NIERSVERBAND

Schlussbericht im Pilot- und Modellvorhaben

Hochaufgelöste Spurenstoffbilanz im Einzugsgebiet der Niers zur Quantifizierung direkter und indirekter Eintragspfade und Ableitung von Handlungsoptionen (NiersFluX)

gerichtet an:

Bezirksregierung Düsseldorf

Antragsteller

NIERSVERBAND

Kooperationspartner

FiW

Schlussbericht

Hochaufgelöste Spurenstoffbilanz im Einzugsgebiet der Niers zur Quantifizierung direkter und indirekter Eintragspfade und Ableitung von Handlungsoptionen (NiersFluX)

54.07.08.01-19 (10120/2019)

gerichtet an

Bezirksregierung Düsseldorf

Bezirksregierung Düsseldorf
Cecilienallee 2
40474 Düsseldorf

© Niersverband & FiW e.V. 2024

Projektbearbeitung

Institution	Bearbeiter
Zuwendungsempfänger	
Niersverband Am Niersverband 10 41747 Viersen	Oliver Schöttler, Chemie-Ing. Dr. Wilfried Manheller
Im Unterauftrag	
Forschungsinstitut für Wasserwirtschaft und Klimazukunft an der RWTH Aachen (FiW) e. V. Kackertstraße 15-17 52056 Aachen	Dr. Frank-Andreas Weber Eleni Teneketzi, M.Eng. M.Sc. Philipp Knollmann, M.Sc. Leon Trojan, B.Sc.

Zitierhinweis

Weber, F.-A., Teneketzi, E., Knollmann, P., Trojan, L., Schöttler, O., Manheller, W. (2024): Hochaufgelöste Spurenstoffbilanz im Einzugsgebiet der Niers zur Quantifizierung direkter und indirekter Eintragspfade und Ableitung von Handlungsoptionen (NiersFluX). Schlussbericht im Pilot- und Modellvorhaben NiersFluX, gefördert vom Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen (MUNV) unter Förderkennzeichen 54.07.08.01-19 (10120/2019). Niersverband, Viersen.

© Niersverband & FiW e.V. 2024

Inhaltsverzeichnis

1. **Einleitung 1**
2. **Zielsetzung und Projektablauf 3**
   - 2.1 Zielsetzung des Vorhabens 3
   - 2.2 Projektablauf 4
3. **Eintragssituation und Bilanzierung qualifizierter Gewässerabschnitte 6**
4. **Werktägliches Monitoring und Modellierungsergebnisse 10**
   - 4.1 Monitoringkonzept und Durchführung werktäglicher Probenahme und Analytik .. 10
     - 4.1.1 Probenahme 12
     - 4.1.2 Analytik 16
   - 4.2 Stoffstrombilanzierung 16
     - 4.2.1 Weitere Datengrundlagen 16
     - 4.2.2 Berechnung von Spurenstofffrachten 17
     - 4.2.3 Identifizierung von Indikatorsubstanzen 18
     - 4.2.4 Ereignisbezogene Auswertung bei Trocken- und Regenwetter 18
     - 4.2.5 Stofffrachtbilanzierungskonzept 19
   - 4.3 Ausgewählte Ergebnisse der Monitoringkampagne 20
     - 4.3.1 Allgemeine chemisch-physikalische Parameter 21
     - 4.3.2 Arzneimittel – Beispiel Diclofenac 23
     - 4.3.3 PAK – Beispiel Fluoranthen 25
     - 4.3.4 PBSM – Beispiel Metribuzin 27
     - 4.3.5 PFAS – Beispiel PFOS 29
     - 4.3.6 Kationen – Beispiel Nickel 31
     - 4.3.7 Zwischenfazit 33
   - 4.4 Nutzung von Monitoringdaten zur Validierung von Stoffstrommodellen 33
     - 4.4.1 GREAT-ER im Nierseinzugsgebiet 33
     - 4.4.2 Prüfung der Übertragbarkeit auf das NRW Rheineinzugsgebiet 38
5. **Bewertung der gemessenen Spurenstoffbelastung der Niers 41**
6. **Bewertung von Handlungsoptionen 44**
   - 6.1 Einträge aus der Landwirtschaft 44
   - 6.2 Einträge aus der Ableitung von Niederschlagswasser 45
   - 6.3 Stofffrachtbezogene Analyse ausgewählter Handlungsoptionen zur Verringerung von Einträgen aus kommunalen Kläranlagen 48
     - 6.3.1 Maßnahmen an der Quelle: Informationskampagne für Verhaltensänderungen im Anwendungsbereich 48
     - 6.3.2 Dezentrale Maßnahmen: Abwasserbehandlungsanlage vor der Einleitung von Indirekteinleitern an der Kläranlage MG-Neuwerk 49

© Niersverband & FiW e.V. 2024

6.3.3 Maßnahmen „End-of-pipe“: 4. Reinigungsstufe in der kommunalen Kläranlage MG-Neuwerk 50

7. **Zusammenfassung und Fazit: Verwertung der Projektergebnisse 51**

8. **Literaturverzeichnis 54**

9. **Anhang 57**

© Niersverband & FiW e.V. 2024

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Arbeitspakete und abgestimmter Gesamtzeitplanung des Vorhabens. 4
Abbildung 2: Bilanzräume mit Lage der Messstationen und Landnutzungsanteile. 6
Abbildung 3: Aufteilung des Nierseinzugsgebietes in drei Bilanzräume. In jedem Bilanzraum werden Daten aus einer 24h-Mischprobennahmenstelle, einer Abflussmessstation und einer oder mehreren Niederschlagsmessstationen erhoben. Zusätzlich werden 24h-Mischproben und Abflussmessungen am Ablauf der Kläranlage MG-Neuwerk (Ablauf Nierssee) erfasst. 7
Abbildung 4: Verbandsgebiet des Niersverbandes mit Lage der 14 kommunalen Kläranlagen (links, KA MG-Neuwerk in Bilanzraum 2 und 13 weitere kommunale Kläranlagen in Bilanzraum 3) und Übersicht der Einleitungsstellen (rechts) von 75 Mischwassereinleitungen (rot) und 713 Regenwassereinleitungen (blau) (Niersverband 2023). 8
Abbildung 5: Einschätzung zur Eintragssituation entlang der Niers nach ELWAS-WEB (LANUV 2022) und Einschätzung des Niersverbands im Hinblick auf die Spurenstoffgruppen Arzneimittelrückstände, PBSM, PFAS, PAK und Kationen. 9
Abbildung 6: Untersuchungsumfang des Monitoringkonzeptes. 11
Abbildung 7: Innenraum Probenahmegerät WS 312. 12
Abbildung 8: Probenahmegerät, Viller Mühle. 13
Abbildung 9: Probenahmegerät Messtopf, Messstation Viersen. 13
Abbildung 10: Probenahme Nebengewässer. 15
Abbildung 11: Gelderner Fleuth. 15
Abbildung 12: Potenziell relevante Eintragspfade (EP) (EP beim Trockenwetter = Schwarze Schriftfarbe; EP bei Regenwetter = Blaue und schwarze Schriftfarbe) in jedem Bilanzraum. 19
Abbildung 13: Stofffrachtbilanzierungskonzept- Quantifizierung der Anteile der Eintragspfade aus der Jahresfrachtermittlung in den Bilanzräumen B1 bis B3 (fett = aus gemessenen Daten berechnet, unterstrichen = extrapoliert, kursiv = geschätzt) 20
Abbildung 14: Boxplot-Auswertung der Messergebnisse der gemessenen Parameter Wassertemperatur [°C], pH-Wert [-], elektrische Leitfähigkeit [µS/cm] und Sauerstoffgehalt [mg/l] an den drei Messstationen Neuwerk, Vieren und Kessel für die Messjahre 2021 (links) und 2022 (rechts): Median (grün), unteres und oberes Quartil (blau), Antenne (Whisker) und Ausreiser (Kreise). 22
Abbildung 15: Gemessene Konzentrationen und Jahresmittelwerte von Diclofenac an der Messstation Viller Mühle in 2021 (links) und in 2022 (rechts) gegenübergestellt mit dem empfohlenen EQS. 24
Abbildung 16: Kumulierte Jahresfracht von Diclofenac in den 3 Bilanzräumen und am Ablauf Nierssee (rot = Bilanzraum 1, gelb = Ablauf Nierssee KA MG-Neuwerk, grün = Bilanzraum 2, blau = Bilanzraum 3) in 2021 (links) und 2022 (rechts). 24

© Niersverband & FiW e.V. 2024

Abbildung 17: Berechnete Tagesfracht (grün) und kumulierte Jahresfracht (dunkelblau) von Diclofenac an der Messstation Neuwerk (Bilanzraum 1) in 2021 (links) und 2022 (rechts) mit dem gemessenen Niederschlag (hellblau) und dem Abfluss an Messstelle Trabrennbahn (grau). 24

Abbildung 18: Ergebnisse der Stofffrachtbilanzierung von Diclofenac in 2021. Eintragspfade: grün = Abbau / Grundwasserabstrom, grau = Oberstrom, rot = kommunale Kläranlage, dunkelrot = industriell-gewerbliche Direkteinleiter, gelb = Kanalisation / Teilgebiete, blau = Grundwasserzustrom / atmosphärische Deposition / Mobilisierung belasteter Sedimente. 25

Abbildung 19: Gemessene Konzentrationen und Jahresmittelwerte von Fluoranthen an der Messstation Viller Mühle in 2021 (links) und in 2022 (rechts) gegenübergestellt mit der JD-UQN. 26

Abbildung 20: Kumulierte Jahresfracht von Fluoranthen in den 3 Bilanzräumen und am Ablauf Nierssee (rot = Bilanzraum 1, gelb = Ablauf Nierssee KA MG-Neuwerk, grün = Bilanzraum 2, blau = Bilanzraum 3) in 2021 (links) und in 2022 (rechts). 26

Abbildung 21: Ergebnisse der Stofffrachtbilanzierung von Fluoranthen in 2021. Eintragspfade: grün = Abbau / Grundwasserabstrom, grau = Oberstrom, rot = kommunale Kläranlage, dunkelrot = industriell-gewerbliche Direkteinleiter, gelb = Kanalisation / Teilgebiete, blau = Grundwasserzustrom / atmosphärische Deposition / Mobilisierung belasteter Sedimente. 26

Abbildung 22: Gemessene Konzentrationen und Jahresmittelwerte von Metribuzin an der Messstation Viller Mühle in 2021 (links) und in 2022 (rechts) gegenübergestellt mit der JD-UQN. 27

Abbildung 23: Kumulierte Jahresfracht von Metribuzin in den 3 Bilanzräumen und am Ablauf Nierssee (rot = Bilanzraum 1, gelb = Ablauf Nierssee KA MG-Neuwerk, grün = Bilanzraum 2, blau = Bilanzraum 3) in 2021 (links) und in 2022 (rechts). 28

Abbildung 24: Berechnete Tagesfracht (grün) und kumulierte Jahresfracht (dunkelblau) von Metribuzin an der Messstation Viller Mühle (Bilanzraum 3) in 2021 (links) und 2022 (rechts) mit dem gemessenen Niederschlag (hellblau) und dem Abfluss an der Messstelle Kessel (grau). 28

Abbildung 25: Ergebnisse der Stofffrachtbilanzierung von Metribuzin in 2021. Eintragspfade: grün = Abbau / Grundwasserabstrom, grau = Oberstrom, rot = kommunale Kläranlage, dunkelrot = industriell-gewerbliche Direkteinleiter, gelb = Kanalisation / Teilgebiete, blau = Grundwasserzustrom / atmosphärische Deposition / Mobilisierung belasteter Sedimente. 28

Abbildung 26: Gemessene Konzentrationen und Jahresdurchschnittskonzentration von PFOS an der Messstation Viller Mühle in 2021 (links) und in 2022 (rechts) gegenübergestellt mit der JD-UQN. 30

Abbildung 27: Kumulierte Jahresfracht von PFOS in den 3 Bilanzräumen und am Ablauf Nierssee (rot = Bilanzraum 1, gelb = Ablauf Nierssee KA MG-Neuwerk, grün = Bilanzraum 2, blau = Bilanzraum 3) in 2021 (links) und in 2022 (rechts). 30

© Niersverband & FiW e.V. 2024

Abbildung 28: Berechnete Tagesfracht (grün) und kumulierte Jahresfracht (dunkelblau) von PFOS an der Messstation Viller Mühle (Bilanzraum 3) in 2021 (links) und 2022 (rechts) mit dem gemessenen Niederschlag (hellblau) und dem Abfluss an der Messstelle Kessel (grau). 30

Abbildung 29: Ergebnisse der Stofffrachtbilanzierung von PFOS in 2021. Eintragspfade: grün = Abbau / Grundwasserabstrom, grau = Oberstrom, rot = kommunale Kläranlage, dunkelrot = industriell-gewerbliche Direkteinleiter, gelb = Kanalisation / Teilgebiete, blau = Grundwasserzustrom / atmosphärische Deposition / Mobilisierung belasteter Sedimente. 31

Abbildung 30: Gemessene Konzentrationen und Jahresdurchschnittskonzentration von Nickel an der Messstation Viller Mühle in 2021 (links) und in 2022 (rechts) gegenübergestellt mit der JD-UQN für Nickel. 32

Abbildung 31: Kumulierte Jahresfracht von Nickel in den 3 Bilanzräumen und am Ablauf Nierssee (rot = Bilanzraum 1, gelb = Ablauf Nierssee, grün = Bilanzraum 2, blau = Bilanzraum 3) in 2021 (links) und in 2022 (rechts). 32

Abbildung 32: Berechnete Tagesfracht (grün) und kumulierte Jahresfracht (dunkelblau) von Nickel an der Messstation Viller Mühle (Bilanzraum 3) in 2021 (links) und 2022 (rechts) mit dem gemessenen Niederschlag (hellblau) und dem Abfluss an der Messstelle Kessel (grau). 32

Abbildung 33: Ergebnisse der Stofffrachtbilanzierung von Nickel in 2021. Eintragspfade: grün = Abbau / Grundwasserabstrom, grau = Oberstrom, rot = kommunale Kläranlage, dunkelrot = industriell-gewerbliche Direkteinleiter, gelb = Kanalisation / Teilgebiete, blau = Grundwasserzustrom / atmosphärische Deposition / Mobilisierung belasteter Sedimente. 33

Abbildung 34: Emissionsfaktoren beprobter Kläranlagen (rot = KA MG-Neuwerk, gelb = KA Geldern, grün = KA Grefrath, blau = KA Goch) für Diclofenac (Messzeitraum Jan. – Dez. 2021). 34

Abbildung 35 Emissionsfaktoren beprobter Kläranlagen (rot = KA MG-Neuwerk, gelb = KA Geldern, grün = KA Grefrath, blau = KA Goch) für Clarithromycin, Carbamazepin, Iopamidol und Sulfamethoxazol (Messzeitraum Jan. – Dez. 2021). 35

Abbildung 36: Vergleich von Pro-Kopf-Verbräuchen und Emissionsfaktoren zwischen GREAT-ER und NiersFluX (Messzeitraum Jan. – Dez. 2021). 35

Abbildung 37: Bilanzierungsmethodik NiersFluX zur Validierung von GREAT-ER. 36

Abbildung 38: GREAT-ER Stoffstrommodellierung: Abbau- und Verlustprozesse. 36

Abbildung 39: Emissionen und Abbauverluste nach GREAT-ER am Beispiel Diclofenac mit Photolyserate 0,035 1/h. 37

Abbildung 40: Emissionen und Abbauverluste nach NiersFluX am Beispiel Diclofenac: spezifische Verlustrate im Nierseinzugsgebiet geschätzt 0,015 1/h. 37

Abbildung 41: Parameterumfang und Datenverfügbarkeit im INGO Monitoring 2021 mit Schnittmenge zu NiersFluX und GREAT-ER. 39

Abbildung 42: Gemessene Konzentrationen von Carbamazepin im Oberlauf vom Rheineinzugsgebiet in NRW an den Messstationen Bad Godesberg (linksrheinisch) und Bad Honnef (rechtsrheinisch). 39

© Niersverband & FiW e.V. 2024

Abbildung 43: Gemessene Konzentrationen von Carbamazepin im Unterlauf vom Rheineinzugsgebiet in NRW an den Messstationen Kleve-Bimmen (linksrheinisch) und Lobith (rechtsrheinisch).....39

Abbildung 44: Bewertung der in der werktäglichen Messkampagnen ermittelten Jahresmittelkonzentration für die Jahre 2021 und 2022 in den Bilanzräumen B1, B2 und B3 anhand der Beurteilungswerte und der messtechnischen Bestimmungsgrenze (BG). Legende: Jahresmittelkonzentration liegt unter dem Beurteilungswert (grün) bzw. unter dem halben Beurteilungswert (blau). Jahresmittelkonzentration ist gleich oder größer dem Beurteilungswert (rot). Für Stoffe, deren Beurteilungswert unterhalb BG liegen (BG gelb markiert), sind Jahresmittelkonzentrationen gelb bzw. gelbgrün markiert, wenn einzelne Positivbefunde bzw. nur Negativbefunde gemessen wurden. Jahresmittelkonzentrationen von Stoffen, für die keine Beurteilungswerte vorliegen, sind grau markiert. Datenlücken aufgrund der beschriebenen Blindwertproblematik erlauben für Naphthalin in 2021 keine Beurteilung (weiß).....41

Abbildung 45: PAK-Einträge in Bilanzraum 1 aus der Ableitung von Niederschlagswasser im Trennsystem in Vergleich zu Einträgen von Diclofenac und Ibuprofen als Indikatoren für Einträge aus Mischwasserabschlägen: Tagesfracht an Messstation Neuwerk (grün), berechnete kumulierte Jahresfracht (dunkelblau) in Abhängigkeit von Niederschlagsereignissen an Messstation Trabrennbahn (hellblau), Abfluss (grau).....47

Abbildung 46: Anwendung von Maßnahmen an der Quelle: Informationskampagne, Beispiel Diclofenac: Jahresfracht (2021) vor (links) und nach (rechts) der Umsetzung der Maßnahme. Eintragspfade: grün = Abbau / Grundwasserabstrom, grau = Oberstrom, rot = kommunale Kläranlage, dunkelrot = industriell-gewerbliche Direkteinleiter, gelb = Kanalisation / Teilgebiete, blau = Grundwasserzustrom / atmosphärische Deposition / Mobilisierung belasteter Sedimente. 48

Abbildung 47: Anwendung von dezentralen Maßnahmen: Abwasserbehandlungsanlage vor der Einleitung des Indirekteinleiters an der Kläranlage MG-Neuwerk, Beispiel PFOS: Jahresfracht (2021) vor (links) und nach (rechts) Maßnahmenumsetzung. Eintragspfade: grün = Abbau / Grundwasserabstrom, grau = Oberstrom, rot = kommunale Kläranlage, dunkelrot = industriell-gewerbliche Direkteinleiter, gelb = Kanalisation / Teilgebiete, blau = Grundwasserzustrom / atmosphärische Deposition / Mobilisierung belasteter Sedimente. 49

Abbildung 48: Anwendung von „End-of-pipe“ Maßnahmen: 4. Reinigungsstufe in der kommunalen Kläranlage MG-Neuwerk, Beispiel Diclofenac: Jahresfracht (2021) vor (links) und nach (rechts) der Anwendung der Maßnahme. Eintragspfade: grün = Abbau / Grundwasserabstrom, grau = Oberstrom, rot = kommunale Kläranlage, dunkelrot = industriell-gewerbliche Direkteinleiter, gelb = Kanalisation / Teilgebiete, blau = Grundwasserzustrom / atmosphärische Deposition / Mobilisierung belasteter Sedimente.....50

© Niersverband & FiW e.V. 2024

Abkürzungsverzeichnis

ACP	Allgemeine chemisch-physikalische Parameter
AOX	Adsorbierbare organische Halogenverbindungen
BG	Bestimmungsgrenze
EC EQS	Environmental Quality Standards
EG-WRRL	Europäische Wasserrahmenrichtlinie
GC/MS	Gaschromatographie und massenspektrometrischer Detektion
GREAT-ER	Geography-Referenced Regional Exposure Assessment Tool for European Rivers
H_4PFOS	Perfluoroktansulfonsäure Isomeren
HPLC-MS/MS	Hochleistungs-FIüssigkeitschromatographie und massenspektrometrische Detektion
ICP-MS	Induktiv gekoppelte Plasma-Massenspektrometrie
ICP-OES	Induktiv gekoppelte Plasma-Atom-Emissionsspektrometrie
IKSR	Internationale Kommission zum Schutz des Rheins
JD-UQN	Jahresdurchschnitt-Umweltqualitätsnorm
KA	Kläranlage
LANUV	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen
LAWA	Bund-/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser
MG	Mönchengladbach
MQ und MNQ	Mittlerer Abfluss und Mittlerer Niedrigwasserabfluss
MUNV	Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen
N	Stickstoff (Nitrogen)
OGewV	Oberflächengewässerverordnung
P	Phosphor
PAK	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe
PFAS	Per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen
PFBA	Perfluorbutansäure
PFBS	Perfluorbutansulfonsäure
PFDA	Perfluordekansäure
PFHpA	Perfluorheptansäure
PFHxA	Perfluorhexansäure
PFHxS	Perfluorhexansulfonsäure
PFNA	Perfluornonansäure
PFOA	Perfluoroctansäure
PFOS	Perfluoroktansulfonsäure
PFPeA	Perfluorpentansäure
PRTR	Pollutant Release and Transfer Register
TOC	gesamter organischer Kohlenstoff (Total Organic Carbon)
UBA	Umweltbundesamt
UQN	Umweltqualitätsnorm

© Niersverband & FiW e.V. 2024

1. Einleitung

In Nordrhein-Westfalen wird im Rahmen der Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie der weitere Ausbau von kommunalen Kläranlagen zur Spurenstoffreduktion an abflussschwachen Gewässern mit hohem Anteil an gereinigtem Abwasser verfolgt. Die Erreichung eines guten chemischen und ökologischen Zustandes bzw. eines guten ökologischen Potenzials der Oberflächengewässer erfordert die Ermittlung und Umsetzung von wirksamen, quellenorientierten und kosteneffizienten Handlungsoptionen zur Reduktion von Spurenstoffbelastungen (MULNV & LANUV 2021a, 2021b, 2021c). Relevante Spurenstoffe sind die Stoffe, die in sehr geringen Konzentrationen nachteilige Wirkungen auf die aquatischen Ökosysteme haben können und/oder die Gewinnung von Trinkwasser negativ beeinflussen können (UBA 2022). Bezogen auf den im Stakeholder-Dialogprozess „Spurenstoffstrategie des Bundes“ diskutierten Empfehlungen (BMU & UBA 2019) ist die Identifizierung und Quantifizierung punktueller und diffuser Eintragspfade von wesentlicher Bedeutung, um geeignete Maßnahmen zur Erreichung und Einhaltung der nach Oberflächengewässerverordnung (OGewV 2016) geforderten Qualitätsnormen identifizieren zu können (Hillenbrand et al. 2016; Hillenbrand et al. 2015; LAWA 2016).

Spurenstoffe gelangen über verschiedene punktuelle und diffuse Eintragspfade in unsere Gewässer, u. a. über behandeltes Abwasser kommunaler Kläranlagen, industriell-gewerbliche Direkteinleiter, Mischwasserüberläufe, Einleitungen von belasteten Niederschlagswasser über Regenwasserkanäle im Trennsystem, Oberflächenabfluss, Erosion, Drainagen, Grundwasserzustrom und atmosphärische Deposition (Fuchs et al., 2010). Monitoring-Kampagnen und Stoffeintragsmodelle zeigen, dass sich die Beiträge einzelner Eintragspfade aufgrund der komplexen Eintragssituation für viele Spurenstoffe nur unzureichend quantifizieren lassen. Aufgrund der zeitlichen und räumlichen Variabilität der Einträge spielt die Messfrequenz von Spurenstoffkonzentrationen eine essentielle Rolle. Bislang steht nach unserer Kenntnis in keinem Flusseinzugsgebiet in NRW eine Zeitreihe von werktäglichen Messungen von Spurenstoffkonzentrationen für eine geschlossene Stoffstrombilanzierung zur Verfügung (IKSR 2023; LANUV 2020).

Um mögliche Handlungsoptionen zur Verringerung von Spurenstoffeinträgen in die Gewässer hinsichtlich ihrer Effektivität bewerten zu können, werden am Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz NRW (LANUV) leistungsstarke Stoffeintragsmodelle betrieben (Früh und Elbers 2018). GREAT-ER NRW wird für ausgewählte Mikroschadstoffe eingesetzt, um die Auswirkungen von Kläranlagenertüchtigungen auf die Gewässerbelastung zu modellieren. Das Modell ist aber derzeit nicht in der Lage, die Bedeutung von diffusen Stoffeinträgen zu berücksichtigen. Während Validierungen der Modellrechnungen mit Messdaten abwasserbürtiger Arzneistoffe die gemessenen mittleren Gewässerkonzentrationen bei mittleren Abflussverhältnissen MQ bzw. MNQ i. A. gut erklären, ergeben sich bei Spurenstoffen mit komplexen

© Niersverband & FiW e.V. 2024

Eintragspfaden bundesweit Hinweise auf nicht identifizierte Quellen (LAWA 2016). Derzeit betriebene Modelle beziehen sich dabei auf mittlere Abflussverhältnisse und erlauben dadurch keine Aussagen zu evtl. auftretenden kurzzeitigen Konzentrationsspitzen, die für eine Bewertung der akuten Ökotoxizität aber von entscheidender Bedeutung sein können.

Auf der anderen Seite stehen derzeit in keinem Flusseinzugsgebiet Ergebnisse zeitlich hochaufgelöster Messkampagnen zur Verfügung, die in der Lage wären, niederschlags-, abfluss- und damit ereignisspezifisch die Konzentrations- und Frachtverläufe für alle relevanten Spurenstoffe zu erfassen und Ganglinien von Spurenstoffen unterschiedlicher Eintragspfade, Transformations- und Abbauverhalten integral auswerten zu können. Die bisherigen Messkampagnen beschränken sich auf meist wöchentliche bis zweimonatliche Probenahmen (z. B. Ruhrverband 2023, IKSR 2023) oder können wegen einer Vielzahl sich überlagernder Eintragspfade nicht eintragsspezifisch auswertbar werden.

Im Rahmen des Pilot- und Modellvorhabens NiersFluX sollte deswegen erstmals ein werktägliches Spurenstoff-Monitoring im Einzugsgebiet der Niers durchgeführt werden, um eine hochaufgelöste Stofffrachtbilanzierung in ausgewählten Abschnitten der Niers zu realisieren und maßgebliche Eintragspfade der betrachteten Spurenstoffe zu quantifizieren. Die Niers ist für die Modelluntersuchung durch Vorerkundungen des Niersverbands, umfangreiche Ergebnisse vorangegangener Vorhaben des Landes Nordrhein-Westfalen und insbesondere die spezifische Eintragssituation im Nierseinzugsgebiet prädestiniert, die in Kapitel 3 eingehend beschrieben werden.

