

# O.T2.1:

## **Beschreibung der Wasserqualität und der anthropogenen Spurenstoffe in grenzüberschreitenden Einzugsgebieten**

**Grenzüberschreitendes E U- Projekt**

**Ri(ver)-Charge**

Interreg V-A Slowenien – Österreich 2014 – 2020

Bei der Bewertung der Oberflächen- und Grundwasserproben wurden die in Slowenien geltenden Rechtsvorschriften angewandt:

- Verordnung zum Oberflächenwasserzustand (Amtsblatt der RS Nr. 14/2009, 98/2010, 96/2013 in 24/2016), – im Folgenden: Oberflächenwasserverordnung,
- Verordnung zum Grundwasserzustand (Amtsblatt der RS Nr. 25/2009, 68/2012 in 66/2016), – im Folgenden: Grundwasserverordnung,

In der Oberflächenwasserverordnung werden Kriterien für die Bestimmung des Zustands von Oberflächengewässern, die Umweltqualitätsnormen für die Bestimmung des chemischen Zustands und die Kriterien und Umweltqualitätsnormen für die Bestimmung des ökologischen Zustands von Oberflächengewässern sowie die Arten des Monitorings von Oberflächengewässern festgelegt, gemäß:

- der Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik (Amtsblatt L Nr. 327 vom 22.12.2000, S. 1), zuletzt geändert durch die Richtlinie 2014/101/EU der Kommission vom 30. Oktober 2014 zur Änderung der Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik (Amtsblatt L Nr. 311 vom 31.10.2014, S. 32),
- der Richtlinie 2008/105/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2008 über Umweltqualitätsnormen im Bereich der Wasserpolitik und zur Änderung und anschließenden Aufhebung der Richtlinien des Rates 82/176/EWG, 83/513/EWG, 84/156/EWG, 84/491/EWG, 86/280/EWG sowie zur Änderung der Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates (Amtsblatt L Nr. L 348 vom 24.12.2008, S. 84), zuletzt geändert durch die Richtlinie 2013/39/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 12. August 2013 zur Änderung der Richtlinien 2000/60/EG und 2008/105/EG in Bezug auf prioritäre Stoffe im Bereich der Wasserpolitik (Amtsblatt L Nr. 226 vom 24.8.2013, S. 1), und
- der Richtlinie der Kommission 2009/90/EG vom 31. Juli 2009 zur Festlegung technischer Spezifikationen für die chemische Analyse und die Überwachung des Gewässerzustands gemäß der Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates (Amtsblatt L L 201 vom 1.8.2009, S. 36).

Die Grundwasserverordnung legt gemäß Artikel 8 Punkt 2 des Anhangs V der Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik (Amtsblatt L Nr. 327 vom 22.12.2000, S. 1), zuletzt geändert durch die Richtlinie 2014/101/EU der Kommission vom 30. Oktober 2014 zur Änderung der Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik (Amtsblatt L Nr. 311 vom 31.10.2014, S. 32) und der Richtlinie 2006/118/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 12. Dezember 2006 zum Schutz des Grundwassers vor Verschmutzung und Verschlechterung (Amtsblatt L Nr. 372 vom 27.12.2006, S. 19), zuletzt geändert durch die Richtlinie 2014/80/EU der Kommission vom 20. Juni 2014 zur Änderung von Anhang II der Richtlinie 2006/118/EG des Europäischen Parlaments und des Rates zum Schutz des Grundwassers vor Verschmutzung und Verschlechterung (Amtsblatt L Nr. 182 vom 21.6.2014, S. 52) für Grundwasser das Folgende fest:

- Verfahren zur Festlegung des Schwellenwerts für die Grundwasserqualität,
- chemische und quantitative Parameter,
- Grundwasserqualitätsnormen,
- Schwellenwert für die Grundwasserqualität,
- Bedingungen für einen guten quantitativen und chemischen Zustand,
- Kriterien für die Ermittlung und Umkehrung signifikanter und kontinuierlich steigender Verschmutzungstrends,
- Kriterien für die Bestimmung der Belastung eines Grundwasserkörpers, wenn Maßnahmen aufgrund des Nichterreichens grundwasserbezogener Ziele einzuleiten sind, und
- zusätzliche Anforderungen für die Ausarbeitung eines Grundwasser-Maßnahmenprogramms.

Wenn die gemessene Konzentration eines Parameters <LOQ betrug, wurde das Ergebnis einer solchen Analyse bei der Berechnung des Durchschnittswerts gemäß den oben genannten Verordnungen als LOQ/2 definiert.

## OBERFLÄCHENWASSER

Im Folgenden werden die Ergebnisse und die Auswertung der Analysen von Oberflächenwasserproben vorgestellt, die an ausgewählten Probenahmestellen auf slowenischer und österreichischer Seite entnommen wurden.

### Basisparameter

Tabelle 9 zeigt die minimalen (MIN), maximalen (MAX) und durchschnittlichen (AVER) Konzentrationen der Basisparameter in Oberflächengewässern auf slowenischer und österreichischer Seite.

Die Ergebnisse der Basisparameter in Oberflächengewässern (Tabelle 9) zeigen, dass die grundlegenden Eigenschaften der Oberflächengewässer an den ausgewählten Probenahmestellen auf slowenischer und österreichischer Seite vergleichbar sind (keine signifikanten Unterschiede zwischen den Ergebnissen der beiden Länder).

Tabelle 9: Überblick über die Untersuchungsergebnisse auf Basisparameter in Oberflächengewässern

Parameter	Einheit	SLOWENIEN				ÖSTERREICH			
		N	MIN	MAX	AVER	N	MIN	MAX	AVER
Gelöster organischer Kohlenstoff (DOC)	mg/L C	20	0,7	4,5	2,18	21	0,7	4,1	1,8
Ammonium	mg/L NH4	20	<0,013	0,37	0,093	21	<0,013	0,17	0,055
Nitrat	mg/L NO3	20	3,1	23	6,1	21	2,6	7,1	3,6
Nitrit	mg/L NO2	20	<0,007	0,11	0,036	21	<0,007	0,17	0,023
Calcium	mg/L	20	7,9	84	37	21	3	92	33
Chlorid	mg/L	20	3,2	40	16	21	1,7	24	7,5
Kalium	mg/L	20	0,7	2,8	1,7	21	0,5	3,1	1,5

Parameter	Einheit	SLOWENIEN				ÖSTERREICH			
		N	MIN	MAX	AVER	N	MIN	MAX	AVER
Magnesium	mg/L	20	1,8	20	8,7	21	1,3	21	8,5
Hydrogencarbonat	mg/L	20	32	310	133	21	20	380	6,6
Gesamthärte	°N	20	1,5	16	7,2	21	1	17	6,6
Sulfat	mg/L	20	6	39	16	21	3,2	120	20
Natrium	mg/L	20	2,8	19	7,9	21	2,1	20	5,7
Orthophosphat	mg/L	20	<0,031	0,32	0,044	21	<0,031	0,043	<0,031
Karbonathärte	°N	20	1,4	14,3	6,1	21	0,8	17,3	5,9
Mangan	µg/L	20	<1	77	24	21	<1	49	8
Eisen	µg/L	20	<10	190	58	21	<10	110	42
Bor	µg/L	20	<10	38	14,9	21	<10	32	7,9

## Anthropogene Schadstoffe

### Pharmazeutika

Die Tabellen 10 und 11 sowie die Abbildungen 3 und 4 geben einen Überblick über die Rückstände von Pharmazeutika im Oberflächenwasser an den Probenahmestellen auf slowenischer und österreichischer Seite. Am häufigsten nachgewiesen wurden Rückstände von Naproxen, Koffein und Paracetamol auf der slowenischen Seite und Rückstände von Naproxen und Koffein auf der österreichischen Seite.

