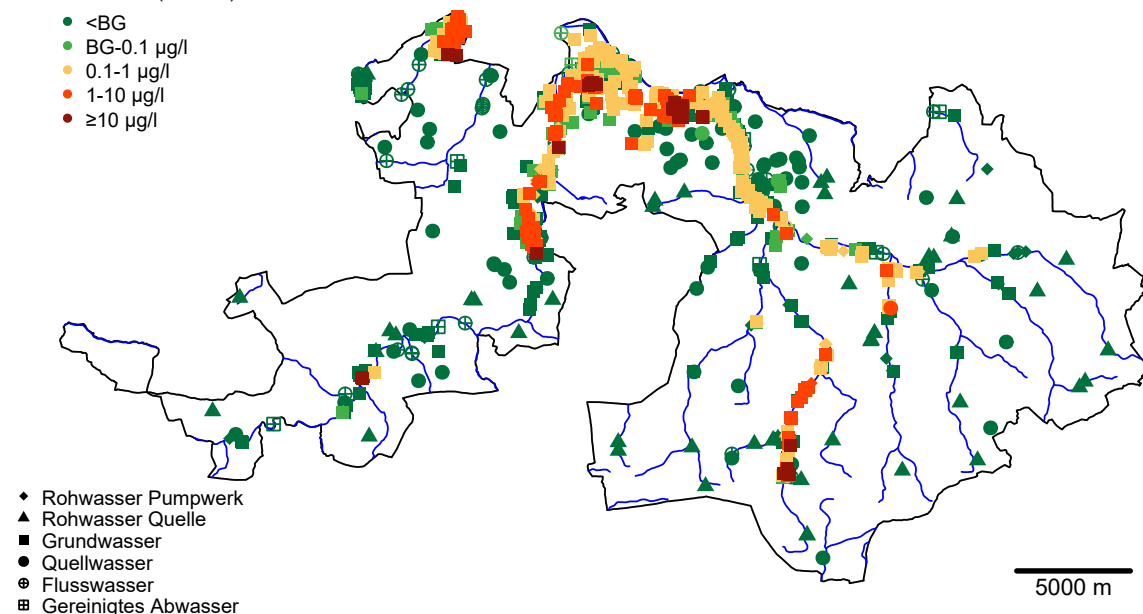
1,1,4,4-Tetrachlorbutadien und Hexachlorbutadien wurden ebenfalls an mehr als 15 % der Messstellen nachgewiesen. Beim Tetrachlorbutadien konnten auch weitere Isomere nachgewiesen werden, jedoch in viel geringeren Konzentrationen. Die Chlorbutadiene kommen praktisch ausschliesslich in dem Grundwasser vor, das durch den Rhein oder die Infiltration von Rheinwasser im Hardwald beeinflusst ist. In den 1970er Jahren war Tetrachlorbutadien im Rhein in erhöhten Konzentrationen vorhanden. Durch die natürliche Infiltration und die künstliche Grundwasseranreicherung im Hardwald wurde das belastete Wasser ins Grundwasser und den Grundwasserleiter eingetragen. Die heute messbaren Konzentrationen stammen aus Rücklösungen aus dem Gestein.

Die Summen der Konzentrationen von FHKW und MAKW sind in der Abb. 31 dargestellt. Die höchsten Konzentrationen werden im Rheintal, im unteren Birstal, unteren Ergolzthal, Allschwil und im vorderen Frenkental gemessen.

Von 24 analysierten PAKs wurden 15 Stoffe über dem Anforderungswert nachgewiesen (siehe Abb. 32 und Abb. 33). Am häufigsten nachgewiesen wurde Naphthalin mit 7 % der Messungen über dem Anforderungswert. Acenaphthen wurde am zweithäufigsten nachgewiesen und zeigte bei knapp 6 %

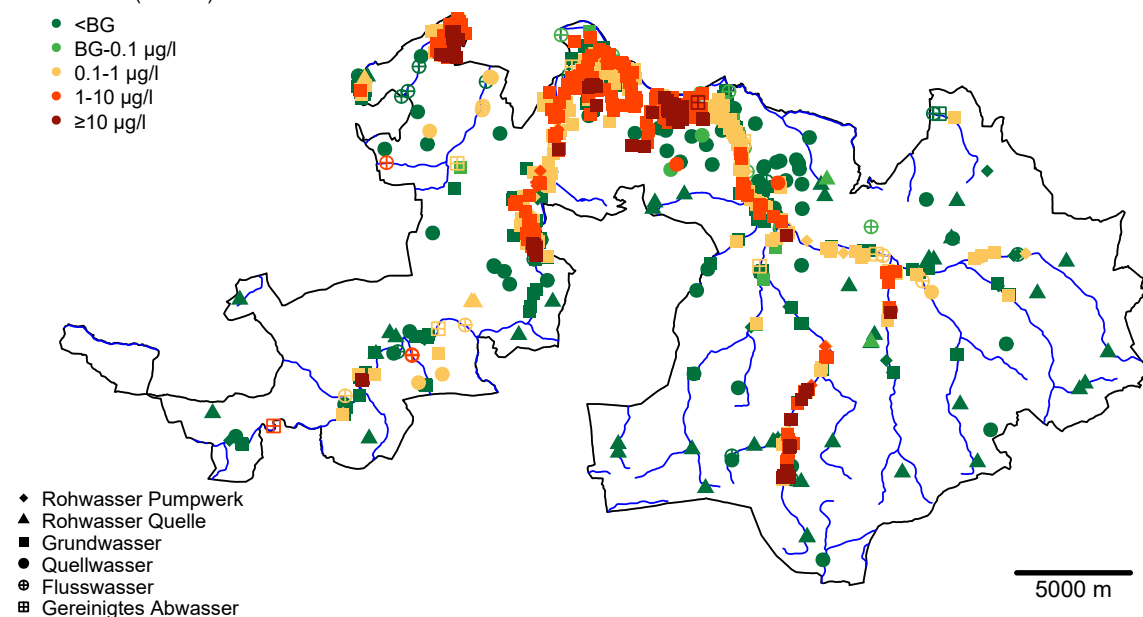
der Messungen Überschreitungen. PAKs kommen überwiegend lokal vor, grossräumige Verbreitungen konnten nicht beobachtet werden. Die meisten Nachweise sind im Rheintal, im unteren Birstal sowie im Waldenburgerthal.

## Tetrachlorethen (median)



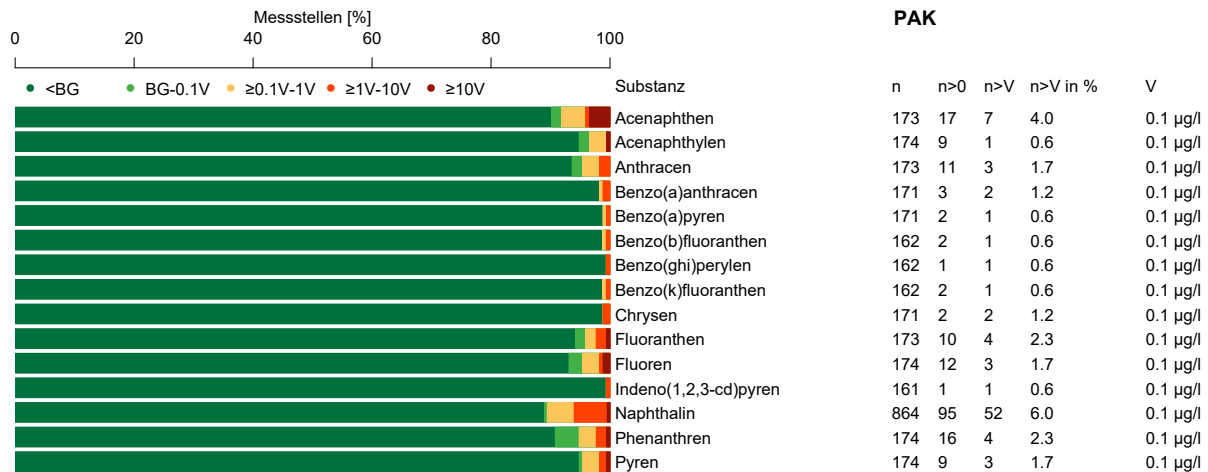
**Abbildung 30:** Räumliche Verbreitung von Tetrachlorethen. (BG: Bestimmungsgrenze)

## Summe VOC (median)

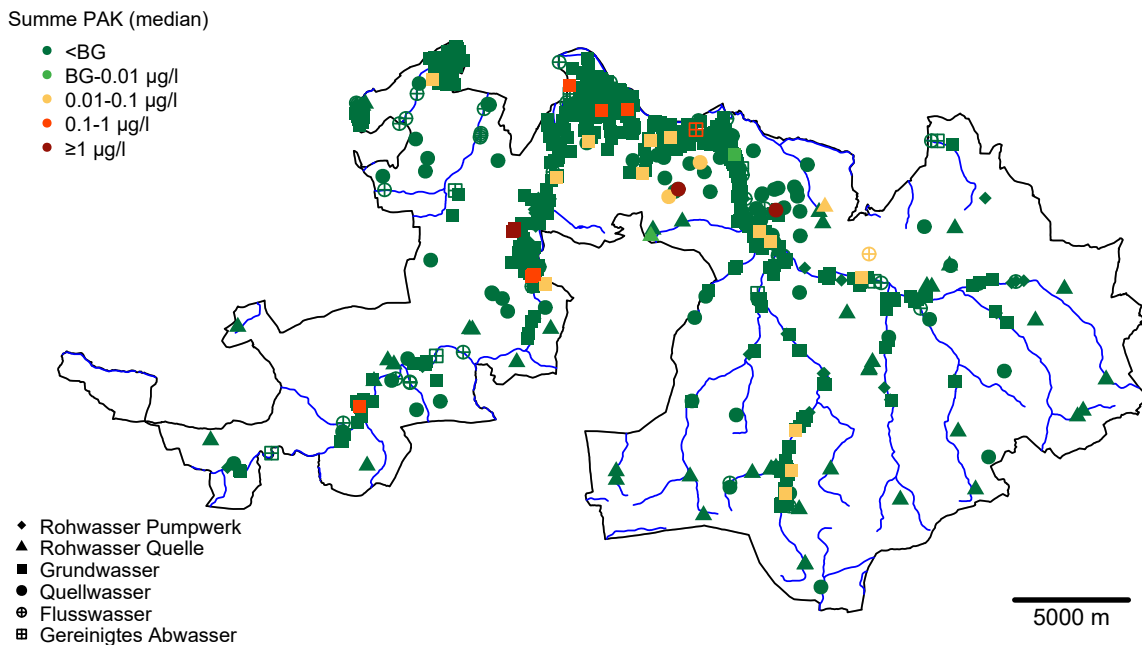


**Abbildung 31:** Räumliche Verbreitung der Summe der Konzentrationen der VOC. (BG: Bestimmungsgrenze)

Von den an rund 800 Messstellen gemessenen VOCs (ohne PAKs) zeigten knapp 35 Stoffe eine Überschreitung des Anforderungswertes. Bei 13 dieser Stoffe lag die Nachweishäufigkeit teilweise deutlich über 12 % (12-72 %) und die Überschreitung des Anforderungswertes zwischen 0.1 und 26.5 % (Mittelwert 5.1 %). Bei 21 Stoffen lag die Nachweishäufigkeit unter 10 %, der Anforderungswert wurde hier zwischen 0.1 und 1.5 % überschritten (Mittelwert 0.7 %). Weitere 57 Stoffe konnten im Grundwasser nachgewiesen werden, ohne dass der Anforderungswert überschritten wurde.



**Abbildung 32:** Übersicht über PAKs, welche in einer Probenahmestelle mindestens einmal über dem Anforderungswert von 0.1 µg/l gelegen haben. Als Probenahmestellen wurden nur Aufschlüsse gewählt, die nicht im Perimeter belasteter Standorte liegen. (n: Anzahl Probenahmestellen, BG: Bestimmungsgrenze, V: Anforderungswert gemäss GSchV)



**Abbildung 33:** Räumliche Verbreitung der Summe der Konzentrationen von PAK. (BG: Bestimmungsgrenze)

### 5.5.3 ZUSTAND UND ENTWICKLUNG

Die VOCs, insbesondere FHKW und MAKW, sind in den Lockergesteinsgrundwasserleitern weit verbreitet. Insgesamt konnte eine hohe Anzahl von über 80 verschiedenen Stoffen nachgewiesen werden. Der Anforderungswert von 1 µg/l wird von rund 50 VOCs und PAKs überschritten. Die Anforderungen an die Trinkwasserqualität können jedoch überall eingehalten werden.

Die heute vorhandenen VOCs stammen meist aus Einträgen, die mehrere Jahrzehnte zurückliegen. Die Stoffe wie Tetrachlorethen oder Trichlorethen wurden meist über die Infiltration durch die ungesättigte Zone ins Grundwasser eingetragen. Die Stoffe konnten sich an die Gesteinsmatrix binden und werden heute langsam rückgelöst. Dieser Prozess kann am Beispiel von Tetrachlorbutadien im Grundwasserleiter des Hardwaldes gezeigt werden. Durch die Infiltration von belastetem Rheinwasser wurde in den 1970er Jahren Tetrachlorbutadien ins Grundwasser eingetragen. Heute kann Tetrachlorbutadien immer noch im Grundwasser nachgewiesen werden. Dies in Konzentrationen, die eine Aufbereitung des Trinkwassers

aus dem Hardwald notwendig gemacht hat.

Aufgrund der Bindung der FHKW und MAKW an die Gesteinsmatrix und deren langsamen Rücklösung ist noch über längere Zeiträume mit messbaren Konzentrationen im Grundwasser im Kanton zu rechnen.

Von PAKs liegen erst seit wenigen Jahren grössere Datensätze vor. Aus den vorhandenen Daten kann noch keine generelle Aussage über die Veränderung der Konzentrationen gemacht werden. Es ist jedoch davon auszugehen, dass sich die räumliche Verbreitung der PAK sowie die zeitliche Entwicklung der Konzentrationen in den nächsten Jahren nicht wesentlich ändern wird.

## 5.6 ARZNEIMITTEL

### 5.6.1 GRUNDLAGEN

Arzneimittel sind oft schlecht abbaubar und mobil in der Umwelt. Die am häufigsten verschriebenen Arzneimittel sind Entzündungshemmer, Asthmamittel und Psychopharmaka. Diese Arzneimittel gelangen nach dem Gebrauch über die Abwasserreinigungsanlagen in Oberflächengewässer und dann ins Grundwasser oder sie versickern direkt via undichte Kanalisationen ins Grundwasser. Weitere Quellen sind Einträge an Produktionsstätten durch unsachgemässe Handhabung und durch die Veterinärmedizin. In der Veterinärmedizin werden vor allem Antibiotika und Antiparasitika, aber auch Entzündungshemmer und hormonell wirksame Stoffe verwendet. Diese gelangen über die landwirtschaftliche Düngung in die Umwelt.

Für Arzneimittel sind in der Gewässerschutzverordnung keine spezifischen numerischen Anforderungen festgehalten. Da es sich jedoch um künstliche und oft langlebige Stoffe handelt, sollten sie gemäss der Gewässerschutzverordnung nicht im Grundwasser vorkommen. Um einen Vergleich mit den anderen Spurenstoffen machen zu können, wurde für die Auswertung der Daten der allgemeine Vorsorgewert von 0.1 µg/l herangezogen.

### 5.6.2 RESULTATE

Von insgesamt rund 370 untersuchten Wirkstoffen von Arzneimitteln wurden bei über 30 Stoffen Konzentrationen über 0.1 µg/l nachgewiesen. Eine besonders ausgeprägte Häufigkeit an hohen Konzentrationen wurde dabei für Oxypurinol, ein Metabolit von Allopurinol (Mittel zur Behandlung von chronischer Gicht) beobachtet (siehe Abb. 34). An rund 34 % der untersuchten Messstellen wurde dieser Stoff in Konzentrationen höher als 0.1 µg/l nachgewiesen. Oxypurinol ist in den urbanen Gebieten räumlich weit verbreitet und findet sich in erhöhten Konzentrationen sowohl im Ergolz- und in den Frenkentalern als auch im Laufental, Birstal und Allschwil (siehe Abb. 35). Ebenfalls häufig nachgewiesen wurde Lamotrigin, ein Antiepileptikum, welches in 12 % der untersuchten Messstellen in Konzentrationen höher als 0.1 µg/l vorkam. Lamotrigin wurde im Vergleich zu Oxypurinol an deutlich mehr Messstellen untersucht. Im Gegensatz zu Oxypurinol kommt Lamotrigin jedoch hauptsächlich im unteren Ergolztal in erhöhten Konzentrationen vor (siehe Abb. 36).

Carbamazepin (Antiepileptikum, siehe Abb. 37) und Sulfamethoxazol (Antibiotika, siehe Abb. 38) weisen beide eine sehr ähnliche Verbreitung auf. Sie kommen in erhöhten Konzentrationen im unteren Birstal und unteren Ergolztal vor. In den Frenkentalern und im östlichen Oberbaselbiet kommen die Stoffe kaum vor. Ebenso treten die beiden Stoffe im Grundwasser von Allschwil nur in sehr geringen Konzentrationen auf.

Hydrochlorothiazid (Behandlung von Ödemen, Bluthochdruck und Herzinsuffizienz, siehe Abb. 39) weist eine ähnliche Verbreitung wie Lamotrigin auf, mit erhöhten Konzentrationen im unteren Ergolztal.

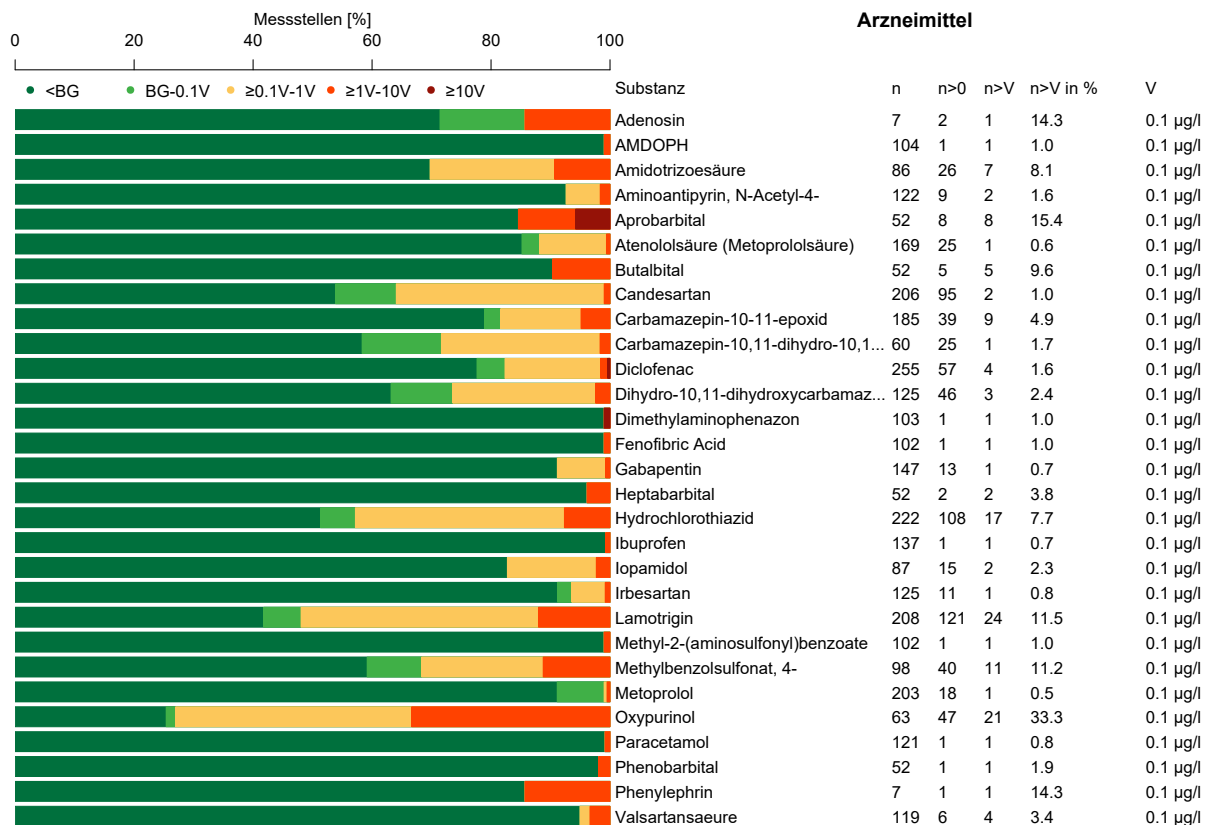


Abbildung 34: Übersicht über Arzneimittel, welche in einer Probenahmestelle mindestens einmal über dem Vorsorgewert von 0.1 µg/l gelegen haben. (n: Anzahl Probenahmestellen, BG: Bestimmungsgrenze, V: allgemeiner Vorsorgewert)