2. Zielsetzung und Projektablauf

2.1 Zielsetzung des Vorhabens

Ziel des durchgeführten Vorhabens NiersFluX war es, in einer Pilot- und Modelluntersuchung über zwei Jahre hinweg ein zeitlich hochaufgelöstes, werktägliches Spurenstoff-Monitoring ausgewählter Niers-relevanter Spurenstoffe an qualifizierten Probenahmestellen durchzuführen und in Verbindung mit Abflussmessungen sowie Konzentrationsmessungen an Punktquellen eine belastbare Stofffrachtbilanzierung der direkten und indirekten Eintragsfrachten in drei qualifizierten Gewässerabschnitten der Niers aufzustellen. Der Schwerpunkt der Untersuchung liegt dabei auf der Stofffrachtbilanzierung von Niers-relevanten Arzneimittelrückständen, Pflanzenbehandlungs- und Schädlingsbekämpfungsmittel (PBSM), per- und polyfluorierten Alkylsubstanzen (PFAS), polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) und Kationen.
Unter Beachtung der speziellen Eintragssituation in die Niers und das Nierseinzugsgebiet werden insgesamt acht relevante Eintragspfade (EP) untersucht. Diese setzen sich aus den folgenden punktuellen und diffusen Einträgen sowie einem Quellen/Senken-Term zusammen:

- Punktuelle Einträge:
    - kommunale Kläranlagen (EP 1)
    - industriell-gewerbliche Direkteinleiter (EP 2)
    - Zufluss von Nebengewässern (EP 3)
    - Kanalisation im Mischsystem bzw. Trennsystem (EP 4)
- Diffuse Einträge:
    - Oberflächenabfluss, Erosion, Drainagen oder Zwischenabfluss (EP 5)
    - Grundwasserzustrom (EP 6)
    - Direkte atmosphärische Deposition (EP 7)
- Quellen/Senken-Term:
    - Abbau von Spurenstoffen, Sorption oder Mobilisierung belasteter Sedimente (EP 8)

Die Ergebnisse des Spurenstoffmonitorings wurden genutzt, um das vom LANUV betriebene Stoffeintragsmodell GREAT-ER im Nierseinzugsgebiet zu validieren und die Übertragbarkeit der Ergebnisse auf andere Flusseinzugsgebiete zu untersuchen. Auf Basis der so geschaffenen Datengrundlage wurden aktuell diskutierte Handlungsoptionen im Nierseinzugsgebiet bewertet. Ziel war es, die Konsistenz mit vorangegangenen Vorhaben des Landes NRW sicherzustellen und Ergebnisse für eine Validierung und ggf. Weiterentwicklung der betriebenen Stoffeintragsmodelle zur Verfügung zu stellen.

© Niersverband & FiW e.V. 2024

Der Niersverband übernahm in dem zweijährigen Vorhaben die umfangreiche Probenahme und Analytik. Das FiW e.V. wurde mit der wissenschaftlichen Begleitung des Vorhabens beauftragt. Das Vorhaben wurde vom Ministerium für Umwelt, Naturschutz und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen (MUNV) gefördert und von der Bezirksregierung Düsseldorf sowie dem LANUV begleitet.

2.2 Projektablauf

Zur Umsetzung der Projektziele werden die Projektarbeiten in fünf Arbeitspakete (AP 1-5) und Unterarbeitspakete gegliedert. Die zeitliche Bearbeitung der Arbeitspakete ist in Abbildung 1 dargestellt.

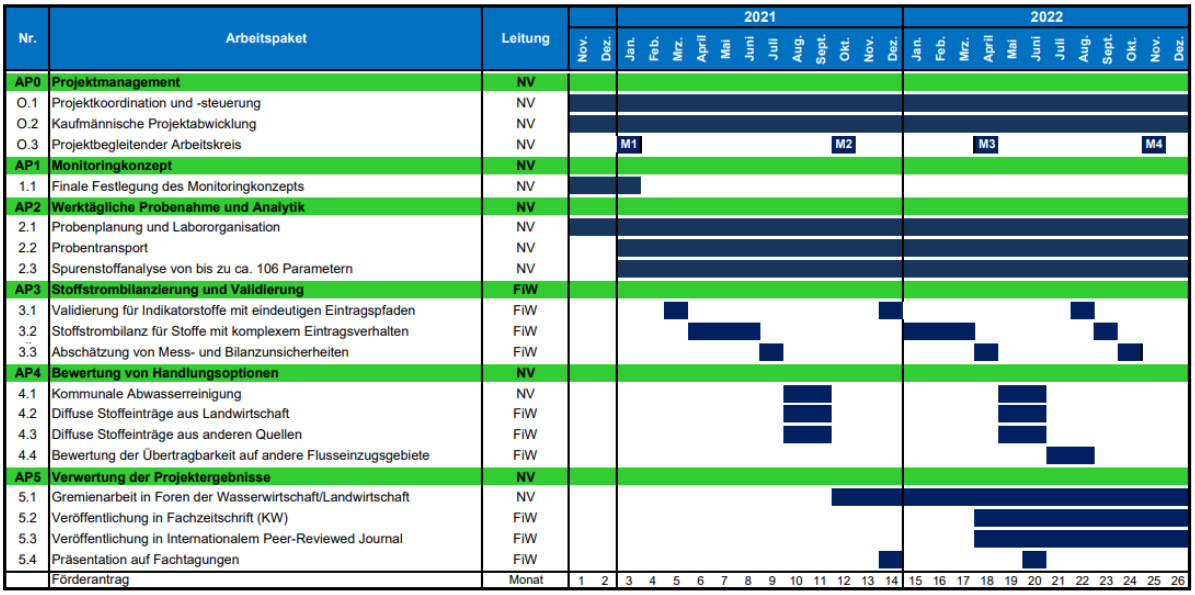


Abbildung 1: Arbeitspakete und abgestimmter Gesamtzeitplanung des Vorhabens.

Für eine intensive Begleitung und Diskussion der Arbeitsergebnisse wurden vier Sitzungstermine eines projektbegleitenden Arbeitskreises unter Beteiligung von Vertretern des MUNV, der Bezirksregierung Düsseldorf und des LANUV durchgeführt. Die Meilensteine M1 bis M4 wurden bis zu den jeweiligen Arbeitskreissitzungen erreicht. Die Ergebnisse wurden auf den Arbeitskreissitzungen vorgestellt und diskutiert:

- Meilenstein M1 (Projektmonat 3): Werktägliche Probenahme und Analytik ist eingerichtet
- Meilenstein M2 (Projektmonat 12): Die Ergebnisse der Abflussmessungen und Spurenstoff-Analysen der ersten acht Projektmonate sind ausgewertet und Stoffstrombilanzen und Mess- und Bilanzunsicherheiten für alle relevanten Spurenstoffparameter quantifiziert.

© Niersverband & FiW e.V. 2024

- Meilenstein M3 (Projektmonat 18): Anhand der kontinuierlich fortgeschriebenen und spurenstoffspezifisch ausgewerteten Stoffbilanzen werden Vorschläge für eine Bewertung von Handlungsoptionen im Nierseinzugsgebiet erarbeitet und diskutiert.
- Meilenstein M4 (Projektmonat 24): Die Übertragbarkeit auf andere Flusseinzugsgebiete in NRW wurde erarbeitet. Es liegt ein begutachtetes Manuskript zur Veröffentlichung der Projektergebnisse in einer Fachzeitschrift vor. In Abstimmung mit dem Begleitkreis wurde anstelle einer internationalen Fachzeitschrift die Publikation in der deutschsprachigen Fachzeitschrift KW Korrespondenz Wasserwirtschaft veröffentlicht (Teneketzi et al. (2023), https://doi.org/10.3243/kwe2023.01.002). Die Ergebnisse wurden auf dem 21. IFWW-Fachkolloquium in Haltern am See am 24.05.2022 (Manheller und Weber 2022) und auf der 56. Essener Tagung in Aachen am 07.09.2023 (Brinkmann et al. 2023, Teneketzi et al. 2023) der Fachöffentlichkeit vorgestellt.

© Niersverband & FiW e.V. 2024

3. Eintragssituation und Bilanzierung qualifizierter Gewässerabschnitte

Die Niers ist für die Modelluntersuchung durch die Vorerkundungen des Niersverbandes, umfangreicher Ergebnisse vorangegangener Vorhaben des Landes NRW und insbesondere durch die spezielle Eintragssituation im Nierseinzugsgebiet prädestiniert.

Im Spurenstoff-Monitoring des Niersverbandes liegen aus zwei Monitoringzyklen umfangreiche Konzentrationsmessungen aller als Niers-relevant identifizierten Spurenstoffe der OGewV (Anlage 6 und 8) (OGewV 2016) und der Beobachtungsliste (Europäische Union (EU) 2015) an 26 zweimonatlich beprobten Probenahmestellen im Längsverlauf der Niers vor (Schitthelm et al. 2016). Zusätzlich liegen Ergebnisse quartalsweiser Sedimentprobenahmen vor (Schitthelm et al. 2017). Ein Screening weiterer relevanter Spurenstoffe wird regelmäßig durchgeführt.

Der Datenbestand im elektronischen Fachinformationssystem ELWAS mit dem Auswertewerkzeug ELWAS-WEB als wasserwirtschaftliches Verbundsystem für die Wasserwirtschaftsverwaltung in NRW (LANUV 2022) und die am LANUV betriebenen Stoffeintragsmodelle (u. a. GREAT-ER) wurden als Datengrundlage für die Auswahl geeigneter Messpunkte zugrunde gelegt.

Die spezielle hydraulische und siedlungswasserwirtschaftliche Eintragssituation an der Niers sind für die angestrebte Quantifizierung indirekter Eintragspfade prädestiniert. Auf Basis von Auswertungen der Grundlagedaten und der besonderen siedlungswasserwirtschaftlichen und hydrologischen Bedingungen im Nierseinzugsgebiet wurde die Niers in drei Gewässerabschnitte und infolgedessen das Einzugsgebiet in drei Bilanzräume aufgeteilt (Abbildung 2 und Abbildung 3).

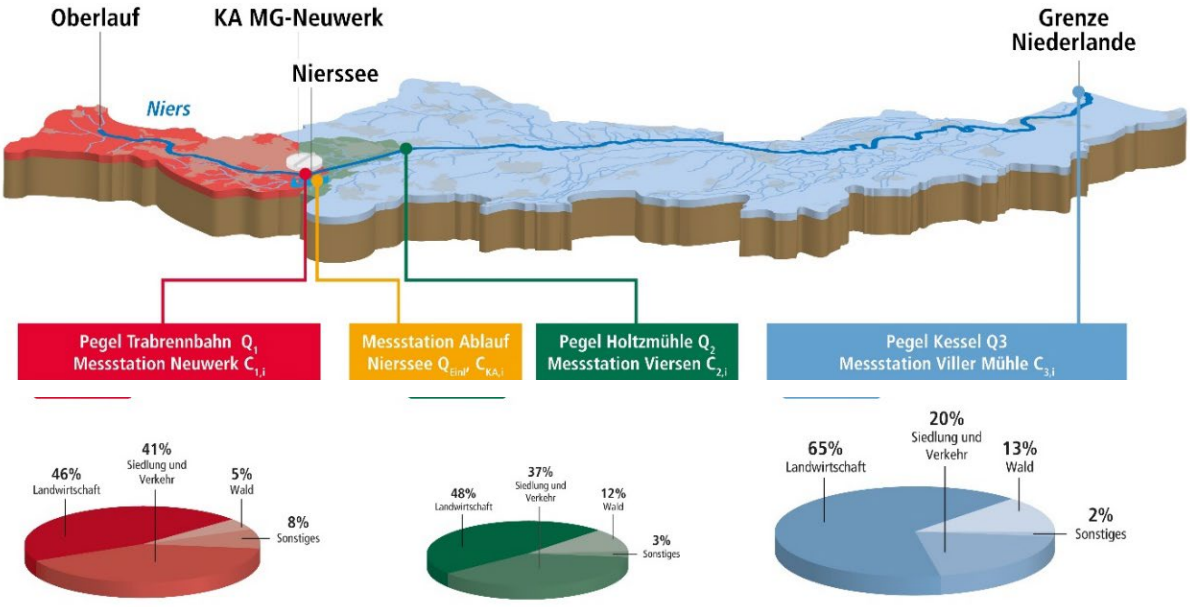


Abbildung 2: Bilanzräume mit Lage der Messstationen und Landnutzungsanteile.

© Niersverband & FiW e.V. 2024

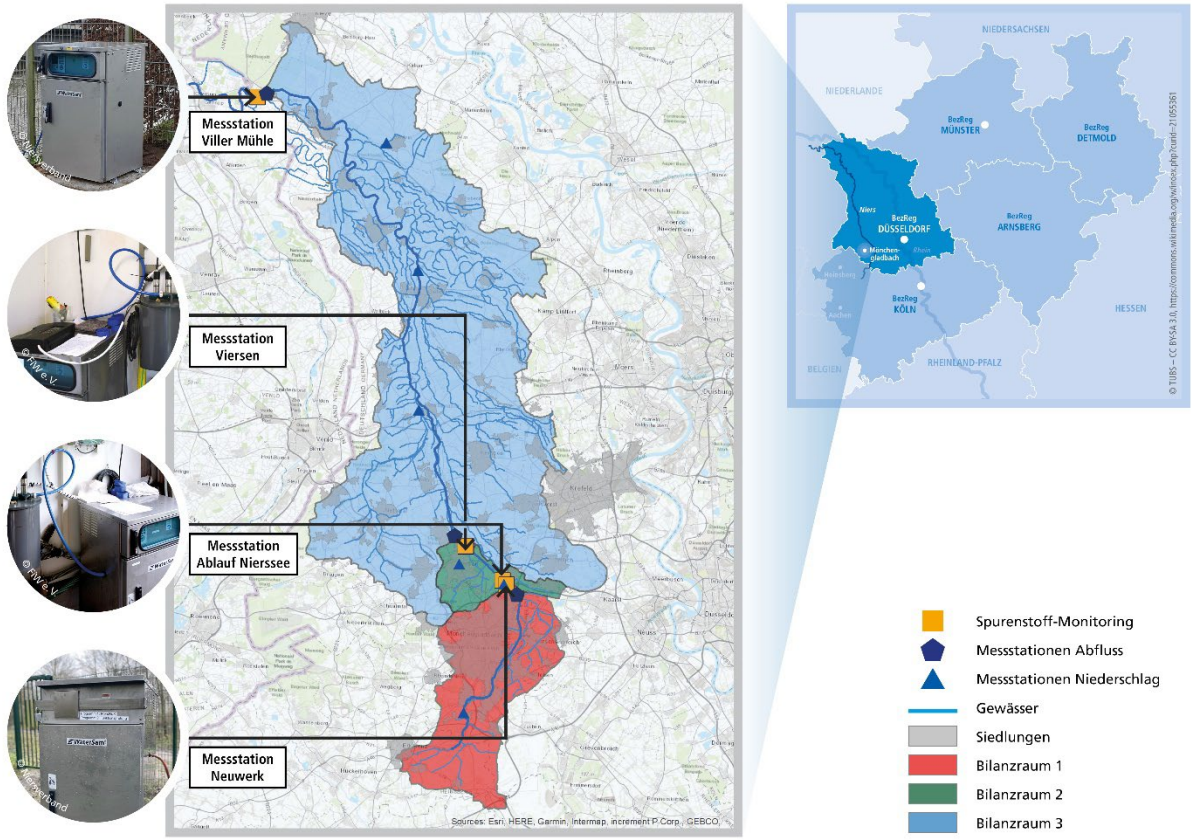


Abbildung 3: Aufteilung des Nierseinzugsgebietes in drei Bilanzräume. In jedem Bilanzraum werden Daten aus einer 24h-Mischprobennahmenstelle, einer Abflussmessstation und einer oder mehreren Niederschlagsmessstationen erhoben. Zusätzlich werden 24h-Mischproben und Abflussmessungen am Ablauf der Kläranlage MG-Neuwerk (Ablauf Nierssee) erfasst.

Die Niers ist in Bilanzraum 1 von der ursprünglichen Quellregion bis oberhalb der Kläranlage Mönchengladbach-Neuwerk (KA MG-Neuwerk) frei von Kläranlageneinleitungen. Durch die Sümpfungsmaßnahmen des Braunkohlentagebaus in Bilanzraum 1 kann der Zustrom mit anthropogenen Spurenstoffen belastetem Grundwasser in diesem Bilanzraum vernachlässigt werden (Niersverband 2017). In diesem Bereich wird zur Infiltration Ökowasser verwendet, welches durch die Aufbereitung von Sümpfungswasser gewonnen wird und daher weitgehend unbelastet von anthropogenen Spurenstoffen ist. Die Siedlungsentwässerung ist überwiegend als Trennsystem ausgebaut, jedoch sind im Oberlauf einzelne Einleitstellen für Abschläge aus dem Mischsystem zu verzeichnen (Abbildung 4).

Der Bilanzraum 2 umfasst die Einleitungen der KA MG-Neuwerk (angeschlossene Einwohner ca. 410.000 E, Jahresabwassermenge rd. 34 Mio. m³/a) und den Gewässerabschnitt bis Viersen-Süchteln. Die über die Einleitungen von behandeltem Abwasser der KA MG-Neuwerk in die Niers eingetragenen Spurenstofffrachten werden über eine 24h-Mischprobenahmestelle und Abflussmessungen am KA-Ablauf Nierssee erfasst.

Der restliche Flusslauf bis Zelderheide (ca. 113 km) an der Staatsgrenze zu den Niederlanden bildet den Bilanzraum 3, in dem an der Niers und ihren Nebengewässer insgesamt weitere 13 kommunale Kläranlagen (rd. 310.000 E, rd. 24 Mio. m³/a) betrieben werden (Niersverband

© Niersverband & FiW e.V. 2024

2022; LANUV 2022). Die Siedlungsentwässerung erfolgt überwiegend im Mischsystem, so dass bei stärkeren Niederschlagsereignissen nicht behandeltes Abwasser in die Niers und ihre Nebengewässer abgeschlagen wird. Abhängig von den Grundwasser- und Gewässerwasserständen kann hydraulisch bedingt ein Grundwasserzustrom und damit ggf. grundwasserbürtige Stoffeinträge verschiedener Quellen in die Niers erfolgen.

Im Unterlauf jedes Bilanzraums sowie am Ablauf der KA MG-Neuwerk (Ablauf Nierssee) befinden sich jeweils eine Probenahmestelle, an denen das werktägliche Spurenstoff-Monitoring stattfindet. An diesen Stellen werden kontinuierliche Abflussmessungen durchgeführt. Abbildung 3 stellt die drei Bilanzräume sowie die Mischprobenahmestellen und Abflussmessstationen dar.

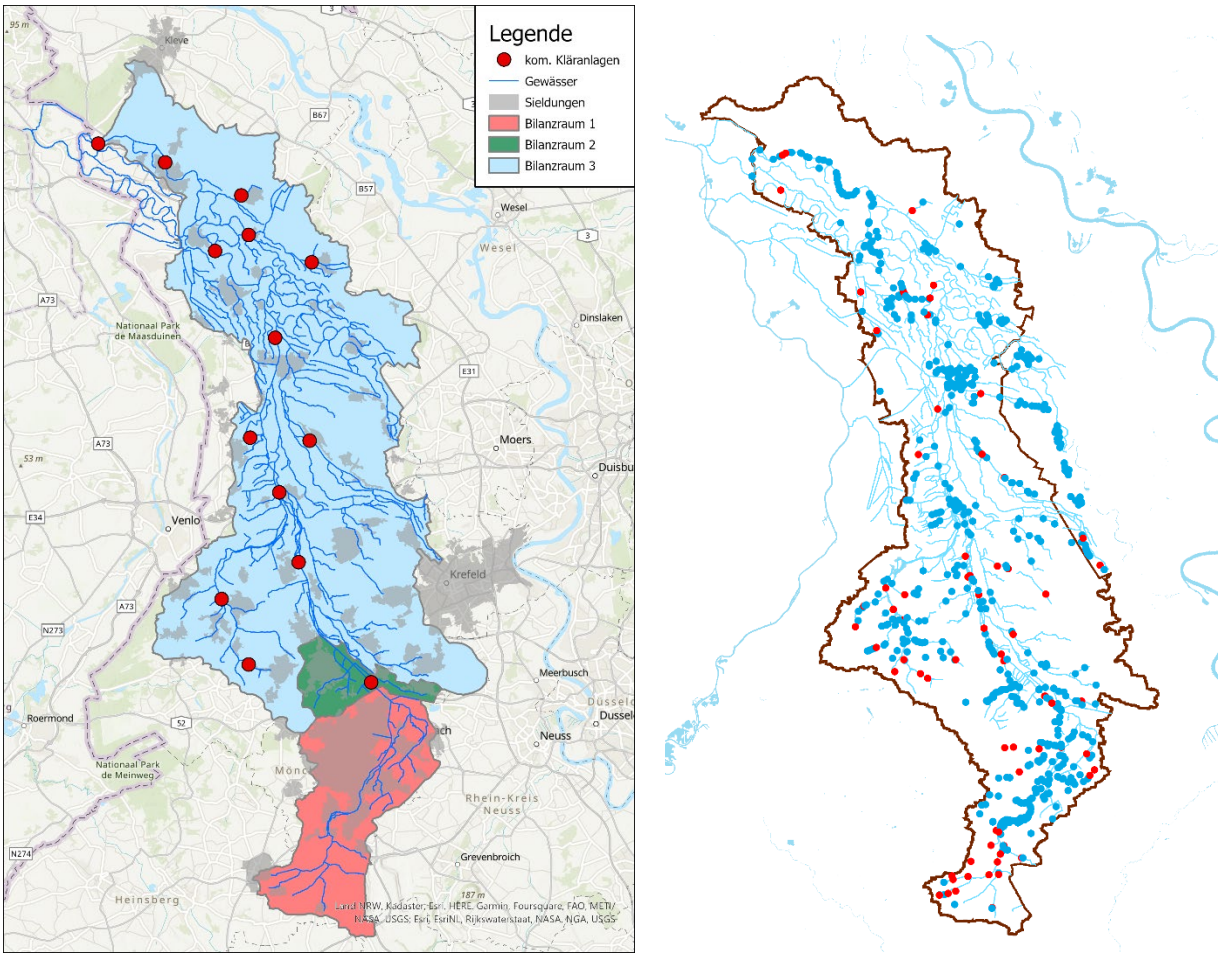


Abbildung 4: Verbandsgebiet des Niersverbandes mit Lage der 14 kommunalen Kläranlagen (links, KA MG-Neuwerk in Bilanzraum 2 und 13 weitere kommunale Kläranlagen in Bilanzraum 3) und Übersicht der Einleitungsstellen (rechts) von 75 Mischwassereinleitungen (rot) und 713 Regenwassereinleitungen (blau) (Niersverband 2023).

Neben den Einleitungen von behandeltem Abwasser der kommunalen Kläranlagen können die derzeit 75 Mischwassereinleitungen und 713 Regenwassereinleitungen (Abbildung 4) in dem vorliegenden Pilot- und Modellvorhaben nicht auf Ebene von Einzelanlagen, sondern summarisch innerhalb der drei Bilanzräumen erfasst werden. Die in ELWAS ausgewiesenen 132 Kleinkläranlagen werden ebenfalls nur summarisch über ggf. diffuse Einträge erfasst. Abbildung 5 stellt die Einschätzung der Eintragssituation in die Niers in den drei unterschiedenen Bilanzräumen in Form eines Steckbriefes zusammen.

Abbildung 5: Einschätzung zur Eintragssituation entlang der Niers nach ELWAS-WEB (LANUV 2022) und Einschätzung des Niersverbands im Hinblick auf die Spurenstoffgruppen Arzneimittelrückstände, PBSM, PFAS, PAK und Kationen.

Nierslängsverlauf	**Potenzielle Eintragspfade (EP)**
Niersoberlauf bis Stadtgebiet MG 109,50 km-89,22 km	1. Kläranlage: keine 2. Industrielle Direkteinleitungen: potenziell relevant 3. Nebengewässer • Unbedeutend 4. Kanalisation: vorwiegend Trennsystem, einzelne Einleitstellen Mischsystem 5. Diffuser Eintrag über oberirdischen Abfluss: • potenziell relevant 6. Diffuser Eintrag über Grundwasser: • unbedeutend, durch bergbaubedingte Grundwasserabsenkung kein Zustrom von anthropogen belastetem Grundwasser 7. Atmosphärische Einträge: potenziell relevant 8. Mobilisierung belasteter Sedimente: potenziell relevant
Qualifizierte Probenahmestelle Messstation Neuwerk	**Bilanzraum 1:** Nur EP 2,4,5,7,8 relevant
Nierssee	1. Kläranlage: KA MG-Neuwerk Quantifizierbare Einträge über behandeltes Abwasser 4. Kanalisation: Eintrag über Mischsystem und Trennsystem
Qualifizierte Probenahmestelle Messstation Viersen	**Bilanzraum 2:** Nur EP 1 und EP 4 relevant
Bis Zelderheide (Grenze NL) 77,48 km-18,29 km	1. Kläranlage: 13 kommunale Kläranlagen 2. Industrielle Direkteinleitungen: potenziell relevant, u. a. Deponie Geldern Pont 3. Nebengewässer • u. a. Nette, Gelderner Fleuth, Issumer Fleuth, Kervenheimer Mühlenfleuth 4. Kanalisation: sowohl Mischsystem als auch Trennsystem • Eintrag über Mischwasserentlastung • Einträge über Regenwassereinleitungen 5. Diffuser Eintrag über oberirdischen Abfluss: • potenziell relevant 6. Diffuser Eintrag über Grundwasser: • potenziell relevant 7. Atmosphärische Einträge: potenziell relevant 8. Mobilisierung belasteter Sedimente: potenziell relevant
Qualifizierte Probenahmestelle Messstation Viller Mühle	**Bilanzraum 3:** Potenziell alle Eintragspfade EP 1-8 relevant.

© Niersverband & FiW e.V. 2024

4. Werktägliches Monitoring und Modellierungsergebnisse

4.1 Monitoringkonzept und Durchführung werktäglicher Probenahme und Analytik

Auf Basis des vom Niersverband regelmäßig durchgeführten Untersuchungsprogramms wurden das Monitoringkonzept und der Parameterumfang an ausgewählten Probenahmestellen an der Niers in Abstimmung mit der Bezirksregierung Düsseldorf und dem LANUV festgelegt. Als Grundlage dienten die vom Niersverband regelmäßig durchgeführten Längsuntersuchungen der Niers, bei denen an 26 Probenahmestellen alle zwei Monate Wasserproben entnommen und auf ausgewählte Parameter untersucht und ausgewertet werden.

Im Rahmen der Voruntersuchungen wurden die Spurenstoffe gemäß der Richtlinie 2008/105/EG (Europäische Union (EU) 2008) erstellten Beobachtungsliste (EU 2015/495) und der Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer (OGewV - Anlage 6 und 8) hinsichtlich ihrer Relevanz für die Niers geprüft (Schitthelm et al. 2016). Als Relevanzkriterium wurde die Überschreitung der Hälfte der jeweiligen Umweltqualitätsnorm (UQN) nach der Oberflächengewässerverordnung festgelegt. Falls keine UQN vorliegt, wurden Orientierungswerte gemäß D4-Liste (MULNV 2018) oder gemäß der vorgeschlagenen Environmental Quality Standards der Europäischen Kommission (EC EQS) (Leverett et al. 2021) für die Bewertung herangezogen. Insgesamt wurden die Konzentrationen von 83 Spurenstoffen sowie Leitfähigkeit, pH-Wert, Sauerstoffgehalt und Temperatur als ausgewählte allgemeine chemisch-physikalische Parameter (ACP) im Rahmen des Vorhabens analysiert (Abbildung 6).