Tabelle 10: Vorhandensein von Rückständen von Pharmazeutika an den Probenahmestellen auf slowenischer Seite

Pharmazeutika	Einheit	LOQ	Anzahl d. Proben	Nachgewiesen (Anzahl) - >LOQ	Nachgewiesen (%)
Diclofenac	µg/L	0,02	40	10	25
Carbamazepin	µg/L	0,004	40	15	38
Clarithromycin	µg/L	0,004	30	2	7
Koffein	µg/L	0,02	40	24	60
Naproxen	µg/L	0,004	40	29	73
Paracetamol	µg/L	0,004	40	25	63
Sulfamethoxazole	µg/L	0,004	30	15	50
Sotalol	µg/L	0,004	30	5	17
Theophylline	µg/L	0,004	30	11	37

Tabelle 11: Vorhandensein von Rückständen von Pharmazeutika an den Probenahmestellen auf österreichischer Seite

Pharmazeutika	Einheit	LOQ	Anzahl d. Proben	Nachgewiesen (Anzahl) - >LOQ	Nachgewiesen (%)
Diclofenac	µg/L	0,02	21	3	14
Carbamazepin	µg/L	0,004	21	2	10
Clarithromycin	µg/L	0,004	21	0	0
Koffein	µg/L	0,02	21	5	24
Naproxen	µg/L	0,004	21	3	14
Paracetamol	µg/L	0,004	21	0	0
Sulfamethoxazole	µg/L	0,004	21	1	5
Sotalol	µg/L	0,004	21	0	0
Theophylline	µg/L	0,004	21	2	10

Surfacewater - Prisotnost/the Presence (število/Number) - >LOQ

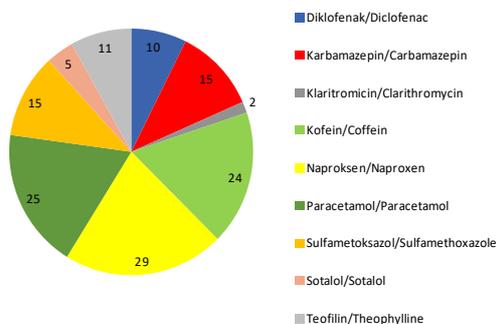


Abbildung 3: Vorhandensein von Pharmazeutika im Oberflächenwasser auf slowenischer Seite

Surfacewater - Prisotnost/the Presence (število/Number) - >LOQ

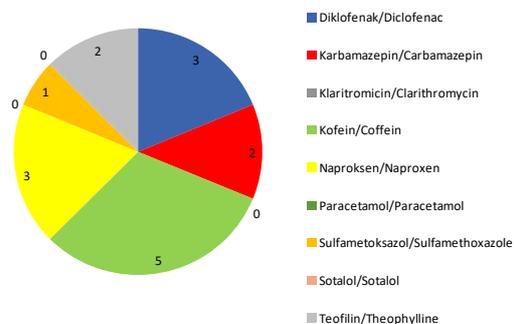


Abbildung 4: Vorhandensein von Pharmazeutika im Oberflächenwasser auf österreichischer Seite

Die Tabellen 12 und 13 zeigen die Ergebnisse der minimalen (MIN) und maximalen (MAX) gemessenen Konzentrationen von Pharma-Rückständen und die Probenahmestellen, an denen auf slowenischer und österreichischer Seite die höchsten Konzentrationen von Pharma-Rückständen gemessen wurden.

Tabelle 12: MIN und MAX Konzentrationen von Pharma-Rückständen an den Probenahmestellen auf slowenischer Seite

Pharmazeutika	Einheit	LOQ	Anzahl d. Proben	MIN	MAX	Probenahmestelle - MAX-Wert
Diclofenac	µg/L	0,02	40	<0,02	0,24	PESNICA - SP. KUNGOTA (Nebenfluss der Drau)
Carbamazepin	µg/L	0,004	40	<0,004	0,14	PESNICA - DRBETINCI (Zufluss der Drau)
Clarithromycin	µg/L	0,004	30	<0,004	0,012	PESNICA - SP. KUNGOTA (Nebenfluss der Drau)
Koffein	µg/L	0,02	40	<0,02	1,5	PESNICA - SP. KUNGOTA (Nebenfluss der Drau)
Naproxen	µg/L	0,004	40	<0,004	2,7	PESNICA - SP. KUNGOTA (Nebenfluss der Drau)
Paracetamol	µg/L	0,004	40	<0,004	0,37	DEVINA - DEVINA
Sulfamethoxazole	µg/L	0,004	30	<0,004	0,068	SLEPNICA - LOVRENC NA POHORJU
Sotalol	µg/L	0,004	30	<0,004	0,049	KUČNICA/KUTSCHENITZA - GEDEROVCI
Theophylline	µg/L	0,004	30	<0,004	0,096	PESNICA - SP. KUNGOTA (Nebenfluss der Drau)

Tabelle 13: MIN und MAX Konzentrationen von Pharma-Rückständen an den Probenahmestellen auf österreichischer Seite

Pharmazeutika	Einheit	LOQ	Anzahl d. Proben	MIN	MAX	Probenahmestelle - MAX-Wert
Diclofenac	µg/L	0,02	18	<0,02	0,053	Pößnitzbach PÖB3
Carbamazepin	µg/L	0,004	18	<0,004	0,019	Pößnitzbach PÖB3
Clarithromycin	µg/L	0,004	18	<0,004	<0,004	
Koffein	µg/L	0,02	18	<0,02	0,077	Pößnitzbach PÖB1
Naproxen	µg/L	0,004	18	<0,004	0,019	Pößnitzbach PÖB1
Paracetamol	µg/L	0,004	18	<0,004	<0,004	
Sulfamethoxazole	µg/L	0,004	18	<0,004	0,004	Pößnitzbach PÖB3
Sotalol	µg/L	0,004	18	<0,004	<0,004	
Theophylline	µg/L	0,004	18	<0,004	0,006	Pößnitzbach PÖB3

Tabelle 14 zeigt einen Vergleich der gemessenen maximalen Konzentrationen von Pharma-Rückständen auf slowenischer und österreichischer Seite. Auf slowenischer Seite wurde die am häufigsten gemessene höchste Konzentration von Pharma-Rückständen im Oberflächenwasser an den Probenahmestellen an der Pößnitz/Pesnica, die ein linker Nebenfluss der Drau ist (PESNICA - SP. KUNGOTA, PESNICA – DRBETINC), an der Probenahmestelle Devina - Devina und der Probenahmestelle SLEPNICA - LOVRENC NA POHORJU, festgestellt. Auf österreichischer Seite sticht mit den höchsten gemessenen Konzentrationen von Pharma-Rückständen die Probenahmestelle Pößnitzbach PÖB3 hervor, gefolgt von der Probenahmestelle Pößnitzbach PÖB1. Ein Vergleich der höchsten gemessenen Konzentrationen von Pharma-Rückständen in Oberflächengewässern zwischen der slowenischen und der österreichischen Seite zeigt, dass diese Konzentrationen in slowenischen Oberflächengewässern deutlich höher sind als in österreichischen Oberflächengewässern.

Tabelle 14: MIN und MAX Konzentrationen von Pharma-Rückständen an den Probenahmestellen auf slowenischer und österreichischer Seite

Pharmazeutika	Einheit	MAX-Wert - SLO	Probenahmestelle - MAX-Wert	MAX-Wert - AUT	Probenahmestelle - MAX-Wert
Diclofenac	µg/L	0,24	PESNICA - SP. KUNGOTA (Nebenfluss der Drau)	0,053	Pößnitzbach PÖB3
Carbamazepin	µg/L	0,14	PESNICA - DRBETINCI (Nebenfluss der Drau)	0,019	Pößnitzbach PÖB3
Clarithromycin	µg/L	0,012	PESNICA - SP. KUNGOTA (Nebenfluss der Drau)	<0,004	/
Koffein	µg/L	1,5	PESNICA - SP. KUNGOTA (Nebenfluss der Drau)	0,077	Pößnitzbach PÖB1
Naproxen	µg/L	2,7	PESNICA - SP. KUNGOTA (Nebenfluss der Drau)	0,019	Pößnitzbach PÖB1
Paracetamol	µg/L	0,37	DEVINA - DEVINA	<0,004	/
Sulfamethoxazole	µg/L	0,068	SLEPNICA - LOVRENC NA POHORJU	0,004	Pößnitzbach PÖB3
Sotalol	µg/L	0,049	KUČNICA/KUTSCHENITZA - GEDEROVCI	<0,004	/
Theophylline	µg/L	0,096	PESNICA - SP. KUNGOTA (Nebenfluss der Drau)	0,006	Pößnitzbach PÖB3

Abbildung 5 zeigt die durchschnittlichen Konzentrationen von Naproxen-Rückständen der zwei Probenahme-Zyklen im Oberflächenwasser an den Probenahmestellen auf der slowenischen Seite. Gemäß der durchgeführten Untersuchungen ist Naproxen einer der am häufigsten vorkommenden Pharma-Rückstände in Oberflächengewässern. Auffallend hohe Konzentrationen von Naproxen-Rückständen treten im Fluss Pößnitz/Pesnica, einem linken Nebenfluss der Drau, im Radoljna-Bach, Probenahmestelle Radoljna - Puščava, einem rechten Nebenfluss der Drau, und in der Kutschenitza/Kučnica, einem linken Nebenfluss der Mur, Probenahmestelle Kučnica – Gederovci, auf.