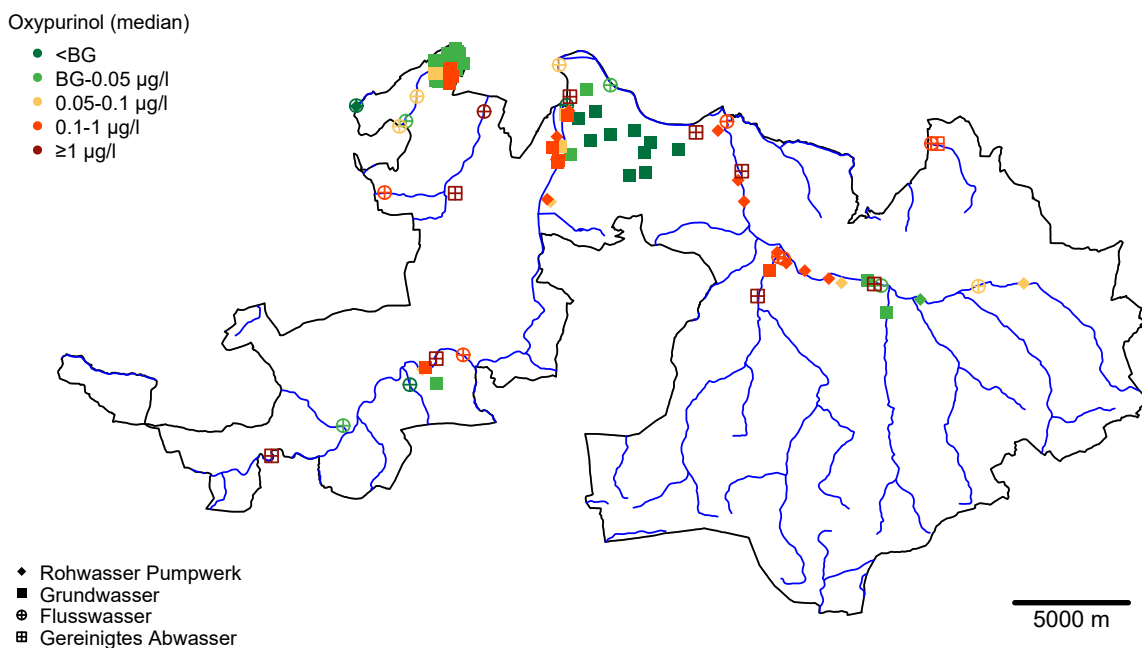


Abbildung 35: Räumliche Verbreitung von Oxypurinol. (BG: Bestimmungsgrenze)

Lamotrigin (median)

- <BG
- BG-0.05 µg/l
- 0.05-0.1 µg/l
- 0.1-1 µg/l
- ≥1 µg/l

- ◆ Rohwasser Pumpwerk
- ▲ Rohwasser Quelle
- Grundwasser
- Quellwasser
- ⊕ Flusswasser
- ⊞ Gereinigtes Abwasser

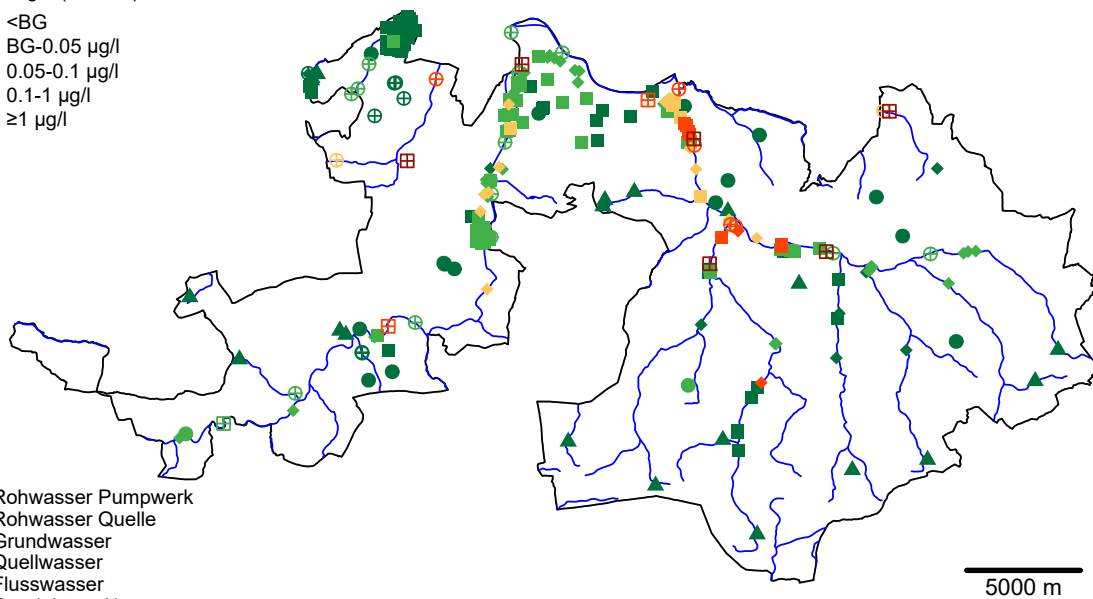


Abbildung 36: Räumliche Verbreitung von Lamotrigin. (BG: Bestimmungsgrenze)

Carbamazepin (median)

- <BG
- BG-0.05 µg/l
- 0.05-0.1 µg/l
- 0.1-1 µg/l
- ≥1 µg/l

- ◆ Rohwasser Pumpwerk
- ▲ Rohwasser Quelle
- Grundwasser
- Quellwasser
- ⊕ Flusswasser
- ⊞ Gereinigtes Abwasser

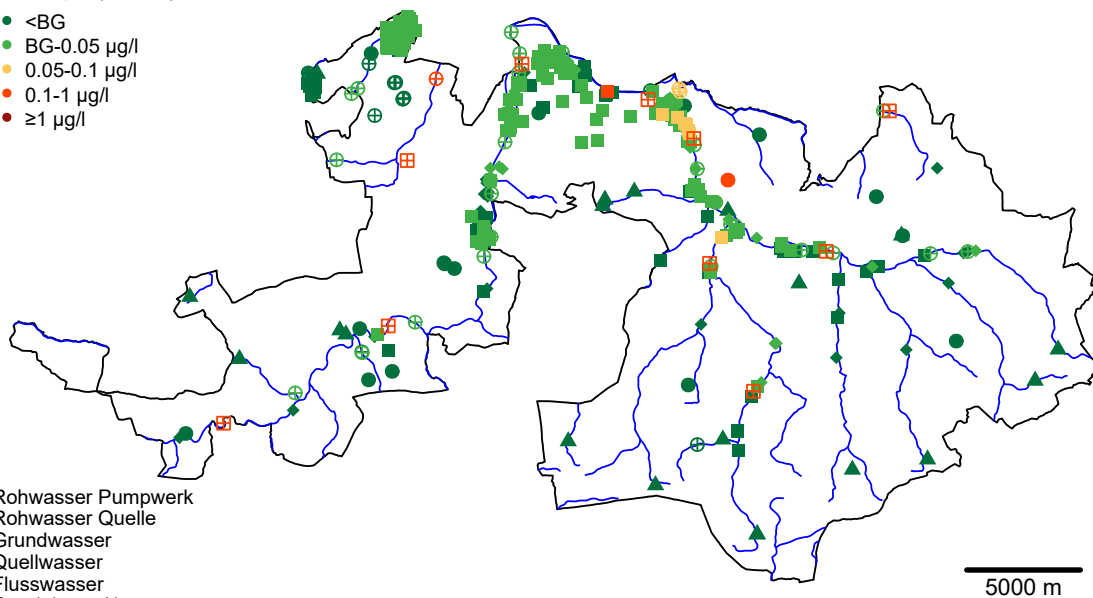


Abbildung 37: Räumliche Verbreitung von Carbamazepin. (BG: Bestimmungsgrenze)

Sulfamethoxazol (median)

- <BG
- BG-0.05 µg/l
- 0.05-0.1 µg/l
- 0.1-1 µg/l
- ≥1 µg/l

- ◆ Rohwasser Pumpwerk
- ▲ Rohwasser Quelle
- Grundwasser
- Quellwasser
- ⊕ Flusswasser
- ⊞ Gereinigtes Abwasser

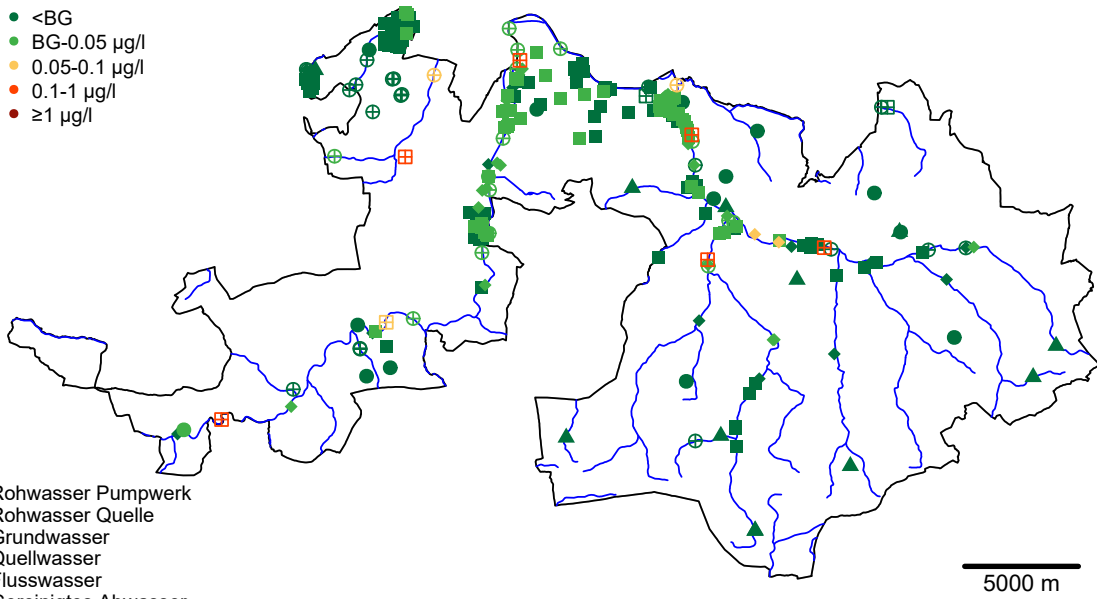


Abbildung 38: Räumliche Verbreitung von Sulfamethoxazol. (BG: Bestimmungsgrenze)

Hydrochlorothiazid (median)

- <BG
- BG-0.05 µg/l
- 0.05-0.1 µg/l
- 0.1-1 µg/l
- ≥1 µg/l

- ◆ Rohwasser Pumpwerk
- ▲ Rohwasser Quelle
- Grundwasser
- Quellwasser
- ⊕ Flusswasser
- ⊞ Gereinigtes Abwasser

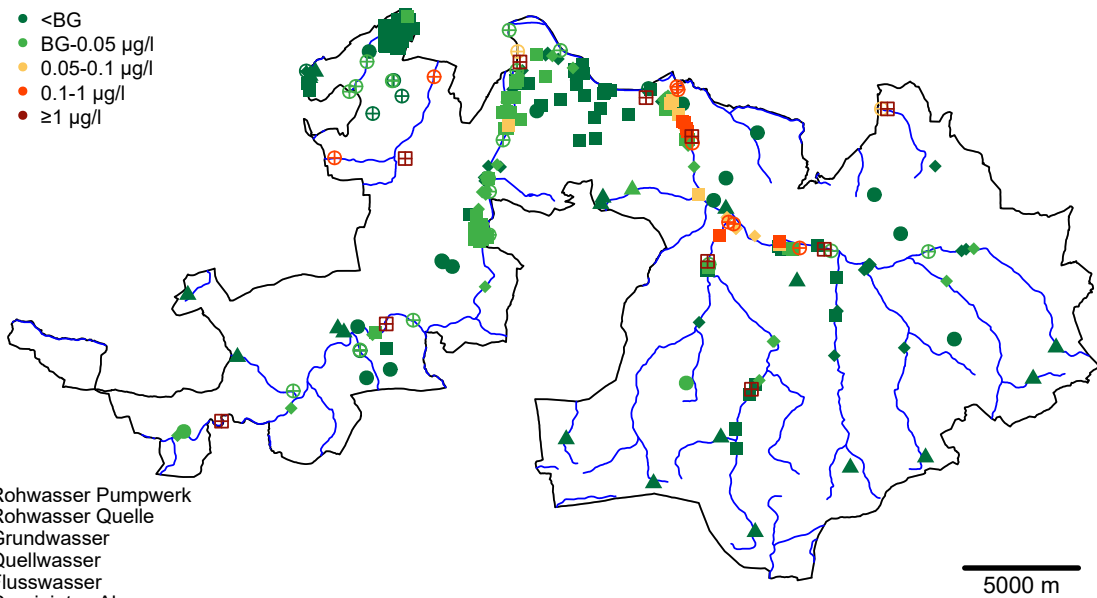
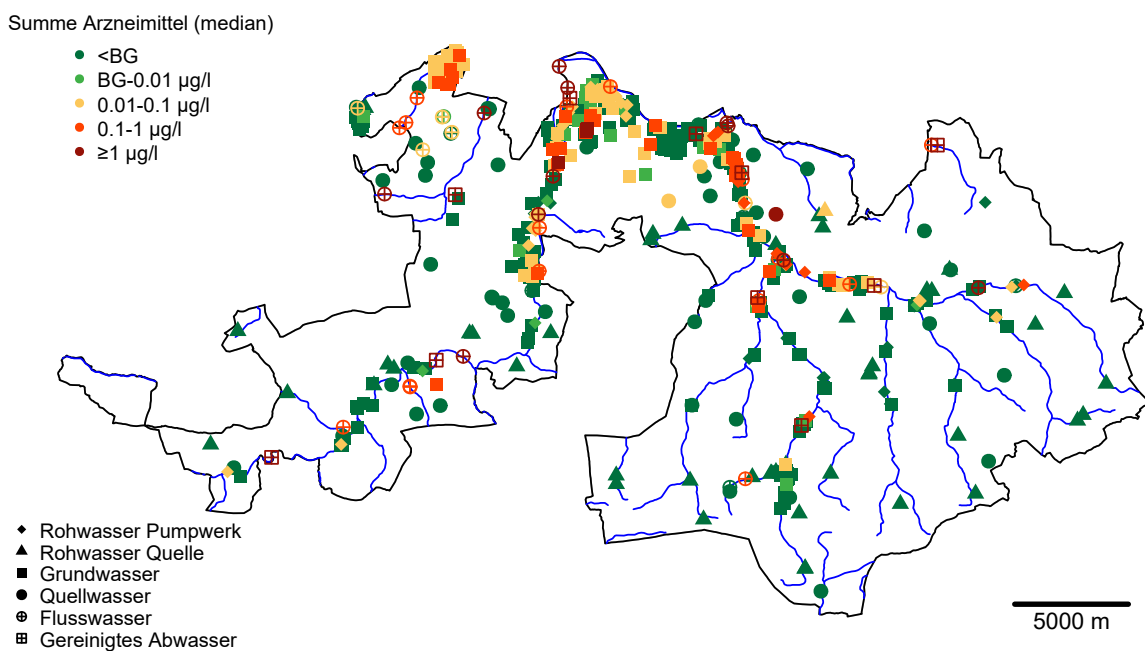


Abbildung 39: Räumliche Verbreitung von Hydrochlorothiazid. (BG: Bestimmungsgrenze)

Betrachtet man die räumliche Verbreitung der Summe der Konzentrationen aller untersuchten Arzneimittel, so findet man die höchsten Konzentrationen in urbanen Regionen (siehe Abb. 40). Die höchsten Konzentrationen wurden in dem gereinigten Abwasser der ARAs gemessen, gefolgt von den Oberflächengewässern und dem Grundwasser, wo die Konzentrationen der Arzneimittel schon viel tiefer sind. In den beprobten Quellen, welche wenig anthropogen beeinflusst sind, konnten kaum Arzneimittelwirkstoffe nachgewiesen werden (siehe Abb. 41).

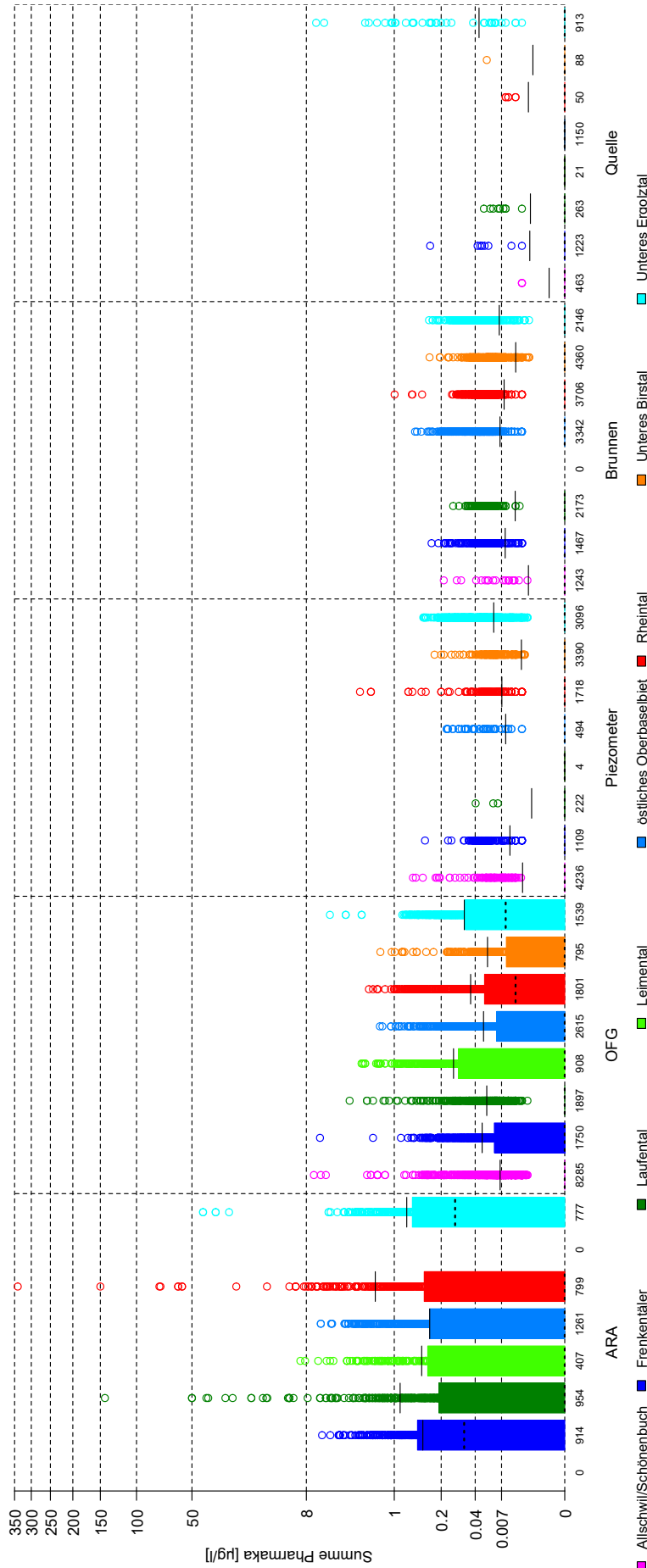
Die räumliche Verbreitung der Konzentration von Arzneimitteln im Grundwasser kann sich je nach Arzneimittel sehr unterscheiden, wie die obigen Beispiele der beschriebenen Stoffe zeigen. Dies, obwohl die räumlichen Nutzungen gerade im unteren Ergolztal, im unteren Birstal und in Allschwil sehr ähnlich sind und sowohl die Ergolz als auch die Birs gereinigte Abwässer führen. Im Ergolztal sind jedoch mit den drei ARA Ergolz 1, Ergolz 2 und Frenke 3 drei wesentliche Eintragstellen von Arzneimitteln vorhanden. Die Verdünnung in der Ergolz und dem Grundwasserleiter ist vermutlich geringer als im Birstal. Im Birstal sind in Liesberg und in Zwingen zwei ARAs vorhanden. Die Birs führt mehr Wasser als die Ergolz und auch die Grundwassermächtigkeit im Birstal ist grösser als im Ergolz. Dies könnte zu den beobachteten Unterschieden führen.



**Abbildung 40:** Räumliche Verbreitung der Summe der Konzentrationen aller Arzneimittel. (BG: Bestimmungsgrenze)

### 5.6.3 ZUSTAND UND ENTWICKLUNG

Der Verbrauch von Arzneimitteln steigt gemäss dem Statistischen Amt Basel-Landschaft auch im Kanton Basel-Landschaft stetig an. Daher kann vermutet werden, dass in Zukunft generell Arzneimittel in zunehmenden Konzentrationen im Grundwasser vorhanden sein werden. Dieser Entwicklung kann der Ausbau der Kläranlagen mit einer vierten Reinigungsstufe zur Entfernung von Mikroverunreinigungen entgegenwirken. Dadurch könnten die Arzneimittel im gereinigten Abwasser und somit in den Vorflutern und in der Folge auch im Grundwasser reduziert werden.



## 5.7 NAHRUNGSMITTELINHALTSSTOFFE

### 5.7.1 GRUNDLAGEN

Die untersuchten Stoffen in der Gruppe der Nahrungsmittelinhaltsstoffe umfassen verschiedene Süsstoffe und Coffein. Ähnlich wie bei den Arzneimitteln gelangen diese Stoffe hauptsächlich über Abwasser ins Grundwasser. Die Stoffe werden in den ARAs ohne vierte Reinigungsstufe kaum abgebaut und gelangen so unverändert in die Vorfluter und von dort ins Grundwasser. Daneben können sie auch über undichte Abwasserleitungen direkt ins Grundwasser eingetragen werden.

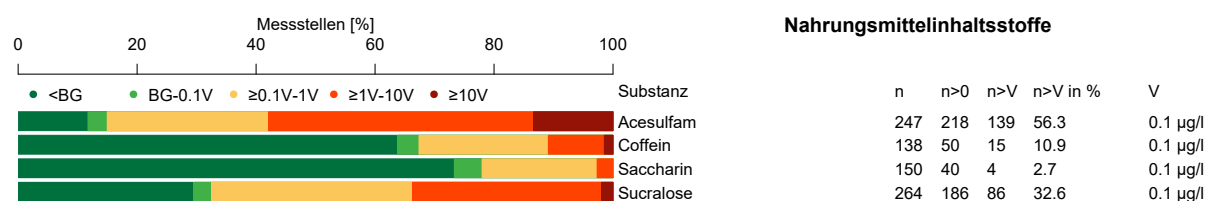
Für Nahrungsmittelinhaltsstoffe bestehen in der Gewässerschutzverordnung keine spezifischen numerischen Anforderungen. Es handelt sich wie bei den Arzneimitteln jedoch um künstliche, langlebige Stoffen, die laut Gewässerschutzverordnung nicht im Grundwasser vorhanden sein sollten. Um einen Vergleich mit den anderen Spurenstoffen ziehen zu können, wurde für die Auswertung der Daten ebenfalls der allgemeine Vorsorgewert von 0.1 µg/l herangezogen.