Zusätzlich zu dem beantragten Untersuchungsumfang wurden während des Projektzeitraumes sechs weitere Pestizide (Carbendazim, Flufenacet, Mecoprop, Propiconazol, Tebuconazol, Terbutryn) auf Eigeninitiative des Niersverbands nachträglich ergänzend mit in das Untersuchungsprogramm aufgenommen (mit ***-markiert in Abbildung 6). Für diese Stoffe liegen Datenreihen ab Frühjahr 2021 vor. Die gemessenen Konzentrationen sind in den Steckbriefen im Anhang dargestellt. Aufgrund der unvollständigen Messreihe im Jahr 2021 konnten verlässliche Frachtberechnungen nur für das Messjahr 2022 erstellt werden. Frachtberechnungen für das Messjahr 2021 sind als untere Abschätzung zu betrachten und in diesem Bericht mit einem „≥“-Symbol gekennzeichnet.

Abbildung 6: Untersuchungsumfang des Monitoringkonzeptes.

PAK	Arzneimittel	Pestizide	PFAS	Kationen**
Acenaphthen	Atenolol	Atrazin	H4PFOS	Aluminium
Acenaphthylen	Azithromycin	Boscalid	PFBA	Barium
Anthracen	1H-Benzotriazol*	Bromacil	PFBS	Blei
Benzo(a)anthracen	Bezafibrat	Carbendazim***	PFDA	Bor
Benzo(a)pyren	Bisoprolol	Chloridazon	PFHpA	Cadmium
Benzo(b)fluoranthen	Carbamazepin	Chlortoluron	PFHxA	Calcium
Benzo(ghi)perylen	Ciprofloxacin	Cybutryn (Irgarol)	PFHxS	Eisen
Benzo(k)fluoranthen	Clarithromycin	Desethylatrazin	PFNA	Kupfer
Chrysen	Clofibrinsäure	Desisopropylatrazin	PFOA	Mangan
Dibenzo(a,h)anthracen	Diclofenac	Diuron	PFOS	Nickel
Fluoranthen	Erythromycin	Ethofumesat	PFPeA	Selen
Fluoren	Ibuprofen	Flufenacet***		Silber
Indeno(1,2,3-cd)pyren	Iopamidol	Imidacloprid		Thallium
Naphthalin	Iopromid	Isoproturon		Zink
Phenanthren	Metoprolol	Linuron		
Pyren	Naproxen	Mecoprop***		
	Oxazepam	Metamitron		
	Roxithromycin	Metazachlor		
	Sotalol	Metolachlor		
	Sulfamethazin	Metribuzin		**ACP**
	Sulfamethoxazol	Propazin		Leitfähigkeit
	Trimethoprim	Propiconazol***		pH-Wert
		Simazin		Sauerstoff
		Tebuconazol ***		Temperatur
		Terbutryn***		
		Terbutylazin		

* kein Arzneimittel-Stoff wird in der Gruppe mitbestimmt, ** alle 0,45 µm filtriert
*** ergänzter Stoff keine Untersuchung über den gesamten Projektzeitraum
Niers-relevante Spurenstoffe

© Niersverband & FiW e.V. 2024

4.1.1 Probenahme

Für die Probenahme des werktäglichen Spurenstoff-Monitorings im Rahmen des NiersFluX-Projektes wurden insgesamt vier geeignete Probenahmestellen ausgewählt. Drei Probenahmestellen liegen direkt an der Niers (Messstation MG-Neuwerk, Messstation Viersen und Messstation Viller Mühle) und eine Probenahmestelle liegt am Ablauf der Kläranlage MG-Neuwerk (Ablauf Nierssee).

Für die Probenahmestellen an der Niers wurden drei neue Probenahmegeräte (Fa.: WaterSam, Typ: WS 312) eingesetzt. Bei der Probenahme am Ablauf Nierssee konnte auf ein vorhandenes Probenahmegerät (Fa.: WaterSam, Typ: WS 316) zurückgegriffen werden. Alle vier Probenahmegeräte wurden so eingestellt, dass sie werktäglich eine zeitproportionale 24-Stunden-Mischprobe nehmen (Abbildung 7).

Abbildung 7: Innenraum Probenahmegerät WS 312.

Bei den drei Probenahmegeräten an der Niers wurde eine Auflösung für die Einzelproben von 15 Minuten gewählt, sodass nach 24 Stunden mit 96 Einzelproben ein Gesamtvolumen von ca. zwei Litern erreicht wurde. Bei der Probenahmestelle Ablauf Nierssee wurde, wegen einer Mehrfachnutzung des Gerätes für weitere Probenahmen, nur eine Auflösung von 30 Minuten genutzt. An diesem Gerät wurden daher innerhalb von 24 Stunden mit 48 Einzelproben ein Gesamtvolumen von ca. zwei Litern erreicht. Die geringere zeitliche Auflösung konnte hier toleriert werden, da durch das große Volumen des Nierssees keine kurzfristigen hohen Konzentrationsschwankungen zu erwarten sind. Sämtliche Proben wurden in den Probenahmegeräten bei 4 °C gekühlt.

© Niersverband & FiW e.V. 2024

An den Probenahmestellen Messstation Viller Mühle (Abbildung 8) und Ablauf Nierssee wurden die Proben direkt über einen Probenahmeschlauch aus dem Gewässer entnommen. Bei den Probenahmestellen Messstation MG-Neuwerk und Viersen wurden die Proben über einen Messtopf der zugehörigen Messstation entnommen (Abbildung 9). Der Messtopf wird kontinuierlich über eine Pumpe (ca. 220 l/min) mit Wasser gespeist. Die Pumpen befinden sich je in einem Schacht, welcher direkt mit dem Gewässer in Verbindung steht.

Abbildung 8: Probenahmegerät, Viller Mühle.

Abbildung 9: Probenahmegerät Messtopf, Messstation Viersen.

© Niersverband & FiW e.V. 2024

Die Abholung der Wasserproben wurde in der Regel werktäglich durchgeführt, der Transport der Proben erfolgte gekühlt in einer Kühlbox. Die Probenahmegeräte wurden vor der Inbetriebnahme und jährlich im laufenden Betrieb auf Blindwerte überprüft. Zum Beginn des Projektes wurden für Naphthalin Blindwerte bei den Probenahmegeräten erkannt. Naphthalin kann bei einigen Weich-PVC Nebenbestanteil spezieller Weichmacheröle sein. Der Austausch des PVC-Schlauches der Probenahmegeräte mit einem für die Verwendung von Trinkwasser geeigneten Schlauch (Trinkwasserschlauch RAUAQUA 13 x 3,0 mm, Fa. REHAU) brachte hier eine Verbesserung. Aufgrund dieser Blindwertproblematik konnten im Zeitraum von Januar bis Mai 2021 keine Messwerte für Naphthalin angegeben werden.

Von den insgesamt geplanten 2064 werktäglichen Probenahmen konnten über 98 % durchgeführt werden. 32 der geplanten Proben fielen wegen unterschiedlichen Störungen aus. Ein wesentlicher Teil der Ausfälle ist durch Probleme des Jahrhunderthochwassers im Juli 2021 entstanden. So musste das Probenahmegerät in Kessel (Messstation Viller Mühle) im Juli abgebaut werden, da sonst der Rückstau der Maas in die Niers das Gerät überflutet und beschädigt hätte.

Um die Einträge über die relevantesten Nebengewässer der Niers mit bewerten zu können, wurden monatlich Stichproben von den fünf Nebengewässern (Nette, Kleine Niers, Gelderner Fleuth, Issumer Fleuth und Kervenheimer Fleuth) gezogen und analysiert. Die Probenahmen wurden als Schöpfproben (Abbildung 10) direkt aus dem Gewässer (Abbildung 11) genommen.

© Niersverband & FiW e.V. 2024

Abbildung 10: Probenahme Nebengewässer.

Abbildung 11: Gelderner Fleuth.

© Niersverband & FiW e.V. 2024

Außerdem wurden von den, nach der Kläranlage MG-Neuwerk, drei größten direkt an der Niers liegenden Kläranlagen (KA Grefrath, KA Geldern und KA Goch) monatlich die Kläranlagen-Abläufe beprobt und analysiert. Die Probenahmen wurden durch die an den Kläranlagen vorhandenen Probenahmegeräten als 24-Stunden-Mischprobe durchgeführt.

4.1.2 Analytik

Die Analytik der Proben erfolgte im Verbandslabor des Niersverbands in MG-Neuwerk. Das Labor unterhält ein Qualitätsmanagementsystem nach DIN EN ISO/IEC 17025 und ist von der Deutschen Akkreditierungsstelle als Prüflaboratorium akkreditiert. Die im Rahmen dieses Projektes miterfassten Parameter der Gruppe der ACP (Leitfähigkeit, Temperatur, Sauerstoffgehalt, pH-Wert) wurden an den Messstationen der entsprechenden Probenahmestellen ermittelt.

Die im Rahmen des Projektes entnommenen Proben wurden nach Eintreffen im Labor im Laborinformationssystem erfasst, aliquotiert und falls notwendig konserviert. Die anschließende Analytik der Spurenstoffe erfolgte mit unterschiedlichen Methoden (HPLC-MS/MS, GC/MS, ICP-OES, ICP-MS). Von den geplanten rund 197.000 Spurenstoff-Messwerten konnten rund 99 % erfolgreich bestimmt werden, so dass nur in wenigen Fällen Einzelparameter nicht ausgewertet oder untersucht werden konnten. Ein Export der chemischen Messwerte mit 195.900 Datenzeilen wurde dem LANUV als Excel-Datei zur Verfügung gestellt.

Eine detaillierte Beschreibung der eingesetzten Untersuchungsverfahren sowie ergänzende Informationen zu einzelnen Untersuchungsparametern sind im Anhang dieses Fachberichtes dokumentiert.

4.2 Stoffstrombilanzierung

Das werktägliche Spurenstoffmonitoring wurde von Januar 2021 bis Dezember 2022 durchgeführt. Während der Messkampagne von zwei Jahren wurden 2.063 jeweils 24-stündige zeitproportionale Mischproben an insgesamt vier Messstellen genommen und 195.900 Konzentrationsmessungen ausgewählter Stoffe aus den Gruppen der PAK, Arzneimittelrückstände, PBSM (Pestizide), PFAS und Kationen durchgeführt. Mit Hilfe einer Python-Auswertungsroutine wurden Spurenstofffrachten aus den gemessenen Konzentrationen und Abflussmessungen berechnet, die für die Stofffrachtbilanzierung an drei qualifizierten Gewässerabschnitten der Niers genutzt wurden.

4.2.1 Weitere Datengrundlagen

Neben den Spurenstoffmesswerten der vier Probenahmestellen des werktäglichen Monitorings hat der Niersverband zusätzlich monatliche Spurenstoffuntersuchungen an fünf weiteren Nebengewässermessstellen vor Einleitung in die Niers (Nette, kleine Niers, Kervenheimer

Mühlenfleuth , Issumer Fleuth und Gelderner Fleuth) und monatliche Spurenstoffuntersuchungen an den Abläufen der - nach der Kläranlage MG-Neuwerk - drei größten direkt in die Niers einleitenden Kläranlagen (KA Geldern, KA Goch und KA Grefrath) erhoben. Darüber hinaus wurden Daten von 15 Bauwerksentlastungen, Pegeldaten aus drei Abflussmessstationen (Trabrennbahn, Holtzmühle und Kessel) sowie Messdaten von 23 Niederschlagsmessstationen ausgewertet. Zusätzlich wurden Informationen zu Notabschlägen aus der Kläranlage MG-Neuwerk in die Niers und zum Einstau in den Nierssee berücksichtigt. Die vom LANUV bereitgestellten Daten von mittleren Fließgeschwindigkeiten an der Niers und den Nebengewässern sowie im GREAT-ER Modell hinterlegten Parametern wurden integriert. Zu dem vorhandenen industriell-gewerblichen Direkteinleiter wurden Daten von Überwachungsergebnissen seitens der Bezirksregierung Düsseldorf zur Verfügung gestellt. Georeferenzierte Daten zu den Nebengewässern und der Landnutzung wurden aus dem Datenportal OpenGeodata.NRW abgerufen.

4.2.2 Berechnung von Spurenstofffrachten

Für die Berechnung der Stofffrachten wurde das LAWA-Arbeitspapier „Ermittlung von Stoff-Frachten in Fließgewässern: Probenahmestrategien und Berechnungsverfahren“ (LAWA 2003) als Grundlage angewendet. Die Tagesfrachten werden hierbei aus den gemessenen Abflüssen und den ermittelten Spurenstoffkonzentrationen ermittelt. Spurenstoffkonzentrationen unterhalb der Bestimmungsgrenze wurden entsprechend der Empfehlung zur Berechnung von Stofffrachten im Abwasser für die PRTR-Berichterstattung (Pollutant Release and Transfer Register) berücksichtigt. Daher wurden, wenn 10 % oder mehr der gemessenen Messkonzentrationen vom jeweiligen Spurenstoff in der Datenreihe der betrachteten Messstation über der Bestimmungsgrenze lagen, die Hälfte der Bestimmungsgrenze für alle Messwerte kleiner der Bestimmungsgrenze angesetzt. Wenn weniger als 10 % der Messwerte über der Bestimmungsgrenze lagen, wurde der Wert Null für alle Messwerte kleiner der Bestimmungsgrenze angesetzt (BLE 2015).

Aufgrund der inäquidistanten Spurenstoffmessungen (werktägliche Probenahme, keine Durchführung von Probennahmen an Wochenenden und Feiertagen) wurden die fehlenden Spurenstoffkonzentrationen durch lineare Interpolation berechnet, um Tagesfrachten mit gleichmäßigen Zeitintervallen zu erzeugen. Es wird hierbei unterstellt, dass für das bilanzierte Stoffspektrum zwischen werktäglichen Frachten und Wochenendfrachten keine signifikanten Unterschiede bestehen. Somit werden die kumulierten Jahresfrachten für alle betrachteten Spurenstoffe ermittelt und ihre kumulierte Jahresfrachtganglinien erstellt. Sollten an mehr als fünf Tagen keine Messwerte vorliegen, wurde in der Abbildung der Konzentrationsganglinie eine Lücke dargestellt (Steckbriefe im Anhang).

© Niersverband & FiW e.V. 2024

4.2.3 Identifizierung von Indikatorsubstanzen

Eine erste Identifizierung von charakteristischen Niers-relevanten Spurenstoffen mit bekannten Eintrags- und Abbauverhalten, die als Indikatorsubstanzen dienen können, hat anhand des Leitfadens „Polare organische Spurenstoffe als Indikatoren im anthropogen beeinflussten Wasserkreislauf aus der BMBF-Fördermaßname RiSKWa (Bergmann et al. 2013) stattgefunden.

4.2.4 Ereignisbezogene Auswertung bei Trocken- und Regenwetter

Die Auswertung der Spurenstofffrachten wurde ereignisbezogen bei Trocken- und Regenwetter durchgeführt. Um den abflusswirksamen Niederschlag zu berücksichtigen, wurde bei der Bestimmung der Regenwettertage die Definition der Niederschlagstage aus der Verwaltungsvorschrift zur Ermittlung der Jahresschmutzwassermenge bei Einleitung von mit Niederschlagswasser vermischtem Schmutzwasser (MULNV 2017) zugrunde gelegt. Aufgrund der niedrigen Schneehöhe in den Jahren 2021-2022 wurden die Tage mit Schneeschmelze in der Auswertung nicht berücksichtigt.

Um die hydrologische Lage der Bilanzräume zu erfassen, wurden unter Berücksichtigung der Fläche jedes Bilanzraums bzw. der Länge des jeweiligen Gewässerabschnittes eine oder mehrere Niederschlagsstationen bei der Definition der Regenwettertage miterfasst. Nach der Prüfung der vorhandenen Niederschlagsdaten aus den Messstationen im Nierseinzugsgebiet wurden repräsentative Niederschlagsmessstationen ausgewählt. Für den Bilanzraum 1 wurde die Messstation Obere Niers und für den Bilanzraum 2 wurden die Niederschlagsmessstationen Viersen und MG-Neuwerk ausgewählt, die das Niederschlagsgeschehen des jeweiligen Bilanzraums abbilden. Aufgrund der Länge der beiden Gewässerabschnitte 1 und 2 wurde keine Zeitverzögerung zwischen Regenwettertagen und Spurenstoffmessungen berücksichtigt. Für den Bilanzraum 3 wurden die folgenden vier Niederschlagsmessstationen genutzt, um die wichtigsten Teileinzugsgebiete mit zu berücksichtigen: Viersen, Wachtendonk, Geldern, Uedem (Abbildung 3). In Abhängigkeit von der Lage jeder Messstation im Teilgebiet wurde eine abgeschätzte Zeitverzögerung (Fließstrecke) von 0 bis 3 Tagen angenommen. Im Wesentlichen wird für die Station Uedem keine Zeitverzögerung angenommen. Für die Station Geldern wurde ein Tag, für die Station Wachtendonk wurden zwei Tagen und für die Station Viersen wurden drei Tagen als abgeschätzte Zeitverzögerung angenommen.

Kernpunkt für die ereignisbezogene Auswertung der kumulierten Jahresfracht von charakteristischen Spurenstoffen ist die Identifizierung der maßgeblichen Eintragspfade für jeden Bilanzraum bei Trocken- und Regenwetter. Bei Trockenwetter wurden die diffusen Quellen der direkten atmosphärischen Deposition (EP 7) und der Quellen/Senken-Term (EP 8) als relevante Eintragspfade in allen drei Bilanzräumen erkannt. Weitere Eintragspfade bei Trocken-

wetter sind in den Bilanzräumen 2 und 3 der punktuelle Eintrag über die kommunalen Kläranlagen (EP 1) und der diffuse Eintrag durch Grundwasserzustrom (EP 6). Hierbei wird unterstellt, dass die Emissionen mit längeren Nachlaufzeiten im EP 6 Grundwasser erfasst werden. Dadurch werden keine Nachlaufzeiten berücksichtigt. Eine Deponie wird als einziger industriell-gewerblicher Direkteinleiter (EP 2) in Bilanzraum 3 berücksichtigt.

Die Einträge über die Kanalisation (EP 4) und über die Teileinzugsgebiete werden für alle drei Bilanzräume nur bei Regenwetter als signifikant betrachtet. Unter dem Term Teileinzugsgebiete wurden die Einträge aus Nebengewässern (EP 3) und über den Oberflächen- oder Zwischenabfluss sowie durch Erosion oder Drainagen (EP 5) zusammengefasst (Abbildung 12).

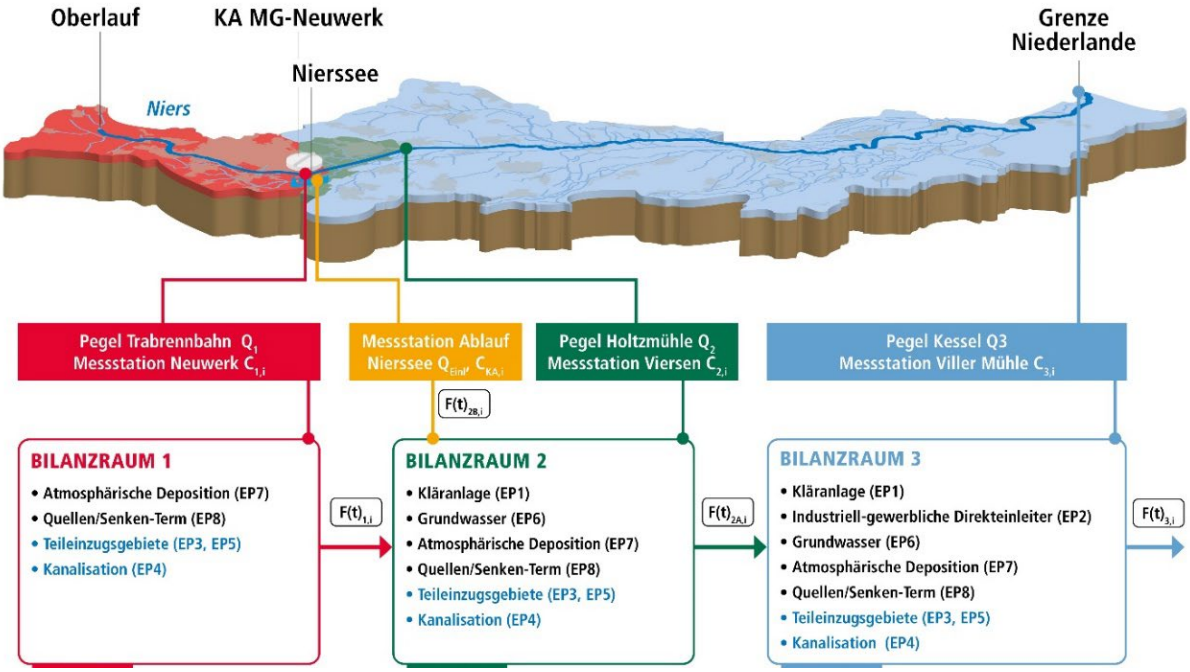


Abbildung 12: Potenziell relevante Eintragspfade (EP) (EP beim Trockenwetter = Schwarze Schriftfarbe; EP bei Regenwetter = Blaue und schwarze Schriftfarbe) in jedem Bilanzraum.

4.2.5 Stofffrachtbilanzierungskonzept

Für die Auswertung der kumulierten Jahresfrachten von Niers-relevanten Spurenstoffen bzw. für die Quantifizierung der Frachtanteile aus den unterschiedlichen Eintragspfaden wurde zuerst ein Stofffrachtbilanzierungskonzept entwickelt (Abbildung 13). In Bilanzraum 1 wird der Anteil der Einträge über die Teileinzugsgebiete sowie der Kanalisation (EP 3, 4 und 5) aus der ermittelten Fracht bei Regenwetter abgeleitet. Der Anteil der diffusen Einträge durch die atmosphärische Deposition (EP 7) und den Abbau oder die Mobilisierung belasteter Sedimente (EP 8) wird zusammengefasst aus der Fracht bei Trockenwetter abgeleitet.

In Bilanzraum 2 wird der Eintragspfad Kläranlage (EP 1) aus der gemessenen Fracht am Ablauf des Nierssees abgeleitet. Der Anteil der bei Regenwetter relevanten Eintragspfade (EP 3,

© Niersverband & FiW e.V. 2024

4, 5) wird durch die Extrapolation des entsprechenden Anteils in Bilanzraum 1 über die Gebietsgröße der relevanten Flächennutzung (Siedlung und Verkehr, landwirtschaftliche Flächen oder gesamtes Teileinzugsgebiet) in Bilanzraum 2 ermittelt. Über die gemessene Fracht an der Messstation Viersen und der Bilanzdifferenz der quantifizierten Frachtanteile (EP 1, 3, 4, 5) ergibt sich der zusammengefasste Anteil aus den diffusen Einträgen EP 6, EP 7 und EP 8. Eine negative Bilanzdifferenz weist auf den Abbau von Spurenstoffen oder den Austrag über Grundwasserabstrom hin, während eine positive Bilanzdifferenz auf den Eintrag über Grundwasserzustrom, eine direkte atmosphärische Deposition oder die Mobilisierung belasteter Sedimente hinweist.

In Bilanzraum 3 wird der Anteil des EP 1 aus der gemessenen Fracht am Ablauf des Nierssees über die angeschlossenen Einwohner oder die angeschlossenen befestigten Flächen im Mischsystem in Bilanzraum 3 extrapoliert. Der Anteil des EP 2 wird aus den gemessenen mittleren Jahreskonzentrationen und mittleren Jahresabflüssen am Ablauf der Kläranlage der Deponie Geldern Pont abgeleitet (Bezirksregierung Düsseldorf 2021). Die Anteile der restlichen relevanten Eintragspfade EP 3, 4, 5 und EP 6, 7, 8 werden auf die gleiche Weise wie im Bilanzraum 2 berechnet.

	Oberstrom	Kommunale Kläranlage (EP1)	Industriell-gewerbliche Direkteinleiter (EP2)	Kanalisation Teilgebiete: -Nebengewässer -Oberflächenabfluss -Zwischenabfluss -Drainage -Erosion (EP3-4-5)	Grundwasserzustrom (EP6)	Quellen/Senken Term: -atm. Deposition -Abbau -Mobilisierung belasteter Sedimente (EP7-8)	Unterstrom
B1	0	0	0	**Abgeleitet aus Fracht Regentage**	*Vernachlässigbar*	**Abgeleitet aus Fracht Trockentage**	**Gemessene Fracht**
B2	**Gemessene Fracht**	**Gemessene Fracht KA MG-Neuwerk**	0	**- Abgeleitet aus Fracht Regentage** - Extrapoliert von B1 rel. Gebietsgröße	*Bilanzdifferenz*		**Gemessene Fracht**
B3	**Gemessene Fracht**	Extrapoliert von KA MG-Neuwerk angeschl. Einwohner/ Flächen	**Abgeleitet aus dem Jahresmittelwert der Einleitung**	**- Abgeleitet aus Fracht Regentage** - Extrapoliert von B1 rel. Gebietsgröße	*Bilanzdifferenz*		**Gemessene Fracht**

Abbildung 13: Stofffrachtbilanzierungskonzept- Quantifizierung der Anteile der Eintragspfade aus der Jahresfrachtermittlung in den Bilanzräumen B1 bis B3 (fett = aus gemessenen Daten berechnet, unterstrichen = extrapoliert, kursiv = geschätzt)

4.3 Ausgewählte Ergebnisse der Monitoringkampagne

Die Ergebnisse der ACP-Messungen sowie die Ergebnisse aller untersuchten Spurenstoffe der zwei abgeschlossenen Monitoringjahre 2021 und 2022 sind in ausführlichen Steckbriefen im Anhang dieses Berichtes zusammengestellt. Aus den Ergebnissen werden im Folgenden zunächst Ergebnisse der ACP-Messungen dargestellt und danach beispielhaft jeweils ein Stoff aus jeder Spurenstoffkategorie diskutiert. Diclofenac wurde stellvertretend für Arzneimittel, Fluoranthen für PAK, Metribuzin für Pestizide, Perfluoroctansulfonsäuren (PFOS) für PFAS und Nickel für die Kationen ausgewählt und hinsichtlich ihrer gemessenen Konzentrationen, Frachten und Eintragspfade in die Niers ausgewertet.

© Niersverband & FiW e.V. 2024

4.3.1 Allgemeine chemisch-physikalische Parameter

In der Gruppe der ACP wurden Wassertemperatur, pH-Wert, elektrische Leitfähigkeit und Sauerstoffgehalt mit Messsonden online an den drei Messstationen Neuwerk, Viersen und Kessel gemessen. Die Messergebnisse der Messjahre 2021 und 2022 sind statistisch als Boxplots in Abbildung 14 ausgewertet. Detaillierte Jahresganglinien und Heatmap-Auswertungen sind im Kapitel 9.1 im Anhang zu diesem Bericht abgebildet.