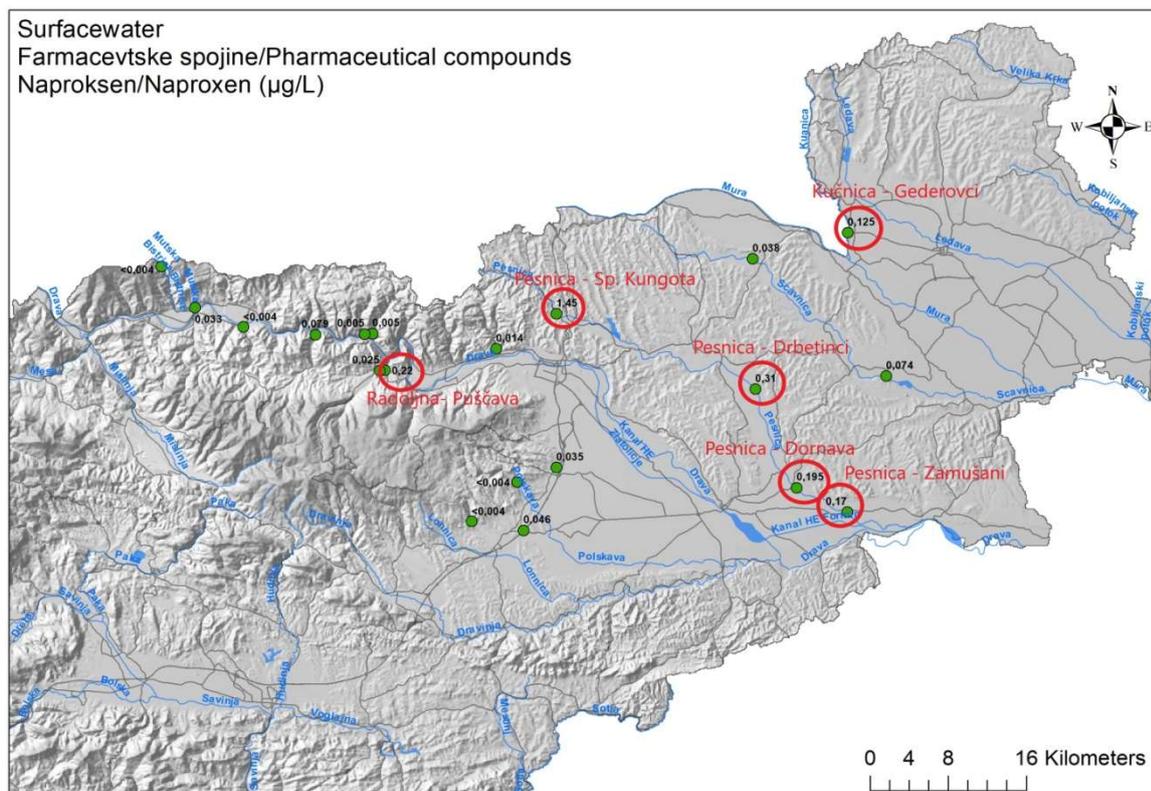


Abbildung 5: Durchschnittliche Konzentrationen von Naproxen-Rückständen der zwei Probenahme-Zyklen im Oberflächenwasser

Abbildung 6 zeigt einen grafischen Vergleich der durchschnittlichen Konzentrationen von Pharma-Rückständen der zwei Probenahme-Zyklen im Oberflächenwasser an den Probenahmestellen auf der slowenischen und österreichischen Seite. Der Vergleich zeigt, dass die Konzentrationen von Pharma-Rückständen in slowenischen Oberflächengewässern höher sind als die Konzentrationen von Pharma-Rückständen in österreichischen Oberflächengewässern. An den Probenahmestellen auf österreichischer Seite waren alle durchschnittlichen Konzentrationen von Pharmazeutika bei beiden Probenahme-Zyklen <LOQ der verwendeten Analyseverfahren.

Surfacewater - Pharmazeutika/Pharmaceutical compounds

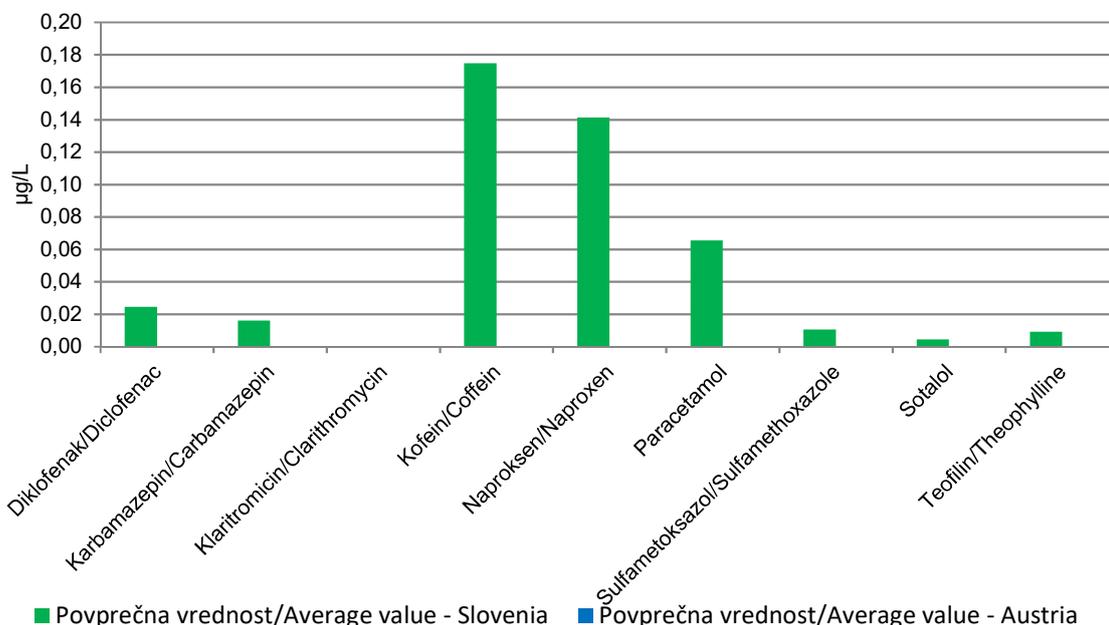


Abbildung 6: Durchschnittliche Konzentrationen von Pharma-Rückständen in Oberflächengewässern und der Vergleich zwischen Slowenien und Österreich