### 5.7.2 RESULTATE

Insgesamt wurden acht Nahrungsmittelinhaltsstoffe untersucht, von welchen sechs nachgewiesen werden konnten. Die Nahrungsmittelinhaltsstoffe lassen sich in sehr vielen Messstellen des Kantons Basel-Landschaft in Konzentrationen höher 0.1 µg/l nachweisen (siehe Abb. 42 und 43). Am verbreitetsten und in den höchsten Konzentrationen liegt hierbei der Süsstoff Acesulfam vor, welcher vor allem in kalorienreduzierten Lebensmitteln und Süsstgetränken Verwendung findet. In über 60 % der Messstellen wird Acesulfam in Konzentrationen höher 0.1 µg/l gefunden. In knapp 30 % der untersuchten Messstellen konnte Acesulfam nicht nachgewiesen werden.

Bei der räumlichen Verbreitung zeigt sich das für abwasserbürtige Stoffe typische Bild: Die höchsten Konzentrationen lassen sich im gereinigten Abwasser und in den Vorflutern der stark genutzten und dicht besiedelten Talschaften finden (siehe Abb. 44). Die Konzentrationsunterschiede der Nahrungsmittelinhaltsstoffe in den Oberflächengewässern und dem Grundwasser unterscheiden sich nur wenig. Die Stoffe scheinen sehr mobil zu sein. Im Quellwasser, das generell wenig durch gereinigte häusliche Abwässer belastet wird, wurden verhältnismässig sehr wenige Nahrungsmittelzusatzstoffe gemessen.

Aspartam wurde nur an 2 % der Messstellen gefunden. Neotam und Neohesperidindihydrochalcon konnten nicht nachgewiesen werden.

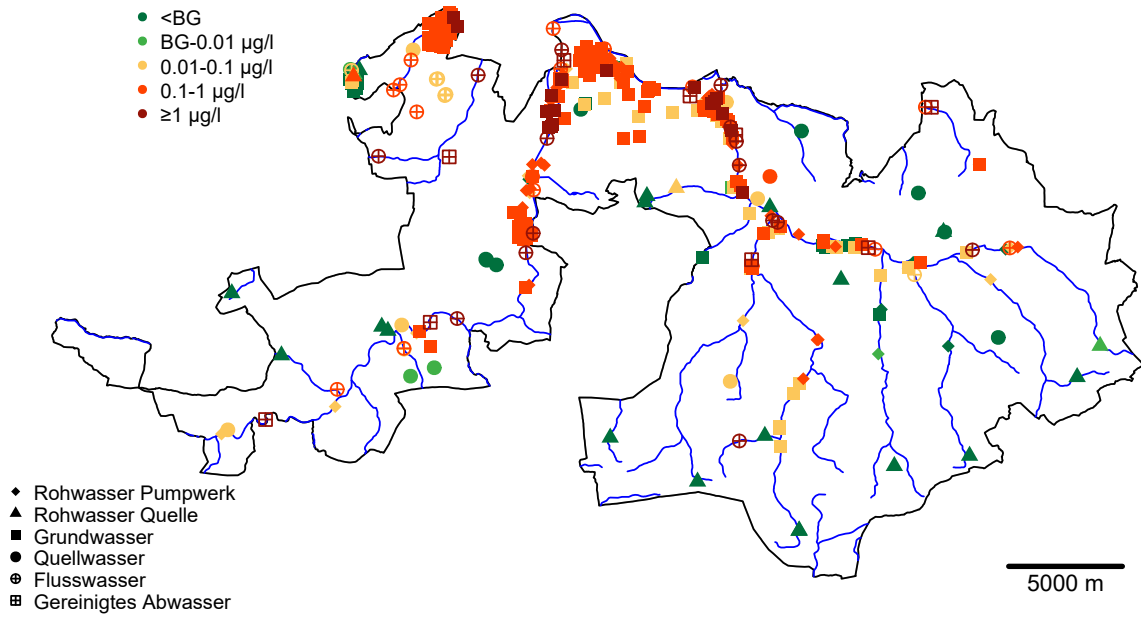


**Abbildung 42:** Übersicht über Nahrungsmittelinhaltsstoffe, welche in einer Probenahmestelle mindestens einmal über dem allgemeinen Vorsorgewert von 0.1 µg/l gelegen haben. (n: Anzahl Probenahmestellen, BG: Bestimmungsgrenze, V: allgemeiner Vorsorgewert)

### 5.7.3 ZUSTAND UND ENTWICKLUNG

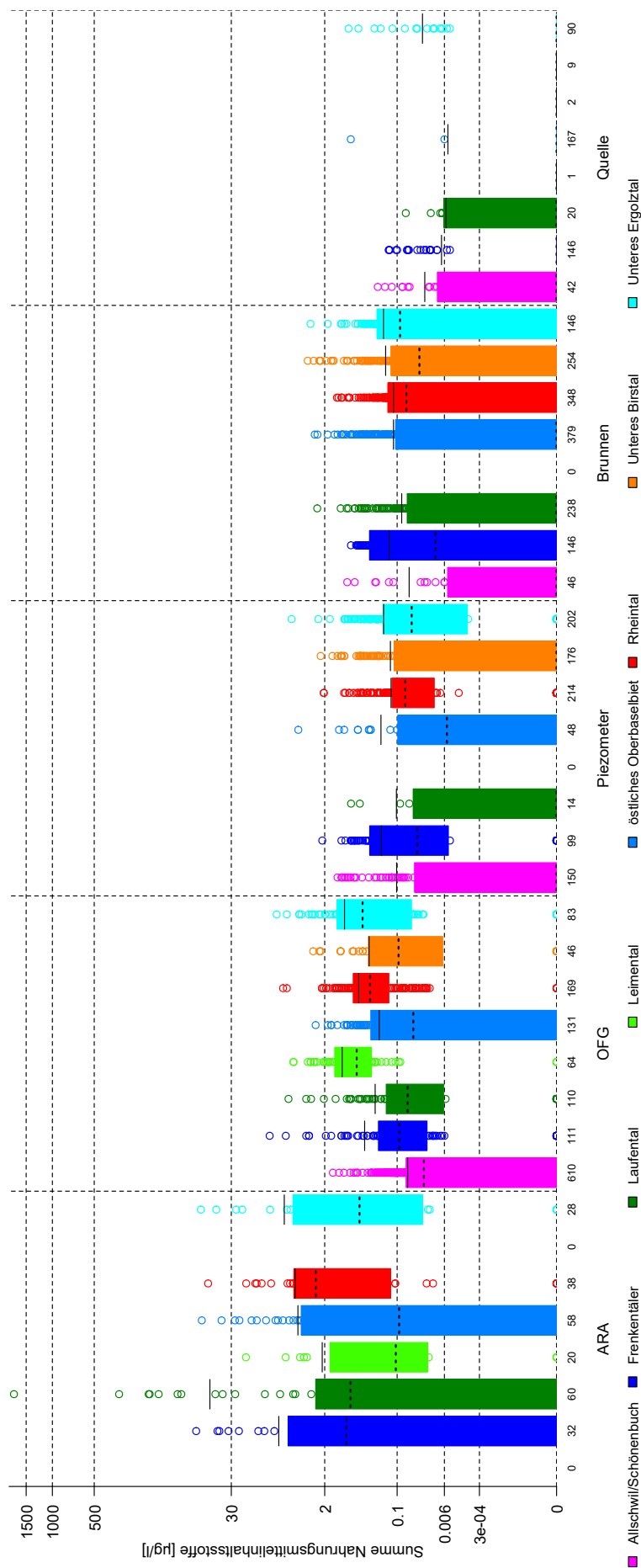
Umfangreiche Untersuchungen auf Nahrungsmittelinhaltsstoffe haben erst in den letzten Jahren stattgefunden, so dass aus den vorhandenen Daten keine generelle Aussage über die Veränderung der Konzentrationen dieser Stoffe über die Zeit gemacht werden kann. Eine Aussage über den zukünftigen Zustand ist aufgrund zweier gegensätzlicher Entwicklungen schwierig zu treffen. Zum einen kann durch die Aufrüstung und Erweiterung der ARAs mit einer vierten Reinigungsstufe mit einem reduzierten Eintrag gerechnet

Summe Nahrungsmittelinhaltsstoffe (median)



**Abbildung 43:** Räumliche Verbreitung der Summe der Konzentrationen aller Nahrungsmittelinhaltsstoffe. (BG: Bestimmungsgrenze)

werden. Zum anderen lassen sich immer mehr kalorienreduzierte Lebensmittel und Süssgetränke im Kaufregal finden. So war z.B. die Produktion von "Light"-Getränken in Deutschland im Jahr 2020 um ca. 25 % höher als noch im Jahr 2010, so dass auch in Zukunft ein Anstieg des Eintrages möglich erscheint.



**Abbildung 44:** Zusammenfassung und Vergleich der Messwerte zu der Summe aller Nahrungsmittelinhaltsstoffe in den verschiedenen Entnahmestellen. Die Boxplots stellen Median (gestrichelte Linie), 25- und 75-Perzentil (Box) und Mittelwert (durchgezogene Linie) dar. Die Zahlen entlang der x-Achse geben die Anzahl Messwerte an, aus denen der Boxplot berechnet wurde.

## 5.8 INDUSTRIECHEMIKALIEN

### 5.8.1 GRUNDLAGEN

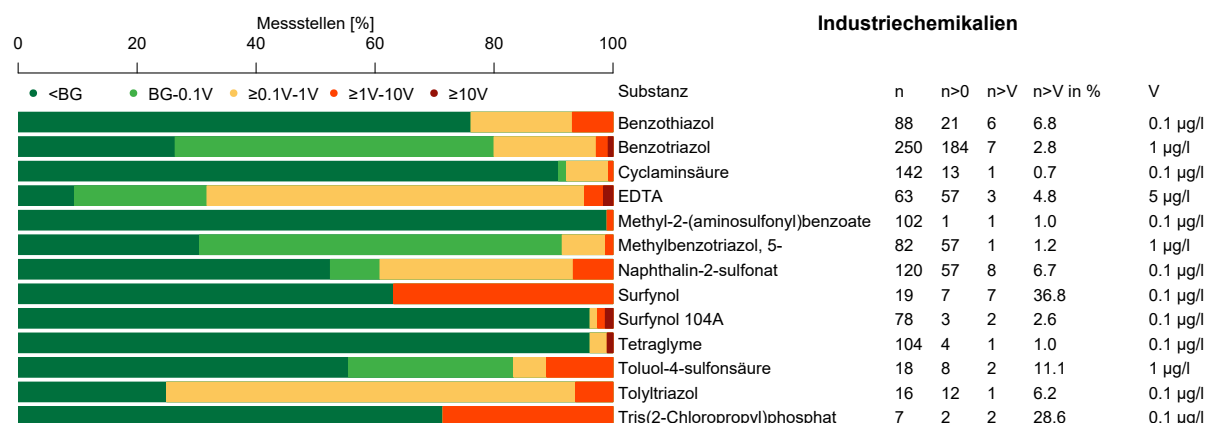
Der Gruppe der Industriechemikalien wurden Stoffe zugewiesen, welche insbesondere in industriellen Prozessen als Grundchemikalien, Katalysatoren oder Lösungsmittel eingesetzt werden. Sie können jedoch auch im häuslichen Abwasser vorkommen, wie z.B. Benzotriazol, das in Reinigungstabs von Geschirrspülern eingesetzt wird. Es handelt sich also um eine heterogene Stoffgruppe mit Stoffen aus sehr unterschiedlichen Anwendungsbereichen.

Für einzelne Stoffe aus der Gruppe Industriechemikalien gibt es in der Gewässerschutzverordnung Anforderungswerte. Die übrigen Stoffe werden, wie auch bei den Arzneimitteln und den Nahrungsmittel-inhaltsstoffen, mit einem allgemeinen Vorsorgewert von 0.1 µg/l beurteilt.

Zu den Industriechemikalien gehört auch die Stoffgruppe der Aniline. Die Gewässerschutzverordnung nennt keinen Anforderungswert für die Aniline. In der Wegleitung Grundwasserschutz ist für aromatische Amine, zu welchen die Aniline gehören, ein Indikatorwert von 0.1 µg/l je Einzelstoff und von 0.5 µg/l für die Summe angegeben. Aniline werden als Ausgangs- oder Zwischenprodukte zur Herstellung von Farben, aber auch Pestizide und Arzneistoffen verwendet. Ihr Auftreten in der Umwelt ist in der Regel auf unsachgemässen Umgang zurückzuführen. Grundwasserbelastungen durch Aniline sind eher selten. Sie treten meist nur im Zusammenhang mit belasteten Standorten auf.

### 5.8.2 RESULTATE

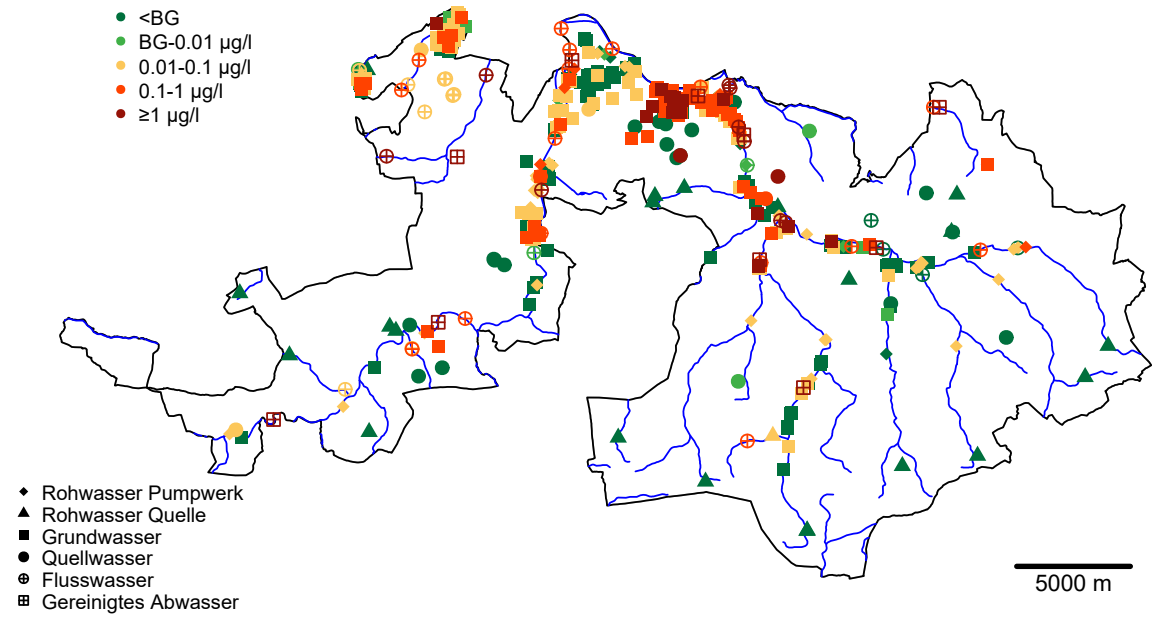
Der Gruppe der Industriechemikalien (ohne Aniline) wurden rund 80 Stoffe zugewiesen, über zehn davon zeigten eine Überschreitung der Anforderungswerte (siehe Abb. 45). Höhere Konzentrationen von Industriechemikalien werden in urbanen Gebieten festgestellt (siehe Abb. 46). Mit wenigen Ausnahmen liegen vergleichsweise wenige Messungen zu Stoffen aus dieser Gruppe vor. Während z.B. für VOCs rund 800 Probenahmestellen beprobt wurden, wurden Aniline nur in rund 150 Probenahmestellen analysiert. Die Analytik wurde häufig nur im Zusammenhang mit speziellen Projekten oder Fragestellungen durchgeführt. Eine umfangreiche Datengrundlage liegt für Benzotriazol vor. Die Konzentrationen von Benzotriazol sind in ARA-Ausläufen und in Oberflächengewässern tendenziell höher, im Grundwasser tendenziell tiefer (siehe Abb. 47).



**Abbildung 45:** Übersicht über Industriechemikalien (ohne Aniline), welche in einer Probenahmestelle mindestens einmal über dem Vorsorgewert von 0.1 µg/l resp. dem Anforderungswert von 1 µg/l gemäss GSchV gelegen haben. (n: Anzahl Probenahmestellen, BG: Bestimmungsgrenze, V: allgemeiner Vorsorgewert oder Anforderungswert gemäss Gewässerschutzverordnung)

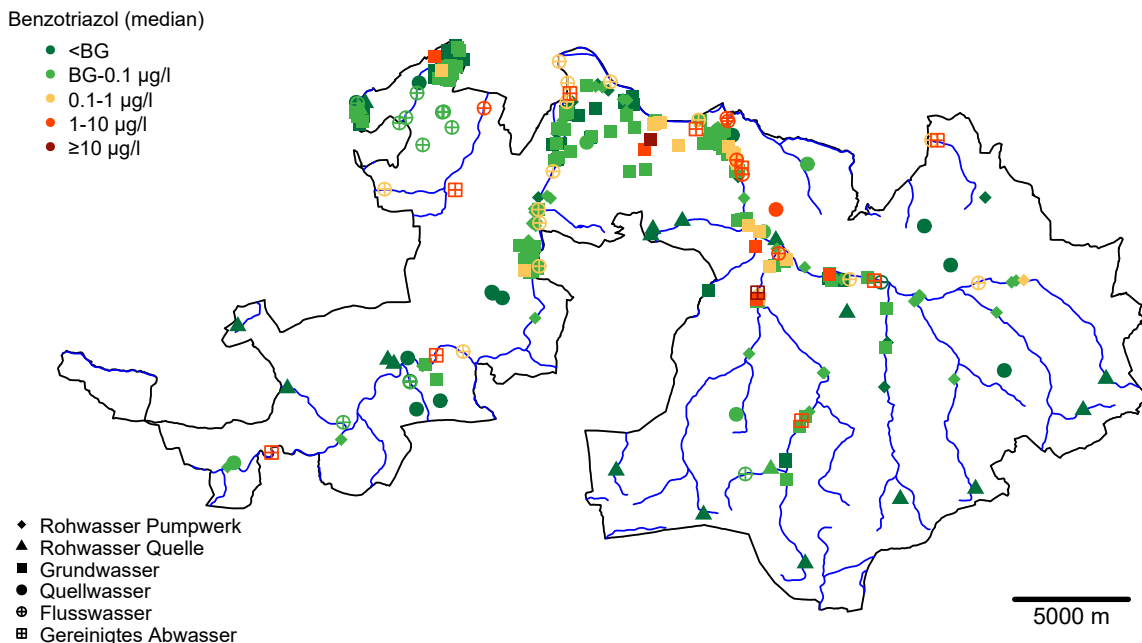
In der Datenbank sind Messwerte zu knapp 30 Anilinen abgelegt. Bei über zehn Stoffen, insbesondere bei den Chloranilinen, ist es mindestens einmal zu einer Überschreitung des Anforderungswertes gemäss GSchV gekommen (siehe Abb. 48).

Summe Industriechemikalien (median)

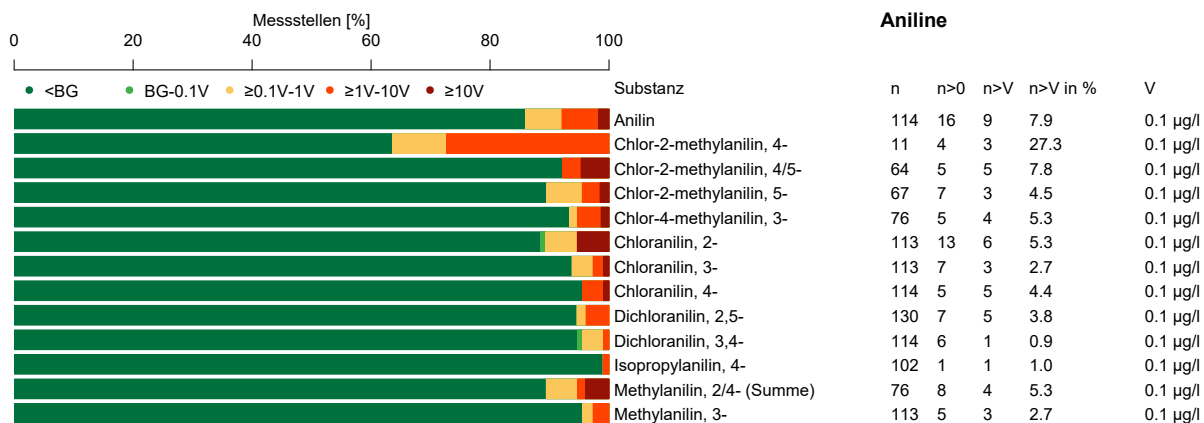


**Abbildung 46:** Summe der Konzentrationen von Industriechemikalien. (BG: Bestimmungsgrenze)

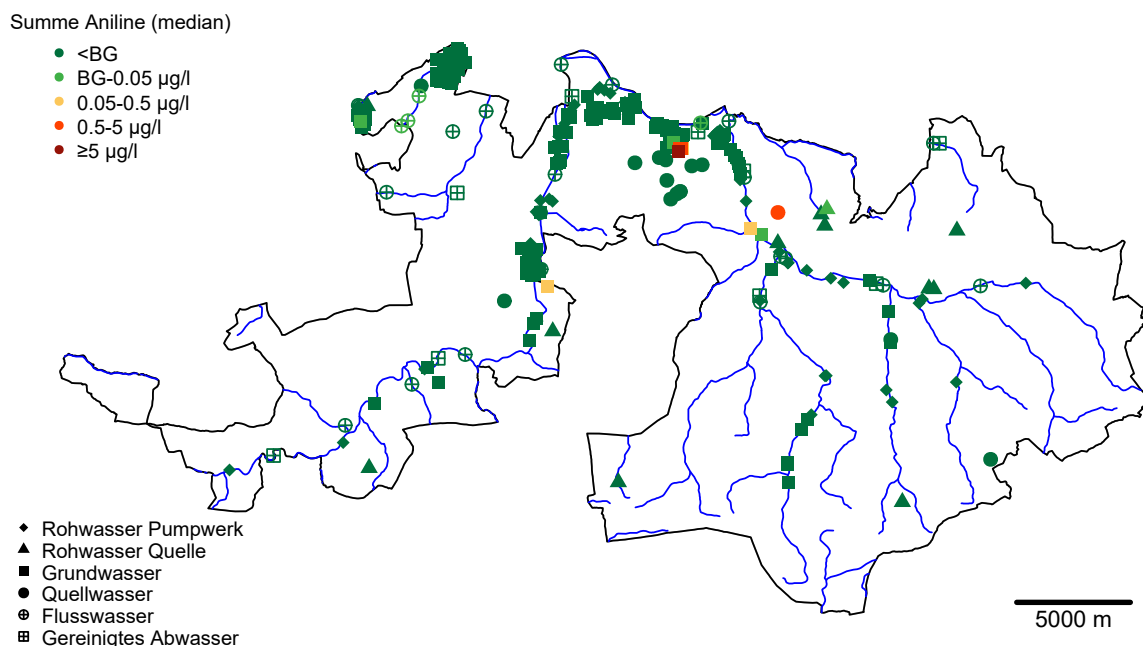
Messergebnisse zu Anilinen im Grundwasser liegen für alle Grundwassergebiete vor, Belastungen wurden aber nur in wenigen Grundwassergebieten und auch dann nur punktuell festgestellt (siehe Abb. 49).