Die Boxplot-Auswertungen macht deutlich, dass sich für beide Messjahre 2021 und 2022 ein ähnliches Bild ergibt (Abbildung 14): Die elektrische Leitfähigkeit nimmt von der Messstation im Oberlauf (Station Neuwerk: Median 629 bzw. 602 µS/cm) mit Einleitung der Kläranlage MG-Neuwerk zu (Station Viersen: Median 832 µS/cm in beiden Jahren); im weiteren Fließweg bis Station Kessel stellt sich sowohl in Bezug auf den Median wie auch auf die Quartilsbandbreite der Messwerte eine Verdünnung ein (Median 738 bzw. 742 µS/cm). Die Bandbreite der Ausreißer sind bei geringer Wasserführung im Oberlauf am größten, im Unterlauf am geringsten. Ein ähnlicher Anstieg ist auch für die Wassertemperatur nach Einleitung von behandeltem Abwasser der KA MG-Neuwerk an der Station Viersen zu erkennen (Median Neuwerk 12,2 bzw. 13,2 °C, Viersen 13,5 bzw. 14,5 °C, Kessel 12,1 bzw. 13,5 °C für die Messjahre 2021 bzw. 2022). Maximalwerte im Sommer überschreiten 20 °C an allen drei Messstationen. Der Sauerstoffgehalt an der Messstation Viersen zeigt in Bezug auf Median und Quartil die niedrigsten Werte (Median: 6,5 mg/l). Als Anforderungen an den guten ökologischen Zustand und das gute ökologische Potenzial werden für die Niers als Gewässertyp 12 bzw. 18 im Norddeutschen Tiefland ist nach OGewV Anlage 3 Nummer 3.2 ein Minimum von >8 bzw. >7 mg/l gefordert. Die Auswertung der Jahresganglinien und Heatmap (Kapitel 9.1 im Anhang) macht deutlich, dass die geringsten Werte mit z. T. vollständiger Sauerstoffzehrung bis zu 0 mg/l wie erwartet in den Sommermonaten bei hoher Wassertemperatur und bevorzugt in den frühen Morgenstunden auftritt, wenn geringe Sauerstofflöslichkeit durch hohe Wassertemperatur, hohe Zehrung durch den Abbau organischer Substanz und fehlende Sauerstoffproduktion durch fehlende Fotosyntheseleistung in den Nachstunden sich überlagern. Auffallend sind das Zusammenfallen niedriger elektrischer Leitfähigkeit mit niedrigen Sauerstoffgehalten, das auf hohe Sauerstoffzehrung nach Einschwemmung leicht abbaubarer Substanz durch Niederschlagsereignisse und ggf. Mischwasserentlastungen hindeutet.

Der pH-Wert der Niers liegt an den drei Messstationen meist im Bereich 7,5 bis 8,0, mit Ausreißern bis 6,5 und 8,8. Der Messwert 6,5 an der Station Kessel ist mit Vorsicht zu interpretieren, da der Messwert aufgenommen wurde kurz bevor die Sonde aus technischen Gründen ausgefallen ist.

© Niersverband & FiW e.V. 2024

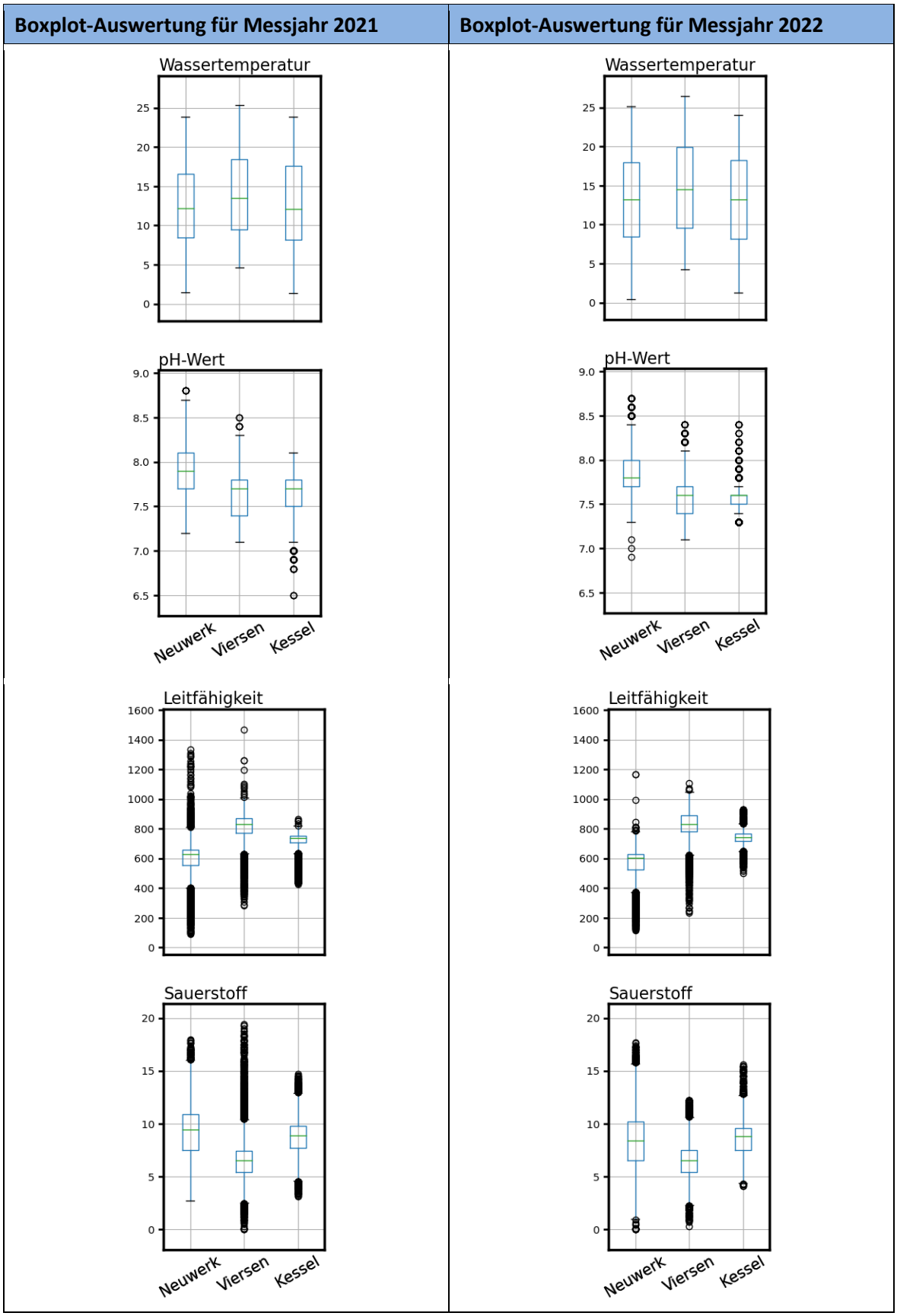


Abbildung 14: Boxplot-Auswertung der Messergebnisse der gemessenen Parameter Wassertemperatur [°C], pH-Wert [-], elektrische Leitfähigkeit [µS/cm] und Sauerstoffgehalt [mg/l] an den drei Messstationen Neuwerk, Vieren und Kessel für die Messjahre 2021 (links) und 2022 (rechts): Median (grün), unteres und oberes Quartil (blau), Antenne (Whisker) und Ausreiser (Kreise).

4.3.2 Arzneimittel – Beispiel Diclofenac

Das Schmerzmittel Diclofenac kommt in Haushalten, Arztpraxen und Krankenhäusern zur Anwendung. Diclofenac wird im Körper nur zum Teil metabolisiert. Über Ausscheidung von unmetabolisiertem Diclofenac, Abwaschung von Salben und unsachgemäße Entsorgung von Arzneimitteln gelangt Diclofenac über den Abwasserpfad in die Kläranlage, wo es nur unvollständig eliminiert werden kann (Niersverband 2017), sofern eine konventionelle Reinigungstechnologie zum Einsatz kommt.

In der Niers werden regelmäßig Konzentrationen über der vorgeschlagenen Environmental Quality Standard (EQS) von Diclofenac von 0,04 µg/l (Leverett et al. 2021) gemessen (Bestimmungsgrenze 0,02 µg/l). In 2021 und 2022 wurden an der Messstation Viller Mühle an 99 % der Messtage der EQS überschritten, mit tendenziell höheren Konzentrationen in den Wintermonaten (Abbildung 15). Die errechnete Jahresmittelkonzentration lag in beiden Messjahren an der Messstation Viller Mühle bei rd. 0,4 µg/l, ein Faktor 10 über dem Beurteilungswert. Die berechnete kumulierte Jahresfracht an Messstation Viller Mühle betrug rd. 90 kg in 2021 und 72 kg in 2022 (Abbildung 16). Im Vergleich weist Bilanzraum 1 niedrige kumulierte Jahresfrachtsummen von Diclofenac auf (0,043 kg bzw. 0,241 kg). Da Bilanzraum 1 überwiegend im Trennsystem ausgebaut ist, ist davon auszugehen, dass die gemessenen Frachten nach Niederschlagsereignissen durch Abschläge aus Mischwasserentlastungen in die Niers eingetragen wurden, vor allem bei Ereignissen Anfang 2021 und Ende 2022 (Abbildung 17).

Die Ergebnisse der Stofffrachtbilanzierung für das Jahr 2021 in Abbildung 18 bestätigen, dass punktuelle Einträge aus den kommunalen Kläranlagen (EP 1) in den Bilanzräumen 2 und 3 den dominanten Eintragspfad für Diclofenac in die Niers darstellen. Das Abflachen der kumulierten Jahresfrachtkurve im Bilanzraum 3 in den Sommermonaten lässt sich auf den photokatalytischen Abbau von Diclofenac im Gewässer zurückführen (Bergmann et al. 2013), in 2022 werden im Spätsommer im Bilanzraum 3 sogar niedrigere Frachten als am Ablauf Nierssee ermittelt. Die Stofffrachtbilanzierung weist entsprechend hohe Abbauprozesse aus (Abbildung 18).

© Niersverband & FiW e.V. 2024

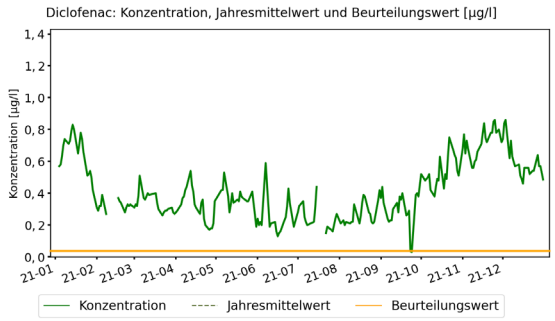
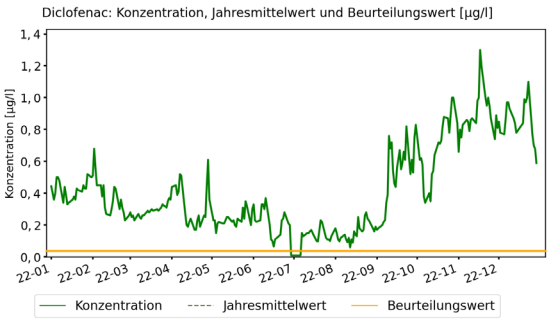
Messkonzentration 2021: Viller Mühle	Messkonzentration 2022: Viller Mühle
	
Jahresmittelwert: 0,417 µg/l	Jahresmittelwert: 0,414 µg/l
Anzahl Messungen: 236	Anzahl Messungen: 264
Anzahl Positivbefunde: 236	Anzahl Positivbefunde: 256

Abbildung 15: Gemessene Konzentrationen und Jahresmittelwerte von Diclofenac an der Messstation Viller Mühle in 2021 (links) und in 2022 (rechts) gegenübergestellt mit dem empfohlenen EQS.

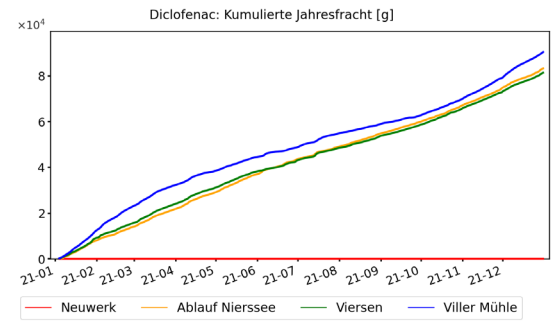
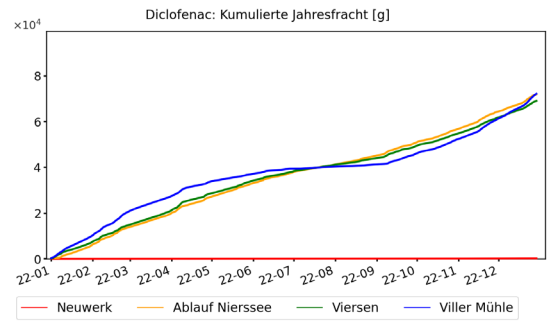
Kum. Jahresfracht 2021: alle Bilanzräume	Kum. Jahresfracht 2022: alle Bilanzräume
	
Jahresfracht Neuwerk: 43,2 g	Jahresfracht Neuwerk: 241 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee: 8,32×10⁴ g	Jahresfracht Ablauf Nierssee: 7,19×10⁴ g
Jahresfracht Viersen: 8,13×10⁴ g	Jahresfracht Viersen: 6,91×10⁴ g
Jahresfracht Viller Mühle: 9,04×10⁴ g	Jahresfracht Viller Mühle: 7,22×10⁴ g

Abbildung 16: Kumulierte Jahresfracht von Diclofenac in den 3 Bilanzräumen und am Ablauf Nierssee (rot = Bilanzraum 1, gelb = Ablauf Nierssee KA MG-Neuwerk, grün = Bilanzraum 2, blau = Bilanzraum 3) in 2021 (links) und 2022 (rechts).

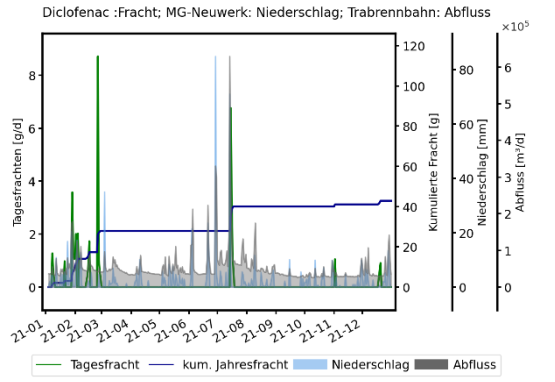
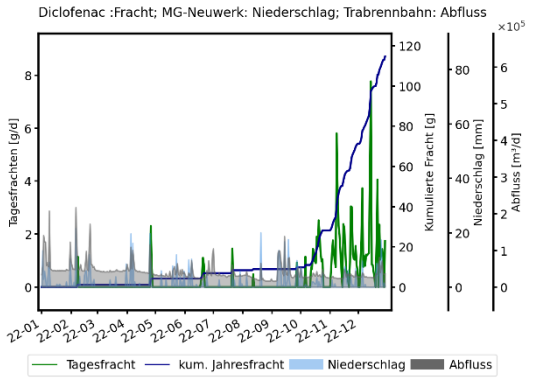
Kum. Jahresfracht 2021: Neuwerk	Kum. Jahresfracht 2022: Neuwerk
	

Abbildung 17: Berechnete Tagesfracht (grün) und kumulierte Jahresfracht (dunkelblau) von Diclofenac an der Messstation Neuwerk (Bilanzraum 1) in 2021 (links) und 2022 (rechts) mit dem gemessenen Niederschlag (hellblau) und dem Abfluss an Messstelle Trabrennbahn (grau).

© Niersverband & FiW e.V. 2024

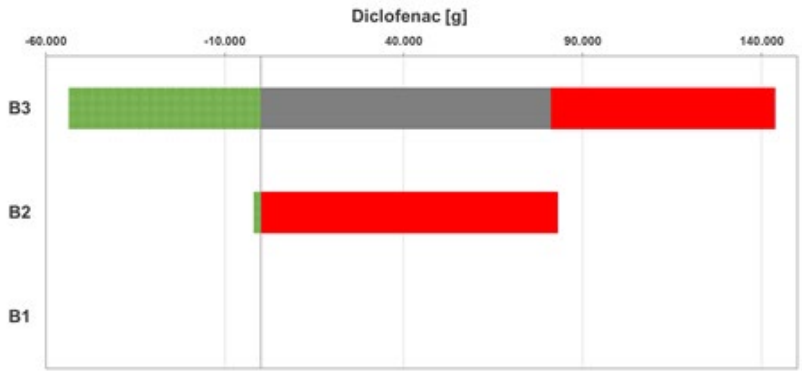


Abbildung 18: Ergebnisse der Stofffrachtbilanzierung von Diclofenac in 2021. Eintragspfade: grün = Abbau / Grundwasserabstrom, grau = Oberstrom, rot = kommunale Kläranlage, dunkelrot = industriell-gewerbliche Direkteinleiter, gelb = Kanalisation / Teilgebiete, blau = Grundwasserzustrom / atmosphärische Deposition / Mobilisierung belasteter Sedimente.

4.3.3 PAK – Beispiel Fluoranthen

PAK wie z. B. Fluoranthen entstehen aus unvollständiger Verbrennung von organischen Materialien, sind aber z. B. auch in Weichmacherölen enthalten. PAK neigen zu starker Sorption und sind wenig wasserlöslich. Neben der direkten Deposition aus der Atmosphäre gelangen PAK durch Abschwemmung von befestigten Flächen über die Kanalisation in die Gewässer. Außerdem können PAK auch durch Erosion in Gewässer eingetragen werden (Götz et al. 2009; LUBW 1997; Fuchs et al. 2018).

In der Niers werden in allen Gewässerabschnitten Belastungen von Fluoranthen gemessen (Bestimmungsgrenze 0,005 µg/l). In 2021 wurde die JD-UQN anhand des Jahresdurchschnittswertes (JD-UQN) für Fluoranthen (0,0063 µg/l) (OGewV 2016) in Bilanzraum 1 an 84 % der Messtage, in Bilanzraum 2 an 84 % der Messtage und in Bilanzraum 3 an 32 % der Messtage überschritten (Abbildung 19). Die hohe Konzentration, die im Juni an der Station Viller Mühle gemessen wurde, trat nach dem Starkregenereignis am 4. Juni 2021 im Niereinzugsgebiet auf. Der Messwert übersteigt auch die in der OGewV festgelegte zulässige Höchstkonzentration (ZHK-UQN) für Fluoranthen von 0,12 µg/l. Auch in 2022 waren Konzentrationsspitzen in Verbindung mit Niederschlagsereignisse zu messen, wenn auch im Vergleich mit 2021 mit niedrigeren Konzentrationen (Abbildung 19). Hohe Befunde wurden bei einer Reihe weiterer PAKs festgestellt (siehe Kapitel 9.2 im Anhang).

Die Jahresfracht stieg von Bilanzraum 1 zu 3 hin an und erreichte eine Fracht von rd. 1,5 bis 2,6 kg/a in Bilanzraum 3 (Abbildung 20). Die niederschlagsereignisbezogene Auswertung der Tagesfrachten und Bewertung der Eintragspfade in Bilanzraum 1 ist in Kapitel 6.2 vorgenommen. Die Stofffrachtbilanzierung ist in Abbildung 21 dargestellt. Eine Differenzierung der Eintragspfade EP 3, EP 4 und EP 5 ist auf der Grundlage der vorliegenden Messdaten quantitativ nicht möglich.

© Niersverband & FiW e.V. 2024

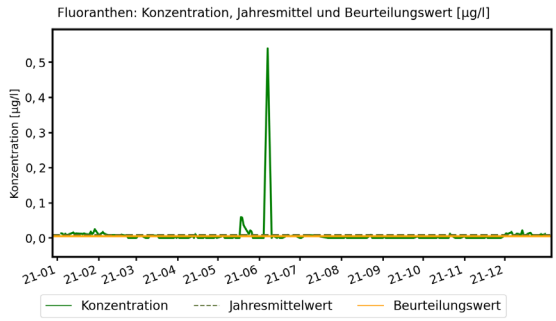
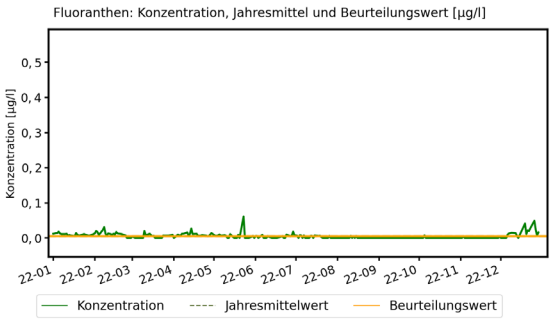
Messkonzentration 2021: Viller Mühle	Messkonzentration 2022: Viller Mühle
	
Jahresmittelwert: 0,00826 µg/l Anzahl Messungen: 236 Anzahl Positivbefunde: 98	Jahresmittelwert: 0,00653 µg/l Anzahl Messungen: 262 Anzahl Positivbefunde: 124

Abbildung 19: Gemessene Konzentrationen und Jahresmittelwerte von Fluoranthen an der Messstation Viller Mühle in 2021 (links) und in 2022 (rechts) gegenübergestellt mit der JD-UQN.

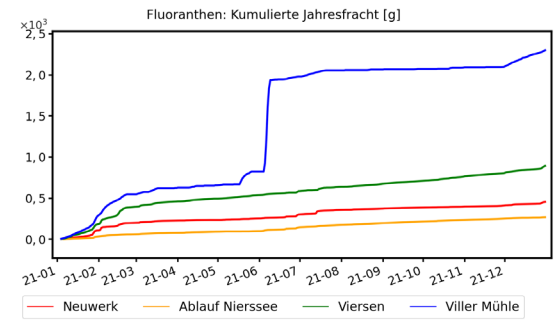
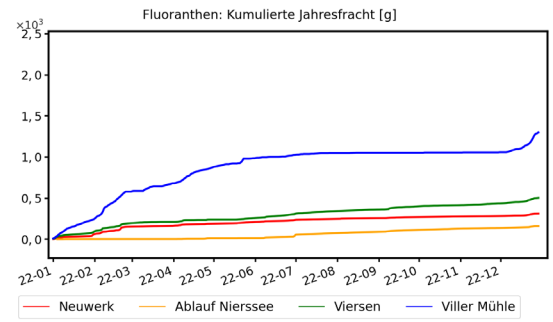
Kum. Jahresfracht 2021: alle Bilanzräume	Kum. Jahresfracht 2022: alle Bilanzräume
	
Jahresfracht Neuwerk: 456 g Jahresfracht Ablauf Nierssee: 279 g Jahresfracht Viersen: 905 g Jahresfracht Viller Mühle: 2,58×10³ g	Jahresfracht Neuwerk: 313 g Jahresfracht Ablauf Nierssee: 197 g Jahresfracht Viersen: 533 g Jahresfracht Viller Mühle: 1,47×10³ g

Abbildung 20: Kumulierte Jahresfracht von Fluoranthen in den 3 Bilanzräumen und am Ablauf Nierssee (rot = Bilanzraum 1, gelb = Ablauf Nierssee KA MG-Neuwerk, grün = Bilanzraum 2, blau = Bilanzraum 3) in 2021 (links) und in 2022 (rechts).

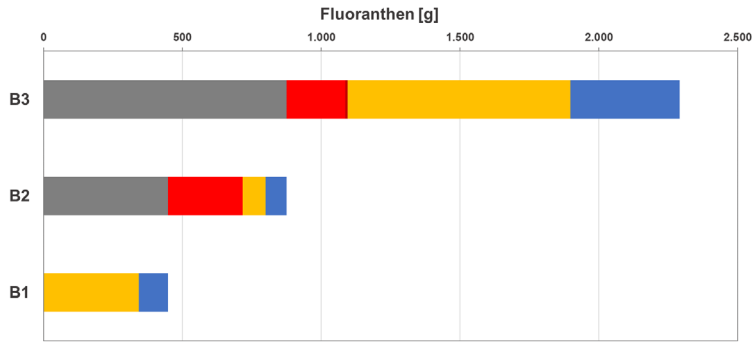


Abbildung 21: Ergebnisse der Stofffrachtbilanzierung von Fluoranthen in 2021. Eintragspfade: grün = Abbau / Grundwasserabstrom, grau = Oberstrom, rot = kommunale Kläranlage, dunkelrot = industriell-gewerbliche Direkteinleiter, gelb = Kanalisation / Teilgebiete, blau = Grundwasserzustrom / atmosphärische Deposition / Mobilisierung belasteter Sedimente.

© Niersverband & FiW e.V. 2024

4.3.4 PBSM – Beispiel Metribuzin

Metribuzin ist ein Pflanzenschutzmittel, das als Herbizid in der Landwirtschaft beim Kartoffel- und Gemüseanbau angewendet wird. In Bilanzraum 1 wurde Metribuzin 2021 nicht nachgewiesen (Bestimmungsgrenze 0,05 µg/l). In den im Unterlauf liegenden Gewässerabschnitten wurden Belastungen von Metribuzin gemessen, die Messwerte unterscheiden sich für 2021 und 2022 deutlich. Die JD-UQN für Metribuzin (0,2 µg/l) (OGewV 2016) wurde an der Messstation Viller Mühle im Jahr 2022 überschritten (0,38 µg/l), im Jahr 2021 blieb der Jahresmittelwert darunter (0,05 µg/l) (Abbildung 22). Die Unterschiede in den ermittelten Metribuzin-Jahresfrachten mit 11,6 kg und 47,9 kg in 2021 bzw. 2022 deuten darauf hin, dass in den beiden Jahren unterschiedliche PBSM-Wirtstoffe/ Wirkstoffkombinationen auf landwirtschaftlichen Flächen im Bilanzraum 3 zur Anwendung kamen bzw. zum Ausbringungszeitraum stark abweichende Niederschlagssituationen bestanden (Abbildung 23).

Die ereignisbezogene Auswertung (Abbildung 24) zeigt, dass Einträge von Metribuzin im Ausbringungszeitraum zwischen März bis August (Schindler 2012) meist zusammen mit Niederschlagsereignissen stattfanden, so dass der Oberflächenabfluss von landwirtschaftlichen Flächen, Erosion und Drainagen die dominanten Eintragspfade darstellen; weitere Einträge können über die Trennkanalisation und – zeitlich verzögert – über Zwischenabfluss und Grundwasserzustrom in Bilanzraum 3 erfolgen (Abbildung 25).