Korrosionsschutzmittel

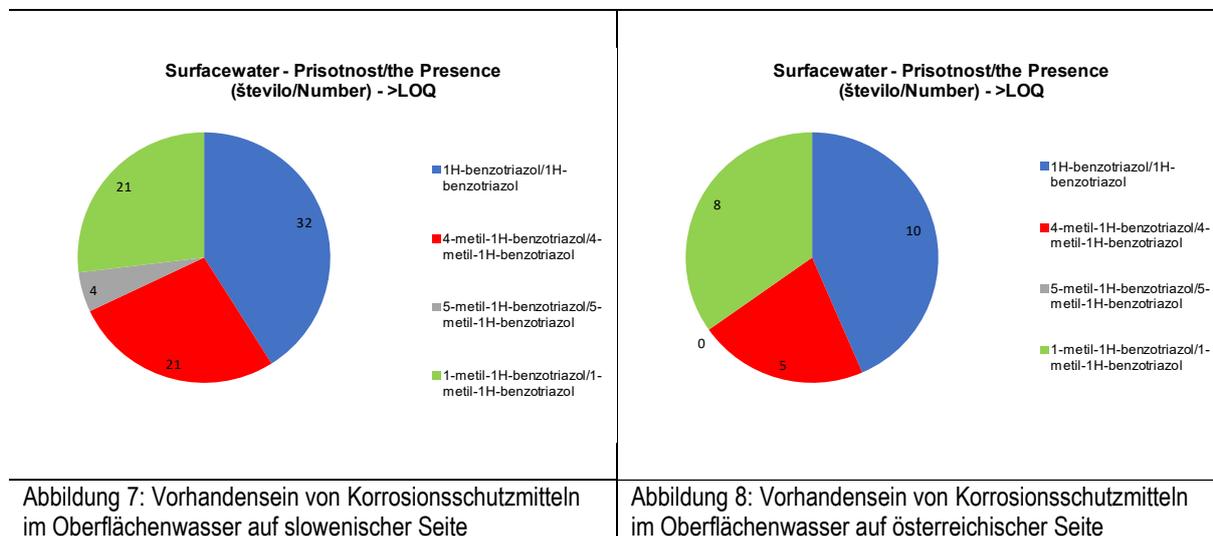
Die Tabellen 15 und 16 sowie die Abbildungen 7 und 8 geben einen Überblick über die Rückstände von Korrosionsschutzmitteln im Oberflächenwasser an den Probenahmestellen auf slowenischer und österreichischer Seite. Am häufigsten nachgewiesen wurden Rückstände von 1H-Benzotriazol auf slowenischer und österreichischer Seite.

Tabelle 15: Vorhandensein von Rückständen von Korrosionsschutzmitteln an den Probenahmestellen auf slowenischer Seite

Verbindung	Einheit	LOQ	Anzahl d. Proben	Nachgewiesen (Anzahl) ->LOQ	Nachgewiesen (%)
1H-Benzotriazol	µg/L	0,004	40	32	80
4-Methyl-1H-benzotriazol	µg/L	0,004	40	21	53
5-Methyl-1H-benzotriazol	µg/L	0,004	40	4	10
1-Methyl-1H-benzotriazol	µg/L	0,004	40	21	53

Tabelle 16: Vorhandensein von Rückständen von Korrosionsschutzmitteln an den Probenahmestellen auf österreichischer Seite

Verbindung	Einheit	LOQ	Anzahl d. Proben	Nachgewiesen (Anzahl) ->LOQ	Nachgewiesen (%)
1H-Benzotriazol	µg/L	0,004	21	10	48
4-Methyl-1H-benzotriazol	µg/L	0,004	21	5	24
5-Methyl-1H-benzotriazol	µg/L	0,004	21	0	0
1-Methyl-1H-benzotriazol	µg/L	0,004	21	8	38



Die Tabellen 17 und 18 zeigen die Ergebnisse der minimalen (MIN) und maximalen (MAX) gemessenen Konzentrationen von Korrosionsschutzmittel-Rückständen und die Probenahmestellen, an denen auf slowenischer und österreichischer Seite die höchsten Konzentrationen von Korrosionsschutzmittel-Rückständen gemessen wurden.

Tabelle 17: MIN und MAX Konzentrationen von Korrosionsschutzmittel-Rückständen an den Probenahmestellen auf slowenischer Seite

Verbindung	Einheit	LOQ	Anzahl d. Proben	MIN	MAX	Probenahmestelle - MAX-Wert
1H-Benzotriazol	µg/L	0,004	56	<0,004	0,62	PESNICA - DRBETINCI (Nebenfluss der Drau)
4-Methyl-1H-benzotriazol	µg/L	0,004	56	<0,004	0,19	PESNICA - SP. KUNGOTA (Nebenfluss der Drau)
5-Methyl-1H-benzotriazol	µg/L	0,004	56	<0,004	0,009	PESNICA - DRBETINCI (Nebenfluss der Drau)
1-Methyl-1H-benzotriazol	µg/L	0,004	56	<0,004	0,18	PESNICA - SP. KUNGOTA (Nebenfluss der Drau)

Tabelle 18: MIN und MAX Konzentrationen von Korrosionsschutzmittel-Rückständen an den Probenahmestellen auf österreichischer Seite

Verbindung	Einheit	LOQ	Anzahl d. Proben	MIN	MAX	Probenahmestelle - MAX-Wert
1H-Benzotriazol	µg/L	0,004	18	<0,004	0,066	Pößnitzbach PÖB3
4-Methyl-1H-benzotriazol	µg/L	0,004	18	<0,004	0,089	Stainzbach STB
5-Methyl-1H-benzotriazol	µg/L	0,004	18	<0,004	<0,004	
1-Methyl-1H-benzotriazol	µg/L	0,004	18	<0,004	0,067	Stainzbach STB

Tabelle 19 zeigt einen Vergleich der gemessenen maximalen Konzentrationen von Korrosionsschutzmittel-Rückständen auf slowenischer und österreichischer Seite. Auf slowenischer Seite wurden die höchsten Konzentrationen von Korrosionsschutzmittel-Rückständen an den Probenahmestellen an der Pößnitz/Pesnica, die ein linker Nebenfluss der Drau ist (PESNICA - SP. KUNGOTA, PESNICA - DRBETINCI) festgestellt, und auf österreichischer Seite an den Probenahmestellen Stainzbach STB und Pößnitzbach PÖB3. Ein Vergleich der höchsten gemessenen Konzentrationen von Korrosionsschutzmittel-Rückständen in Oberflächengewässern zwischen der slowenischen und der österreichischen Seite zeigt, dass die Konzentrationen in slowenischen Oberflächengewässern deutlich höher sind als die Konzentrationen der gemessenen Korrosionsschutzmittel-Rückstände in österreichischen Oberflächengewässern.

Tabelle 19: MIN und MAX Konzentrationen von Korrosionsschutzmittel-Rückständen an den Probenahmestellen auf slowenischer und österreichischer Seite

Verbindung	Einheit	MAX-Wert - SLO	Probenahmestelle - MAX-Wert	MAX-Wert - AUT	Probenahmestelle - MAX-Wert
1H-Benzotriazol	µg/L	0,62	PESNICA - DRBETINCI (Nebenfluss der Drau)	0,066	Pößnitzbach PÖB3
4-Methyl-1H-benzotriazol	µg/L	0,19	PESNICA - SP. KUNGOTA (Nebenfluss der Drau)	0,089	Stainzbach STB
5-Methyl-1H-benzotriazol	µg/L	0,009	PESNICA - DRBETINCI (Nebenfluss der Drau)	<0,004	/
1-Methyl-1H-benzotriazol	µg/L	0,18	PESNICA - SP. KUNGOTA (Nebenfluss der Drau)	0,067	Stainzbach STB

Abbildung 9 zeigt die durchschnittlichen Konzentrationen von 1-H-Benzotriazol-Rückständen der zwei Probenahme-Zyklen im Oberflächenwasser an den Probenahmestellen auf der slowenischen Seite. Gemäß der durchgeführten Untersuchungen ist 1-H-Benzotriazol einer der am häufigsten vorkommenden Korrosionsschutzmittel-Rückstände in Oberflächengewässern. Auffallend hohe durchschnittliche Konzentrationen von 1-H-Benzotriazol-Rückständen treten im Fluss Pößnitz/Pesnica, einem linken Nebenfluss der Drau, und in der Kutschenitza/Kučnica, einem linken Nebenfluss der Mur, an der Probenahmestelle Kutschenitza/Kučnica - Gederovci, auf.