**Abbildung 47:** Räumliche Verbreitung der Konzentrationen von Benzotriazol. (BG: Bestimmungsgrenze)



**Abbildung 48:** Übersicht über Aniline, welche in einer Probenahmeestelle mindestens einmal über dem Anforderungswert von 1 µg/l gemäss GSchV gelegen haben. (n: Anzahl Probenahmestellen, BG: Bestimmungsgrenze, V: Anforderungswert gemäss GSchV)



**Abbildung 49:** Summe der Konzentrationen der Aniline. (BG: Bestimmungsgrenze)

### 5.8.3 ZUSTAND UND ENTWICKLUNG

Betrachtet man die Summe der Konzentrationen aller Industriechemikalien, ist auch bei dieser Stoffgruppe ein Trend zu höheren Konzentrationen vom ländlichen zum urbanen Raum hin sichtbar. Aufgrund der Anwendung der Industriechemikalien ist das verstärkte Auftreten im urbanen Raum nachvollziehbar.

Benzotriazol gelangt vor allem über häusliches Abwasser und die ARA in die Umwelt, weshalb dieser Stoff als guter Tracer für häusliches Abwasser gilt. Räumlich kommt Benzotriazol deshalb sehr verbreitet vor.

Mit dem Einbau einer vierten Reinigungsstufe in den grösseren Kläranlagen ist mit einem Rückgang der Konzentration der Industriechemikalien auch im Grundwasser zu rechnen. Jedoch kann der Eintrag über lecke Kanalisationen weiterhin zu erhöhten Konzentrationen von abwasserbürtigen Stoffen führen.

Befunde von Anilinen im Grundwasser stehen ausnahmslos im Zusammenhang mit chemischen Produktionen oder abgelagerten Abfällen. Die räumliche Verbreitung im Grundwasser beschränkt sich auf den Nahbereich von Industrieanlagen und bestimmten Ablagerungsstandorten. In überwiegenden Teilen der Grundwassergebiete werden keine Aniline festgestellt.

## 5.9 PFAS UND TFA

### 5.9.1 GRUNDLAGEN

PFAS (per- und polyfluorierte Alkylverbindungen) sind organische Verbindungen mit wasser-, fett-, öl- und schmutzabweisenden Eigenschaften. Der Anwendungsbereich von PFAS ist deshalb sehr breit. Sie werden in vielen Industrie- und Konsumprodukten (z. B. Pfannenbeschichtung und Regenschutzbekleidung) sowie im grösseren Massstab auch in Feuerlöschprodukten als Schaum- und Netzmittel genutzt. Auf Grund des sehr breiten Anwendungsbereichs haben sich die PFAS in der Umwelt stark angereichert.

PFAS werden bezüglich der Umwelt als PBT-Stoffe (persistent, bioakkumulierend und toxisch) eingestuft. Sie werden seit etwa 50 Jahren produziert und wurden erstmals in den 1970er Jahren in der Umwelt festgestellt. Ein nicht unerheblicher Anteil von PFAS gelangt in Folge der Verbrennung von Abfällen über die Luft in die Umwelt. Die Stoffgruppe der PFAS umfasst tausende Stoffe. In der kantonalen Grundwasserüberwachung wird mit rund 30 Stoffen zwar nur ein kleiner, aber nach heutigem Kenntnisstand besonders relevanter Teil dieser Stoffgruppe untersucht.

TFA (Trifluoracetat) ist ein Synthesebaustein u.a. für Arzneimittel und Pestizide. Zudem wird es in speziellen industriellen Prozessen als Lösungsmittel und als Katalysator für Polymerisations- und Kondensationsreaktionen verwendet. Vermutlich ist TFA auch ein Abbauprodukt zahlreicher Verbindungen. Bereits Mitte der 1990er Jahre wurden TFA in der Umwelt festgestellt (IKSR 2019). Im Kanton Basel-Landschaft wird TFA erst seit kurzem im Grundwasser untersucht. Wie PFAS ist TFA persistent und sehr gut wasserlöslich.

Für PFAS und TFA sind in der Gewässerschutzverordnung keine spezifischen numerischen Anforderungen festgehalten. Wird Grundwasser jedoch als Trinkwasser genutzt, so finden die Höchstwerte der Verordnung des EDI über Trinkwasser sowie Wasser in öffentlich zugänglichen Bädern und Duschanlagen Anwendung. Darin sind für drei PFAS Höchstwerte festgelegt (0.3 µg/l für Perfluorooctansulfonsäure (PFOS) und Perfluorhexansulfonsäure (PFHxS), 0.5 µg/l für Perfluorooctansäure (PFOA)).

Die Europäische Union hat mit der EU-Richtlinie 2020/2184 vom 16.12.2020 (Trinkwasserrichtlinie) neu Grenzwerte für verschiedene Summen von PFAS festgelegt. Der Parameter "PFAS gesamt" (Gesamtheit der per- und polyfluorierten Alkylverbindungen) darf 0.50 µg/l nicht überschreiten. Der Parameter "Summe der PFAS" (bezeichnet die Summe von 20 spezifischen PFAS, die im Hinblick auf Wasser für den menschlichen Gebrauch als bedenklich erachtet werden) darf 0.10 µg/l nicht überschreiten. Dabei handelt es sich um eine Untergruppe von "PFAS gesamt".

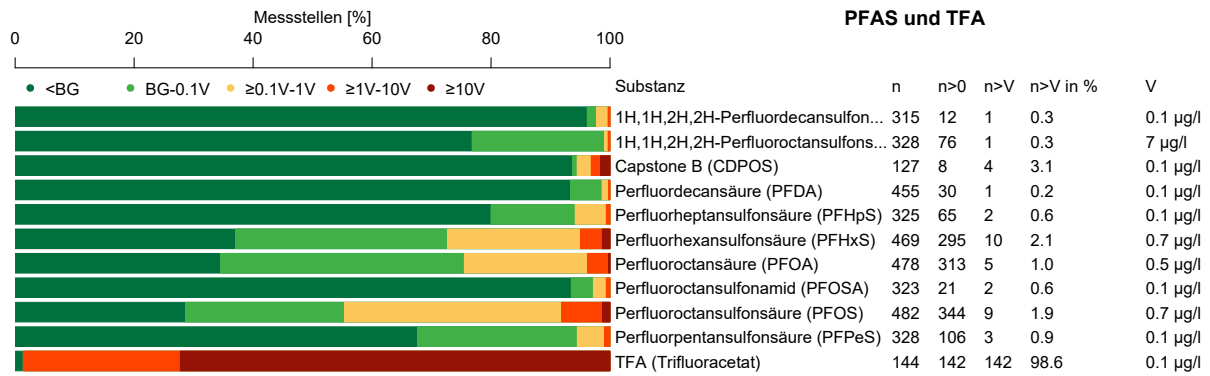
### 5.9.2 RESULTATE

PFAS sind im Grundwasser des Kantons, vor allem in den grossen Talgrundwasserleitern weit verbreitet. Die Summe der Konzentrationen der untersuchten PFAS (ohne Trifluoracetat) ist meistens kleiner als 0.1 µg/l. Höhere Werte beschränken sich grösstenteils auf den unmittelbaren Abstrom belasteter Standorte (siehe Abb. 50 und 51).

Die Konzentrationen von PFOS, PFHxS und PFOA überschreiten vereinzelt die Grenzwerte gemäss der Verordnung des EDI über Trinkwasser sowie Wasser in öffentlich zugänglichen Bädern und Duschanlagen, allerdings nur in Grundwasseraufschlüssen und nicht in Trinkwasserfassungen (siehe Abb. 52, 53 und 54).

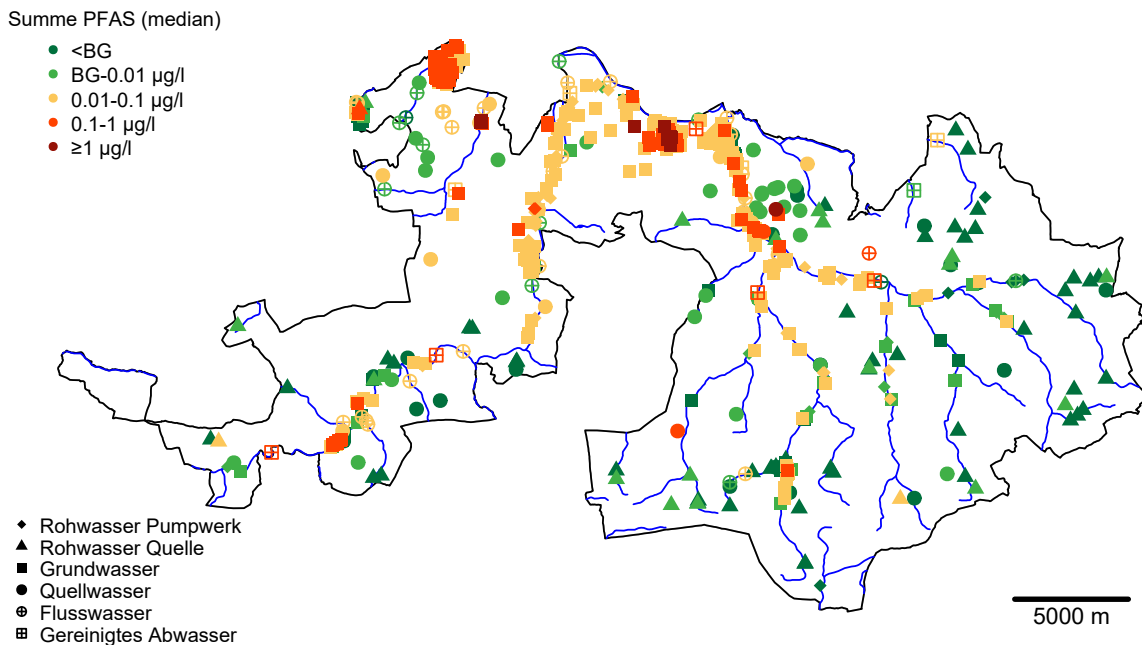
Trifluoracetat (TFA) wurde erst 2021 in das Überwachungsprogramm des Kantons Basel-Landschaft aufgenommen. Dementsprechend gibt es erst wenige Daten und auch noch keine flächendeckenden Daten zu diesem Stoff (siehe Abb. 55). Die wenigen Daten bestätigen den Befund aktueller Studien, dass TFA fast flächendeckend in Konzentrationen in der Grössenordnung von 1 µg/l vorkommt. In Bereichen mit industrieller Nutzung sind die Konzentrationen noch höher.

Die Summe der Konzentrationen der gemessenen PFAS zeigt, dass im Grundwasser im Vergleich zu ARA-Ausläufen, Oberflächengewässern und Quellen tendenziell die höchsten Konzentrationen gemessen werden (Abb. 56). Die Bestimmungsgrenze der PFAS im Abwasser liegt mit 5-10 ng/l zwar höher als im Grundwasser mit 1 ng/l, im Grundwasser werden jedoch deutlich mehr Werte über einer Konzentration von 10 ng/l gemessen, dies im Gegensatz zu den Abwasserproben. Neuere Untersuchungen von gereinigtem Abwasser deuten darauf hin, aber auch, dass PFAS über die ARAs in die Umwelt emittieren. Quellen für



**Abbildung 50:** Übersicht über PFAS und TFA, welche in einer Probenahmestelle mindestens einmal über dem allgemeinen Vorsorgewert von 0.1 µg/l gelegen haben. (n: Anzahl Probenahmestellen, BG: Bestimmungsgrenze, V: allgemeiner Vorsorgewert)

PFAS sind ARAs, Brand- oder Löschübungsplätze, bei welchen PFAS-haltige Löschschäume eingesetzt wurden, oder Ablagerungsstandorte.



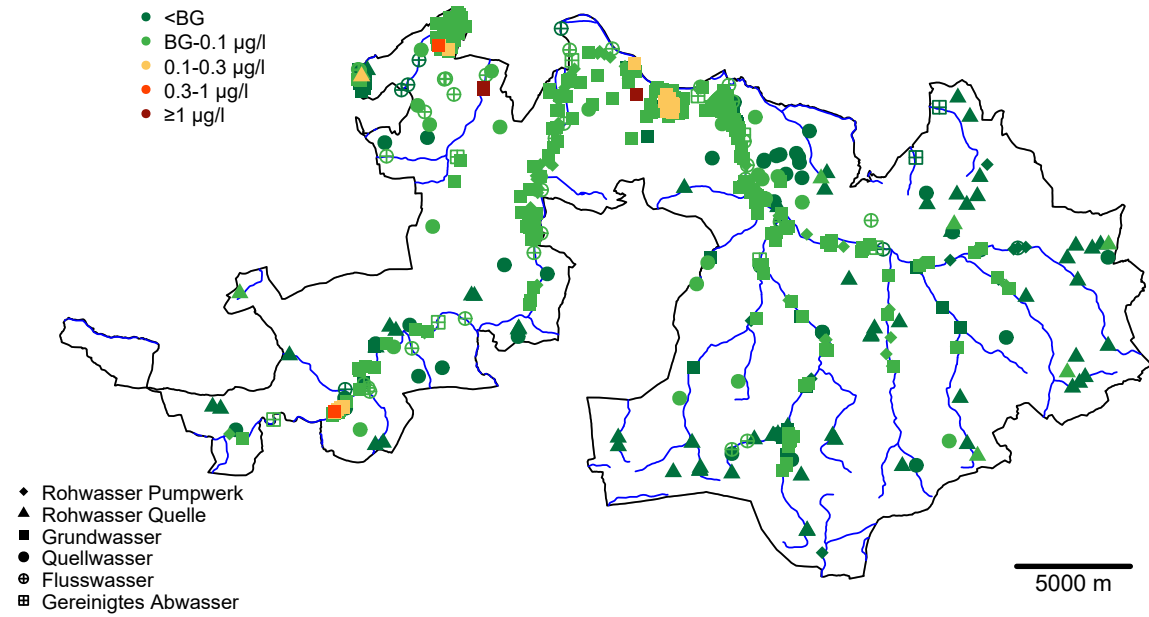
**Abbildung 51:** Räumliche Verbreitung der Summe der Konzentrationen aller gemessenen PFAS (ohne Trifluoacetat).

### 5.9.3 ZUSTAND UND ENTWICKLUNG

Umfangreiche Untersuchungen auf PFAS haben erst in den letzten Jahren stattgefunden, TFA wird erst seit 2021 gemessen. Sie zeigen, dass PFAS und TFA im Grundwasser weit verbreitet sind. Die gemessenen Konzentrationen liegen unter den heutigen Anforderungswerten der eidgenössischen Gesetzgebungen. Sollten diese jedoch verschärft werden, könnten bei einigen Grundwasseraufschlüssen Überschreitungen auftreten.

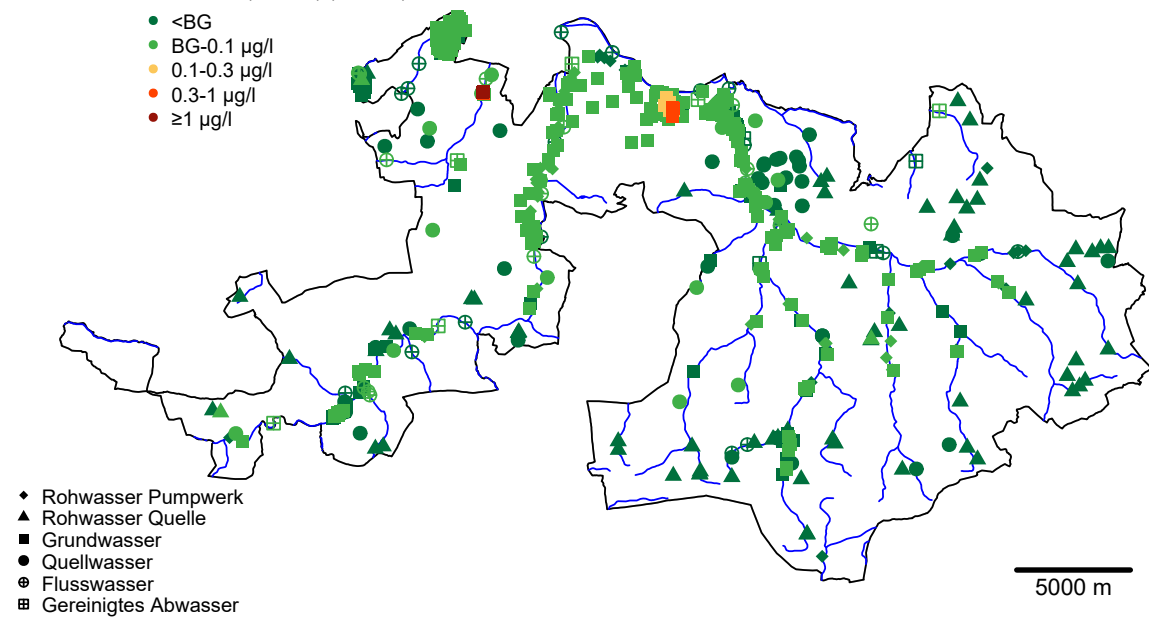
Die Entfernung von PFAS aus dem Wasser ist sehr aufwändig und teuer, da die Stoffe polar und persistent sind. PFAS werden längerfristig im Grundwasser feststellbar bleiben, da sie breit angewendet werden.