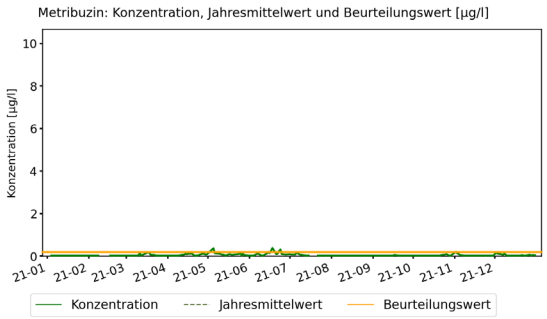
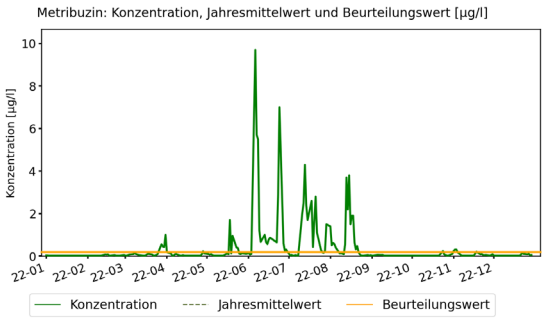
Messkonzentration 2021: Viller Mühle	Messkonzentration 2022: Viller Mühle
	
Jahresmittelwert: 0,0526 µg/l	Jahresmittelwert: 0,377 µg/l
Anzahl Messungen: 235	Anzahl Messungen: 264
Anzahl Positivbefunde: 70	Anzahl Positivbefunde: 135

Abbildung 22: Gemessene Konzentrationen und Jahresmittelwerte von Metribuzin an der Messstation Viller Mühle in 2021 (links) und in 2022 (rechts) gegenübergestellt mit der JD-UQN.

© Niersverband & FiW e.V. 2024

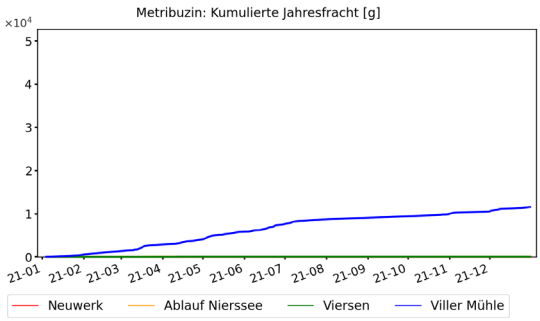
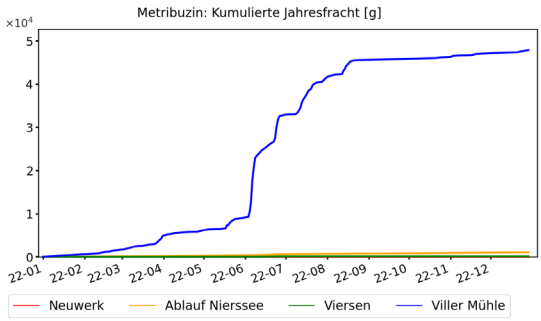
Kum. Jahresfracht 2021: alle Bilanzräume	Kum. Jahresfracht 2022: alle Bilanzräume
	
Jahresfracht Neuwerk: 0 g Jahresfracht Ablauf Nierssee: 52,9 g Jahresfracht Viersen: 36,2 g Jahresfracht Viller Mühle: $1{,}16\times10^4$ g	Jahresfracht Neuwerk: 5,14 g Jahresfracht Ablauf Nierssee: $1{,}07\times10^3$ g Jahresfracht Viersen: 130 g Jahresfracht Viller Mühle: $4{,}79\times10^4$ g

Abbildung 23: Kumulierte Jahresfracht von Metribuzin in den 3 Bilanzräumen und am Ablauf Nierssee (rot = Bilanzraum 1, gelb = Ablauf Nierssee KA MG-Neuwerk, grün = Bilanzraum 2, blau = Bilanzraum 3) in 2021 (links) und in 2022 (rechts).

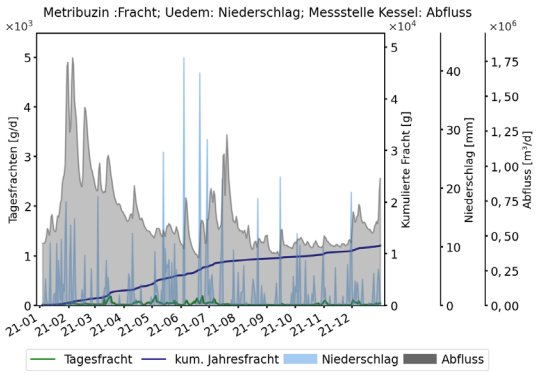
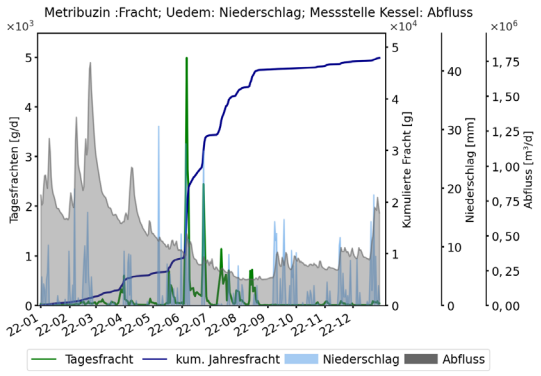
Kum. Jahresfracht 2021: Viller Mühle	Kum. Jahresfracht 2022: Viller Mühle
	

Abbildung 24: Berechnete Tagesfracht (grün) und kumulierte Jahresfracht (dunkelblau) von Metribuzin an der Messstation Viller Mühle (Bilanzraum 3) in 2021 (links) und 2022 (rechts) mit dem gemessenen Niederschlag (hellblau) und dem Abfluss an der Messstelle Kessel (grau).

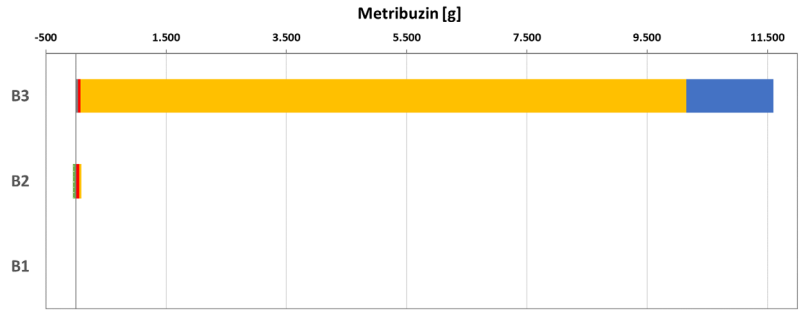


Abbildung 25: Ergebnisse der Stofffrachtbilanzierung von Metribuzin in 2021. Eintragspfade: grün = Abbau / Grundwasserabstrom, grau = Oberstrom, rot = kommunale Kläranlage, dunkelrot = industriell-gewerbliche Direkteinleiter, gelb = Kanalisation / Teilgebiete, blau = Grundwasserzustrom / atmosphärische Deposition / Mobilisierung belasteter Sedimente.

4.3.5 PFAS – Beispiel PFOS

PFOS wurde in diversen Bereichen, wie z. B. in der Galvanikindustrie oder bei Oberflächenbeschichtungen eingesetzt. Es besitzt eine hohe Wasserlöslichkeit und ist schwer abbaubar (UBA 2009; Reinhard 2010). Noch vor Inkrafttreten der EU-REACH-Verordnung (Verordnung (EG) Nr. 1907/2006) wurde ein EU-weites Verbot für PFOS beschlossen. Im Jahr 2019 wurde das PFOS-Verbot nach dem Stockholmer Übereinkommen noch einmal geprüft und alle in der EU bis dahin gewährten Ausnahmen gestrichen, mit Ausnahme der Verwendung von PFOS als Mittel zur Sprühnebelunterdrückung für nicht dekoratives Hartverchromen in geschlossenen Kreislaufsystemen (EU 2019/1021).

In der Niers werden Überschreitungen der JD-UQN für PFOS (0,00065 µg/l) beobachtet (Bestimmungsgrenze 0,01 µg/l). Jahresmittelwerte an der Messstation Viller Mühle lagen bei ca. 0,017 µg/l um ein Vielfaches über dem Beurteilungswert (Abbildung 26). Die Frachtermittlung macht deutlich, dass die Einträge insbesondere durch nicht-häusliche Einträge im Einzugsgebiet der Kläranlage MG-Neuwerk hervorgerufen werden. Die Frachtbilanzierung an der Messstation Nierssee zeigt, dass über die KA MG-Neuwerk 2021 ca. 4 kg, in 2022 ca. 2 kg PFOS in die Niers gelangt sind (Abbildung 27).

Aufgrund von Unsicherheiten bei der Extrapolation von PFOS-Einträgen der gemessenen Frachten an der KA MG-Neuwerk auf Kläranlagen im Bilanzraum 3 gibt die Stoffstrombilanzierung eine negative Bilanzdifferenz (Abbildung 29). Zur Quantifizierung der Frachtanteile aus dem häuslichen Abwasser wurden die mittleren Jahreskonzentrationen von PFOS aus der KA MG-Neuwerk in Bilanzraum 2, den mittleren Jahreskonzentrationen aus monatlichen Messungen in den Abläufen der Kläranlagen Geldern, Grefrath und Goch sowie einer Deponie in Bilanzraum 3 gegenübergestellt. Dadurch wurden die Frachtanteile der PFOS-haltigen nichthäuslichen Einträge der KA MG-Neuwerk sowie die Frachten aus dem häuslichen Abwasser differenziert ermittelt. Die letzteren wurden bei der Stofffrachtbilanzierung für den Bilanzraum 3 über die angeschlossenen Einwohner extrapoliert. Die Einträge aus den kommunalen Kläranlagen (EP 1) und aus der Direkteinleitung einer Deponie im Bilanzraum 3 (EP 2) dominieren in Bilanzraum 3 mit Jahresfrachten von ca. 0,010 kg bzw. 0,013 kg PFOS, sind aber gegenüber der Einträge der KA MG-Neuwerk gering.

© Niersverband & FiW e.V. 2024

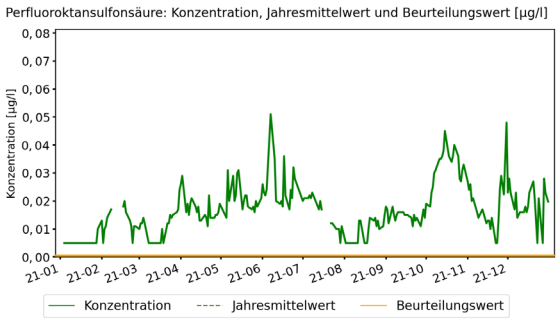
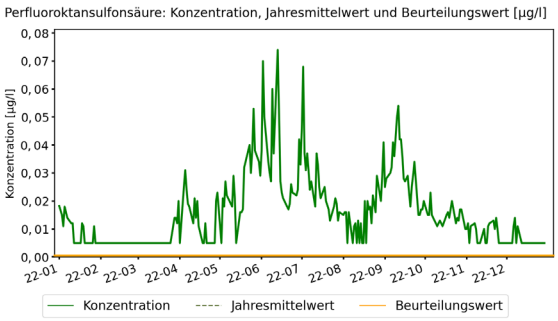
Messkonzentration 2021: Viller Mühle	Messkonzentration 2022: Viller Mühle
	
Jahresmittelwert: 0,0168 µg/l	Jahresmittelwert: 0,0167 µg/l
Anzahl Messungen: 235	Anzahl Messungen: 264
Anzahl Positivbefunde: 191	Anzahl Positivbefunde: 171

Abbildung 26: Gemessene Konzentrationen und Jahresdurchschnittskonzentration von PFOS an der Messstation Viller Mühle in 2021 (links) und in 2022 (rechts) gegenübergestellt mit der JD-UQN.

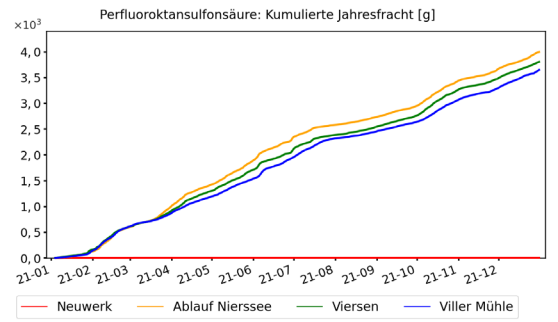
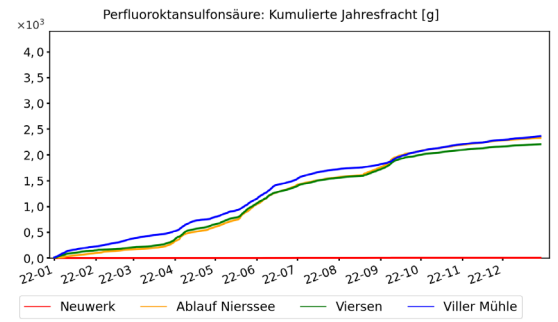
Kum. Jahresfracht 2021: alle Bilanzräume	Kum. Jahresfracht 2022: alle Bilanzräume
	
Jahresfracht Neuwerk: 5,40 g	Jahresfracht Neuwerk: 6,55 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee: 4,00×10³ g	Jahresfracht Ablauf Nierssee: 2,33×10³ g
Jahresfracht Viersen: 3,80×10³ g	Jahresfracht Viersen: 2,21×10³ g
Jahresfracht Viller Mühle: 3,65×10³ g	Jahresfracht Viller Mühle: 2,37×10³ g

Abbildung 27: Kumulierte Jahresfracht von PFOS in den 3 Bilanzräumen und am Ablauf Nierssee (rot = Bilanzraum 1, gelb = Ablauf Nierssee KA MG-Neuwerk, grün = Bilanzraum 2, blau = Bilanzraum 3) in 2021 (links) und in 2022 (rechts).

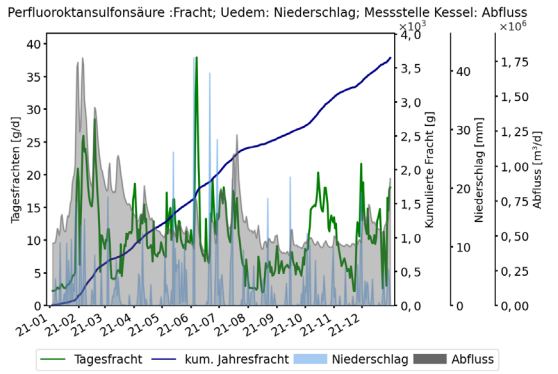
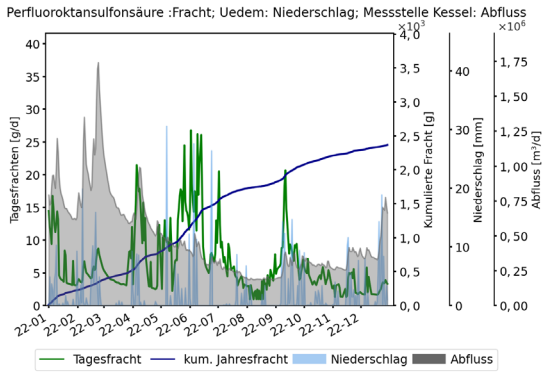
Kum. Jahresfracht 2021: Viller Mühle	Kum. Jahresfracht 2022: Viller Mühle
	

Abbildung 28: Berechnete Tagesfracht (grün) und kumulierte Jahresfracht (dunkelblau) von PFOS an der Messstation Viller Mühle (Bilanzraum 3) in 2021 (links) und 2022 (rechts) mit dem gemessenen Niederschlag (hellblau) und dem Abfluss an der Messstelle Kessel (grau).

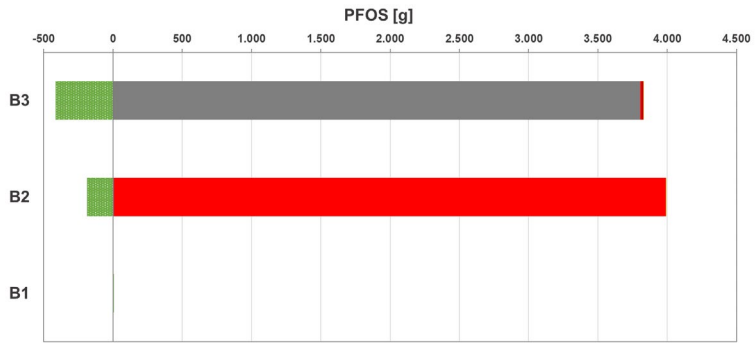


Abbildung 29: Ergebnisse der Stofffrachtbilanzierung von PFOS in 2021. Eintragspfade: grün = Abbau / Grundwasserabstrom, grau = Oberstrom, rot = kommunale Kläranlage, dunkelrot = industriell-gewerbliche Direkteinleiter, gelb = Kanalisation / Teilgebiete, blau = Grundwasserzustrom / atmosphärische Deposition / Mobilisierung belasteter Sedimente.

4.3.6 Kationen – Beispiel Nickel

Das Schwermetall Nickel kann über nickelhaltige Anwendungen im urbanen Bereich sowie über atmosphärische Deposition in Gewässer eingetragen werden. Zusätzlich sind insbesondere am linken Niederrhein Grundwasserbelastungen mit Nickel in Folge von landwirtschaftlicher Überdüngung bekannt, wo Nitrat-Einträge in bislang reduzierten Aquiferen zur Oxidation und Mobilisierung von nickelhaltigen Pyritphasen führen (Cremer 2015).

In der Niers wird in allen Gewässerabschnitten Nickel gemessen. Die JD-UQN für Nickel bezogen auf die bioverfügbare Konzentration von 4 µg/l (OGewV 2016) wurde in Bilanzraum 3 in 2021 überschritten, in 2022 unterschritten (Abbildung 26). Durch die kumulierten Jahresfrachten wird die Belastung in Bilanzraum 3 erkennbar. Während die ermittelten Jahresfrachten in den Bilanzräumen 1 und 2 Jahressummen von rd. 18 bis 23 kg bzw. 130 bis 173 kg erreichen, wurde eine signifikant höhere Jahresfracht von rd. 686 bis 1.050 kg in Bilanzraum 3 abgeleitet (Abbildung 27).

Wie bei diversen Schwermetallen bilden bei Nickel die Niederschlagskanalisation im Trennsystem sowie zu einem kleineren Teil die Mischwasserkanalisation signifikante Eintragspfade. Im landwirtschaftlich geprägten Bilanzraum 3 sind die gemessenen Nickel-Frachten zum größten Teil durch Zustrom von Nickel-belastetem Grundwasser zu erklären. Weitere identifizierte Eintragspfade für Nickel mit niedrigeren Anteilen sind die punktuellen Einträge über die kommunalen Kläranlagen (Mischwasserkanalisation) und die Direkteinleitung der Deponie sowie die diffusen Einträge über die Teilgebiete (Niederschlagskanalisation im Trennsystem) (Abbildung 33).

© Niersverband & FiW e.V. 2024

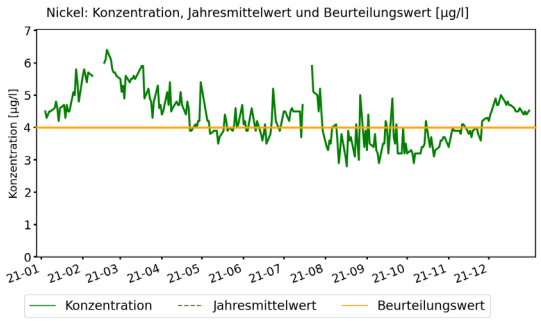
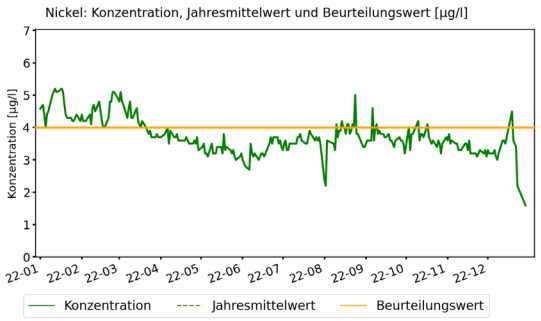
Messkonzentration 2021: Viller Mühle	Messkonzentration 2022: Viller Mühle
	
Jahresmittelwert: 4,29 µg/l	Jahresmittelwert: 3,72 µg/l
Anzahl Messungen: 236	Anzahl Messungen: 262
Anzahl Positivbefunde: 236	Anzahl Positivbefunde: 262

Abbildung 30: Gemessene Konzentrationen und Jahresdurchschnittskonzentration von Nickel an der Messstation Viller Mühle in 2021 (links) und in 2022 (rechts) gegenübergestellt mit der JD-UQN für Nickel.

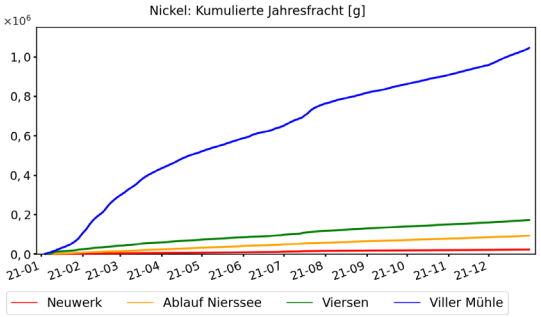
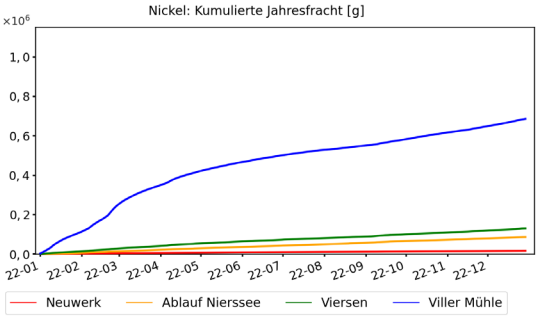
Kum. Jahresfracht 2021: alle Bilanzräume	Kum. Jahresfracht 2022: alle Bilanzräume
	
Jahresfracht Neuwerk: 2,29×10⁴ g	Jahresfracht Neuwerk: 1,75×10⁴ g
Jahresfracht Ablauf Nierssee: 9,39×10⁴ g	Jahresfracht Ablauf Nierssee: 8,66×10⁴ g
Jahresfracht Viersen: 1,73×10⁵ g	Jahresfracht Viersen: 1,30×10⁵ g
Jahresfracht Viller Mühle: 1,05×10⁶ g	Jahresfracht Viller Mühle: 6,86×10⁵ g

Abbildung 31: Kumulierte Jahresfracht von Nickel in den 3 Bilanzräumen und am Ablauf Nierssee (rot = Bilanzraum 1, gelb = Ablauf Nierssee, grün = Bilanzraum 2, blau = Bilanzraum 3) in 2021 (links) und in 2022 (rechts).

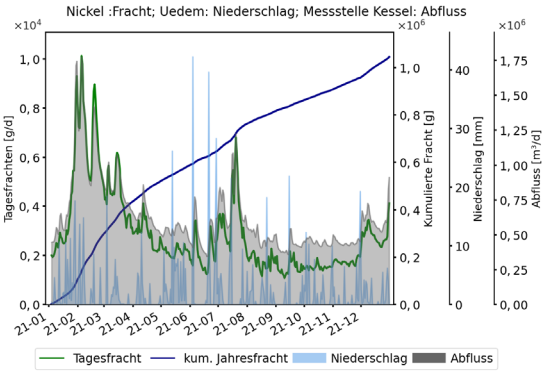
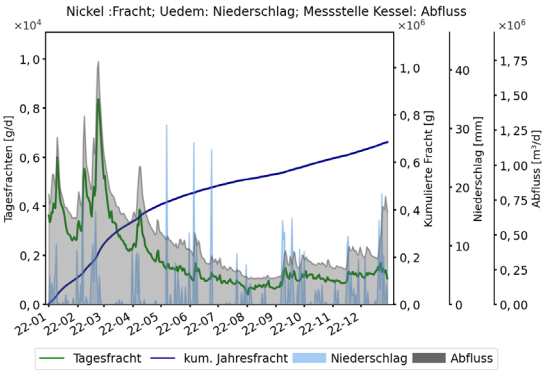
Kum. Jahresfracht 2021: Viller Mühle	Kum. Jahresfracht 2022: Viller Mühle
	

Abbildung 32: Berechnete Tagesfracht (grün) und kumulierte Jahresfracht (dunkelblau) von Nickel an der Messstation Viller Mühle (Bilanzraum 3) in 2021 (links) und 2022 (rechts) mit dem gemessenen Niederschlag (hellblau) und dem Abfluss an der Messstelle Kessel (grau).

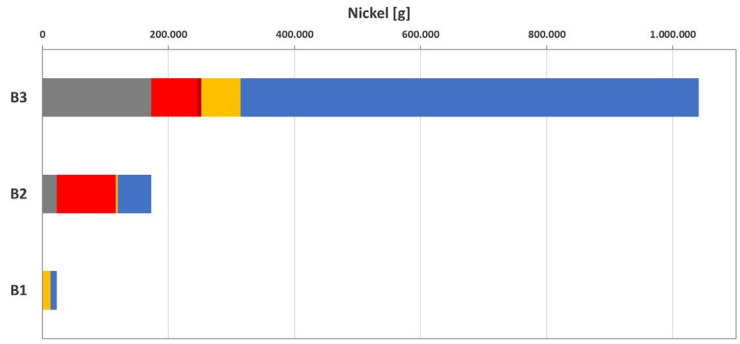


Abbildung 33: Ergebnisse der Stofffrachtbilanzierung von Nickel in 2021. Eintragspfade: grün = Abbau / Grundwasserabstrom, grau = Oberstrom, rot = kommunale Kläranlage, dunkelrot = industriell-gewerbliche Direkteinleiter, gelb = Kanalisation / Teilgebiete, blau = Grundwasserzustrom / atmosphärische Deposition / Mobilisierung belasteter Sedimente.

4.3.7 Zwischenfazit

Die Ergebnisse des zweijährigen werktäglichen Spurenstoff-Monitorings an der Niers zeigen, dass hochaufgelöste Konzentrationsmessungen und Frachtberechnungen eine spurenstoffspezifische Quantifizierung von maßgeblichen Eintragspfaden erlauben. Die Ergebnisse aller untersuchter Spurenstoffe sind in den Steckbriefen im Anhang zusammengestellt.

Das vorgestellte Stoffstrombilanzierungskonzept hat sich für alle Stoffgruppen bewährt. Die gewählte Extrapolation der Einträge für die Eintragspfade EP 3, 4, 5 aus Messungen in Bilanzraum 1 auf die Bilanzräume 2 und 3 abhängig von der relativen Gebietsgröße ist mit Unsicherheiten behaftet, die anhand der zur Verfügung stehenden Messdaten nicht abschließend bewertet werden können. Darüber hinaus wurden Frachtmessungen der KA MG-Neuwerk am Ablauf Nierssee anhand der angeschlossenen Einwohner auf kommunale Kläranlagen im Bilanzraum 3 extrapoliert. Das Vorgehen wurde anhand von monatlichen Messungen in den Abläufen der Kläranlagen Geldern, Grefrath und Goch für mehrere Spurenstoffe validiert. Für Spurenstoffe, die durch spezifische industriell-gewerbliche, nicht-häusliche Einträge im Einzugsgebiet der Kläranlage MG-Neuwerk dominiert werden, ist die Extrapolation mit Unsicherheiten und Fehlern verbunden.