Surfacewater - Korrosionsschutzmittel/Corrosion inhibitors

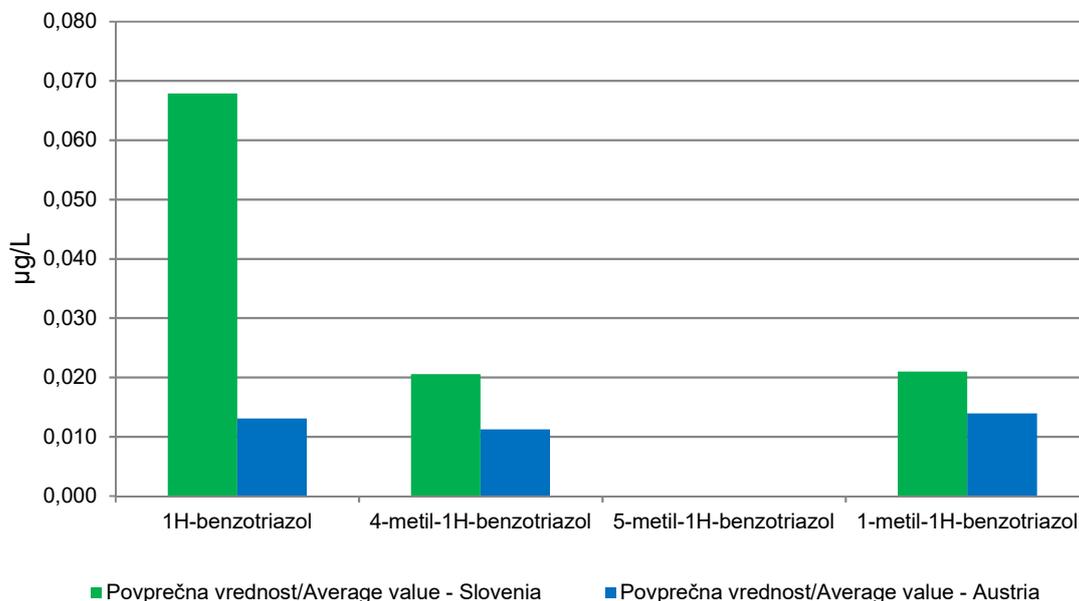


Abbildung 10: Durchschnittliche Konzentrationen von Korrosionsschutzmittel-Rückständen in Oberflächengewässern und der Vergleich zwischen Slowenien und Österreich

## GRUNDWASSER

Im Folgenden werden die Ergebnisse und die Auswertung der Analysen von Grundwasserproben vorgestellt, die an ausgewählten Probenahmestellen auf slowenischer und österreichischer Seite entnommen wurden.

### Basisparameter

Tabelle 20 zeigt die minimalen (MIN), maximalen (MAX) und durchschnittlichen (AVER) Konzentrationen der Basisparameter im Grundwasser auf slowenischer und österreichischer Seite.

Die Ergebnisse der Basisparameter im Grundwasser (Tabelle 20) zeigen, dass die grundlegenden Eigenschaften der Grundwasserkörper an den ausgewählten Probenahmestellen auf slowenischer und österreichischer Seite vergleichbar sind (keine signifikanten Unterschiede zwischen den Ergebnissen). Ausnahme sind die gemessenen höheren Konzentrationen der Gesamthärte und Konzentrationen von Eisen im Grundwasser auf österreichischer Seite.

Tabelle 20: Überblick über die Untersuchungsergebnisse auf Basisparameter im Grundwasser

Parameter	Einheit	SLOWENIEN				ÖSTERREICH			
		N	MIN	MAX	AVER	N	MIN	MAX	AVER
Gelöster organischer Kohlenstoff (DOC)	mg/L C	8	<0,5	0,5	<0,5	9	0,5	3,1	1,3
Ammonium	mg/L NH4	28	<0,013	0,052	0,011	9	<0,013	0,48	0,066
Nitrat	mg/L NO3	28	<2,2	80	24	9	<2,2	62	19
Nitrit	mg/L NO2	28	<0,007	0,01	<0,007	9	<0,007	0,01	<0,007
Calcium	mg/L	8	14	100	45	9	23	100	60
Chlorid	mg/L	28	0,6	49	13	9	5,5	34	14,5
Kalium	mg/L	28	0,4	6,7	1,8	9	1,3	4,3	2,2
Magnesium	mg/L	8	1,2	25	9,5	9	3,7	43	13,8
Hydrogencarbonat	mg/L	8	42	330	165	9	49	400	205
Gesamthärte	°N	8	2,3	19	8,6	9	8,3	27	15,8
Sulfat	mg/L	28	2,2	49	17	9	17	130	36
Natrium	mg/L	28	2,1	23	7,9	9	5,5	20	9,6
Orthophosphat	mg/L PO4	28	<0,031	0,077	0,012	9	<0,031	<0,031	<0,031
Karbonathärte	°N	8	1,9	15,1	7,5	9	2,2	18,5	9,4
Mangan	µg/L	28	<1	43,1	4,5	9	<1	820	143
Eisen	µg/L	28	<10	976	64	9	<10	24000	2766
Bor	µg/L	28	<10	72	18,1	9	<10	65	29

## Anthropogene Schadstoffe

### Pharmazeutika

Die Tabellen 21 und 22 sowie die Abbildungen 11 und 12 geben einen Überblick über die Rückstände von Pharmazeutika im Grundwasser an den Probenahmestellen auf slowenischer und österreichischer Seite. Am häufigsten nachgewiesen wurden Rückstände von Koffein und Carbamazepin auf slowenischer und österreichischer Seite.

Tabelle 21: Vorhandensein von Rückständen von Pharmazeutika an den Probenahmestellen auf slowenischer Seite

Verbindung	Einheit	LOQ	Anzahl d. Proben	Nachgewiesen (Anzahl) - >LOQ	Nachgewiesen (%)
Diclofenac	µg/L	0,02	56	0	0
Carbamazepin	µg/L	0,004	56	4	7
Clarithromycin	µg/L	0,004	56	0	0
Koffein	µg/L	0,02	56	9	16
Naproxen	µg/L	0,004	56	1	2
Paracetamol	µg/L	0,004	56	0	0
Sulfamethoxazole	µg/L	0,004	56	3	5
Sotalol	µg/L	0,004	56	0	0
Theophylline	µg/L	0,004	56	0	0

Tabelle 22: Vorhandensein von Rückständen von Pharmazeutika an den Probenahmestellen auf österreichischer Seite

Verbindung	Einheit	LOQ	Anzahl d. Proben	Nachgewiesen (Anzahl) - >LOQ	Nachgewiesen (%)
Diclofenac	µg/L	0,02	18	0	0
Carbamazepin	µg/L	0,004	18	1	6
Clarithromycin	µg/L	0,004	18	0	0
Koffein	µg/L	0,02	18	2	11
Naproxen	µg/L	0,004	18	0	0
Paracetamol	µg/L	0,004	18	0	0
Sulfamethoxazole	µg/L	0,004	18	0	0
Sotalol	µg/L	0,004	18	0	0
Theophylline	µg/L	0,004	18	0	0

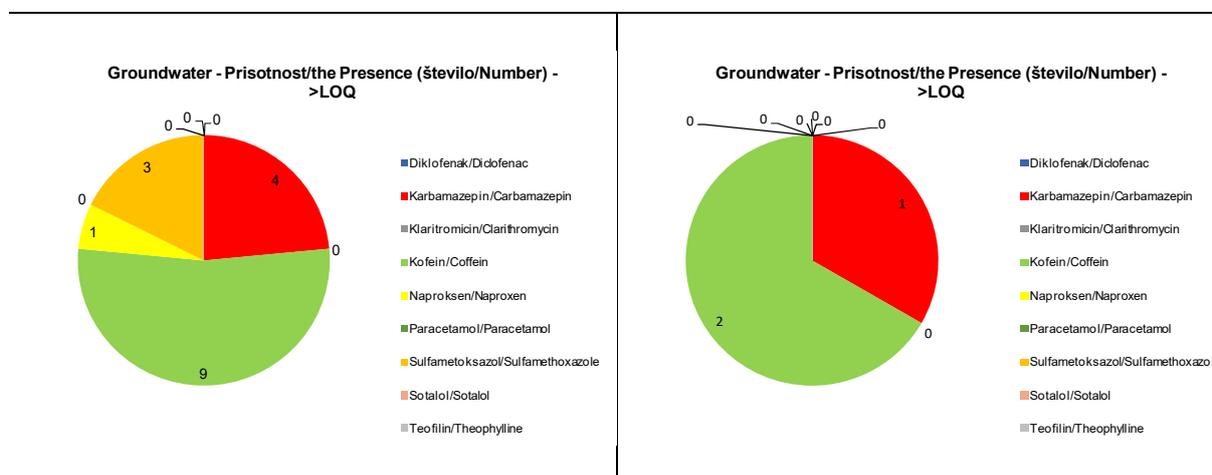


Abbildung 11: Vorhandensein von Pharmazeutika im Grundwasser auf slowenischer Seite

Abbildung 12: Vorhandensein von Pharmazeutika im Grundwasser auf österreichischer Seite

Die Tabellen 23 und 24 zeigen die Ergebnisse der minimalen (MIN) und maximalen (MAX) gemessenen Konzentrationen von Pharma-Rückständen und die Probenahmestellen, an denen auf slowenischer und österreichischer Seite die höchsten Konzentrationen von Pharma-Rückständen gemessen wurden.