Perfluorooctansulfonsäure (PFOS) (median)



**Abbildung 52:** Räumliche Verbreitung von Perfluorooctansulfonsäure (PFOS). (BG: Bestimmungsgrenze)

Perfluorhexansulfonsäure (PFHxS) (median)



**Abbildung 53:** Räumliche Verbreitung von Perfluorhexansulfonsäure (PFHxS). (BG: Bestimmungsgrenze)

Perfluorooctansäure (PFOA) (median)

- <BG
- BG-0.1 µg/l
- 0.1-0.5 µg/l
- 0.5-1 µg/l
- ≥1 µg/l

- ◆ Rohwasser Pumpwerk
- ▲ Rohwasser Quelle
- Grundwasser
- Quellwasser
- ⊕ Flusswasser
- ⊞ Gereinigtes Abwasser

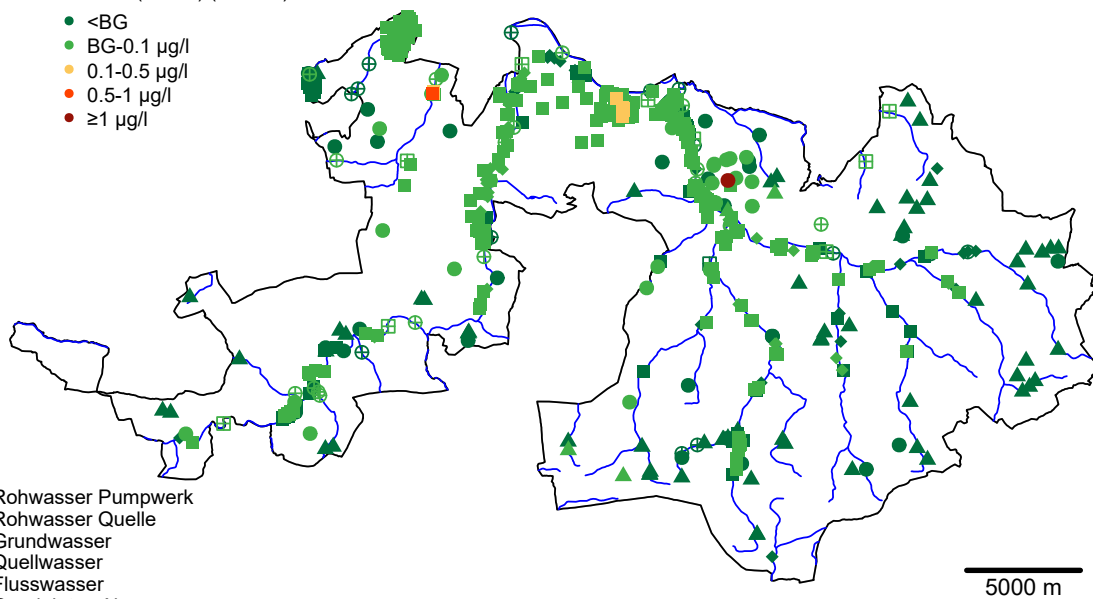


Abbildung 54: Räumliche Verbreitung von Perfluorooctansäure (PFOA). (BG: Bestimmungsgrenze)

TFA (Trifluoressigsäure) (median)

- <BG
- BG-0.1 µg/l
- 0.1-1 µg/l
- 1-10 µg/l
- ≥10 µg/l

- ◆ Rohwasser Pumpwerk
- ▲ Rohwasser Quelle
- Grundwasser
- Quellwasser
- ⊕ Flusswasser
- ⊞ Gereinigtes Abwasser

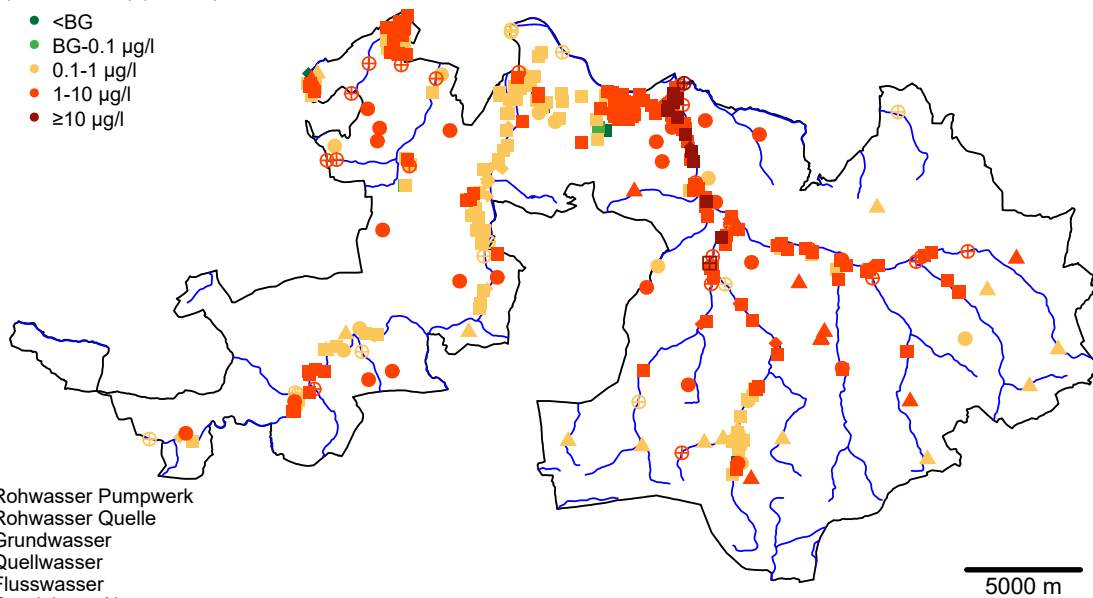
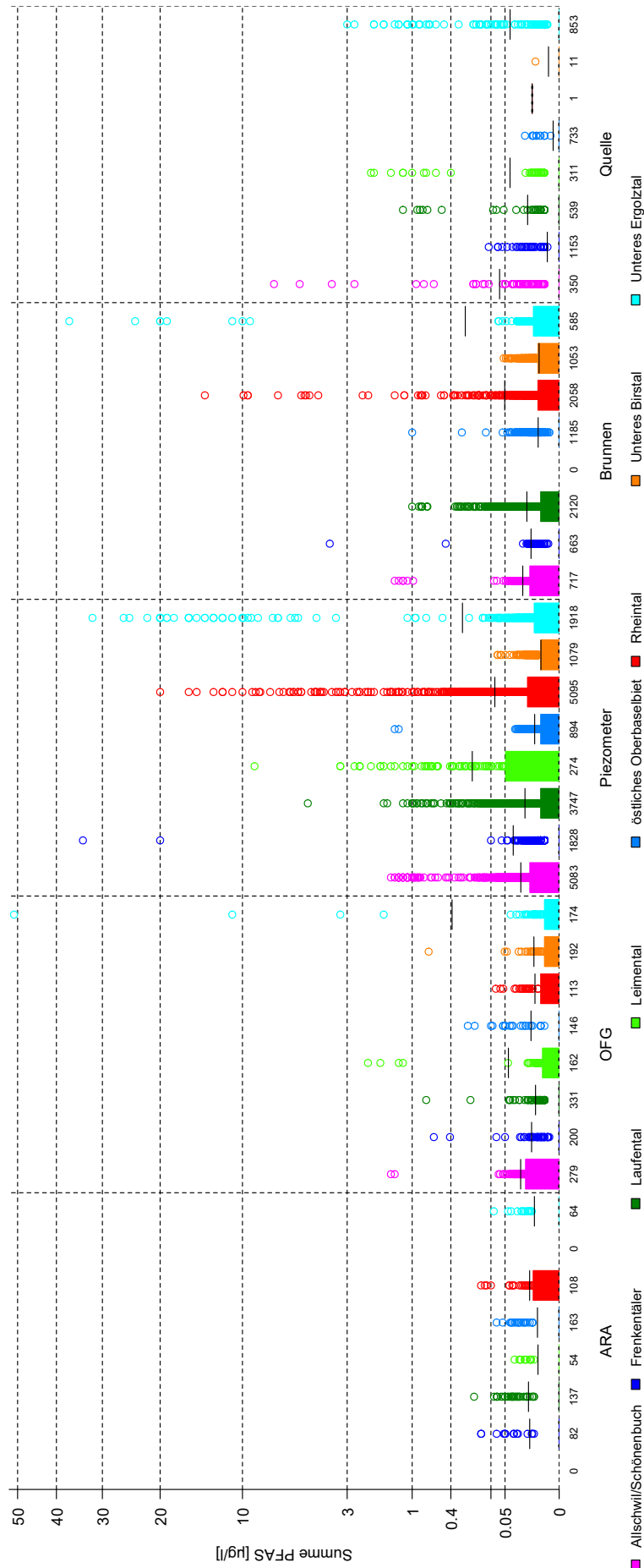


Abbildung 55: Übersicht über die Messungen zu Trifluoressigsäure (TFA) basierend auf den ersten Messungen aus den Jahren 2021 und 2022.



**Abbildung 56:** Zusammenfassung und Vergleich der Messwerte zu der Summe aller PFAS in den verschiedenen Entnahmestellen. Die Boxplots stellen Median (gestrichelte Linie), 25- und 75-Perzentil (Box) und Mittelwert (durchgezogene Linie) dar. Die Zahlen entlang der x-Achse geben die Anzahl Messwerte an, aus denen der Boxplot berechnet wurde.

## 5.10 POLYCHLORIERTE BIPHENYLE

### 5.10.1 GRUNDLAGEN

Polychlorierte Biphenyle (PCB) sind langlebig und können sich deshalb in der Umwelt anreichern. PCB wurden bis zum Totalverbot im Jahr 1986 u.a. als Hydraulikflüssigkeiten, Industriefette und -öle, Wärmeaustauscher, Imprägniermittel, Dielektrika in der Elektronikindustrie, Dichtungsmittel, organische Lösungsmittel, Papierbeschichtungen, Flammschutzmittel für Papier, Gewebe und Holz sowie Weichmacher in Lacken verwendet (siehe Fiedler u. a. 1995). PCB kommen im Grundwasser in der Regel nur vereinzelt und mit tiefen Konzentrationen vor.

Für PCB gibt es keinen expliziten Anforderungswert in der Gewässerschutzverordnung. Für die Beurteilung der Daten wurde der allgemeine Vorsorgewert von 0.1 µg/l herangezogen.

### 5.10.2 RESULTATE

Umfangreichere Untersuchungen auf PCB haben erst in den letzten Jahren stattgefunden. Es konnte generell festgestellt werden, dass PCB im Grundwasser sehr selten vorkommen. Die Konzentrationen liegen fast ausschliesslich unter dem Vorsorgewert von 0.1 µg/l (siehe Abb. 57). Die von geringen Nachweisen betroffenen Messstellen sind drei Probenahmestellen in Oberflächengewässern, eine Quelle und ein Grundwasseraufschluss.

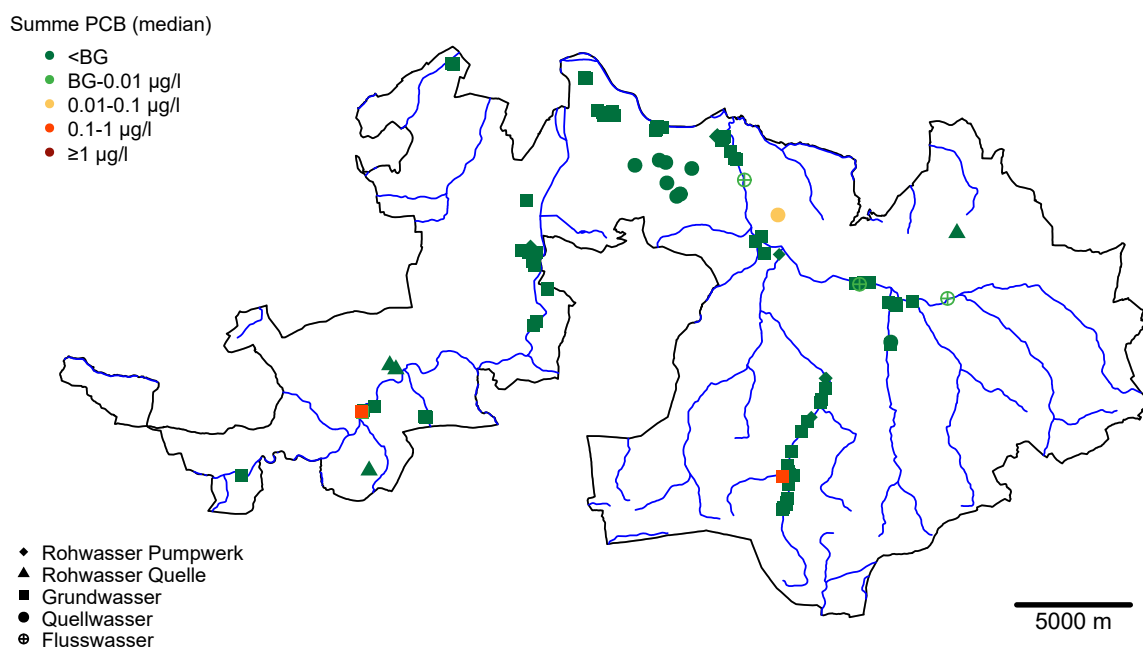


Abbildung 57: Räumliche Verbreitung der PCB. (BG: Bestimmungsgrenze)

### 5.10.3 ZUSTAND UND ENTWICKLUNG

Da umfangreichere Daten zu PCB erst seit wenigen Jahren vorliegen und auf Grund des Umstands, dass PCB relativ persistent und wenig mobil sind, kann aus den vorhandenen Daten keine generelle Aussage über die Veränderung der Konzentrationen dieser Stoffe über die Zeit gemacht werden. Es ist jedoch davon auszugehen, dass sich die räumliche Verbreitung der Stoffe sowie die zeitliche Entwicklung der Konzentrationen in den nächsten Jahren nicht wesentlich ändern wird.

## 6 SYNTHESE

### 6.1 VERGLEICH DER GRUNDWASSERGEBIETE

Für die Grundwasserüberwachung wurde der Kanton Basel-Landschaft in acht Grundwassergebiete unterteilt. Die Grundwassergebiete werden aus unterschiedlichen Fest- und Lockergestein gebildet, was zu entsprechenden Unterschieden in der geochemischen Zusammensetzung der Grundwässer führt. Die Grundwassergebiete unterscheiden sich im Flächenanteil der räumlichen Nutzung (Landwirtschaft, Siedlung, Wald und gewerblich-industrielle Nutzung). Da Spurenstoffe vor allem über versickerndes Abwasser, infiltrierendes Flusswasser und den Austrag aus belasteten Standorten in die Grundwasserleiter gelangen können, gibt es auf Grund der verschiedenen räumlichen Nutzungen Unterschiede in der Art und Konzentration von Mikroverunreinigungen in den acht Grundwassergebieten.

Das Grundwasser unterscheidet sich in den acht Grundwassergebieten in der geochemischen Zusammensetzung. Geochemisch ähnlich sind die Grundwässer im Einzugsgebiet der Ergolz, also im östlichen Oberbaselbiet, in den Frenkentalern und im unteren Ergolztal. Sie weisen tendenziell höhere Sulfat- und Magnesiumgehalte auf als die Grundwässer im Laufental und im unteren Birstal. Die Untersuchungsergebnisse des Grundwassers im Rheintal zeigen eine grosse Bandbreite der Konzentrationen geochemischer Parameter auf, da auch der Einfluss der Rheinwasserinfiltration und tiefliegendes Grundwasser untersucht wurde. Dieses tiefe Grundwasser weist teilweise sehr hohe Chloridgehalte von mehreren 100 mg/l auf. Das Chlorid stammt aus dem Salzlager und gelangt über natürliche und anthropogene Ursachen ins Grundwasser. Geochemisch ähnlich wie das Grundwasser im Rheintal ist dasjenige in Allschwil / Schönenbuch.

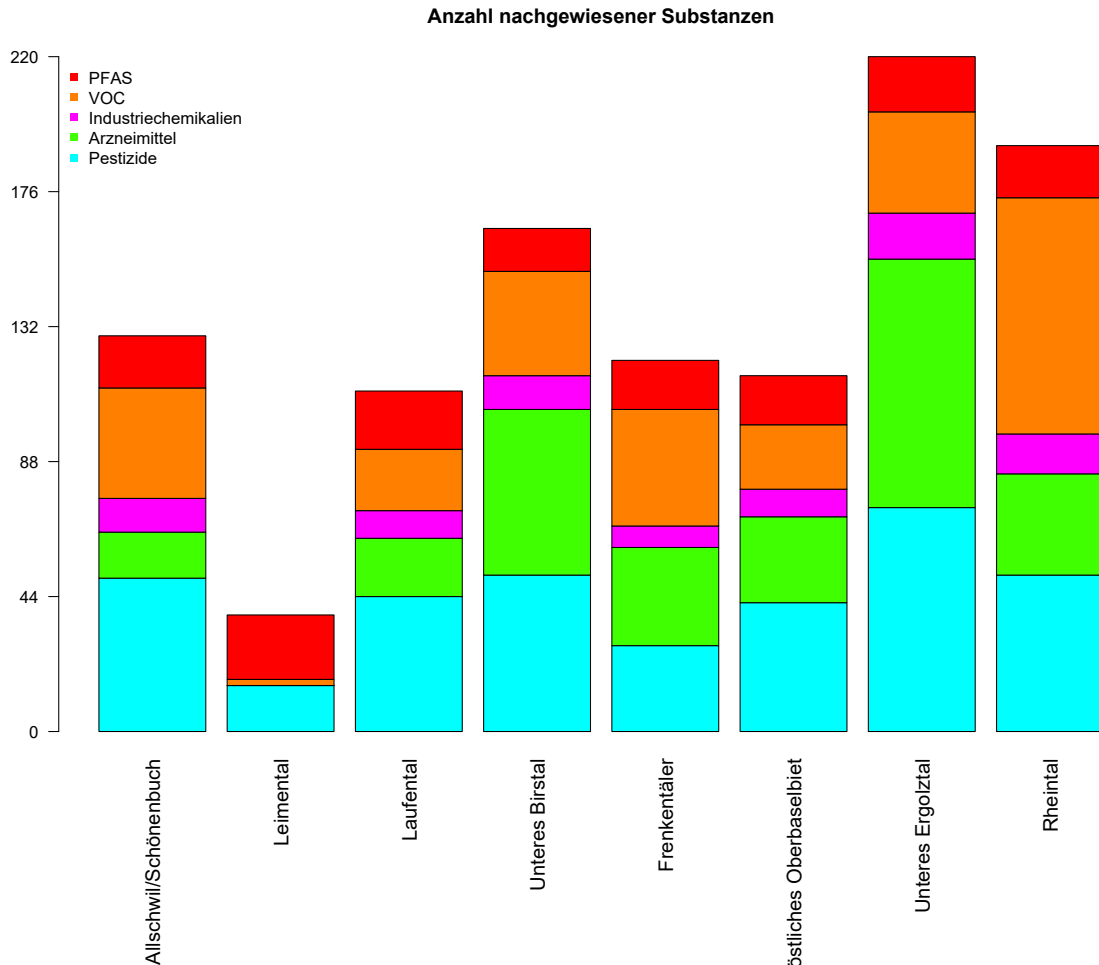
Die Spurenelemente werden, wie die Hauptinhaltsstoffe, über die Gesteinslösung ins Grundwasser eingetragen. Die Grundwässer im Einzugsgebiet der Ergolz und des Rheins weisen höhere Gehalte beispielsweise an Fluor auf als in anderen Grundwassergebieten. Andere Unterschiede in der räumlichen Verbreitung der Spurenelemente sind auf anthropogene Überlagerungen zurückzuführen. So bei Kupfer und Zink, die unter anderem von Metaldächern stammen. Auch Chrom, Cadmium und Nickel, welche vor allem im Grundwasserleiter des Rheintals und in Allschwil in höheren Konzentrationen vorhanden sind, stammen höchstwahrscheinlich aus anthropogenen Nutzungen. Chrom ist auch im Birstal in höheren Konzentrationen messbar. Quecksilber kommt nur im Grundwasserleiter des Rheintals in erhöhten Konzentrationen vor.

Generell hängt die Grundwasserqualität stark von den anthropogenen Tätigkeiten im Grundwassergebiet ab. Um die Grundwasserqualität über die Grundwassergebiete hinweg vergleichen zu können, wurden die Anzahl nachgewiesener Stoffe je Grundwassergebiete in einem Balkendiagramm (siehe Abb. 58) und die Stoffgruppen summarisch in Spiderplots dargestellt (siehe Abb. 59).

Im unteren Ergolztal wurden am meisten verschiedene Spurenstoffe nachgewiesen, gefolgt vom Rheintal, dem unteren Birstal und Allschwil / Schönenbuch. Am häufigsten nachgewiesen werden Pestizide, Arzneimittel und VOCs. Im unteren Ergolztal wurden am meisten Arzneimittel und Industriechemikalien nachgewiesen. Im Rheintal ist die Anzahl der VOCs am höchsten, dies bedingt durch die gewerblich-industrielle Nutzung im Raum Muttenz / Pratteln. Die Anzahl nachgewiesener PFAS ist in allen Grundwassergebieten praktisch gleich hoch.

Für den Grundwasserleiter im Leimental liegen sehr wenige Messdaten vor. Das Grundwassergebiet wurde erst im Jahr 2022 in die wiederkehrenden allgemeinen Grundwasseruntersuchungen aufgenommen. Das Leimental wird deshalb für den nachfolgenden Vergleich nicht berücksichtigt.

Im östlichen Oberbaselbiet treten am wenigsten Überschreitungen von Anforderungswerten auf. Abgesehen von den Nahrungsmittelinhaltsstoffen liegt der Anteil an Messstellen mit Überschreitungen von Anforderungswerten für alle Stoffgruppen unterhalb von 20 %. Dies ist darauf zurückzuführen, dass das ländlich geprägte Gebiet nur eine sehr geringe Siedlungsdichte und einen geringen Anteil an gewerblich-industrielle Nutzung aufweist. Eine ähnliche Situation ist auch in den Frenkentalern zu beobachten, mit dem Unterschied, dass die Überschreitungen sowohl bei den VOCs als auch den Nahrungsmittelinhaltsstoffen etwas häufiger vorkommen. Dies ist darauf zurückzuführen, dass die Landnutzung in den Frenkentalern sehr ähnlich ist wie diejenige im östlichen Oberbaselbiet. Die doppelt so hohe Anzahl an Überschreitungen



**Abbildung 58:** Anzahl nachgewiesener Stoffe pro Grundwassergebiet (Quellen, Brunnen und Piezometer) und Stoffgruppe. Betreffend Häufigkeit siehe Tab. 4

der VOCs ist darin begründet, dass die Frenkentaler stärker industriell geprägt sind. Auffallend ist, dass in den beiden Grundwassergebieten mit dem höchsten Anteil an Landwirtschaft (Frenkentaler und östliches Oberbaselbiet) nur eine relativ geringe Anzahl an Überschreitungen hinsichtlich Pestiziden vorliegen. Dies deutet daraufhin, dass wahrscheinlich auch aufgrund der Topographie eine eher extensive Landwirtschaft betrieben wird. Aus den Spiderplots lässt sich ableiten, dass die Anzahl Messstellen mit Überschreitungen von Grenzwerten für Arzneimittel und Nahrungsmittelinhaltsstoffe abnimmt, je ländlicher einer Region ist.

Im unteren Ergolzthal nimmt die Spurenstoffbelastung zu. Die Einflüsse der höheren Siedlungsdichte lassen sich dort vermehrt erkennen. Während im östlichen Oberbaselbiet und in den Frenkentalern wenige Überschreitungen bei den Industriechemikalien und PFAS auftraten, zeigen sich im unteren Ergolzthal leicht erhöhte Werte. Auch Arzneimittel und Nahrungsmittelinhaltsstoffe in Konzentrationen oberhalb der Vorsorgewerte lassen sich in deutlich mehr Grundwassermessstellen finden. Bei der Stoffgruppe der VOCs ist im Vergleich mit den anderen Grundwassergebieten jedoch eine gute Grundwasserqualität festzustellen.

Im unteren Birstal wurden bei ca. 60 % der Messstellen Überschreitungen der Anforderungswerte für VOCs festgestellt. Ursachen sind grösstenteils gewerblich-industrielle Nutzungen. Auch im Rheintal findet man bei zahlreichen Stoffen Überschreitungen der Anforderungswerte. Sowohl bei VOCs, PFAS und den Nahrungsmittelinhaltsstoffen gibt es eine hohe Anzahl an Überschreitungen. Diese sind auf Grund der Industriegeschichte und der generell hohen Urbanisierung wenig verwunderlich.