4.4 Nutzung von Monitoringdaten zur Validierung von Stoffstrommodellen

4.4.1 GREAT-ER im Nierseinzugsgebiet

Die Ergebnisse der Stofffrachtbilanzierung aus dem ersten Monitoringjahr wurde verwendet, um eine Validierung des vom LANUV betriebenen Stoffeintragsmodells GREAT-ER (Früh & Elbers 2018; Institut für Umweltsystemforschung, Universität Osnabrück 2020) für ausgewählte Arzneimittelrückstände durchzuführen. Hierzu wurden Daten mit Angaben zu Verlustprozessen (z. B. Photokatalyse und weitere Abbauprozesse), Eliminierungsraten in Kläranla-

© Niersverband & FiW e.V. 2024

gen sowie Pro-Kopf-Verbräuche und Wirkstoff-Metabolismus für die im GREAT-ER analysierten Spurenstoffe vom LANUV zur Verfügung gestellt. Darüber hinaus wurden die ebenfalls vom LANUV zur Verfügung gestellten mittleren Fließgeschwindigkeiten an der Niers und an den Nebengewässern sowie Informationen zu den Kläranlagen im Nierseinzugsgebiet für die Validierung von GREAT-ER verwendet. In einem ersten Schritt wurde die Validierung von GREAT-ER durch den Vergleich der Emissionsfaktoren von Kläranlagen für die Spurenstoffe durchgeführt, die sowohl im GREAT-ER als auch in NiersFluX untersucht wurden. Anschließend wurden die Abbauraten von Spurenstoffen mit Ergebnissen aus der NiersFluX-Messkampagne verglichen.

Die Ergebnisse aus der Validierung von GREAT-ER stellen die ermittelten NiersFluX-Emissionsfaktoren von Kläranlagen im Nierseinzugsgebiet den GREAT-ER Emissionsfaktoren gegenüber (Abbildung 34, Abbildung 35). Für Röntgenkontrastmittel (RKM) wird das GREAT-ER Krankenhausmodul berücksichtigt, um krankenhausbürtige Einträge von RKM zu berücksichtigen. Die Emissionsfaktoren aus den NiersFluX-Ergebnissen wurden aus den berechneten Frachten ermittelt. Für die Kläranlage MG-Neuwerk wurden Daten aus dem werktäglichen Monitoring am Ablauf des Nierssees und für die Kläranlagen Geldern, Grefrath und Goch Daten der monatlichen Spurenstoffmessungen verwendet.

Die GREAT-ER Emissionsfaktoren unterscheiden sich von den aus den Messkampagnen abgeleiteten Emissionsfaktoren der acht betrachteten Spurenstoffe. Während das Verhältnis beider Emissionsfaktoren für Diclofenac bei nahe 1 lag (0,93), wurde für andere Spurenstoffe ein niedrigeres Verhältnis berechnet (Abbildung 36). Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass die tatsächlichen durchschnittlichen Einträge von Arzneimittelrückständen im Nierseinzugsgebiet für einzelne Spurenstoffe geringer sind als mit dem GREAT-ER Modell abgeschätzt.

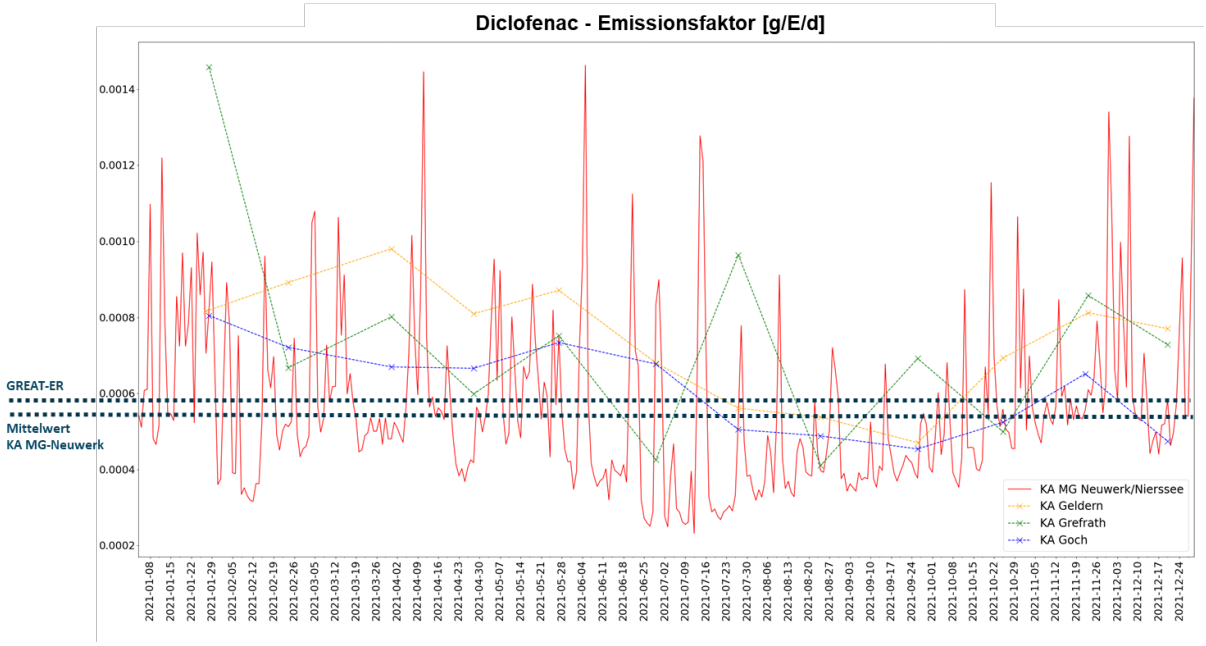


Abbildung 34: Emissionsfaktoren beprobter Kläranlagen (rot = KA MG-Neuwerk, gelb = KA Geldern, grün = KA Grefrath, blau = KA Goch) für Diclofenac (Messzeitraum Jan. – Dez. 2021).

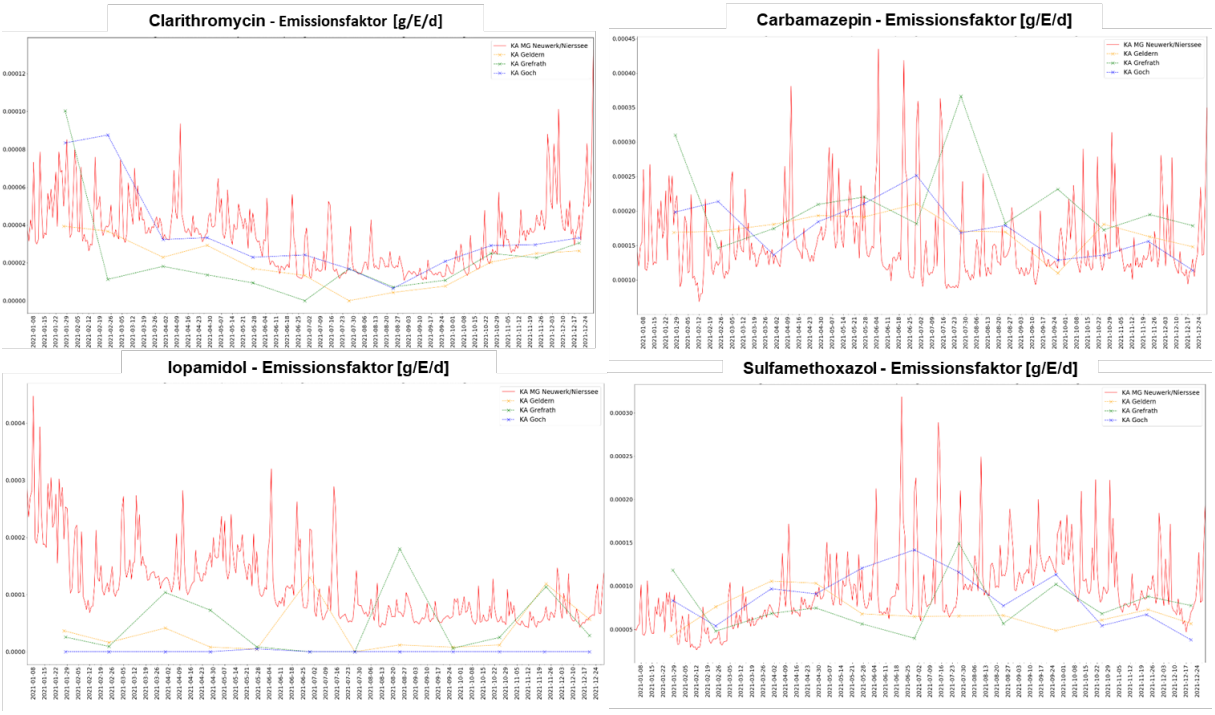


Abbildung 35 Emissionsfaktoren beprobter Kläranlagen (rot = KA MG-Neuwerk, gelb = KA Geldern, grün = KA Grefrath, blau = KA Goch) für Clarithromycin, Carbamazepin, Iopamidol und Sulfamethoxazol (Messzeitraum Jan. – Dez. 2021).

Abbildung 36: Vergleich von Pro-Kopf-Verbräuchen und Emissionsfaktoren zwischen GREAT-ER und NiersFluX (Messzeitraum Jan. – Dez. 2021).

Spurenstoff	GREAT-ER Emissionsfaktor [mg/E/d]	NiersFluX gemessener Emissionsfaktor [mg/E/d]	Verhältnis NiersFluX/GREAT-ER
Carbamazepin	0,28	0,15	0,55
Clarithromycin	0,06	0,03	0,52
Diclofenac	0,59	0,55	0,93
Erythromycin	0,13	0,02	0,12
Iopamidol	0,66	0,11	0,17
Metoprolol	0,44	0,34	0,78
Sotalol	0,12	0,03	0,21
Sulfamethoxazol	0,17	0,09	0,56

Weiterhin wurden Annahmen zu stoffspezifischen Abbau- und Verlustprozessen in GREAT-ER anhand der NiersFluX-Messdaten für das Beispiel Diclofenac untersucht. Die Validierungsmethodik ist grafisch in Abbildung 37 dargestellt.

© Niersverband & FiW e.V. 2024

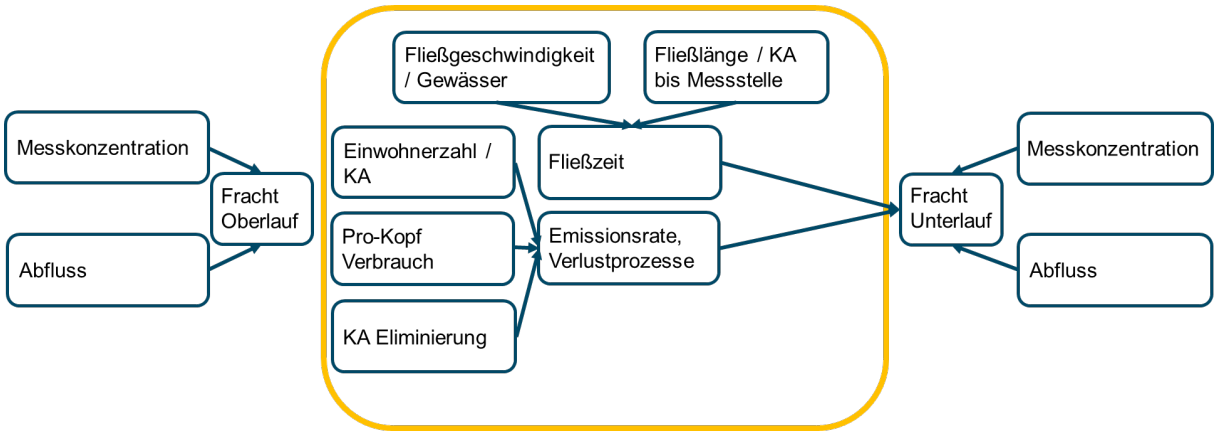


Abbildung 37: Bilanzierungsmethodik NiersFluX zur Validierung von GREAT-ER.

Es wurden alle kommunalen Kläranlagen im Nierseinzugsgebiet berücksichtigt (Abbildung 4). In einem ersten Schritt wurden die gesamten Emissionen von Diclofenac auf Basis von den angeschlossenen Einwohnern an den kommunalen Kläranlagen berechnet. Weiterhin wurden die Abbauverluste durch Photolyse ermittelt. Hierfür wurde die mittlere Fließzeit aus jeder Kläranlage bis zur Messstation Viller Mühle mittels der mittleren Fließgeschwindigkeiten berechnet. Einerseits wurden die Emissionen von Diclofenac durch die in GREAT-ER hinterlegten Parameter (Emissionsfaktor, ausgeschiedener Anteil, Verlustrate in der Kläranlage) und dadurch die Emissionen bzw. die Fracht im Unterlauf des Untersuchungsgebietes (Messstation Viller Mühle) ermittelt (Abbildung 39). Anderseits wurde die Fracht an Viller Mühle mittels der Emissions-, Verlust- und Abbauraten berechnet, die durch die Bilanzierungsergebnisse von NiersFluX ermittelt wurden (Abbildung 40).

Abbildung 38: GREAT-ER Stoffstrommodellierung: Abbau- und Verlustprozesse.

OBJECTID	SubstanceID	Name	Verlustrate	Photolyse	Einheit
23	2667	Carbamazepin	0	0,01	1/h
32	17	Clarithromycin	0		1/h
22	2639	Diclofenac	0,002	0,035	1/h
26	10	Erythromycin	0		1/h
37	2966	Iopamidol	6,60E-04		1/h
21	4	Metoprolol	1,00E-03	7,92E-04	1/h
31	16	Sotalol	0,013		1/h
29	13	Sulfamethoxazol	5,00E-03	0,0468	1/h

© Niersverband & FiW e.V. 2024

Kommunale Kläranlage	angeschl. Einwohner [E]	Jahres-abwasser-menge [m³/a]	Emissionen nach GREAT-ER [kg/a]	Fließweg bis Viller Mühle [Fluss-km]	Fließzeit geschätzt [h]	Fracht Viller Mühle (inkl. photokat. Abbau) [kg/a]
MG-Neuwerk	411.656	34.315.339	**89,2**	76	38	**23,5**
Grefrath	75.724	6.369.447	**16,4**	62	31	**5,5**
Dülken	23.100	1.957.570	**5,0**	79	40	**1,2**
Nette	49.600	4.086.559	**10,7**	71	36	**3,1**
Wachtendonk	6.900	411.329	**1,5**	54	28	**0,6**
Straelen	10.922	854.438	**2,4**	49	25	**1,0**
Geldern	44.048	3.500.248	**9,5**	38	19	**4,9**
Landwehrbach (Kerken)	12.400	787.554	**2,7**	50	31	**0,9**
Kevelaer-Weeze	44.614	2.224.606	**9,7**	23	12	**6,4**
Sonsbeck	5.500	407.455	**1,2**	33	22	**0,6**
Kevelaer-Kervenheim	1.500	100.118	**0,3**	25	15	**0,2**
Uedem	8.200	591.881	**1,8**	19	12	**1,2**
Goch	26.300	2.295.031	**5,7**	8	4	**5,0**
Goch-Kessel	1.776	68.950	**0,4**	0	0	**0,4**
Bilanzraum 1	0	0	**0,0**			**0,0**
Bilanzraum 2	411.656	34.315.339	**89,2**			**23,5**
Bilanzraum 3	311.300	23.655.186	**67,4**			**31,0**
Summe	**723.300**	**57.970.525**	**156,7**			**54,4**

Abbildung 39: Emissionen und Abbauverluste nach GREAT-ER am Beispiel Diclofenac mit Photolyserate 0,035 1/h.

Kommunale Kläranlage	angeschl. Einwohner [E]	Jahres-abwasser-menge [m³/a]	Emissionen nach NiersFluX [kg/a]	Fließweg bis Viller Mühle [Fluss-km]	Fließzeit geschätzt [h]	Fracht Viller Mühle (inkl. photokat. Abbau) [kg/a]
MG-Neuwerk	411.656	34.315.339	**83,0**	76	38	**46,9**
Grefrath	75.724	6.369.447	**15,3**	62	31	**9,6**
Dülken	23.100	1.957.570	**4,7**	79	40	**2,6**
Nette	49.600	4.086.559	**10,0**	71	36	**5,9**
Wachtendonk	6.900	411.329	**1,4**	54	28	**0,9**
Straelen	10.922	854.438	**2,2**	49	25	**1,5**
Geldern	44.048	3.500.248	**8,9**	38	19	**6,7**
Landwehrbach (Kerken)	12.400	787.554	**2,5**	50	31	**1,6**
Kevelaer-Weeze	44.614	2.224.606	**9,0**	23	12	**7,6**
Sonsbeck	5.500	407.455	**1,1**	33	22	**0,8**
Kevelaer-Kervenheim	1.500	100.118	**0,3**	25	15	**0,2**
Uedem	8.200	591.881	**1,7**	19	12	**1,4**
Goch	26.300	2.295.031	**5,3**	8	4	**5,0**
Goch-Kessel	1.776	68.950	**0,4**	0	0	**0,4**
Bilanzraum 1	0	0	**0,0**			**0,0**
Bilanzraum 2	411.656	34.315.339	**83,0**			**46,9**
Bilanzraum 3	311.300	23.655.186	**62,8**			**44,1**
Summe	**723.300**	**57.970.525**	**145,9**			**90,9**

Abbildung 40: Emissionen und Abbauverluste nach NiersFluX am Beispiel Diclofenac: spezifische Verlustrate im Nierseinzugsgebiet geschätzt 0,015 1/h.

© Niersverband & FiW e.V. 2024

Die am Standort Viller Mühle gemessene Diclofenac-Fracht wurde 2021 auf 90 kg, 2022 auf 72 kg bestimmt (Abbildung 16). Vergleicht man die Messergebnisse mit den Ergebnissen der GREAT-ER Modellierung für Diclofenac, werden Ergebnisse in der gleichen Größenordnung erzielt. Mit den Default-Parametern von GREAT-ER wird eine Jahresfracht am Standort Viller Mühle von 54,4 kg errechnet unter Verwendung eines Emissionsfaktors von 0,55 mg/E/d und einer Photolyserate von 0,035 1/h (Abbildung 39). Der in GREAT-ER hinterlegte Parameter 0,035 1/h scheint den tatsächlichen Abbau im Nierseinzugsgebiet angesichts der gemessenen Fracht leicht zu überschätzen. Eine niersspezifische Anpassung des Parameters auf 0,015 1/h erzielt die in 2021 gemessene Fracht von 90 kg am Standort Viller Mühle (Abbildung 40).

Zwischenfazit: Die gemessenen Jahresfrachten am Ablauf der KA MG-Neuwerk sind geeignet, um den in GREAT-ER hinterlegten Pro-Kopf-Verbrauch bzw. die Emissionsfaktoren zu validieren. Darüber hinaus sind die Jahresfrachten in Viller Mühle geeignet, um die in GREAT-ER hinterlegten Parameter zu Abbau- und Verlustprozessen im Nierseinzugsgebiet zu validieren. Die GREAT-ER Berechnungen für den Spurenstoff Diclofenac werden anhand der dargestellten Ergebnisse als aussagekräftig für das Nierseinzugsgebiet bewertet, wobei einzugsgebietsspezifische Parameteroptimierungen möglich sind.

4.4.2 Prüfung der Übertragbarkeit auf das NRW Rheineinzugsgebiet

Als Besprechungsergebnis im fachlichen Projekt-Begleitkreis wurde festgelegt, die Übertragbarkeit der Ergebnisse aus der Validierung der im NiersFluX ermittelten Abbau- und Verlustprozesse im Nierseinzugsgebiet auf das Rheineinzugsgebiet in Nordrhein-Westfalen zu überprüfen. Hierfür wurden vom LANUV die mittleren Fließgeschwindigkeiten für den Gewässerabschnitt des Rheins in Nordrhein-Westfalen und seine Nebengewässer sowie Daten zu den Kläranlagen im Rheinflussgebiet in NRW (LANUV NRW 2022) verwendet. Darüber hinaus wurden seitens des LANUV Tagesabflussmessungen aus der Station Bonn im Oberlauf und der Station Rees im Unterlauf von 2021 zur Verfügung gestellt. Für die Anwendung der in NiersFluX entwickelten Bilanzierungsmethodik wurden tägliche Messkonzentrationen aus der intensivierten zeitnahen Gewässerüberwachung (INGO) aus zwei Messstationen im Oberlauf (Bad Godesberg und Bad Honnef) sowie aus zwei Messstationen im Unterlauf (Kleve-Bimmen und Lobith) für das Messjahr 2021 vom LANUV zur Verfügung gestellt.

Als Erstes wurde der Parameterumfang zwischen dem NiersFluX Vorhaben, dem GREAT-ER Modell und dem INGO Monitoring gegenübergestellt. Für die Überprüfung der Übertragbarkeit wurden Spurenstoffe untersucht, die im Parameterumfang sowohl vom NiersFluX als auch vom GREAT-ER und vom INGO beinhalten und für die umfangreichen Messdaten an über 200 Tagen aus dem INGO Monitoring im NRW-Rheineinzugsgebiet vorliegen. Carbamazepin wurde für die Überprüfung der Übertragbarkeit ausgewählt, da es der einzige Spurenstoff war, der die oben genannten Kriterien erfüllt (Abbildung 41, Abbildung 42, Abbildung 43).

Spurenstoff	Oberlauf # Tage mit Messwerte		Oberlauf # Tage Messwert ≥ BG		Unterlauf # Tage mit Messwerte		Unterlauf # Tage Messwert ≥ BG	
	Bad Honnef	Bad Godesberg	Bad Honnef	Bad Godesberg	Kleve-Bimmen	Lobith	Kleve-Bimmen	Lobith
Atrazin	**330**	**313**	0	0	**361**	**358**	0	0
Carbamazepin	**232**	**238**	24	33	**236**	**230**	2	4
Chlortoluron	**330**	**313**	1	0	**230**	**215**	0	0
Diuron	320	304	0	0	150	136	-	-
Imidacloprid	0	0	-	-	72	72	-	-
Isoproturon	**330**	**313**	0	0	**365**	**363**	0	0
Metazachlor	**330**	**313**	2	2	**331**	**316**	3	3
Metolachlor	**327**	**303**	1	0	**365**	**363**	2	1
Naphthalin	118	47	0	0	356	258	0	9
Sulfamethoxazol	0	0	-	-	63	63	-	-
Terbuthylazin	**316**	**300**	9	13	**364**	**362**	8	8

Abbildung 41: Parameterumfang und Datenverfügbarkeit im INGO Monitoring 2021 mit Schnittmenge zu NiersFluX und GREAT-ER.

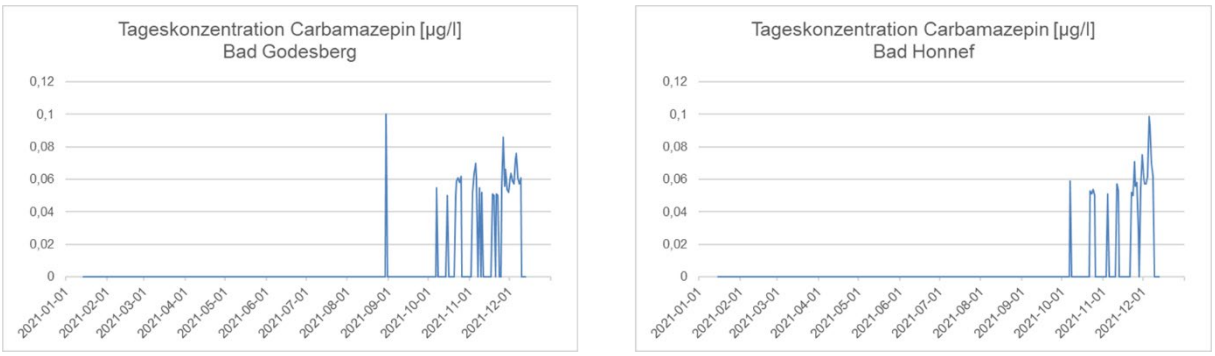


Abbildung 42: Gemessene Konzentrationen von Carbamazepin im Oberlauf vom Rheineinzugsgebiet in NRW an den Messstationen Bad Godesberg (linksrheinisch) und Bad Honnef (rechtsrheinisch).

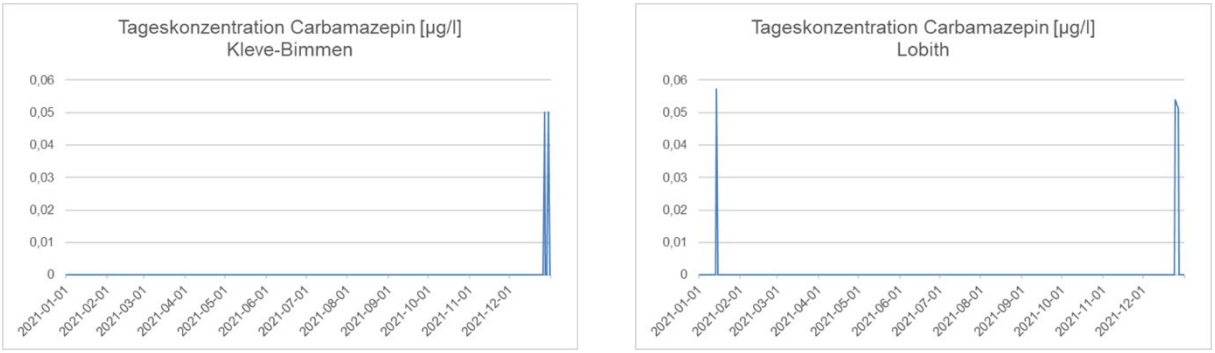


Abbildung 43: Gemessene Konzentrationen von Carbamazepin im Unterlauf vom Rheineinzugsgebiet in NRW an den Messstationen Kleve-Bimmen (linksrheinisch) und Lobith (rechtsrheinisch).

Ferner wurde die Ermittlung der Emissionen von Carbamazepin aus den kommunalen Kläranlagen der Größenklasse 5 (>100.000 EW) im NRW-Rhein-Einzugsgebiet (Anhang, Kapitel 6.8) auf Basis der in GREAT-ER hinterlegten Parameter für Carbamazepin (Pro-Kopf-Verbrauch, ausgeschiedener Anteil, Kläranlage-Eliminierung im Belebtschlamm) dargestellt. Durch die ermittelten Emissionen von Carbamazepin, den GREAT-ER Parameter zum Abbau von Carbamazepin (Abbildung 38), die Fließlänge bis zur Messstation Kleve-Bimmen / Lobith im

© Niersverband & FiW e.V. 2024

Unterlauf und die Fließgeschwindigkeiten an den Gewässern wurde die Jahresfracht von Carbamazepin ermittelt, die im Unterlauf des Untersuchungsgebietes zu erwarten ist (Anhang, Kapitel 6.8). In einem weiteren Schritt wurde die Methodik zur Validierung von GREAT-ER angewendet (Abbildung 37). Durch die Stofffrachtbilanzierung (bzw. das Delta der Fracht) zwischen Unterlauf und Oberlauf sollen die Emissionen aus den kommunalen Kläranlagen unter Berücksichtigung von Abbauprozessen wiedergegeben werden. Weiterhin wurden die Messkonzentrationen sowie die berechneten Tagesfrachten an den Messstationen im Oberlauf und im Unterlauf berechnet. Das Ergebnis der Stofffrachtbilanzierung im NRW-Rhein-Einzugsgebiet macht deutlich, dass mit den in INGO erzielten Bestimmungsgrenzen der Analytik keine geschlossene Stoffstrombilanzierung für Carbamazepin möglich ist, die Schätzung zeigt ein negatives Delta der Fracht zwischen Unterlauf und Oberlauf. Weitere hilfsweise Abschätzungen wurden untersucht, wiesen aber große, nicht-quantifizierbaren Unsicherheiten auf, so dass auch die hilfsweise Abschätzung nicht anwendbar erscheint.