Tabelle 23: MIN und MAX Konzentrationen von Pharma-Rückständen an den Probenahmestellen auf slowenischer Seite

Verbindung	Einheit	LOQ	Anzahl d. Proben	MIN	MAX	Probenahmestelle - MAX-Wert
Diclofenac	µg/L	0,02	56	<0,02	<0,02	
Carbamazepin	µg/L	0,004	56	<0,004	0,17	ZAVRH pri Lenartu (westliche Slovenske gorice)
Clarithromycin	µg/L	0,004	56	<0,004	<0,004	
Koffein	µg/L	0,02	56	<0,02	0,079	Quelle bei der Vurberg-Straße (westliche Slovenske gorice)
Naproxen	µg/L	0,004	56	<0,004	0,011	ZAVRH pri Lenartu (westliche Slovenske gorice)
Paracetamol	µg/L	0,004	56	<0,004	<0,004	
Sulfamethoxazole	µg/L	0,004	56	<0,004	0,013	KAMNICA 0080 (Drau-Becken)
Sotalol	µg/L	0,004	56	<0,004	<0,004	
Theophylline	µg/L	0,004	56	<0,004	<0,004	

Tabelle 24: MIN und MAX Konzentrationen von Pharma-Rückständen an den Probenahmestellen auf österreichischer Seite

Verbindung	Einheit	LOQ	Anzahl d. Proben	MIN	MAX	Probenahmestelle - MAX-Wert
Diclofenac	µg/L	0,02	18	<0,02	<0,02	
Carbamazepin	µg/L	0,004	18	<0,004	0,005	HD-STMK Messstelle 4124
Clarithromycin	µg/L	0,004	18	<0,004	<0,004	
Koffein	µg/L	0,02	18	<0,02	0,053	HD-STMK Messstelle 4345 Eibiswald-Freibad
Naproxen	µg/L	0,004	18	<0,004	<0,004	
Paracetamol	µg/L	0,004	18	<0,004	<0,004	
Sulfamethoxazole	µg/L	0,004	18	<0,004	<0,004	
Sotalol	µg/L	0,004	18	<0,004	<0,004	
Theophylline	µg/L	0,004	18	<0,004	<0,004	

Tabelle 25 zeigt einen Vergleich der gemessenen maximalen Konzentrationen von Pharma-Rückständen (Carbamazepin, Koffein, Naproxen und Sulfamethoxazole) auf slowenischer und österreichischer Seite. Auf slowenischer Seite wurden die am häufigsten gemessenen höchsten Konzentration von Pharma-Rückständen im Grundwasser an der Probenahmestelle Zavrh pri Lenartu (westliche Slovenske gorice), und auf österreichischer Seite an den Probenahmestellen HD-STMK Messstelle 4124 und HD-STMK Messstelle 4345 Eibiswald-Freibad festgestellt.

Tabelle 25: MIN und MAX Konzentrationen von Pharma-Rückständen an den Probenahmestellen auf österreichischer und slowenischer Seite

Verbindung	Einheit	MAX-Wert - SLO	Probenahmestelle - MAX-Wert	MAX-Wert - AUT	Probenahmestelle - MAX-Wert
Carbamazepin	µg/L	0,17	ZAVRH pri Lenartu (westliche Slovenske gorice)	0,005	HD-STMK Messstelle 4124
Koffein	µg/L	0,079	Quelle bei der Vurberg-Straße (westliche Slovenske gorice)	0,053	HD-STMK Messstelle 4345 Eibiswald-Freibad
Naproxen	µg/L	0,011	ZAVRH pri Lenartu (westliche Slovenske gorice)	<0,004	/
Sulfamethoxazole	µg/L	0,013	KAMNICA 0080 (Drau-Becken)	<0,004	/

Abbildung 13 zeigt die durchschnittlichen Konzentrationen von Carbamazepin-Rückständen der zwei Probenahme-Zyklen im Grundwasser an den Probenahmestellen auf der slowenischen Seite. Gemäß der durchgeführten Untersuchungen ist Carbamazepin einer der am häufigsten vorkommenden Pharma-Rückstände im Grundwasser. Auffallend hohe durchschnittliche Konzentrationen von Carbamazepin-Rückständen wurden an der Messtelle ZAVRH pri Lenartu (westliche Slovenske gorice) festgestellt.

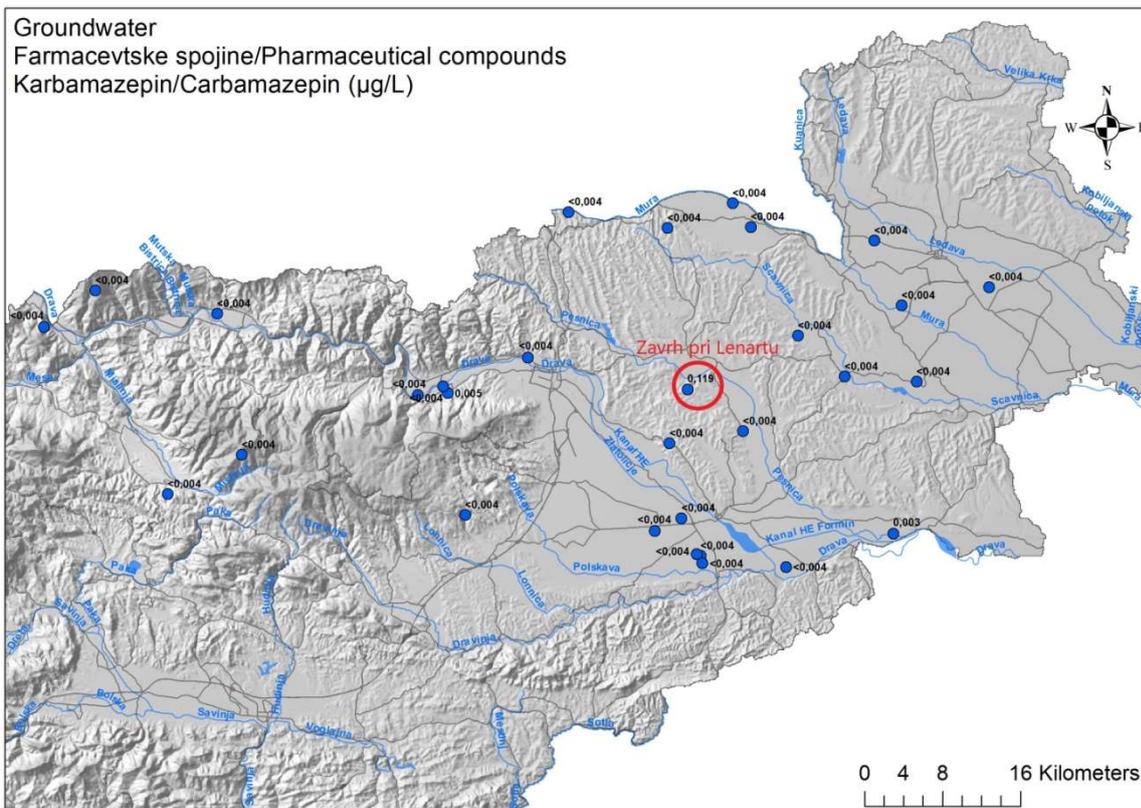


Abbildung 13: Durchschnittliche Konzentrationen von Carbamazepin-Rückständen der zwei Probenahme-Zyklen im Grundwasser

Abbildung 14 zeigt einen grafischen Vergleich der durchschnittlichen Konzentrationen von Pharma-Rückständen der zwei Probenahme-Zyklen im Grundwasser an den Probenahmestellen auf der slowenischen und der österreichischen Seite. Der Vergleich zeigt, dass an den Probenahmestellen auf slowenischer Seite unter den untersuchten Pharmazeutika im Grundwasser Carbamazepin festgestellt wurde, während die durchschnittlichen Konzentrationen der anderen Pharmazeutika im Grundwasser auf slowenischer und österreichischer Seite bei beiden Probenahme-Zyklen  $<LOQ$  der verwendeten Analyseverfahren liegen.