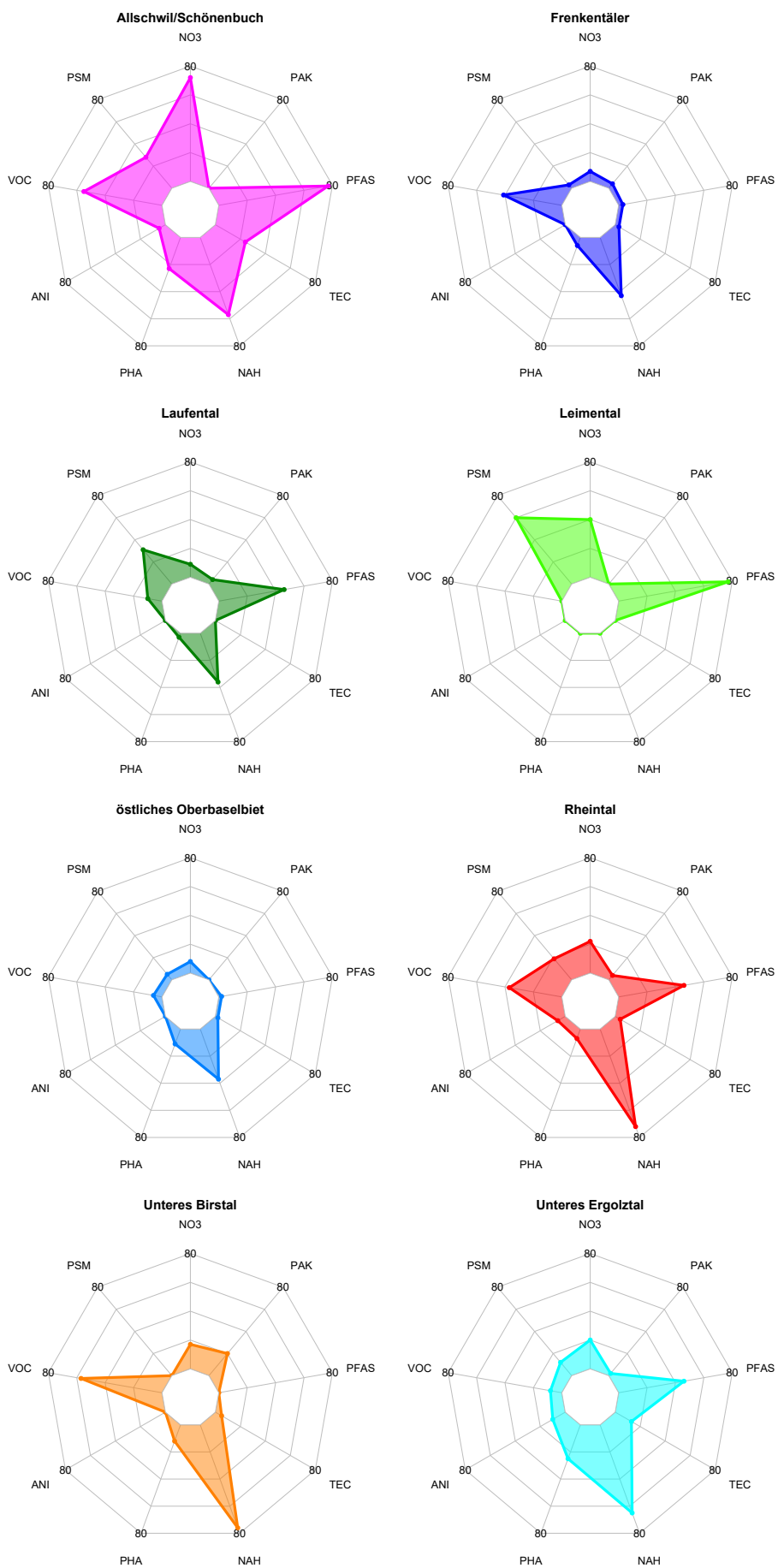
Die meisten Überschreitungen der Anforderungswerte sind im Grundwasser von Allschwil / Schönenbuch zu finden. Hier sind neben den Konzentrationen der Nahrungsmittelinhaltsstoffe und VOCs auch diejenigen

von PFAS und Nitrat deutlich erhöht. Im Zustrom dieses Grundwassergebietes befindet sich keine Kläranlage und kein Fliessgewässer, das gereinigtes Abwasser führt. Die Stoffe müssen also über andere anthropogene Tätigkeiten wie z.B. infolge gewerblich-industrieller Nutzungen oder durch lecke Kanalisationen eingetragen werden.

Gemeinsam ist allen Grundwassergebieten, dass die Nahrungsmittelinhaltsstoffe fast immer die meisten Überschreitungen aufweisen. VOC-Belastungen treten besonders in den Grundwassergebieten in Allschwil / Schönenbuch, den Frenkentalern, dem unteren Birstal und im Rheintal auf. Grössere PFAS-Belastungen finden sich in den Grundwassergebieten in Allschwil / Schönenbuch, dem Laufental, dem unteren Ergolztal und dem Rheintal. Die Belastungen mit Pestiziden sind einzig im Laufental dominant. Das Grundwasser im Leimental weist ebenfalls an vielen Messstellen Pestizide auf. Der Datensatz ist hier jedoch zu klein für eine belastbare Aussage. Am meisten Grenzwertüberschreitungen bei Arzneimitteln gibt es mit rund 20 % im unteren Ergolztal und in Allschwil / Schönenbuch.

Von den neun in den Spiderplots aufgeführten Stoffgruppen sind die Nahrungsmittelinhaltsstoffe im gesamten Kanton (mit Ausnahme des Leimentals) gleichmässig verteilt, was auf Grund der flächendeckenden Anwendung verständlich ist. Eine vergleichbare Verteilung jedoch auf deutlich tieferem Niveau kann man auch für die Arzneimittel sehen. Einzig in den Grundwassergebieten im unteren Ergolztal und in Allschwil / Schönenbuch können tendenziell höhere Konzentrationen der Arzneimittel festgestellt werden. Im unteren Ergolztal könnte dies mit dem Abwasser aus dem Kantonsspital Liestal zusammenhängen, dessen Abwasser auf die ARA Ergolz II geleitet wird. Im Grundwasser in Allschwil / Schönenbuch sind die Grundwasserbelastungen allgemein hoch.

Bei den anderen sieben Stoffgruppen sind die spezifischen Nutzungen im Einzugsgebiet der Grundwassergebiete entscheidend darüber, ob entsprechende Stoffe in erhöhten Konzentrationen auftreten. So z. B. bei den VOCs und den Anilinen, welche auf industriell-gewerbliche Nutzungen sowie belastete Standorte zurückzuführen sind. Nitrat und Pestizide sind eine Folge der landwirtschaftlichen Nutzung. Die Nutzungen an der Oberfläche widerspiegeln sich damit auch in den Belastungen der Grundwassergebiete.

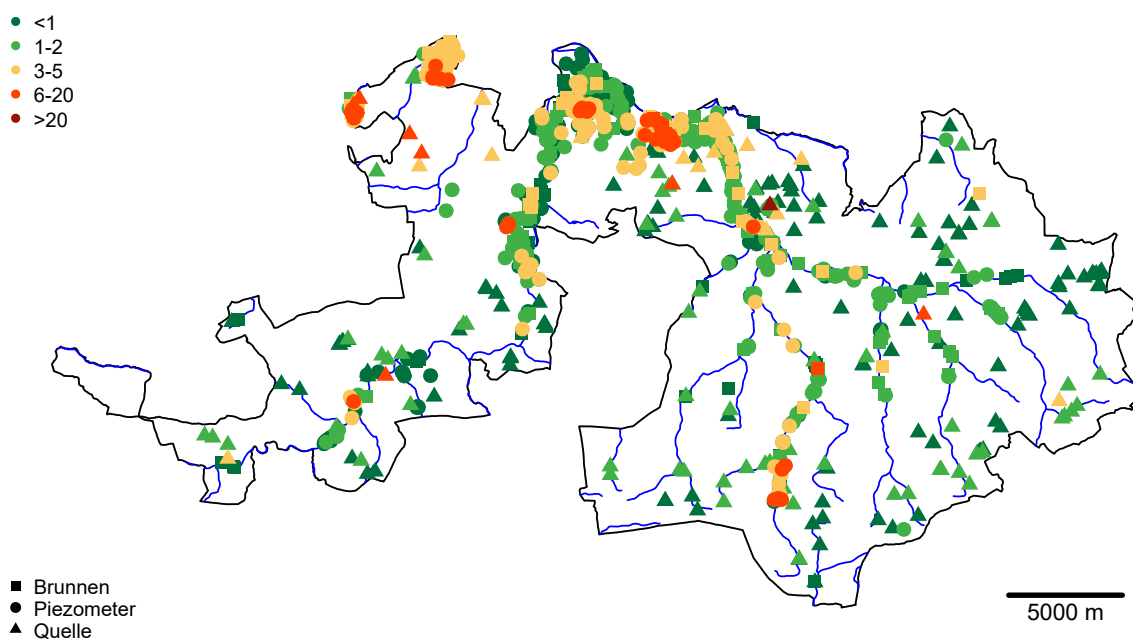


**Abbildung 59:** Spiderdiagramm pro Grundwassergebiet (Median-Werte). Darstellung: Anteil Messtellen (Quellen, Brunnen und Piezometer) mit min. einer Überschreitung der Vorsorgewerte (Innerster Kreis: 0 % Überschreitung, äusserster Kreis 80 % Überschreitung, NO3: Nitrat, PAK: Polychlorierte Biphenyle, PFAS: Per- und polyfluorierte Alkylverbindungen, TEC: Industriechemikalien, NAH: Nahrungsmittelinhaltsstoffe, PHA: Arzneimittel, ANI: Aniline, VOC: Flüchtige organische Verbindungen, PSM: Pestizide).

## 6.2 BEWERTUNG DER GRUNDWASSERQUALITÄT

Mit der kantonalen Grundwasserüberwachung wurden in den letzten zehn Jahren die Grundwasserleiter und einige Quellen untersucht. Damit wurde der grösste Teil des genutzten Grundwassers beprobt. Die Datengrundlage für eine Beschreibung der Spurenstoffe im Grundwasser im Kanton Basel-Landschaft kann daher als gut beurteilt werden.

Bei den Grundwasseruntersuchungen wurden Hunderte von anthropogenen Spurenstoffen im Grundwasser festgestellt. Es gibt kaum eine Messstelle, in welcher keine Überschreitung mindestens eines Anforderungswertes gemessen wurde. Von den Grundwasserbelastungen besonders betroffen sind die Lockergesteinsgrundwasserleiter in den Agglomerationsgebieten im Birstal, Ergolzthal, Rheintal, vordere Frenkental und Allschwil / Schönenbuch. Hier lagen pro Messstelle bis zu 20 Spurenstoffe über den Anforderungswerten, welche in der Gewässerschutzverordnung festgelegt wurden (siehe Abb. 60). Überschreitungen wurden bei praktisch allen Stoffgruppen festgestellt.



**Abbildung 60:** Anzahl Stoffe pro Probenahmestelle, die im Zeitraum vom 01. Januar 2010 bis 31. Dezember 2022 mindestens einmal einen Anforderungswert gemäss der Gewässerschutzverordnung überschritten haben.

Für viele Spurenstoffe sind keine Höchstwerte in der Gewässerschutzverordnung festgelegt. In diesem Fall wurden für die Beurteilung die Höchstwerte aus der Verordnung des EDI über Trinkwasser sowie Wasser in öffentlich zugänglichen Bädern und Duschanlagen oder die in der Wegleitung Grundwasserschutz definierten Indikatorwerte angewendet. Bei den Stoffen, die auch weder in der Verordnung noch der Wegleitung geregelt sind, wurde ein allgemeiner Vorsorgewert von 0.1 µg/l als Konzentrationsgrenze verwendet, die nicht überschritten werden sollte. In der Regel kann man davon ausgehen, dass Stoffe in Konzentrationen unter 0.1 µg/l keine Gefährdung beim Trinkwasserkonsum oder für die Umwelt darstellen. Es gibt jedoch genotoxisch relevante Stoffe, die bereits in sehr viel tieferen Konzentrationen eine Wirkung haben können. Ebenfalls können synergistische Wirkungen auftreten. Dazu müssen die verschiedenen Stoffe jedoch einen gleichen Wirkmechanismus im Körper haben. Eine Summenbildung über die Konzentrationen der im Grundwasser gefundenen Stoffe kann deshalb nur eine allgemeine Belastungssituation beschreiben, jedoch nicht die toxikologische Situation.

Im Folgenden wird auf die einzelnen Stoffgruppen eingegangen und eine Bewertung bezüglich der Grundwasserqualität gemacht. Daraus können die heute und möglicherweise in Zukunft relevanten Stoffe und Stoffgruppen abgeleitet werden.

Bei den Schwermetallen gibt es bei Kupfer und Zink viele Überschreitungen der Indikatorwerte gemäss der Wegleitung Grundwasserschutz. Diese Werte sind bewusst tief angesetzt, damit auch kleine Veränderungen gegenüber einem allgemeinen natürlichen Referenzzustand der Grundwässer in der Schweiz

aufgezeigt werden können. Die beiden Schwermetalle können insbesondere von Einträgen von Metalldächern oder aus den Armaturen der Grundwassermessstellen selbst stammen. Toxikologisch relevant sind die gemessenen Konzentrationen nicht, da der Höchstwert in der Verordnung des EDI über Trinkwasser sowie Wasser in öffentlich zugänglichen Bädern und Duschanlagen mit 5 mg/l für Zink und 1 mg/l für Kupfer zwei bis drei Grössenordnungen höher liegt.

Nitrat ist im Kanton Basel-Landschaft nur punktuell ein Problemstoff im Grundwasser. Das Qualitätsziel von 25 mg/l wird zwar an einigen Stellen überschritten, es gibt jedoch kaum Messstellen mit Überschreitungen des Trinkwasserhöchstwertes von 40 mg/l. Treten solche auf, dann nur sehr lokal. Der landwirtschaftliche Einfluss zeigt sich jedoch in den Nitratkonzentrationen der Quellen, die die Ackerflächen im Tafeljura entwässern. Allgemein ist die Tendenz der Nitratkonzentrationen stabil bis leicht rückläufig.

Pestizide sind im Grundwasser des Kantons weit verbreitet. Je Grundwassergebiet wurden zwischen 40 bis 50 Stoffe von den insgesamt 360 analysierten Pestiziden festgestellt. Entlang der grösseren Talachsen (Birs, Ergolz, Frenke, Rhein) liegen die Konzentrationen im Bereich von 0.01 bis 0.1 µg/l. In den landwirtschaftlich genutzten Gebieten im Laufental und in Schönenbuch liegen sie um den Faktor 10 höher, also im Bereich von 0.1 bis 1.0 µg/l und damit über dem Anforderungswert von 0.1 µg/l. Auffällig ist das Leimental südlich von Basel. Die kleinen Bäche im landwirtschaftlich intensiv genutzten Gebiet sind hier erheblich mit Pestiziden belastet. Die erhöhten Konzentrationen im Raum Muttenz / Pratteln sind hauptsächlich auf die Anwendung der Pestizide im Güterbahnhof zurückzuführen. Ins Grundwasser eingetragene Pestizide können dort sehr lang verbleiben, wie das Beispiel Atrazin zeigt. Obschon die Anwendung dieses Stoffs schon seit über zehn Jahren verboten ist, kann Atrazin immer noch im Grundwasser nachgewiesen werden und liegt vereinzelt über dem Anforderungswert von 0.1 µg/l. Die Metaboliten von Chlorothalonil, welche im Grundwasser im Mittelland problematisch sind, können im Grundwasser des Kantons Basel-Landschaft ebenfalls in einigen Messstellen nachgewiesen werden. Die Konzentrationen liegen jedoch bis auf eine Messstelle im Laufental und zwei Messstellen in Schönenbuch unter dem Anforderungswert von 0.1 µg/l. In den kleinen Bächen im Leimental konnten die Metaboliten in Konzentrationen über dem Anforderungswert festgestellt werden.

Die VOCs umfassen eine breite Palette von Stoffen. Sie werden schon seit mehr als 30 Jahren im Grundwasser untersucht. Sie wurden früher häufig in Industrie und Gewerbe verwendet und gelangten über Abfälle auf Deponien. Von diesen Ablagerungs- und Betriebsstandorten, Betriebsgeländen oder auch über undichte Kanalisationen gelangten und gelangen die VOCs ins Grundwasser. Im unteren Birstal, im Ergolztal, in den Frenkentäler, im Rheintal und in Allschwil sind erhöhte Konzentrationen auch über dem Anforderungswert von 1.0 µg/l feststellbar. In den meisten Fällen wird dabei Tetrachlorethen, Toluol, Trichlorethen und m/p-Xylol mit Überschreitung des Anforderungswertes beobachtet. Für die Trinkwassergewinnung sind die VOC-Konzentrationen im Grundwasser meistens nicht relevant, da für Trinkwasser ein Höchstwert von 10 µg/l für die Summe der flüchtigen Halogenkohlenwasserstoffe (mit 1-3 C Atomen) besteht. Für die Kohlenwasserstoffe mit C10-C40 liegt der Höchstwert sogar bei 20 µg/l. PAKs wurden in den Grundwasserleitern verbreitet untersucht, aber nur sehr punktuell nachgewiesen. Dabei gab es kaum Überschreitungen der Anforderungswerte.

Arzneimittel sind im Grundwasser in den Agglomerationsgebieten in Allschwil, dem unteren Birstal sowie dem mittleren und unteren Ergolztal weit verbreitet. Sie gelangen über das gereinigte Abwasser via infiltrierendes Flusswasser und undichte Kanalisationen ins Grundwasser. In den ARA-Ausläufen sind die höchsten Konzentrationen enthalten. Von den 366 analysierten Arzneimitteln konnten über 100 im Grundwasser nachgewiesen werden, rund 20 Stoffe lagen über dem Vorsorgewert von 0.1 µg/l. Es gibt einige Arzneimittel, die sehr weit verbreitet sind, so Carbamazepin (Antiepileptikum und Wirkstoff bei psychischen Erkrankungen) und Lamotrigin (Antiepileptikum zur Therapie von Epilepsie bei Kindern ab 12 Jahren) an über 60 % und Hydrochlorthiazin (Behandlung von Hypertonie, Herzinsuffizienz oder zur Ausschwemmung von Ödemen) an über 50 % der Messstellen. An mehr als 40 % der Messstellen wurden Sulfamethoxazol (Behandlung von Harnwegsinfekten) und Candesartan (gegen Bluthochdruck und bei chronischer Herzschwäche) und Desvenlafaxin, (Antidepressivum) nachgewiesen. Die toxikologische Bedeutung der gemessenen Konzentrationen im Grundwasser ist unklar, da die Wirkkonzentrationen für Menschen viel höher liegen. Für die aquatischen Lebewesen im Grundwasser kann eine Wirkung jedoch nicht ausgeschlossen werden.

In der Stoffgruppe der Nahrungsmittelinhaltsstoffe wurden fünf Stoffe untersucht. Neben Coffein waren

es vier verschiedene künstliche Süsstoffe. Acesulfam konnte dabei an 90 % und Sucralose an 70 % der Messstellen nachgewiesen werden. Die fünf Stoffe werden hauptsächlich über das Abwasser eingetragen, also über die ARA-Ausläufe und über undichte Kanalisationen. Während Coffein in den Kläranlagen abgebaut wird, führt die Abwasserbehandlung zu keinem Abbau von Acesulfam. Coffein kann deshalb als Tracer für unbehandeltes Abwasser und Acesulfam für unbehandeltes sowie behandeltes Abwasser genutzt werden. Coffein ist entsprechend im Grundwasser weniger verbreitet als Acesulfam, konnte aber dennoch an rund 30 % der Messstellen festgestellt werden. Toxikologisch sind die Konzentrationen im Grundwasser nicht relevant. Die Stoffe sind jedoch persistent und verbleiben über lange Zeit im Grundwasser.

Aus der Gruppe der Industriechemikalien wurden knapp 80 Stoffe untersucht, von welchen über 15 eine Überschreitung der Anforderungswerte zeigten. Die Stoffe werden über das Abwasser in den Wasserkreislauf eingetragen und sind schwerpunktmässig in den Agglomerationsgebieten vorhanden. Am weitesten verbreitet sind Benzotriazol, 5-Methylbenzotriazol und EDTA, welche an 70 % bis 90 % der Messstellen nachgewiesen wurden und in rund 5 % der Messstellen Überschreitungen der Anforderungswerte aufweisen. Industriechemikalien sind weit verbreitet, deren Konzentrationen sind aber eher gering. Aniline wurden in den letzten zehn Jahren entlang der grösseren Flusstäler in den Grundwasserleitern untersucht. Die Stoffgruppe wurde nur vereinzelt nachgewiesen und steht vorwiegend im Zusammenhang mit ehemaligen gewerblich-industriellen Nutzungen. Im gereinigten Abwasser wurden Aniline nur in der ARA Rhein gemessen, welche industrielle Abwässer aufbereitet.

Die per- und polyfluorierten Alkylverbindungen (PFAS) sind im Grundwasser insbesondere in den Tälern weit verbreitet. Einzelne PFAS wurden an über 70 % der Messstellen nachgewiesen. Es gibt Gebiete mit erhöhten PFAS-Konzentrationen, so in Laufen, Reinach, Allschwil, im Raum MuttENZ / Pratteln und unterhalb von Sissach. Die Überschreitungen der Höchstwerte der Verordnung des EDI über Trinkwasser sowie Wasser in öffentlich zugänglichen Bädern und Duschanlagen liegen je Stoff und Messstelle bei weniger als 1 % bis 8 %. Die gemessenen Konzentrationen liegen jedoch im Bereich des neuen EU-Grenzwertes für PFAS von 100 ng/l. Sollte dieser Grenzwert auch in der Schweiz zur Anwendung kommen, wären deutlich mehr Messstellen von Überschreitungen betroffen, darunter auch Trinkwasserbrunnen. Dies ist insofern relevant, da PFAS polar und persistent sind und daher nur mit grossem Aufwand aus dem Wasser zu entfernen sind. Noch weiter verbreitet im Grundwasser als die PFAS ist TFA (Trifluoacetat). Von den beprobten knapp 50 Messstellen im Rheintal, Allschwil und dem Laufental wurden in fast allen Messstellen TFA festgestellt. Nur in einer Quelle im Laufental konnte dieser Stoff nicht gemessen werden.