Zwischenfazit: Dank des werktäglichen Monitorings in NiersFluX steht im Nierseinzugsgebiet eine einmalige Datenlage für die Frachtbilanzierung und die Validierung von dem Stoffstrommodell GREAT-ER zur Verfügung. Die Datenlage ist jedoch für die in GREAT-ER betrachteten Spurenstoffe im NRW Rheineinzugsgebiet nicht ausreichend, um eine verlässliche Frachtbilanzierung für die Validierung des GREAT-ER Modells im Bilanzraum NRW Rhein-Flusseinzugsgebiet durchzuführen.

© Niersverband & FiW e.V. 2024

5. Bewertung der gemessenen Spurenstoffbelastung der Niers

Die Ergebnisse der zweijährigen werktäglichen Messkampagne sind für alle über die gesamte Messdauer untersuchten Spurenstoffe in Abbildung 44 in Bezug auf die Beurteilungswerte bewertet. Die gemäß Abbildung 6 ergänzten Spurenstoffe, für die Untersuchungen nicht über den gesamten Projektzeitraum durchgeführt wurden, sind wegen unvollständiger Datenreihen für 2021 nicht dargestellt.

Abbildung 44: Bewertung der in der werktäglichen Messkampagnen ermittelten Jahresmittelkonzentration für die Jahre 2021 und 2022 in den Bilanzräumen B1, B2 und B3 anhand der Beurteilungswerte und der messtechnischen Bestimmungsgrenze (BG). Legende: Jahresmittelkonzentration liegt unter dem Beurteilungswert (grün) bzw. unter dem halben Beurteilungswert (blau). Jahresmittelkonzentration ist gleich oder größer dem Beurteilungswert (rot). Für Stoffe, deren Beurteilungswert unterhalb BG liegen (BG gelb markiert), sind Jahresmittelkonzentrationen gelb bzw. gelbgrün markiert, wenn einzelne Positivbefunde bzw. nur Negativbefunde gemessen wurden. Jahresmittelkonzentrationen von Stoffen, für die keine Beurteilungswerte vorliegen, sind grau markiert. Datenlücken aufgrund der beschriebenen Blindwertproblematik erlauben für Naphthalin in 2021 keine Beurteilung (weiß).

	Beurteilungswert	Mittelwerte						Bestimmungsgrenze
		2021			2022			
	[µg/l]	B1	B2	B3	B1	B2	B3	[µg/l]
Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)								
Acenaphthen	0,32							0,005
Acenaphthylen	0,32							0,005
Anthracen	0,1							0,005
Benzo(a)anthracen	0,002							0,005
Benzo(a)pyren	0,00017							0,005
Benzo(b)fluoranthen	0,00017							0,005
Benzo(ghi)perylen	0,00017							0,005
Benzo(k)fluoranthen	0,00017							0,005
Chrysen	0,1							0,005
Dibenzo(a,h)anthrace	0,1							0,005
Fluoranthen	0,0063							0,005
Fluoren	0,21							0,005
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,00017							0,005
Naphthalin	2							0,005
Phenanthren	0,5							0,005
Pyren	0,0023							0,005
Arzneimittel								
Atenolol	0,1							0,02
Azithromycin	0,019							0,05
Benzotriazol	10							0,02
Bezafibrat	2,3							0,02
Bisoprolol	0,1							0,02
Carbamazepin	0,5							0,02
Ciprofloxacin	0,089							0,05
Clarithromycin	0,1							0,02

© Niersverband & FiW e.V. 2024

	Beurteil-ungs-wert	Mittelwerte						Bestim-mungs-grenze
		2021			2022			
	[µg/l]	B1	B2	B3	B1	B2	B3	[µg/l]
Clofibrinsäure	5							0,02
Diclofenac	0,04							0,02
Erythromycin	0,2							0,02
Ibuprofen	0,01							0,05
Iopamidol	0,1							0,02
Iopromid	0,1							0,02
Metoprolol	8,6							0,02
Naproxen	0,1							0,02
Oxazepam	0,1							0,02
Roxithromycin	0,1							0,02
Sotalol	0,1							0,02
Sulfamethazin	0,1							0,02
Sulfamethoxazol	0,6							0,02
Trimethoprim	0,1							0,02
Pestizide								
Atrazin	0,6							0,025
Boscalid	0,1							0,025
Bromacil	0,6							0,025
Chloridazon	0,1							0,025
Chlortoluron	0,4							0,025
Cybutryn (Irgarol)	0,0025							0,05
Desethylatrazin	0,1							0,025
Desisopropylatrazin	0,1							0,05
Diuron	0,2							0,025
Ethofumesat	3,1							0,05
Imidacloprid	0,002							0,05
Isoproturon	0,3							0,025
Linuron	0,1							0,05
Metamitron	4							0,025
Metazachlor	0,4							0,025
Metolachlor	0,2							0,025
Metribuzin	0,2							0,05
Propazin	0,25							0,025
Simazin	1							0,025
Terbutylazin	0,5							0,025
Terbutryn	0,065							0,025
Carbendazim	0,2							0,025
Flufenacet	0,04							0,025
Mecoprop	0,1							0,025
Propiconazol	1							0,025
Tebuconazol	0,578							0,025

© Niersverband & FiW e.V. 2024

	Beurteil-ungs-wert	Mittelwerte						Bestim-mungs-grenze
		2021			2022			
	[µg/l]	B1	B2	B3	B1	B2	B3	[µg/l]
Per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen (PFAS)								
H4PFOS	0,1							0,01
PFBA	0,1							0,01
PFBS	0,1							0,01
PFDA	0,1							0,01
PFHpA	0,1							0,01
PFHxA	0,1							0,01
PFHxS	0,1							0,01
PFNA	0,1							0,01
PFOA	0,1							0,01
PFOS	0,00065							0,01
PFPeA	0,1							0,01
Kationen								
Aluminium								20
Barium	60							1
Blei	1,2							0,01
Bor	100							20
Cadmium	0,15							0,01
Calcium								400
Eisen								14
Kupfer	1,1							0,1
Mangan	35							5
Nickel	4							0,06
Selen	3							2 in 2021 0,3 in 2022
Silber	0,02							0,006
Thallium	0,2							0,007
Zink	10,9							3

© Niersverband & FiW e.V. 2024

6. Bewertung von Handlungsoptionen

Die Untersuchung und Bewertung möglicher Handlungsoptionen für das Nierseinzugsgebiet wurde anhand der Ergebnisse des Stofffrachtbilanzierungskonzepts durchgeführt. Eine Bewertung der Kosteneffizienz der untersuchten Maßnahmen war nicht Bestandteil des Projektes.

6.1 Einträge aus der Landwirtschaft

Die Bewertung der im Rahmen des Untersuchungsumfangs gemessenen 20 Pestizide zuzüglich der im Projektverlauf auf Eigeninitiative des Niersverbands ergänzten weiteren sechs Pestizide (Abbildung 6) hat ergeben, dass alle untersuchten Pestizide in Konzentrationen im Jahresmittelwert unterhalb der Beurteilungswerte gemessen wurden, mit Ausnahme des Stoffes Metribuzin, welches im Jahr 2022 in einer Jahresmittelkonzentration von rd. 0,377 µg/l über dem Beurteilungswert von 0,2 µg/l gemessen wurde.

Wie in Kapitel 4.3.4 dargestellt, deuten die Unterschiede in den ermittelten Metribuzin-Jahresfrachten mit 11,6 kg und 47,9 kg in 2021 bzw. 2022 darauf hin, dass in den beiden Jahren unterschiedliche PBSM-Wirtstoffe/Wirkstoffkombinationen auf landwirtschaftlichen Flächen im Bilanzraum 3 zur Anwendung kamen und/ oder zum Ausbringungszeitraum stark abweichende Niederschlagssituationen bestanden. Die ereignisbezogene Auswertung zeigt, dass Einträge von Metribuzin im Ausbringungszeitraum zwischen März bis August (Schindler 2012) meist zusammen mit Niederschlagsereignissen stattfanden, so dass der Oberflächenabfluss von landwirtschaftlichen Flächen, Erosion und Drainagen als dominante Eintragspfade anzunehmen sind; weitere Einträge können über die Trennkanalisation und – zeitlich verzögert – über Zwischenabfluss und Grundwasserzustrom in Bilanzraum 3 erfolgen.

Für Cybutryn (Irgarol) und Imidacloprid ist darauf hinzuweisen, dass in den Analysen zwar durchweg Negativbefunde gemessen wurden, die jeweiligen Beurteilungswerte jedoch unterhalb der Bestimmungsgrenze der verwendeten Analytikmethode liegen.

Die stofffrachtbezogene Auswertung am Standort Viller Mühle in Kapitel 9.8 im Anhang macht deutlich, dass Metribuzin mit 47,9 kg/a die höchste Jahresfracht aufweist, gefolgt von Chlortoluron (4,99 kg/a), Terbutylazin (2,62 kg/a) und Ethofumesat (1,12 kg/a). Für acht Pestizide (Atrazin, Bromacil, Cybutryn (Irgarol), Desethylatrazin, Desisopropylatrazin, Imidacloprid, Propazin, Simazin) wurden in beiden Messjahren in allen drei Bilanzräumen durchweg Negativbefunde gemessen.

Es ist darauf hinzuweisen, dass obgleich nur ein Pestizid (Metribuzin) den Beurteilungswert in der Niers überschreitet, aufgrund der im Bilanzraum 3 ermittelten Pestizidfrachten zu erwarten ist, dass es in kleineren Bächen und Zuflüssen zur Niers und ihrer Nebengewässer in landwirtschaftlich geprägten Einzugsgebieten zu Überschreitungen der Beurteilungswerte kommen kann, mit negativen Auswirkungen auf Insekten und Pflanzen. Bäche, Gräben und Zuflüsse

© Niersverband & FiW e.V. 2024

zur Niers waren nicht Gegenstand des vorliegenden Pilot- und Modellvorhabens. Eine neue Studie der realen Belastung kleiner Fließgewässer in der Agrarlandschaft im Auftrag des Umweltbundesamtes (Liess et al. 2023) kommt jedoch zu dem Schluss, dass in über 80 % der in dem dortigen Kleingewässermonitoring untersuchten Bäche zu hohe PBSM-Rückstände nachgewiesen wurden. Die Auswertungen der PBSM-Anwendungsdaten zeigen, dass die Menge der auf landwirtschaftlichen Flächen ausgebrachten PBSM, die Entfernung der behandelten Flächen zum Gewässer, der Anwendungszeitpunkt sowie die Stoffeigenschaften die PBSM-Belastung der Gewässer maßgeblich beeinflussen. Bei der Untersuchung von expositionstreibenden Einzugsgebietscharakteristika und der Wirkung von Risikominderungsmaßnahmen zeigten sich bei Niederschlagsereignissen >25 mm/d ein deutlicher Einfluss des Umfangs an zeitweise wasserführenden Gräben im Einflussbereich der Messstelle sowie der Breite der Gewässerrandstreifen auf die PBSM-Konzentrationen im Gewässer (Liess et al. 2023).

Zielführende Handlungsoptionen stellen in erster Linie die Einhaltung von Gewässerrandstreifen, insbesondere für gering mobile Stoffe, dar (Liess et al. 2023). Aus den Analysen von Liess et al. (2023) lässt sich generell eine für aquatische Organismen protektive Gewässerrandstreifenbereite von mindestens 18 m ableiten. Neben einem verbesserten Zulassungsverfahren von PBSM wird deswegen empfohlen, die Anwendungsdaten zur Art und Menge der PBSM beispielsweise in einem Bundesprogramm „Digitale Spritztagebücher“ zu erfassen und behördlich zu überwachen (Liess et al. 2023), um das Monitoringprogramm auf die tatsächlich eingesetzten Pestizide ausrichten zu können.

6.2 Einträge aus der Ableitung von Niederschlagswasser

In Bilanzraum 1 sind aufgrund der hydraulischen und siedlungswasserwirtschaftlichen Eintragssituation wie in Kapitel 3 dargestellt nur die Eintragspfade EP 2, 4, 5, 7, 8 potenziell relevant, Einträge über Kläranlageneinleitungen und Zustrom mit anthropogenen Spurenstoffen belastetem Grundwasser können in diesem Bilanzraum vernachlässigt werden. Die Siedlungsentwässerung ist überwiegend als Trennsystem ausgebaut, jedoch sind auch einzelne Einleitstellen für Abschläge aus dem Mischsystem zu verzeichnen (Abbildung 4).

Für Stoffeinträge aus der Ableitung von Niederschlagswasser von befestigen Flächen im Trennsystem wurde eine detaillierte Analyse für die untersuchten PAK im Bilanzraum 1 durchgeführt. Ausgewählte Ergebnisse sind in Abbildung 45 zusammengefasst, eine Auswertung aller untersuchter PAK ist im Anhang zu diesem Bericht in Kapitel 9.7 dargestellt. Die untersuchten PAK Benzo(a)anthracen, Benzo(a)pyren, Benzo(b)fluoranthen, Benzo(ghi)perylen, Benzo(k)fluoranthen, Chrysen, Dibenzo(a,h)anthracen, Fluoranthen, Indeno(1,2,3-cd)pyren, Phenanthren und Pyren verhalten sich in Bezug auf Eintragszeitpunkte und kumulierte Jahresfrachtganglinien sehr ähnlich: Einträge sind durchweg mit Niederschlagsereignissen unterschiedlicher Intensität verbunden. Die kumulierten Jahresfrachtganglinien haben für alle diese

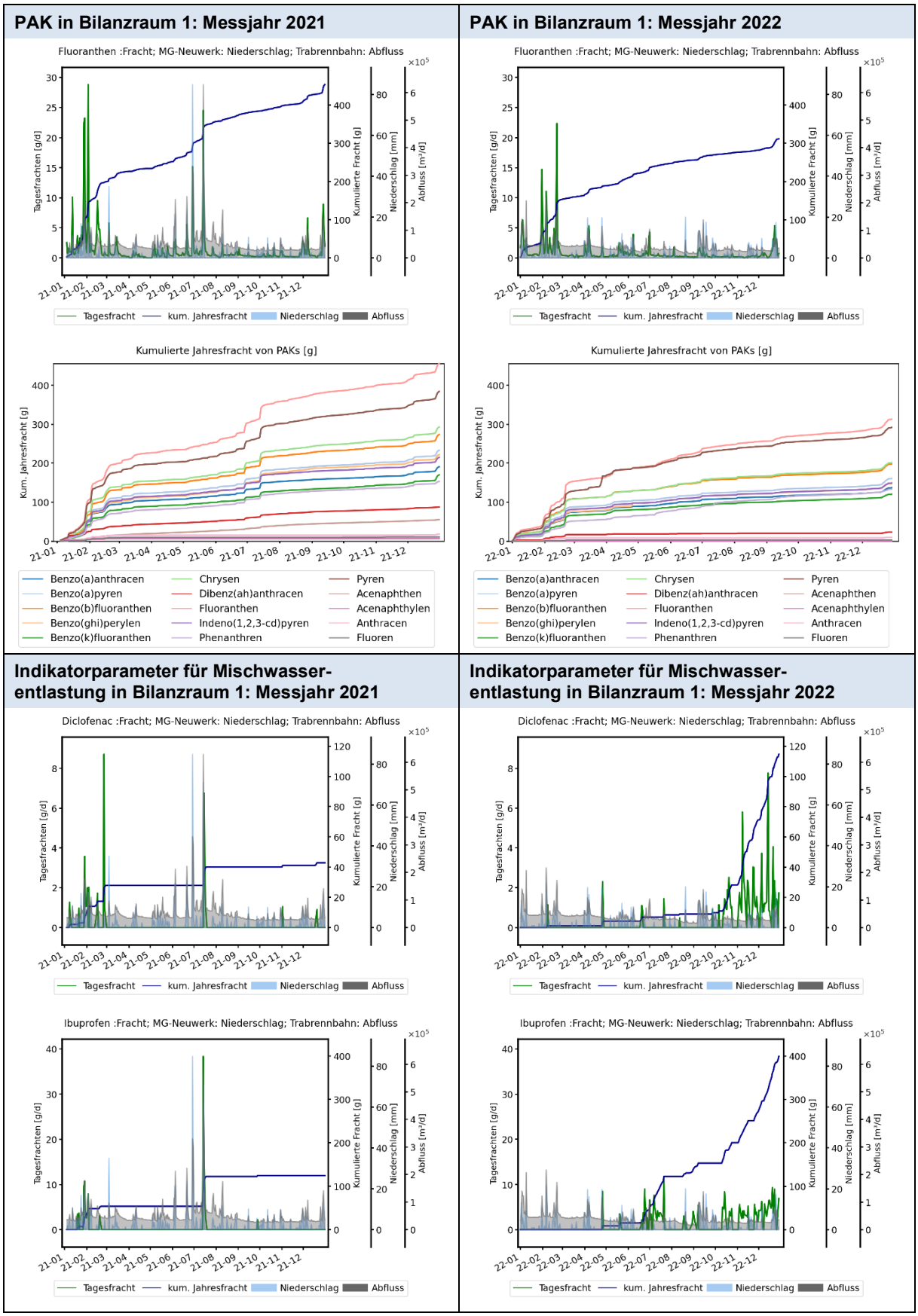
© Niersverband & FiW e.V. 2024

PAK durchweg einen kongruenten Verlauf, so dass im Folgenden Fluoranthen als Stellvertreter für diese Gruppe dargestellt wird (Abbildung 45). Der Vergleich mit zwei Indikatorparametern für Mischwasserentlastung (Diclofenac und Ibuprofen) macht deutlich, dass PAK nicht - wie Diclofenac und Ibuprofen - bei einzelnen sporadisch auftretenden Mischwasserentlastungen in die Niers eingetragen werden, sondern Einträge mit allen Niederschlagsereignissen zu verzeichnen sind. Die Abschätzung auf Basis der Jahresfracht im Bilanzraum 1 macht deutlich, dass für PAK-Einträge das Trennsystem dominiert. Dies deckt sich mit Berechnungen zu Stoffeinträgen über urbane Abwasserströme, in denen die PAK-Einträge über die Niederschlagswassereinleitung aus dem Trennsystem gegenüber den Einträgen aus anderen betrachteten Eintragspfaden der kommunalen Kläranlagen und Mischwasserentlastungen dominieren (Toshovski et al. 2020).

Tagesfrachtspitzen der PAK Acenaphthen, Acenaphthylen, Anthracen und Fluoren sind ebenfalls mit größeren, aber nicht mit allen Niederschlagsereignissen assoziiert, was wahrscheinlich auf die niedrigere gemessene Konzentration nahe der Bestimmungsgrenze zurückzuführen ist (Kapitel 9.8 im Anhang). Die Jahresfrachtganglinie von Naphthalin in 2022 lässt sich nicht alleinig auf Niederschlagsereignisse zurückführen, so dass hier weitere Eintragspfade eine Rolle spielen (Kapitel 9.8 im Anhang). Eine Auswertung der PAK-Jahresfrachten am Ablauf Nierssee (Kapitel 9.2 im Anhang) macht deutlich, dass für fast alle PAK am Ablauf Nierssee niedrigere Jahresfrachten gemessen wurden als im Bilanzraum 1 (Ausnahmen sind Acenaphthylen und Fluoren, jeweils nur 2021). Es ist zu prüfen, ob stark belastete Flächen (Kategorie III nach DWA-A 102 bzw. BWK-A 3) an das Schmutzwassernetz angeschlossen werden können, um die Kläranlagen mit ihrer 3. Reinigungsstufe als effiziente Senke für diese Stoffgruppe besser zu nutzen.

Aufgrund der dargestellten Eintragspfade über das Trennsystem sind Maßnahmen im Einzugsgebiet auf die von bebauten oder befestigten Flächen (zum Beispiel Straßen) über das Trennsysteme gesammelt abfließende Wasser zu konzentrieren, z. B. Schwammstadtkonzept, insbesondere, Abkopplung von unbelasteten versiegelten Flächen vom Kanalnetz, Entsiegelung von Flächen zur Erhöhung der Versickerungsrate, Begrünung von Dachflächen und Stärkung des lokalen Wasserhaushalts. Verschiedene Maßnahmen sind beim Niersverband bereits in der Umsetzung. Abschätzungen machen jedoch deutlich, dass Maßnahmen an allen der 713 Regenwassereinleitungsstellen im Nierseinzugsgebiet (Abbildung 5) unabhängig von der bautechnischen Ausführbarkeit und des Platzbedarfes alleine aufgrund der zu veranschlagenden enormen Investitionskosten nicht finanzierbar sind (Schitthelm et al. 2017).

Abbildung 45: PAK-Einträge in Bilanzraum 1 aus der Ableitung von Niederschlagswasser im Trennsystem in Vergleich zu Einträgen von Diclofenac und Ibuprofen als Indikatoren für Einträge aus Mischwasserabschlägen: Tagesfracht an Messstation Neuwerk (grün), berechnete kumulierte Jahresfracht (dunkelblau) in Abhängigkeit von Niederschlagsereignissen an Messstation Trabrennbahn (hellblau), Abfluss (grau).



© Niersverband & FiW e.V. 2024

6.3 Stofffrachtbezogene Analyse ausgewählter Handlungsoptionen zur Verringerung von Einträgen aus kommunalen Kläranlagen

In einer stofffrachtbezogenen Analyse wurden sowohl quellenorientierte Maßnahmen als auch nachgeschaltete Maßnahmen untersucht. Hierzu wurden die identifizierten relevanten Eintragspfade der unterschiedlichen Spurenstoffe bzw. Spurenstoffkategorien sowie die Quantifizierungsmethode deren Eintragsfrachten berücksichtigt. Demzufolge wurden exemplarisch Spurenstoffe aus den Kategorien der PAK, der Arzneimittel und der PFAS ausgewählt.

Es wurden unter anderem folgende ausgewählte Handlungsoptionen analysiert:

1. Informationskampagne für Verhaltensänderungen im Anwendungsbereich: Spurenstoffkategorie Arzneimittel, Beispiel Diclofenac
2. dezentrale Abwasserbehandlung von industriell-gewerblichen Indirekteinleitern: Spurenstoffkategorie PFAS, Beispiel PFOS
3. Bau und Betrieb einer 4. Reinigungsstufe an der Kläranlage MG-Neuwerk zur Spurenstoffentfernung: Spurenstoffkategorie Arzneimittel, Beispiel Diclofenac

6.3.1 Maßnahmen an der Quelle: Informationskampagne für Verhaltensänderungen im Anwendungsbereich

Im Bereich der Maßnahmen an der Quelle wurde die Handlungsoption der Informationskampagne bezüglich der Nutzung von Arzneimittel im gesamten Nierseinzugsgebiet untersucht. Am Beispiel Diclofenac wurde das Ziel des Erreichens eine Unterschreitung des empfohlenen EQS (≤ 0,04 µg/l) für die mittlere Jahreskonzentration untersucht. Die erforderliche Reduktionsrate, die auf Basis der Messergebnisse aus dem ersten Monitoringjahr ermittelt wurde, lag bei > 88 %. Da für diese Maßnahme eine Reduktion in dieser Größenordnung als unrealistisch erachtet wurde, wurden die Ergebnisse einer angenommenen Reduktionsrate von 20 % untersucht. Die daraus geschätzte mittlere Jahreskonzentration lag bei 0,336 µg/l (Abbildung 46).

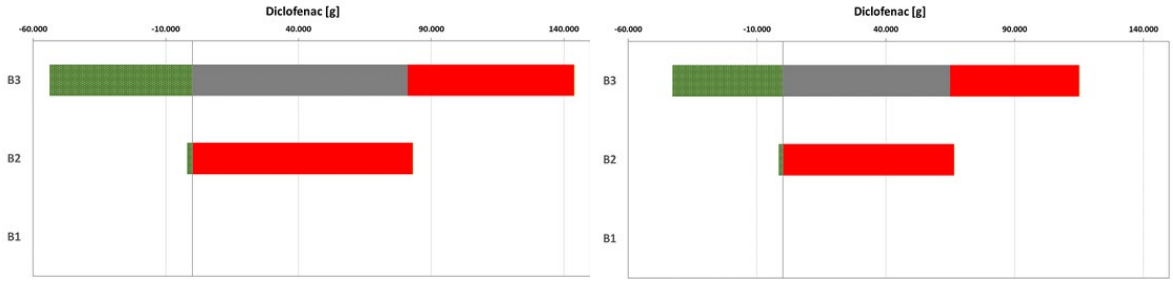


Abbildung 46: Anwendung von Maßnahmen an der Quelle: Informationskampagne, Beispiel Diclofenac: Jahresfracht (2021) vor (links) und nach (rechts) der Umsetzung der Maßnahme. Eintragspfade: grün = Abbau / Grundwasserabstrom, grau = Oberstrom, rot = kommunale Kläranlage, dunkelrot = industriell-gewerbliche Direkteinleiter, gelb = Kanalisation / Teilgebiete, blau = Grundwasserzustrom / atmosphärische Deposition / Mobilisierung belasteter Sedimente.

Die Handlungsoption der Informationskampagne wurde als sinnvoll betrachtet, jedoch wurden Einschränkungen bezüglich der Effizienz einer solchen Handlungsoption hinsichtlich der Erreichung des aktuellen Orientierungswerts für das Beispiel Diclofenac erwartet. Es wird erwar-

tet, dass die benötigte Reduktionsrate von > 88 % durch den alleinigen Einsatz dieser Maßnahme nicht erreicht werden kann. Weitere mögliche Handlungsoptionen, wie zum Beispiel auch die Möglichkeit der Verwendung von biologisch gut abbaubaren Ersatzstoffen können dazu beitragen, die Gewässerbelastungen zu reduzieren. Es wird erwartet, dass die Handlungsoption „Informationskampagne“ bei anderen Spurenstoffgruppen, insbesondere Röntgenkontrastmittel und ihrer Anwendung in Fachpraxen, höhere Wirkungen erzielt (siehe Kampagne Macht’s Klar unter https://machts-klar.de).

Zwischenfazit: Das Erreichen einer mittleren Jahreskonzentration unterhalb der empfohlenen EQS alleine durch Informationskampagnen ist zumindest für den Wirkstoff Diclofenac nicht zu erwarten. Auf der Basis der Analyse weiterer Wirkstoffe kommen verschiedene Studien zu dem Schluss, dass Informationsmaßnahmen (z. B. zur Reduzierung von Arzneimitteln) aktuell nicht alleine ausreichen werden, um Gewässerziele zu erreichen.