Groundwater - Pharmazeutika/Pharmaceutical compounds

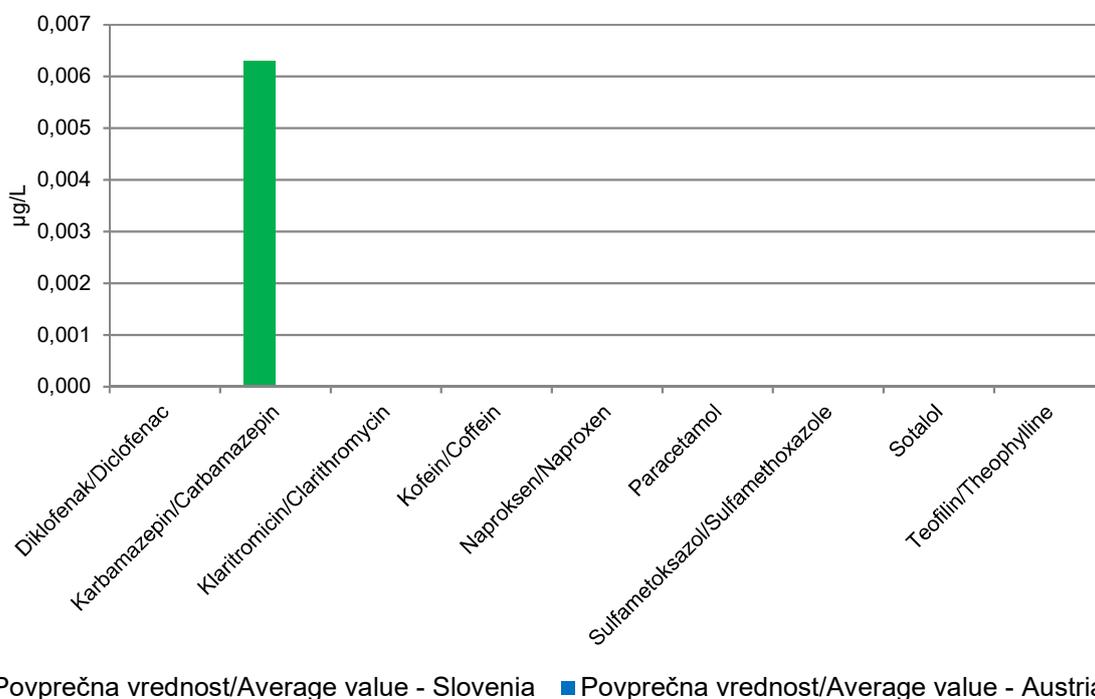


Abbildung 14: Durchschnittliche Konzentrationen von Pharma-Rückständen im Grundwasser und der Vergleich zwischen Slowenien und Österreich

Korrosionsschutzmittel

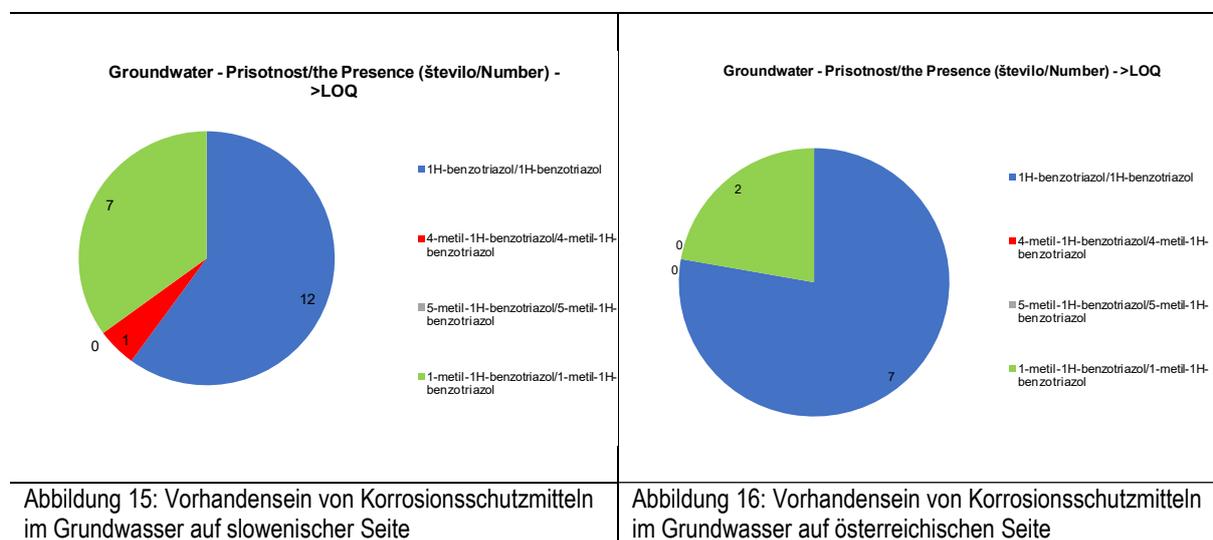
Die Tabellen 26 und 27 sowie die Abbildungen 15 und 16 geben einen Überblick über die Rückstände von Korrosionsschutzmitteln im Grundwasser an den Probenahmestellen auf slowenischer und österreichischer Seite. Am häufigsten nachgewiesen wurden Rückstände von 1H-Benzotriazol auf slowenischer und österreichischer Seite.

Tabelle 26: Vorhandensein von Rückständen von Korrosionsschutzmitteln an den Probenahmestellen auf slowenischer Seite

Verbindung	Einheit	LOQ	Anzahl d. Proben	Nachgewiesen (Anzahl) ->LOQ	Nachgewiesen (%)
1H-Benzotriazol	µg/L	0,004	56	12	21
4-Methyl-1H-benzotriazol	µg/L	0,004	56	1	2
5-Methyl-1H-benzotriazol	µg/L	0,004	56	0	0
1-Methyl-1H-benzotriazol	µg/L	0,004	56	7	13

Tabelle 27: Vorhandensein von Rückständen von Korrosionsschutzmitteln an den Probenahmestellen auf österreichischer Seite

Verbindung	Einheit	LOQ	Anzahl d. Proben	Nachgewiesen (Anzahl) ->LOQ	Nachgewiesen (%)
1H-Benzotriazol	µg/L	0,004	18	7	39
4-Methyl-1H-benzotriazol	µg/L	0,004	18	0	0
5-Methyl-1H-benzotriazol	µg/L	0,004	18	0	0
1-Methyl-1H-benzotriazol	µg/L	0,004	18	2	11



Die Tabellen 28 und 29 zeigen die Ergebnisse der minimalen (MIN) und maximalen (MAX) gemessenen Konzentrationen von Korrosionsschutzmittel-Rückständen und die Probenahmestellen, an denen auf slowenischer und österreichischer Seite die höchsten Konzentrationen von Korrosionsschutzmittel-Rückständen gemessen wurden.

Tabelle 28: MIN und MAX Konzentrationen von Korrosionsschutzmittel-Rückständen an den Probenahmestellen auf slowenischer Seite

Verbindung	Einheit	LOQ	Anzahl d. Proben	MIN	MAX	Probenahmestelle - MAX-Wert
1H-Benzotriazol	µg/L	0,004	56	<0,004	0,12	ZAVRH pri Lenartu (westliche Slovenske gorice)
4-Methyl-1H-benzotriazol	µg/L	0,004	56	<0,004	0,007	ZAVRH pri Lenartu (westliche Slovenske gorice)
5-Methyl-1H-benzotriazol	µg/L	0,004	56	<0,004	<0,004	
1-Methyl-1H-benzotriazol	µg/L	0,004	56	<0,004	0,018	ZAVRH pri Lenartu (westliche Slovenske gorice)

Tabelle 29: MIN und MAX Konzentrationen von Korrosionsschutzmittel-Rückständen an den Probenahmestellen auf österreichischer Seite

Verbindung	Einheit	LOQ	Anzahl d. Proben	MIN	MAX	Probenahmestelle - MAX-Wert
1H-Benzotriazol	µg/L	0,004	18	<0,004	0,031	HD-STMK Messstelle 4345 Eibiswald-Freibad
4-Methyl-1H-benzotriazol	µg/L	0,004	18	<0,004	<0,004	
5-Methyl-1H-benzotriazol	µg/L	0,004	18	<0,004	<0,004	
1-Methyl-1H-benzotriazol	µg/L	0,004	18	<0,004	0,008	HD-STMK Messstelle 4345 Eibiswald-Freibad

Tabelle 30 zeigt einen Vergleich der gemessenen maximalen Konzentrationen von Korrosionsschutzmittel-Rückständen auf slowenischer und österreichischer Seite. Auf slowenischer Seite wurde die am höchsten gemessene Konzentration von Korrosionsschutzmittel-Rückständen an der Probenahmestelle Zavrh pri Lenartu (westliche Slovenske gorice), und auf österreichischer Seite an der Probenahmestelle HD-STMK Messstelle 4345 Eibiswald-Freibad festgestellt.