PCB wurden nur wenig untersucht und im Grundwasser kaum nachgewiesen. PCB sind kaum wasserlöslich und werden bei einer Passage durch den Untergrund rasch sorbiert.

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass alle Grundwasservorkommen im Kanton mit verschiedensten Spurenstoffen belastet sind. Praktisch jede Messstelle wies in den letzten Jahren zudem eine bis mehrere Überschreitungen von den Anforderungswerten gemäss der Gewässerschutzverordnung auf. Die Tabelle 4 gibt einen Überblick über den Anteil der nachgewiesenen Spurenstoffe in den Grundwassergebieten. Die Anzahl Überschreitungen der Anforderungswerte von Spurenstoffen in den einzelnen Messstellen ist in Abb. 58 aufgeführt.

Generell zeigt sich, dass die Grundwasserleiter in den Tälern und dort vor allem in den urbanen Gebieten stärker belastet ist als das Quellwasser. Allerdings liegen vom Quellwasser deutlich weniger Messungen vor als von den Grundwasserleitern. Die Belastungen hängen generell stark von den Nutzungen in den Einzugsgebieten ab.

Mit den vorhandenen Daten ist es kaum möglich, die Entwicklung der Spurenstoffkonzentrationen im Grundwasser zu beschreiben. Die Analytik für die Spurenstoffuntersuchungen hat sich stark entwickelt, noch in den 1990er Jahren wurden deutlich weniger Parameter untersucht. Früher waren vor allem die VOCs im Fokus von Grundwasseruntersuchungen, da sie häufig angewandt und oft unsachgemäss entsorgt wurden. Ab den 2000er Jahren wurden vermehrt Pestizide untersucht. Bei dieser Stoffgruppe kommen immer neue Wirkstoffe zum Einsatz, die teilweise bereits in geringeren Konzentrationen wirken. Aufgrund der geringeren ausgebrachten Menge sind sie im Grundwasser weniger gut und in kleineren Konzentrationen feststellbar. Toxikologisch können sie jedoch gleich relevant sein wie die früher in höheren Konzentrationen ausgebrachten Pestizide. In den letzten knapp zehn Jahren wurden vermehrt auch Arzneimittel, Industriechemikalien und PFAS untersucht. Diese Stoffe werden häufig nachgewiesen und

**Tabelle 4:** Anteil der nachgewiesenen Substanzen. In Klammer sind die Anzahl Substanzen angegeben, die gemessen wurden.

Grundwassergebiete	Pestizide	Arzneimittel	Industriechemikalien	VOC	PFAS
Allschwil/Schoenenbuch	21 % (238)	8 % (194)	30 % (37)	40 % (91)	57 % (30)
Leimental	22 % (69)	0 % (9)	0 % (1)	2 % (80)	70 % (30)
Laufental	19 % (226)	12 % (152)	24 % (37)	22 % (92)	49 % (39)
Unteres Birstal	13 % (393)	17 % (324)	22 % (51)	37 % (93)	40 % (35)
Frenkentaeler	10 % (286)	10 % (309)	18 % (40)	37 % (103)	39 % (41)
östliches Oberbaselbiet	18 % (232)	19 % (149)	24 % (38)	23 % (92)	41 % (39)
Unteres Ergolzthal	20 % (373)	23 % (356)	31 % (49)	34 % (98)	44 % (41)
Rheintal	17 % (309)	19 % (172)	27 % (49)	71 % (109)	44 % (39)

lösen in der Relevanz der Belastungen die VOCs ab.

Bei der festgestellten hohen Anzahl an Spurenstoffen ist es nicht erstaunlich, dass immer wieder Stoffe in toxikologisch relevanten Konzentrationen für die Trinkwassernutzung auftreten. So wurden beispielsweise 2006 im Grundwasser des Hardwalds Tetrachlorbutadiene in teilweise genotoxisch relevanten Konzentrationen festgestellt, was zum Bau einer Aufbereitungsanlage zur Entfernung dieser Stoffe führte. Ebenso hat das BAFU bei Grundwasseruntersuchungen in den letzten Jahren im Mittelland erhöhte Konzentrationen von Chlorothalonil-Metaboliten festgestellt. Hier ist die Diskussion über die toxikologische Wirkung der Stoffe für die rund eine Million betroffenen Trinkwasserbezügler noch nicht abgeschlossen. Diese Metaboliten sind vereinzelt auch im Grundwasser des Kantons Basel-Landschaft vorhanden. Untersuchungen zu PFAS im Kanton Basel-Landschaft im Jahr 2022 zeigt zudem eine weite Verbreitung dieser Stoffgruppe mit teilweise erhöhten Konzentrationen im Bereich der in der EU vorgesehenen Höchstwerte. Geht die Zunahme des Eintrags von Spurenstoffen weiter und die Belastung des Grundwassers nimmt weiter zu, kann dieses nicht mehr ohne Aufbereitung zur Entfernung von Spurenstoffen konsumiert werden. Wie sich abzeichnet, sind die problematischen Stoffe persistent und polar und daher nur mit grossem Aufwand aus dem Wasser entfernbar, was eine zusätzliche Herausforderung bei der Trinkwasseraufbereitung darstellt.

In der Gewässerschutzverordnung sind nur für sehr wenige Stoffe oder Stoffgruppen Anforderungswerte formuliert. Für Arzneimittel, PFAS oder Industriechemikalien sind keine gesetzlich festgeschriebenen Werte vorhanden. Beurteilt man die Grundwasserqualität nur auf Basis der in der Gewässerschutzverordnung vorhandenen Anforderungswerten, stellt man bereits zahlreiche Überschreitungen fest. Zieht man, wie in diesem Bericht gemacht, auch die Indikatorwerte aus der Wegleitung Grundwasserschutz, die Höchstwerte aus der Trinkwasserverordnung und den allgemeinen Vorsorgewert von 0.1 µg/l bei, ist ersichtlich, dass praktisch das gesamte Grundwasservorkommen im Kanton Basel-Landschaft in den letzten zehn Jahren mit mindestens einem Spurenstoff belastet war. In einigen urbanen Gebieten sind sogar Überschreitungen von Anforderungswerten von sechs bis 20 Spurenstoffen je Messstelle weit verbreitet.

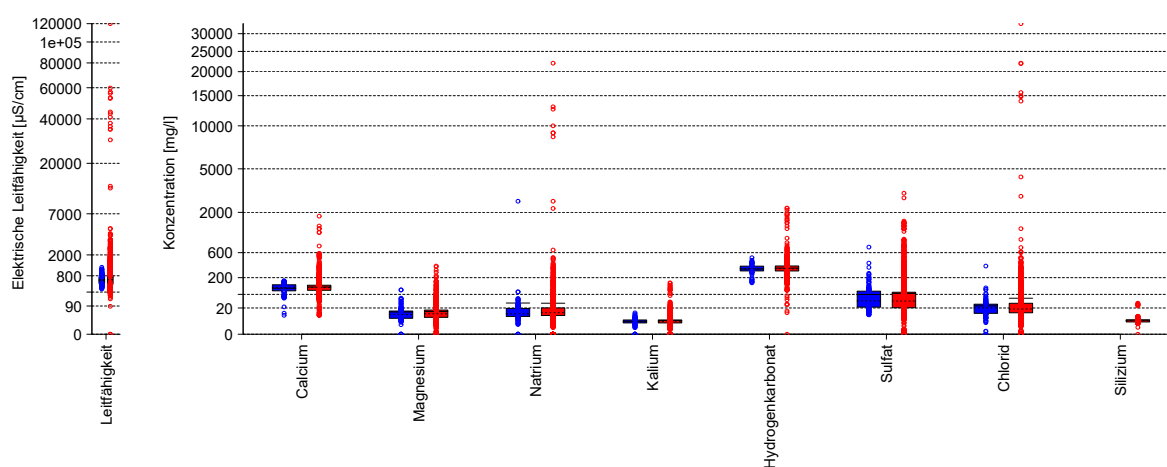
### 6.3 VERGLEICH ZUR GRUNDWASSERQUALITÄT IN DER SCHWEIZ

Das Bundesamt für Umwelt untersucht die Grundwasserqualität mit dem Programm NAQUA seit 1997 flächendeckend. Schweizweit werden rund 500 Messstellen beprobt. Von Zeit zu Zeit berichtet das BAFU über den Zustand des Grundwassers in der Schweiz. Der letzte Bericht stammt aus dem Jahr 2019 mit Daten aus den Erhebungen bis 2016 (BAFU 2019). Die gemessenen Stoffe und Stoffgruppen sind vergleichbar mit den Grundwasseruntersuchungen des Kantons Basel-Landschaft.

Im Kanton Basel-Landschaft werden im Rahmen der verschiedenen NAQUA-Module insgesamt 19 Brunnen und 9 Quellen untersucht. Die 28 Fassungsstandorte dienen alle der öffentlichen Trinkwasser-

versorgung. Auf Grund der Auswahl der Probenahmestellen wird durch NAQUA somit Grundwasser untersucht, das generell von guter Qualität ist, da ansonsten die Fassungen nicht für Trinkwasserzwecke verwendet werden können. Ein Vergleich der Grundwasserqualität im Kanton Basel-Landschaft mit der Grundwasserqualität in der gesamten Schweiz kann nur auf Basis der NAQUA-Daten erfolgen. Für die einzelnen Stoffgruppen wird nachfolgend neben diesem Vergleich auch beurteilt, wie repräsentativ die NAQUA-Daten für die gesamten Grundwasserleiter innerhalb des Kantons Basel-Landschaft sind.

Die vom Bund untersuchten Lockergesteinsgrundwässer und Karstgrundwässer der Schweiz sind tendenziell weniger mineralisiert als das Grundwasser im Kanton Basel-Landschaft. Dies zeigt sich bei Calcium, Natrium, Sulfat und Hydrogencarbonat. Grund dafür ist, dass der Kanton Basel-Landschaft geologisch von Sedimentgesteinen geprägt ist. Stellt man betreffend die Hauptinhaltsstoffe die NAQUA-Daten und die gesamten Grundwasserdaten für den Kanton Basel-Landschaft einander gegenüber, so sind die Ergebnisse sehr ähnlich (siehe Abb. 61). Auf Grund der viel grösseren Anzahl an Messorten in der Grundwasserüberwachung des Kantons Basel-Landschaft nimmt die Streuung für die einzelnen Messgrössen zu.



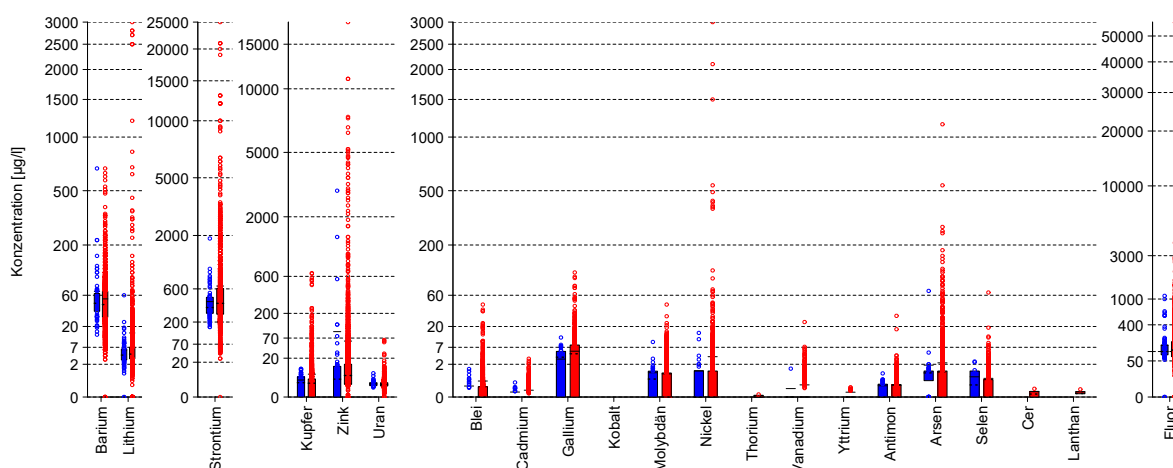
**Abbildung 61:** Vergleich der Konzentrationsverteilungen ausgewählter Hauptinhaltsstoffe zwischen NAQUA-Daten (blaue Boxplots) und den gesamten Grundwasserdaten vom Kanton Basel-Landschaft (rote Boxplots).

Bei den Spurenelementen sind die Konzentrationen der Medianwerte zwischen den NAQUA-Daten von der Schweiz und dem Kanton Basel-Landschaft vergleichbar. Wiederum nimmt auf Grund der viel grösseren Anzahl an Messorten in der Grundwasserüberwachung des Kantons Basel-Landschaft im Vergleich zur Grundwasserüberwachung NAQUA die Streuung für die einzelnen Messgrössen deutlich zu (siehe Abb. 62).

Die Nitratsituation im Kanton Basel-Landschaft ist vergleichbar mit derjenigen in der Schweiz. In den landwirtschaftlich genutzten Talsohlen oder Plateaus des Tafeljuras liegen die Nitratgehalte bei 10-25  $\text{mg/l}$ , in den Hügellzonen unter 10  $\text{mg/l}$ . Nur in den landwirtschaftlich intensiv genutzten Gebieten steigen die Werte über 25  $\text{mg/l}$ . Da im Kanton Basel-Landschaft weniger intensive Landwirtschaft betrieben wird als im Mittelland, ist auch der Stickstoffeintrag ins Grundwasser geringer. Ein zeitlicher Trend zu abnehmenden Nitratgehalten im Grundwasser kann anhand der NAQUA-Resultate erahnt werden (Abb. 63). Im Zeitraum von 2002 bis 2008 lagen die Überschreitungen der Anforderungswerte im Durchschnitt bei über 10 %, von 2011 bis 2017 unter 10 %. Es werden auch weniger Überschreitungen des Trinkwasserhöchstwertes von 40  $\text{mg/l}$  gemessen. In den Jahren 2009 und 2010 wurden keinerlei Überschreitungen des Nitratgehalts festgestellt.

Die Pestiziddaten von NAQUA aus dem Kanton Basel-Landschaft zeigen deutlich weniger Überschreitungen des Anforderungswertes als die schweizweiten NAQUA-Daten. Allerdings ist die Häufigkeit von Pestizidnachweisen im Kanton ähnlich wie in der gesamten Schweiz. Die NAQUA-Daten zeigen, dass die Pestizide auch im Kanton eingesetzt werden, jedoch vermutlich in geringeren Mengen als in der übrigen Schweiz.

Die flächendeckende Grundwasserüberwachung des Kantons zeigt eine deutlich höhere Anzahl an



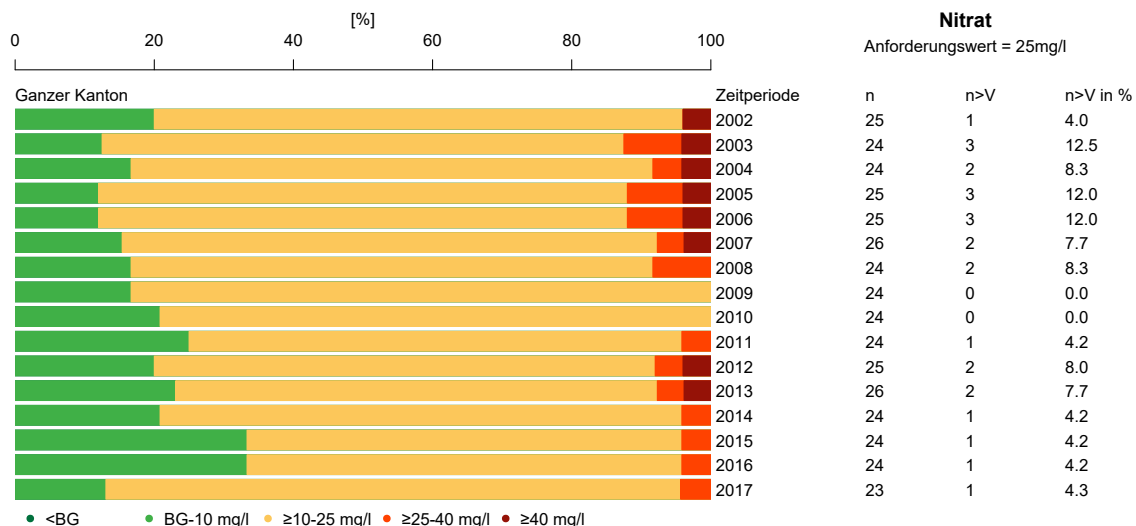
**Abbildung 62:** Vergleich der Konzentrationsverteilungen ausgewählter Spurenelemente zwischen NAQUA-Daten (blaue Boxplots) und den gesamten Grundwasserdaten vom Kanton Basel-Landschaft (rote Boxplots).

Pestizidnachweisen im Grundwasser und auch deutlich mehr Überschreitungen des Anforderungswertes (siehe Abb. 64). Das BAFU hatte mittels NAQUA in den Daten von 2014 zwei Pestizide oder Metabolite über 0.1 µg/l festgestellt, im Kanton waren es im Zeitraum 2010 bis 2022 rund 40 Stoffe. Die vom Bund in der Schweiz nachgewiesenen Stoffe Bentazon und Mecoprop wurden im Kanton Basel-Landschaft nicht festgestellt. Alle übrigen vom BAFU in erhöhten Konzentrationen gemessenen Stoffen kommen auch im Kanton Basel-Landschaft vor. Über zehn weitere vom BAFU untersuchten und nicht festgestellten Pestizide konnten im Kanton Basel-Landschaft nachgewiesen werden.

Aus der Stoffgruppe der VOCs ist die Belastung des Grundwasser mit Tetrachlorethen und MTBE, verglichen auf Basis der NAQUA-Daten, für die Schweiz und den Kanton Basel-Landschaft vergleichbar. Ansonsten werden in den NAQUA-Messstellen des Kantons Basel-Landschaft im Vergleich zu den schweizweiten NAQUA-Messungen deutlich weniger VOC-Stoffen festgestellt. Vergleicht man die NAQUA-Daten mit den gesamten Grundwasserdaten für den Kanton Basel-Landschaft, so zeigt sich für die VOCs aber ein ganz anderes Bild: Während in NAQUA-Messstellen des Kantons Basel-Landschaft einzig Tetrachlorethen über dem Anforderungswert festgestellt wurde, sind es über 30 Stoffe für alle Grundwasserdaten des Kantons Basel-Landschaft (siehe Abb. 65). Dies dürfte vor allem auf die jahrzehntelangen gewerblich-industrielle Nutzungen und der breiten Anwendung chemischer Stoffe in der Region Basel zurückzuführen sein. Allein Tetrachlorethen wurde an über 70 % der Messstellen festgestellt, Toluol, Trichlorethen und Chloroform an über 30 % der Messstellen. Von Überschreitungen des Anforderungswertes sind beim Tetrachlorethen knapp 30 % der Messstellen betroffen.

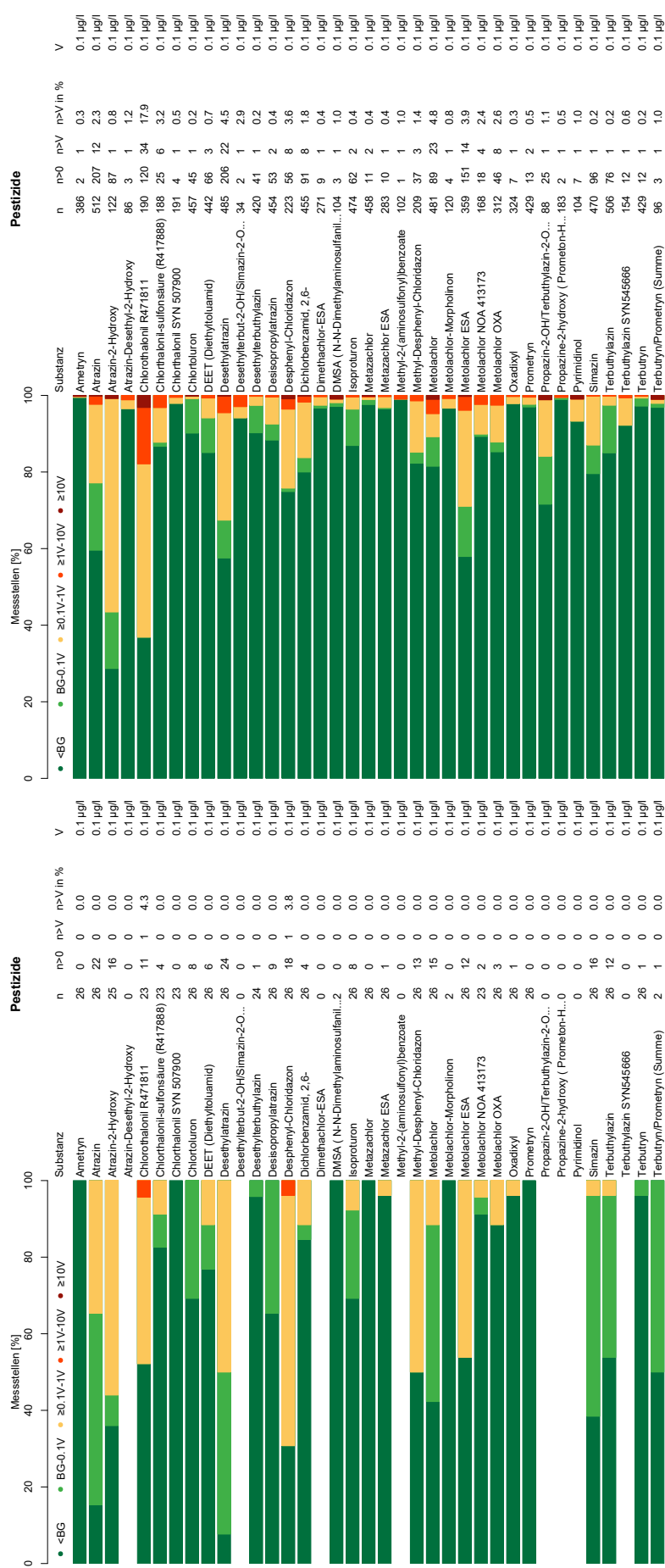
Das BAFU hat in seinem NAQUA-Bericht Arzneimittel, Nahrungsmittelinhaltsstoffe und die Industriechemikalien in einer Indikatorliste "Abwasserindikatoren" zusammengefasst. Diese Indikatorliste umfasst zehn Stoffe. Tendenziell zeigen die NAQUA-Daten, dass die Belastungssituation für diese Stoffe im Kanton Basel-Landschaft vergleichbar mit der Belastungssituation in der Schweiz ist. In der Grundwasserbeobachtung des Kantons Basel-Landschaft wurden die Grundwasserproben insgesamt auf rund 350 Arzneimittel, 5 Nahrungsmittelinhaltsstoffe und 80 Industriechemikalien untersucht. Die Palette an Parametern ist damit im Vergleich zu NAQUA wesentlich breiter. Vergleicht man die NAQUA-Daten des Kantons Basel-Landschaft mit den gesamten Daten des Kantons Basel-Landschaft, so wurden in der kantonalen Grundwasserüberwachung jeweils für Arzneimittel, Nahrungsmittelinhaltsstoffe und die Industriechemikalien wesentlich mehr Stoffe im Grundwasser gefunden, ebenso waren die Belastungen deutlich grösser (siehe Abb. 66 und 67).

PFAS wurden in der nationalen Grundwasserbeobachtung noch nicht häufig gemessen. Vergleicht man die NAQUA-Daten mit den gesamten Daten des Kantons Basel-Landschaft, kann festgestellt werden, dass in beiden Grundwasserbeobachtungen fast die gleichen Stoffe nachgewiesen werden. Die Messstellen im NAQUA-Messnetz weisen aber geringere Konzentrationen an PFAS auf (siehe Abb. 68).

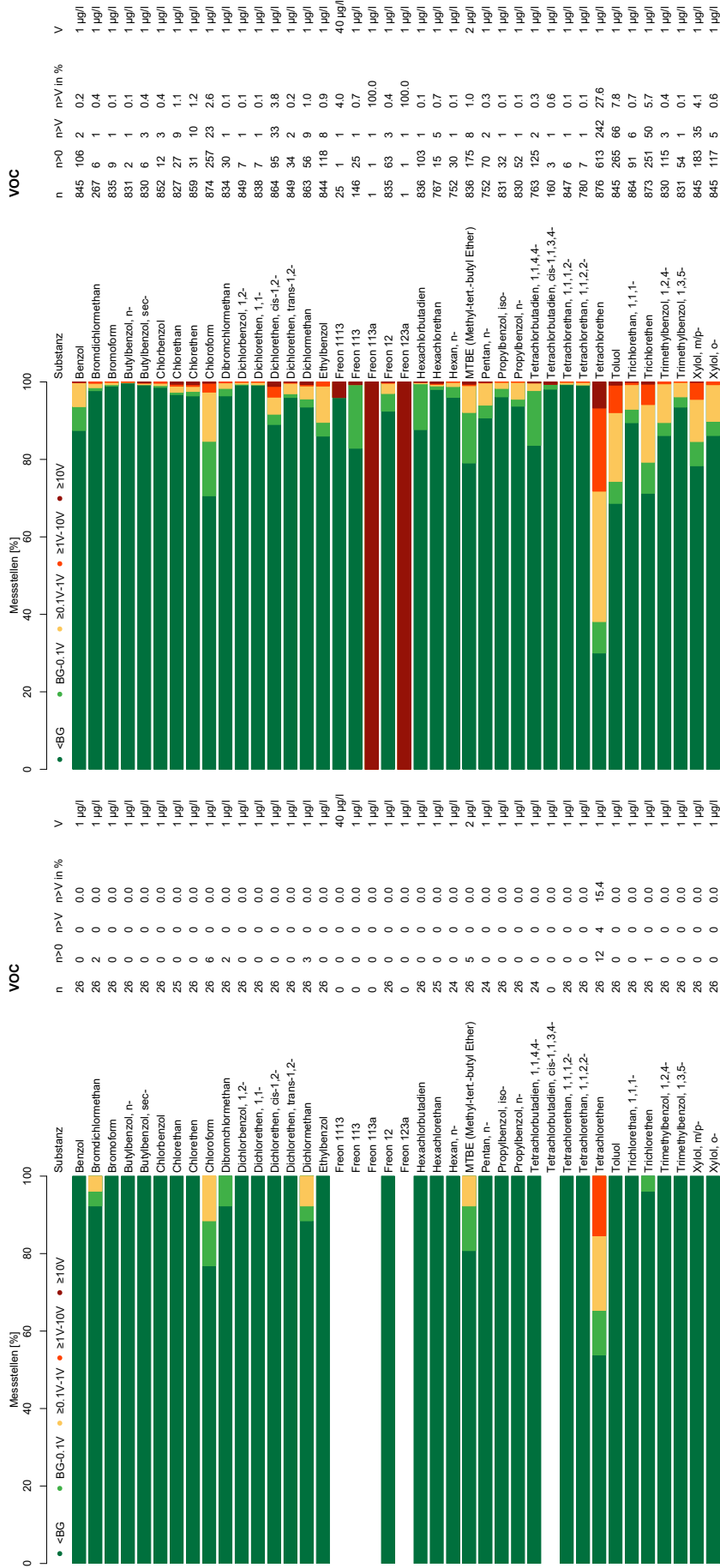


**Abbildung 63:** Zeitlicher Verlauf der Verteilung der Nitratkonzentrationen in den Messstellen von NAQUA. (n: Anzahl Probenahmestellen, BG: Bestimmungsgrenze, V: Anforderungswert gemäss GSchV).

Durch die räumlich breitere Abdeckung der Grundwasservorkommen und den Einbezug von Piezometern abseits von Trinkwasserfassungen wird die Grundwasserqualität in der Überwachung des Kantons Basel-Landschaft umfassender untersucht als dies bei einer nationalen Überwachung möglich ist. Die erfasste Stoffpalette ist bei der Überwachung im Kanton Basel-Landschaft ebenfalls breiter als diejenige beim BAFU. Diese methodischen Unterschiede in der Überwachung zeigen ein unterschiedliches Bild der Belastung des Grundwassers mit Spurenstoffen. Da Spurenstoffe über sehr lange Zeiträume im Grundwasser verbleiben können, ist eine möglichst umfassende Grundwasseruntersuchung wichtig, um frühzeitig Massnahmen zum Schutz auch des für Trinkwasser genutzten Grundwassers zu treffen.



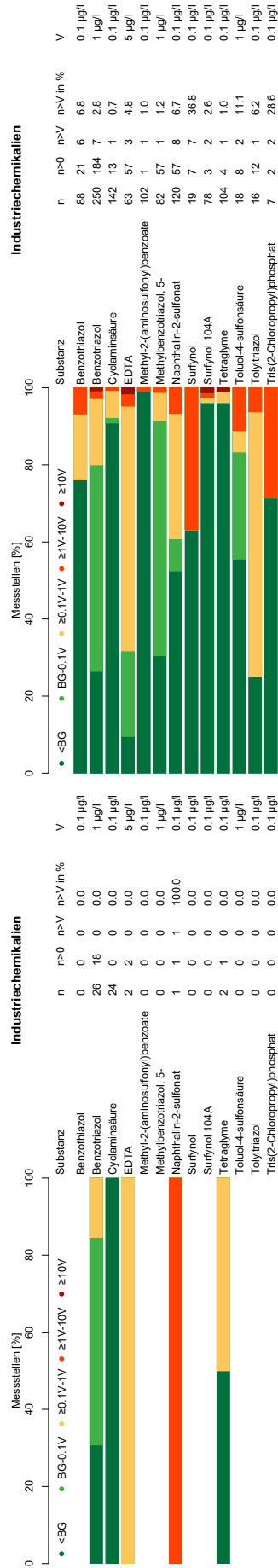
**Abbildung 64:** Übersicht über Pestizide, welche in einer Probenahmestelle mindestens einmal über dem Anforderungswert von 0.1 µg/l gelegen haben. Links: Datenbasis sind die NAQUA-Daten des Kantons Basel-Landschaft. Rechts: Datenbasis sind die gesamten Grundwasserdaten des Kantons Basel-Landschaft, dies ist die gleiche Abbildung wie 20. (n: Anzahl Probenahmestellen, BG: Bestimmungsgrenze, V: Anforderungswert gemäss Gewässerschutzverordnung)



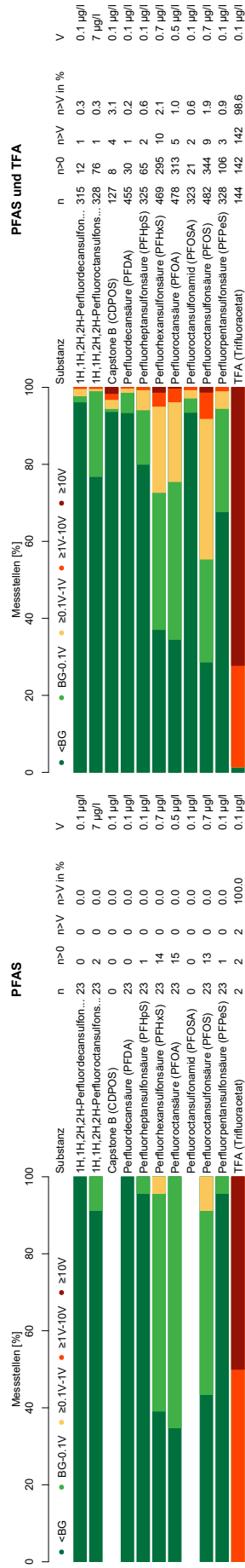
**Abbildung 65:** Übersicht über VOCs, welche in einer Probenahmeestelle mindestens einmal über dem Anforderungswert von 0,1 µg/l gelegen haben. Links: Datenbasis sind die NAQUA-Daten des Kantons Basel-Landschaft. Rechts: Datenbasis sind die gesamten Grundwasserdaten des Kanton Basel-Landschaft, dies ist die gleiche Abbildung wie 29. (n: Anzahl Probenahmestellen, BG: Bestimmungsgrenze, V: Anforderungswert gemäss Gewässerschutzverordnung)



**Abbildung 66:** Übersicht über Arzneimittel, welche in einer Probenahmeestelle mindestens einmal über dem Anforderungswert von 0.1 µg/l gelegen haben. Links: Datenbasis sind die NAQUA-Daten des Kanton Basel-Landschafts. Rechts: Datenbasis sind die gesamten Grundwasserdaten des Kantons Basel-Landschaft, dies ist die gleiche Abbildung wie 34. (n: Anzahl Probenahmestellen, BG: Bestimmungsgrenze, V: allgemeiner Vorsorgewert)



**Abbildung 67:** Übersicht über Industriechemikalien, welche in einer Probenahme mindestens einmal über dem Anforderungswert von 0,1 µg/l gelegen haben. Links: Datenbasis sind die NAQUA-Daten des Kanton Basel-Landschafts. Rechts: Datenbasis sind die gesamten Grundwasserdaten des Kantons Basel-Landschaft, dies ist die gleiche Abbildung wie 45. (n: Anzahl Probenahmestellen, BG: Bestimmungsgrenze, V: allgemeiner Vorsorgewert oder Anforderungswert gemäss Gewässerschutzverordnung)



**Abbildung 68:** Übersicht über PFAS, welche in einer Probenahmestelle mindestens einmal über dem Anforderungswert von 0.1 µg/l gelegen haben. Links: Datenbasis sind die NAQUA-Daten des Kanton Base-Landschafts. Rechts: Datenbasis sind die gesamten Grundwasserdaten des Kanton Base-Landschaft, dies ist die gleiche Abbildung wie 50. (n: Anzahl Probenahmestellen, BG: Bestimmungsgrenze, V: allgemeiner Vorsorgewert)

## 6.4 AUSBLICK

Im Grundwasser des Kantons Basel-Landschaft finden sich Hunderte von Spurenstoffen. Bei gleicher räumlicher Nutzung an der Oberfläche sind auch die Belastungen der Grundwassergebiete ähnlich. Werden Stoffe ins Grundwasser eingetragen, verbleiben sie dort meist für längere Zeit. Ein typisches Beispiel ist Atrazin, ein Pestizid, dessen Anwendung vor mehr als zehn Jahren verboten wurde, dessen Konzentration jedoch immer noch zu Überschreitungen des Anforderungswerts im Grundwasser führt.

Ein Grund für den Nachweis von Stoffe im Grundwasser, welche schon länger nicht mehr eingesetzt werden, ist deren Sorption in der ungesättigten Zone und im Grundwasserleiter. Die Desorption, also die Rücklösung der an die Matrix gebundenen Stoffe, dauert länger als die Sorption. Diese Sorptions- und Desorptionsprozesse sind mit ein Grund dafür, dass Belastungen oft erst festgestellt werden, wenn sie im Grundwasser weit verbreitet sind. Selbst wenn dann der Eintrag an unerwünschten Stoffen gestoppt wird, befinden sich diese noch als Reservoir in der ungesättigten Zone und im Grundwasserleiter selbst.

Die stetig steigende Anzahl an verwendeten Chemikalien stellt eine weitere Herausforderung für den Grundwasserschutz dar. Heute sind bereits über 30'000 Chemikalien im täglichen Einsatz. Mit den Grundwasseranalysen im Kanton Basel-Landschaft wurden hingegen lediglich rund 1'000 Stoffe gemessen, wobei nach heutigem Stand des Wissens die relevanten Stoffe beobachtet werden. Nichtsdestotrotz ist es möglich, dass immer wieder neue problematische Stoffe gefunden werden.

Die Entfernung von Stoffen aus dem Wasser wird zunehmend aufwändiger. Früher waren v. a. die flüchtigen organischen Verbindungen im Fokus. Diese Stoffe lassen sich mit Aktivkohlefilter effizient aus dem Grundwasser entfernen. Bei den heute im Fokus stehenden Spurenstoffen, beispielsweise die Metaboliten von Chlorothalonil oder den PFAS, ist eine Entfernung deutlich aufwändiger. Diese Stoffe sind persistent, polar und können mit Aktivkohle allein kaum entfernt werden. Es braucht wesentlich aufwändigere Verfahren, um mit diesen Stoffe belastetes Grundwasser zu Trinkwasser aufzubereiten.

Es gilt also, möglichst wenige Stoffe ins Grundwasser einzutragen. Dies beginnt mit angemessener Nutzung und korrektem Umgang mit Chemikalien im Alltag. Der Ausbau der Kläranlagen mit einer vierten Reinigungsstufe zur Entfernung von Spurenstoffen wird dazu beitragen, Chemikalien aus dem Abwasser zu entfernen. Wichtig dabei ist auch das gesamte Mischwassermanagement bei der Siedlungsentwässerung, damit bei Regenfällen möglichst wenig unbehandeltes Abwasser in die Oberflächengewässer gelangt. Die Sanierung der belasteten Standorte hat insbesondere zum Ziel, bestehende Grundwasserbelastungen zu reduzieren. Um den Pestizideintrag aus der Landwirtschaft zu reduzieren, helfen Massnahmen wie die Einrichtung von Waschplätzen für die Pflanzenschutzmittelspritzen und -tanks sowie die Anpassung der landwirtschaftlichen Praxis im Umgang mit dieser Stoffgruppe. Um Einträge über alternde Kanalisationen zu verringern, müssen diese regelmässig auf Dichtigkeit geprüft und, wo nötig, saniert werden.

## 7 SCHLUSSFOLGERUNGEN

Der vorliegende Grundwasserbericht gibt einen umfassenden Überblick über die Grundwasserqualität im Kanton Basel-Landschaft. Der in den Hügelzonen des Tafel- und Faltenjura ländliche Kanton weist in den Tälern eine hohe Besiedlungsdichte mit einer starken urbanen sowie gewerblich-industriellen Nutzung auf. In den Tälern befinden sich die ergiebigen Grundwasserleiter. Die Überlagerung der Grundwasserleiter mit den Nutzungen an der Oberfläche führen zu vielfältigen Belastungen mit Spurenstoffen im Grundwasser.

Auf Grund der Sorptions- und Desorptionsprozesse können einmal ins Grundwasser eingetragene Stoffe meist über sehr lange Zeiträume festgestellt werden. Die heutige Belastungssituation im Grundwasser hängt deshalb nicht nur vom heutigen Eintrag von Stoffen ab, sondern auch von Stoffen, die historisch eingesetzt oder deponiert und ins Grundwasser eingetragen wurden. Im Grundwasser gemessene Verunreinigungen können deshalb auch nicht rasch entfernt werden.

Auf Grund der immer grösseren Anzahl von Stoffen, die in industriellen und alltäglichen Produkten enthalten sind, ist mit einer Zunahme der im Grundwasser feststellbaren Stoffe zu rechnen.

Vergleicht man auf Basis der nationalen Grundwasserbeobachtung NAQUA die Grundwasserqualität im Kanton Basel-Landschaft mit der Grundwasserqualität in der gesamten Schweiz, so ist diese vergleichbar. Zu beachten ist aber, dass mit der nationalen Grundwasserbeobachtung NAQUA zumindest im Kanton Basel-Landschaft nur Fassungen beprobt werden, die für Trinkwasserzwecke genutzt werden. Werden, wie im Rahmen der kantonalen Grundwasserbeobachtung, weitere Messstellen z.B. im urbanen Raum untersucht, sind deutlich mehr Belastungen im Grundwasser erkennbar. Es braucht deshalb also weiterführende Anstrengungen im betrieblichen Gewässerschutz, bei der Siedlungsentwässerung, in der Landwirtschaft und bei der Sanierung von belasteten Standorten, um die Grundwasserqualität zu verbessern.

Mit den bisherigen Grundwasserüberwachungen wurden vor allem die Lockergesteinsgrundwässer in den Tälern beprobt. Um einen besseren Überblick über die Grundwasserqualität auch in den Festgesteinen zu erhalten, wird die kantonale Grundwasserüberwachung auf Quellwässer ausgedehnt. Quellen haben in der Regel ein kleineres Einzugsgebiet im Vergleich zu den Zuströmbereichen der Grundwasseraufschlüsse. Mit der Beprobung von möglichst repräsentativen Quellen soll einerseits möglichst unbeeinflusstes Festgesteinsgrundwasser und andererseits der antropogene Einfluss im Tafeljura besser erfasst werden.

Die kantonale Grundwasserüberwachung erlaubt es, langfristige Veränderungen der Grundwasserqualität auf einem breiten Stoffspektrum zu erfassen. Es wird somit möglich sein, Veränderungen in der Landwirtschaft, der Reinigung von Abwasser, der Siedlungsentwässerung oder den Rückgang des Eintrags von Stoffen nach der Sanierung belasteter Standorte grossräumiger in den Grundwassergebieten feststellen zu können.

Für die Beschreibung der umfangreichen Grundwasserdaten wurde eine Datenbank zur Erfassung der Analyseresultate und verschiedenste Werkzeuge (R-Scripts) zur Auswertung der Daten aufgebaut. Erst diese systematische Erfassung und Auswertung der Daten ermöglicht eine Interpretation der durchgeführten Überwachungen. Auch in Zukunft sollen sämtliche im Kanton Basel-Landschaft gemessenen Daten zur Grundwasserqualität in der Datenbank erfasst werden. Die R-Scripts werden laufend weiterentwickelt und die Daten sollen zudem mit zusätzlichen statistischen Verfahren ausgewertet werden.

## LITERATUR

- Auckenthaler, A. und U. von Gunten (2016). Regionale Wasserversorgung Basel-Landschaft 21, Gesamtsynthese. In Zusammenarbeit AUE BL, Eawag, Universität Basel, ETHZ, EPFL.
- BAFU (2009). Ergebnisse der Grundwasserbeobachtung Schweiz (NAQUA). Zustand und Entwicklung 2004 – 2006. Umwelt-Zustand Nr. 0903. Bundesamt für Umwelt, Bern. BAFU.
- (2019). Zustand und Entwicklung Grundwasser Schweiz. Ergebnisse der Nationalen Grundwasserbeobachtung NAQUA, Stand 2016. Umwelt-Zustand Nr. 1901: 142 S. Bundesamt für Umwelt, Bern. BAFU.
- Basel-Landschaft (2020). Medienmitteilung: Geringe Belastung mit Abbauprodukten von Chlorothalonil im Trinkwasser aus Basel-Landschaft (29. April 2020). Medienmitteilung. Kanton BL.
- BLW (2023). Verkaufsmengen der Pflanzenschutzmittel-Wirkstoffe. <https://www.blw.admin.ch/blw/de/home/nachhaltige-produktion/pflanzenschutz/verkaufsmengen-der-pflanzenschutzmittel-wirkstoffe.html>. [online; accessed 25-September-2023].
- BUWAL (2004a). NAQUA – Grundwasserqualität in der Schweiz, 2002/2003. Bern. 204 S.
- (2004b). Wegleitung Grundwasserschutz. Vollzug Umwelt. Bundesamt für Umwelt Wald und Landschaft, Bern. BUWAL.
- Fiedler, H., C. Lau, S. Schulz, C. Wagner, O. Hutzinger und K. von der Trenck (1995). Stoffbericht Polychlorierte Biphenyle (PCB). Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg.
- Hunkeler, D., A. Malard, M. Arnoux, P. Jeannin und P. Brunner (2021). Effect of Climate Change on Groundwater Quantity and Quality in Switzerland. Report. Federal Office for the Environment (FOEN).
- IKSR (2019). Trifluoracetat (TFA) in Gewässern, Trinkwasser und Abwasser. Bericht. Internationale Kommission zum Schutz des Rheins (IKSR).
- Piper, M. (1944). "A graphic procedure in the geochemical interpretation of water analysis." In: Trans. Amer. Geophys. Union 25, S. 914–928.
- Umweltbundesamt (2016). Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe Umweltschädlich! Giftig! Unvermeidbar? Hintergrundpapier. Umweltbundesamt.