Tabelle 23: MIN und MAX Konzentrationen von Korrosionsschutzmittel-Rückständen an den Probenahmestellen auf slowenischer und österreichischer Seite

Verbindung	Einheit	MAX-Wert - SLO	Probenahmestelle - MAX-Wert	MAX-Wert - AUT	Probenahmestelle - MAX-Wert
1H-Benzotriazol	µg/L	0,12	ZAVRH pri Lenartu (westliche Slovenske gorice)	0,031	HD-STMK Messstelle 4345 Eibiswald-Freibad
4-Methyl-1H-benzotriazol	µg/L	0,007	ZAVRH pri Lenartu (westliche Slovenske gorice)	<0,004	
1-Methyl-1H-benzotriazol	µg/L	0,018	ZAVRH pri Lenartu (westliche Slovenske gorice)	0,008	HD-STMK Messstelle 4345 Eibiswald-Freibad

Abbildung 17 zeigt die durchschnittlichen Konzentrationen von 1-H-Benzotriazol-Rückständen der zwei Probenahme-Zyklen im Grundwasser an den Probenahmestellen auf der slowenischen Seite. Gemäß der durchgeführten Untersuchungen ist 1-H-Benzotriazol einer der am häufigsten vorkommenden Korrosionsschutzmittel-Rückstände im Grundwasser. Auffallend hohe durchschnittliche Konzentrationen von 1-H-Benzotriazol-Rückständen wurden an der Probenahmestelle Zavrh pri Lenartu (westliche Slovenske gorice) und der Probenahmestelle Zg. Vižinga (Ostalpen) festgestellt.

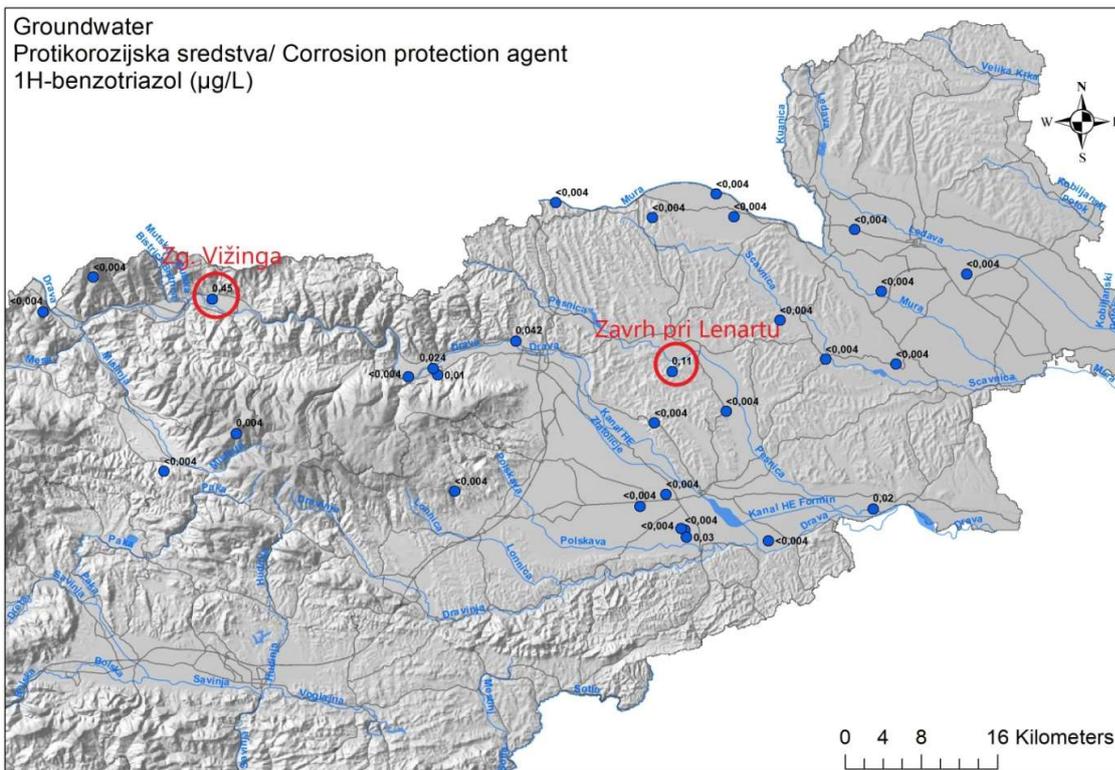


Abbildung 17: Durchschnittliche Konzentrationen von 1-H-Benzotriazol-Rückständen der zwei Probenahme-Zyklen im Grundwasser

Abbildung 18 zeigt einen grafischen Vergleich der durchschnittlichen Konzentrationen von Korrosionsschutzmittel-Rückständen der zwei Probenahme-Zyklen im Grundwasser an den Probenahmestellen auf slowenischer und österreichischer Seite. Der Vergleich zeigt, dass die Konzentrationen von 1-H-Benzotriazol-Rückstände in slowenischen Grundwasserkörpern durchschnittlich höher sind als die Konzentrationen von Rückständen in österreichischen Grundwasserkörpern. Durchschnittliche Konzentrationen der anderen Korrosionsschutzmittel an den Probenahmestellen auf slowenischer und österreichischer Seite liegen  $< \text{LOQ}$  der verwendeten Analyseverfahren.

Groundwater - Korrosionsschutzmittel/Corrosion inhibitors

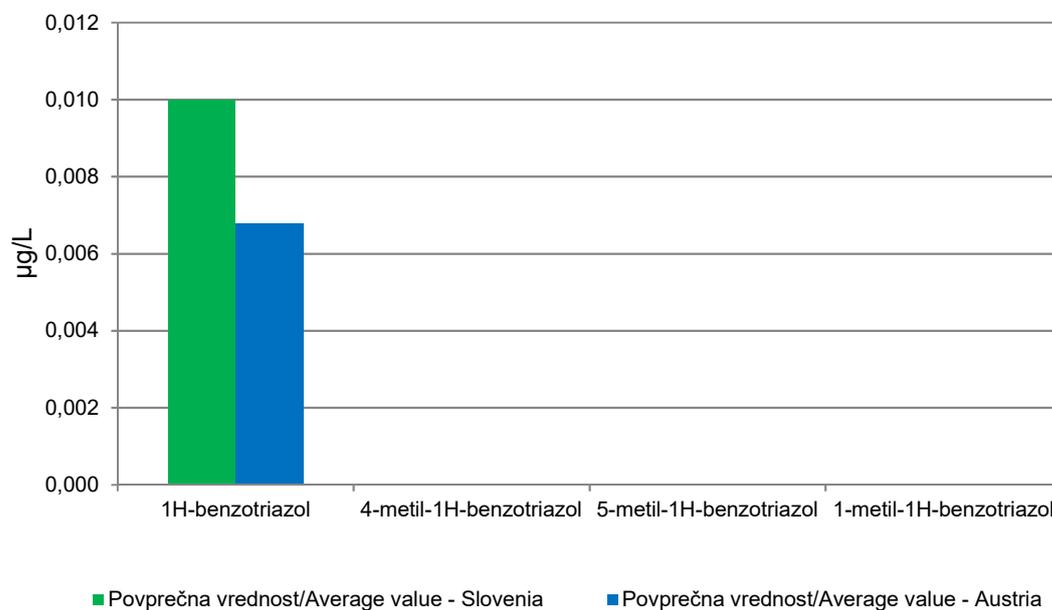


Abbildung 18: Durchschnittliche Konzentrationen von Korrosionsschutzmitteln im Grundwasser und der Vergleich zwischen Slowenien und Österreich