6.3.2 Dezentrale Maßnahmen: Abwasserbehandlungsanlage vor der Einleitung von Indirekteinleitern an der Kläranlage MG-Neuwerk

Im Bereich der dezentralen Maßnahmen wurde die Reduktion von PFOS-Einträgen in die KA MG-Neuwerk durch eine dezentrale Vorbehandlung vor der Einleitung in die Kläranlage untersucht. Die maximale Eliminationsrate einer dezentralen Aktivkohlefilteranlage wird mit ca. 90 % angegeben (Hillenbrand et al. 2015). Nachfolgend wurde für PFOS eine geschätzte Eliminationsrate von 50 % angenommen, die zu einer mittleren Jahreskonzentration von 0,007 µg/l von PFOS bzw. einer Jahresfrachtreduktion von 1,78 kg im Unterlauf der Niers führte (Abbildung 47).

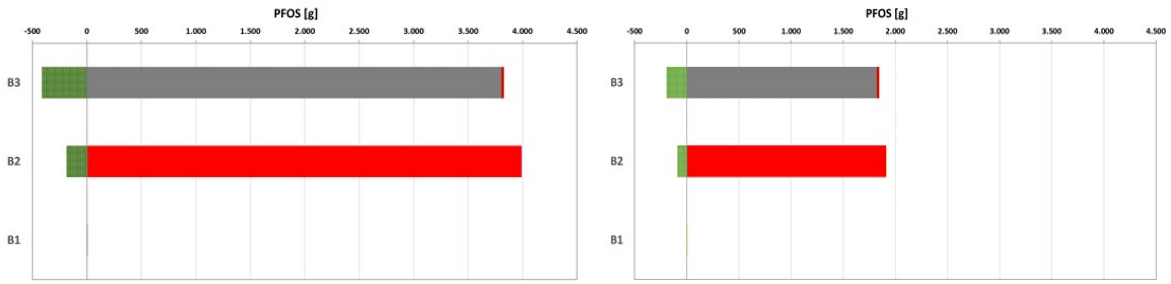


Abbildung 47: Anwendung von dezentralen Maßnahmen: Abwasserbehandlungsanlage vor der Einleitung des Indirekteinleiters an der Kläranlage MG-Neuwerk, Beispiel PFOS: Jahresfracht (2021) vor (links) und nach (rechts) Maßnahmenumsetzung. Eintragspfade: grün = Abbau / Grundwasserabstrom, grau = Oberstrom, rot = kommunale Kläranlage, dunkelrot = industriell-gewerbliche Direkteinleiter, gelb = Kanalisation / Teilgebiete, blau = Grundwasserzustrom / atmosphärische Deposition / Mobilisierung belasteter Sedimente.

Zwischenfazit: Dezentrale Maßnahmen bei Indirekteinleitern können stoffspezifisch eine effektive Behandlung erlauben.

© Niersverband & FiW e.V. 2024

6.3.3 Maßnahmen „End-of-pipe“: 4. Reinigungsstufe in der kommunalen Kläranlage MG-Neuwerk

Letzte untersuchte Handlungsoption war der Ausbau der Kläranlage MG-Neuwerk durch eine 4. Reinigungsstufe (Technologie offen, PAK/GAK/Ozonung) und ihre Wirkung auf die Reduktion von Diclofenac. Die maximale Eliminationsrate einer 4. Reinigungsstufe wird für Diclofenac mit ca. 90 % angegeben (Götz et al. 2012). Nachfolgend wurde für Diclofenac eine geschätzte Eliminationsrate von 90 % angenommen, die zu einer mittleren Jahreskonzentration von 0,194 µg/l von Diclofenac bzw. einer Jahresfrachtreduktion von 45,72 kg im Unterlauf der Niers führte (Abbildung 48). Auf Grundlage dieser Berechnung ist nicht zu erwarten, dass alleine durch eine 4. Reinigungsstufe an der KA MG-Neuwerk der Beurteilungswert von Diclofenac (EQS von 0,04 µg/l) an der Messstation Viller Mühle eingehalten werden kann.

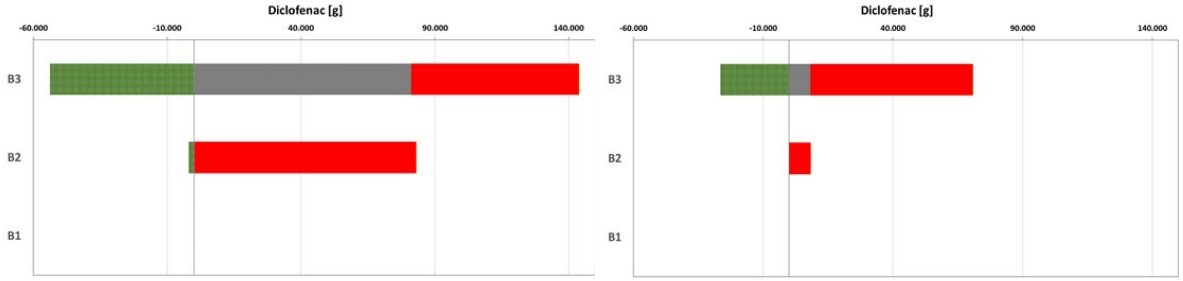


Abbildung 48: Anwendung von „End-of-pipe“ Maßnahmen: 4. Reinigungsstufe in der kommunalen Kläranlage MG-Neuwerk, Beispiel Diclofenac: Jahresfracht (2021) vor (links) und nach (rechts) der Anwendung der Maßnahme. Eintragspfade: grün = Abbau / Grundwasserabstrom, grau = Oberstrom, rot = kommunale Kläranlage, dunkelrot = industriell-gewerbliche Direkteinleiter, gelb = Kanalisation / Teilgebiete, blau = Grundwasserzustrom / atmosphärische Deposition / Mobilisierung belasteter Sedimente.

Zwischenfazit. Eine 4. Reinigungsstufe an der Kläranlage MG-Neuwerk wird zu einer deutlichen, aber nicht für alle Stoffe ausreichenden Reduktion der über Kläranlagen eingetragenen Spurenstoffe führen, um Bewirtschaftungsziele einzuhalten (Beispiel Diclofenac: 0,04 µg/l). Im Bewirtschaftungsplan und Maßnahmenprogramm 2022-2027 (MULNV 2023a&b) ist der Ausbau ausgewählter kommunaler Kläranlagen mit einer 4. Reinigungsstufe zur Reduzierung sonstiger Stoffeinträge vorgesehen. Der Niersverband ist in der Umsetzung einer grundlegenden Erneuerung und Erweiterung der Kläranlage Nette, die in mehreren Bauphasen nacheinander erfolgen wird (Niersverband 2022). Für die weitergehende Behandlung ist eine Verfahrenskombination aus granulierter Aktivkohle und einem Membranbioreaktor vorgesehen, die Spurenstoffe, multiresistente Keime und Mikroplastik aus dem Abwasser entfernen kann. Im Rahmen dieses Projektes sollen die neue innovative Kläranlagentechnik sowie die Wirkungen auf das Gewässer begleitend untersucht werden (Niersverband 2022).

7. Zusammenfassung und Fazit: Verwertung der Projektergebnisse

Im Rahmen des Vorhabens NiersFluX wurde erfolgreich über einen Zeitraum von zwei Jahren ein hochaufgelöstes (werktägliches) Spurenstoff-Monitoring in drei Bilanzräumen im Niereinzugsgebiet durchgeführt. Dies hat zu einer beeindruckenden, einzigartigen Datenbasis von 195.900 Messwerten für Spurenstoffe geführt, einschließlich der zugehörenden Abflusswerte und Daten für ausgewählte allgemeine chemisch-physikalische Parameter (ACP).

Die Identifizierung der Eintragspfade für diese Spurenstoffe wurde mithilfe eines speziell entwickelten Stoffstrombilanzierungskonzepts durchgeführt. Die Bewertung der Ergebnisse der zweijährigen Messkampagne ist (für alle über die gesamte Messdauer untersuchten Spurenstoffe) in Abbildung 44 zusammengefasst dargestellt und bezieht sich auf die Beurteilungswerte.

Die Schlussfolgerungen des NiersFluX-Projekts betonen die Notwendigkeit zuverlässiger Frachtbilanzierungen, um Handlungsoptionen hinsichtlich erzielbarer Spurenstoffreduzierungen im Gewässer und deren Kosten-Nutzen-Analysen bewerten zu können.

Darüber hinaus zeigen die Ergebnisse, dass trotz des sehr hohen Anteils an behandelten Abwassers nur sehr wenige Stoffe die angestrebten Konzentrationen im Gewässer überschreiten.

Die dargestellten Ergebnisse für fünf Spurenstoffgruppen zeigen deutlich, dass sowohl stoffgruppenspezifische Lösungen als auch Kombinationen unterschiedlicher Maßnahmen an der Niers erforderlich sind, um den guten chemischen und guten ökologischen Zustand der Gewässer/des Gewässers zu erreichen bzw. sich diesem anzunähern. Eine ganzheitliche Betrachtung des Fließgewässers ist für Effizienzanalysen von Handlungsoptionen notwendig, um die Maßnahmen zu priorisieren. Hinsichtlich der Stoffgruppe PFOS/PFAS sind vor allem Maßnahmen an der Quelle bei den jeweiligen Indirekteinleitern zielführend. Der Herstellerverantwortung kommt hinsichtlich der Finanzierung von Maßnahmen zur Spurenstoffreduzierung eine besondere Rolle zu. Während des Projektzeitraums konnte für die PFOS Fracht im Gewässer eine sinkende Tendenz festgestellt werden. Bei einem erneuten Auftreten relevanter Konzentrationen, die eine Einleiterrecherche erst ermöglichen, wird der Niersverband, auch zur Sicherung des Kläranlagenbetriebes (Klärschlammentsorgung), eine derartige Recherche durchführen.

Im Hinblick auf die Betrachtung der Niers sind für den Niersverband neben den Spurenstoffen weitere Aspekte von wesentlicher Bedeutung, um das gute ökologische Potenzial zu erreichen. Hier ist eine gesamtheitliche Bewertung aller erforderlichen/denkbaren Maßnahmen unter Berücksichtigung des jeweiligen Kosten-Nutzen-Verhältnisses notwendig.

Hierzu gehört in der Niers insbesondere die weitere Stabilisierung des Sauerstoffhaushaltes, der bei Mischwasserabschlägen nach, wenn auch seltenen, Starkregenereignissen signifikant gestört wird. Eine weitergehende Reduzierung von Nährstoffeinträgen in die Niers ist wichtig,

© Niersverband & FiW e.V. 2024

aber extrem aufwändig und wird im Verlauf des Gewässers durch die Zuströme aus den nährstoffbelasteten Grundwasserleitern/Nebenläufen konterkariert. Zahlreiche Maßnahmen im Bereich der Abwasserbehandlung und der Mischwasserbehandlung sind geplant (z. B. Retentionsbodenfilter Bracht-Hülst und Quellensee), einige wurden bereits umgesetzt, wie beispielsweise der Retentionsbodenfilter Dülkener Nette. Diese Retentionsbodenfilter tragen auch zur Spurenstoffreduzierung (insbesondere PAK) durch den Rückhalt von AFS bei. In Kombination mit dem Bau von Retentionsbodenfilter-Anlagen im Mischsystem sollten generell auch Kanalnetzsteuerungen mit geprüft werden, um das Kanalnetz u. a. optimal auszulasten, den Kläranlagenzufluss auszugleichen oder auch die Retentionsbodenfilter gezielter zu nutzen.

Hinsichtlich der Gewässerbelastung durch PAK (aus Rückständen von Verbrennungsprozessen; Heizung, Luft- und Fahrzeugverkehr sowie atmosphärischer Deposition) stellen die Trennsystemeinleitungen den größten Anteil dar. Eine Lösung ist hier nur langfristig erreichbar und erfordert ggf. Anpassungen der Entwässerungsnetze. Es ist zu prüfen, ob stark belastete Flächen (Kategorie III nach DWA-A 102 bzw. BWK-A 3) an das Schmutzwassernetz angeschlossen werden können, um die Kläranlagen mit ihrer 3. Reinigungsstufe als effiziente Senke für diese Stoffgruppe besser zu nutzen oder ortsspezifisch bspw. der Bau weiterer Retentionsbodenfilter die geeignetere Wahl darstellt. Ein Handlungsschwerpunkt liegt auf der Abkopplung unbelasteter Flächen. Der Niersverband arbeitet zusammen mit den Kommunen daran, das Schwammstadtkonzept in laufenden und zukünftigen Planungsprozessen im Nierseinzugsgebiet einzubringen und damit den lokalen Wasserhaushalt zu stärken.

Die gezielte Entnahme von Spurenstoffen, Mikroplastik und Keimen erfolgt im Rahmen der Sanierung bzw. Neubaus der Kläranlage Nette mit einer 4. Reinigungsstufe. Vom Land Nordrhein-Westfalen wird der Ausbau der weitergehenden Behandlungsstufen der Kläranlage Nette sowie ein begleitendes Forschungsprojekt gefördert. Für die weitergehende Behandlung ist eine Verfahrenskombination aus granulierter Aktivkohle und einem Membranbioreaktor vorgesehen, die Spurenstoffe, multiresistente Keime und Mikroplastik aus dem Abwasser entfernen kann. In Rahmen dieses Projektes sollen die neue innovative Kläranlagentechnik sowie die Wirkungauf das Gewässer begleitend untersucht werden. Die gewonnenen Erkenntnisse werden in die Strategie des Verbandes zur Einführung der „4. Reinigungsstufe“ auf anderen verbandlichen Kläranlagen einfließen.

Die zahlreichen durchgeführten und laufenden Renaturierungsprojekte, wie z. B. in Viersen-Fritzbruch (bis Ende 2023) und im Bresgespark in Mönchengladbach (bis Ende 2023) mit einer Gewässerrenaturierung und -verlängerung von gut 3 km und entsprechenden zusätzlichen Auenflächen werden aufgrund ihrer Größe von rund 53 ha sehr positive Effekte auf die Beschaffenheit der Niers haben. Eskonnten bislang ca. 13 % der Niers naturnah umgestaltet werden. Die dabei gezielt hergestellten großen Ersatzauen sollten durch den zusätzlich geschaffenen Lebensraum die größte Wirkung hinsichtlich der Verbesserung der biologischen Gewässergüte entfalten.

© Niersverband & FiW e.V. 2024

Den Erfolg aller Maßnahmen wird der Niersverband durch ein intensives chemisches und biologisches Gewässermonitoring mit Hilfe seines hoch qualifizierten Verbandslabors regelmäßig überprüfen und daraus strategische Schlüsse im Hinblick auf die kontinuierliche Anpassung und Priorisierung der Handlungsoptionen ziehen, um die Niers Schritt für Schritt an das gute ökologische Potenzial / den guten Zustand gemäß WRRL heranzuführen.

© Niersverband & FiW e.V. 2024

8. Literaturverzeichnis

Bergmann, A.; Dott, W.; Dünnbier, U.; Gnirß, R.; Haist-Gulde, B.; Hamscher, G. et al. (2013): Leitfaden: Polare organische Spurenstoffe als Indikatoren im anthropogen beeinflussten Wasserkreislauf. Ergebnisse des Querschnittsthemas „Indikatorsubstanzen". BMBF-Fördermaßname „Risikomanagement von neuen Schadstoffen und Krankheitserregern im Wasserkreislauf (RiSKWa). Rheinisch-Westfälisches Institut für Wasser. Online verfügbar unter https://publications.kompetenz-wasser.de/pdf/Bergmann-2013-947.pdf

Bezirksregierung Düsseldorf (2021): Informationen zur Deponie Geldern Pont, 07.12.2021.

BLE (2015): Empfehlung zur Berechnung von Stofffrachten im Abwasser für die PRTR- Berichterstattung. Hg. v. Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE). Online verfügbar unter https://wiki.prtr.thru.de/images/d/da/Empfehlung_Berechnung_Stofffrachten_Abwasser_PRTR_Berichterstattung_20151120.pdf

BMU/UBA (2019): Ergebnispapier - Ergebnisse der Phase 2 des Stakeholder- Dialogs »Spurenstoffstrategie des Bundes« zur Umsetzung von Maßnahmen für die Reduktion von Spurenstoffeinträgen in die Gewässer. Unter Mitarbeit von T. Hillenbrand, F. Tettenborn und M. Bloser. Hg. v. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU)/Umweltbundesamt (UBA). Bonn/Dessau.

Brinkmann, S., et al. (2023): Hochaufgelöste Spurenstoffbilanz im Einzugsgebiet der Niers zur Quantifizierung direkter und indirekter Eintragspfade. Vortrag auf der 56. Essener Tagung für Wasserwirtschaft, Aachen, 07.03.2023.

Cremer, N. (2015): Nitrat im Grundwasser. Konzentrationsniveau, Abbauprozesse und Abbaupotenzial im Tätigkeitsbereich des Erftverbands. Hg. v. Erftverband. Online verfüg-bar unter https://www.erftverband.de/wp-content/uploads/2021/07/nitrat_im_grundwasser_erftverband_gesamt_homepage.pdf

Europäische Union (EU) (2008): 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 und 86/280/EWG sowie zur Änderung der Richtlinie 2000/60/EG. 2008/105/EG. Online verfügbar unter https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008L0105&from=DE

Europäische Union (EU) (2015): Durchführungsbeschluss (EU) 2015/495 der Kommission vom 20. März 2015 zur Erstellung einer Beobachtungsliste von Stoffen für eine unionsweite Überwachung im Bereich der Wasserpolitik gemäß der Richtlinie 2008/105/EG des Europäischen Parlaments und des Rates. EU 2015/495. Online verfügbar unter https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32015D0495&from=PL

Europäische Union (EU) (2019): Verordnung 2019/1021 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20. Juni 2019 über persistente organische Schadstoffe (Neufassung). Online verfügbar unter https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019R1021

Früh, D.; Elbers, J. (2018): Modellierung in NRW. Überblick und Anwendung. WRRL-Symposium. Oberhausen, 2018. Online verfügbar unter https://www.flussgebiete.nrw.de/system/files/atoms/files/wrrl-symposium_2018_frueh.pdf

Fuchs, S.; Rothvoß, S.; Toshovski, S. (2018): Ubiquitäre Schadstoffe. Eintragsinventare, Umweltverhalten und Eintragsmodellierung. Abschlussbericht. Hg. v. Umweltbundesamt (UBA). Dessau-Roßlau (Texte 52/2018). Online verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2018-07-02_texte_52-2018_ubiquitaere-stoffe.pdf.

Götz, C.; Kase, R.; Ort, C.; Singer, H.; Bergmann, S. (2012): Mikroschadstoffe aus kommunalem Abwasser. Stoffflussmodellierung, Situationsanalyse und Reduktionspotenziale für Nordrhein-Westfalen. Hg. v. Studie im Auftrag des Ministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (MKULNV). Online verfügbar unter https://www.lanuv.nrw.de/fileadmin/forschung/wasser/klaeranlage_abwasser/Abschlussbericht%20Mikroschadstoffe_komprimiert.pdf

Götz, T.; Hillenbrand, T.; Marscheider-Weidemann, F.; Fuchs, S.; Scherer, U. (2009): Abschätzung der Einträge von polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen in deutsche Gewässer. In: Umweltwissenschaften und Schadstoff-Forschung 21, 2009 (5), S. 433–442.

Hillenbrand, T.; Tettenborn, F.; Fuchs, S.; Toshovski, S.; Metzger, S.; Tjoeng, I. et al. (2016): Maßnahmen zur Verminderung des Eintrages von Mikroschadstoffen in die Gewässer – Phase 2. Hg. v. Umweltbundesamt (UBA-Texte 60/2016). Online verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/377/publikationen/mikroschadstoffen_in_die_gewasser-phase_2.pdf

Hillenbrand, T.; Tettenborn, F.; Menger-Krug, E.; Marscheider-Weidemann, F.; Fuchs, S.; Toshovski, S. et al. (2015): Maßnahmen zur Verminderung des Eintrages von Mikroschadstoffen in die Gewässer. Hg. v. Umweltbundesamt (UBA). Dessau-Roßlau (Texte 85/2014). Online verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/378/publikationen/texte_85_2014_massnahmen_zur_verminderung_des_eintrages_von_mikroschadstoffen_in_die_gewaesser_0.pdf

IKSR (2023): Bericht zur Bewertung und Entwicklung der Rheinwasserqualität 2019/2022. Hg. v. Internationale Kommission zum Schutz des Rheins (IKSR). Online verfügbar unter https://www.iksr.org/fileadmin/user_upload/DKDM/Dokumente/Fachberichte/DE/rp_De_0293.pdf

Institut für Umweltsystemforschung, Universität Osnabrück (2020): The GREAT-ER research project. Geography-referenced Regional Exposure Assessment Tool for European Rivers. Hg. v. Institut für Umweltsystemforsch, Universität Osnabrück. Online verfügbar unter https://www.usf.uni-osnabrueck.de/en/forschung/applied_systems_science/great_er_project

LANUV (2020): Entwicklung und Stand der Abwasserbeseitigung in Nordrhein-Westfalen. 19. Aufl. Hg. v. Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfallen (LANUV). Online verfügbar unter https://www.lanuv.nrw.de/fileadmin/lanuv/wasser/abwasser/lagebericht/00_EStAb2020_Gesamtversion.pdf

LANUV (2022): ELWAS-WEB. Hg. v. Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfallen (LANUV). Online verfügbar unter https://www.elwasweb.nrw.de/elwas-web/index.xhtml

LAWA (2003): Ermittlung von Stoff-Frachten in Fließgewässern. Probenahmenstrategie und Berechnungsverfahren. Hannover. Online verfügbar unter https://www.lawa.de/documents/ermittlung_von_stoff-frachten_in_fliessgewaessern_1552305366.pdf

LAWA (2016): Mikroschadstoffe in Gewässern. Unter Mitarbeit von Ständiger Ausschuss „Oberirdische Gewässer und Küstengewässer“ (LAWA-AO). Hg. v. Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA). Magdeburg. Online verfügbar unter https://www.lawa.de/documents/20160126_lawa_bericht_mikroschadstoffe_in-gewaessern_final_1555580704.pdf

Leverett, D.; Merrington, G.; Crane, M.; Ryan, J.; Wilson, I. (2021): Environmental quality standards for diclofenac derived under the European Water Framework Directive: 1. Aquatic organisms. In: Environmental Sciences Europe 33 (1), S. 133. https://doi.org/10.1186/s12302-021-00574-z

Liess, M.; Böhme, A.; Gröning, J.; Liebmann, L.; Lück, M.; Reemtsma, T.; Römerscheid, M.; Schade, U.; Schwarz, B.; Vormeier, P.; Weisner, O. (2023): Belastung von kleinen Gewässern in der Agrarlandschaft mit Pflanzenschutzmittel-Rückständen – TV1 Datenanalyse zur Pilotstudie Kleingewässermonitoring 2018/2019. UBA-TEXTE 63/2023. https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/belastung-von-kleinen-gewaessern-in-der-0

LUBW (1997): Stoffverhalten von gaswerkspezifischen polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK). Hg. v. Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg. Karlsruhe. Online verfügbar unter https://pudi.lubw.de/detailseite/-/publication/89016-Stoffverhal-ten_von_gaswerkspezifischen_Polycyclischen_Aromatischen_Kohlenwasserstoffen.pdf

Manheller, W.; Weber, F.-A. (2022): Erfassung direkter und indirekter Eintragspfade von Spurenstoffen in die Niers – Ergebnisse einer einjährigen werktäglichen Messkampagne. 21. IFWW-Fachkolloquium, 24.05.2022, Haltern am See.

MULNV (2017): Verwaltungsvorschrift zur Ermittlung der Jahresschmutzwassermenge bei Einleitung von mit Niederschlagswasser vermischtem Schmutzwasser. Runderlass des Ministeriums für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz - IV-7-031 003 0101 -. In: Ministerialblatt für das Land Nordrhein-Westfalen (33), S. 977–978. Online verfügbar unter https://recht.nrw.de/lmi/owa/br_bes_text?anw_nr=1&gld_nr=7&ugl_nr=772&bes_id=37965&val=37965&ver=7&sg=0&aufgehoben=N&menu=

MULNV (2018): Monitoringleitfaden Oberflächengewässer – Anhang D4. Beurteilungswerte für das Schutzgut Aquatische Biozönose (Umweltqualitätsnormen, Orientierungswerte, Präventivwerte). Hg. v. Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen. Online verfügbar unter https://www.flussgebiete.nrw.de/monitoringleitfaden-oberflaechengewaesser-anhang-d4-7724

MULNV & LANUV (2021a): Bewirtschaftungsplan 2022-2027 für die nordrhein-westfälischen Anteile von Rhein, Weser, Ems, und Maas. Hg. v. Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (MULNV NRW). Online verfügbar unter https://www.flussgebiete.nrw.de/bewirtschaftungsplan-2022-2027-fuer-nrw-9180

MULNV & LANUV (2021b): Maßnahmenprogramm 2022-2027 für die nordrhein-westfälischen Anteile von Rhein, Weser, Ems, und Maas. Hg. v. Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (MULNV NRW). Online verfügbar unter https://www.flussgebiete.nrw.de/system/files/atoms/files/massnahmenprogramm_nrw_2022-2027.pdf

MULNV (2021c): Steckbriefe der Planungseinheiten in den nordrhein-westfälischen Anteilen von Rhein, Weser, Ems und Maas - Bewirtschaftungszeitraum 2022-2027. Oberflächengewässer und Grundwasser, Teileinzugsgebiet Maas/Maas Nord NRW. Hg. v. Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (MULNV NRW). Online verfügbar unter https://www.flussgebiete.nrw.de/system/files/atoms/files/pe-steckbriefe_maasnordnrw_2022-2027.pdf

Niersverband (2017): Gewässergütebericht Niers 2017. Bericht über die Beschaffenheit der Niers. Hg. v. Niersverband. Viersen. Online verfügbar unter https://www.niersverband.de/fileadmin/user_upload/Download/NEU_DD_Niersbericht_2017-7.8.17.pdf

© Niersverband & FiW e.V. 2024

Niersverband (2022): Erneuerung und Erweiterung der Kläranlage Nette - Niersverband erhält Förderung vom Land NRW. Pressemitteilung vom 22.03.2022. https://www.niersverband.de/aktuelles/presse/pressemitteilungen/rneuerung-und-erweiterung-der-klaeranlage-nette-niersverband-erhaelt-foerderung-vom-land-nrw und https://projekte.niersverband.de/nette/#toggle-id-6

OGewV (2016): Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer (Oberflächengewässerverordnung - OGewV) vom 20. Juni 2016 (BGBl. I S. 1373). OGewV 2016. In: Bundesgesetzblatt 2016. Online verfügbar unter https://www.gesetze-im-internet.de/ogewv_2016/OGewV.pdf

Reinhard, M.: Perfluorierte Chemikalien im Grundwasser. Grundlagen und Pilotstudie Schweiz. In: Gas Wasser Abwasser 2010, S. 967–978. Online verfügbar unter https://www.bafu.admin.ch/dam/bafu/de/dokumente/grundwasser/fachinfo-daten/perfluorierte_chemikalienimgrundwasser.pdf.download.pdf/perfluorierte_chemikalienimgrundwasser.pdf

Ruhrverband (2023): Ruhrgütebericht 2022. 50 Jahre 1973-2022. https://ruhrverband.de/fileadmin/pdf/presse/wissen/ruhrguetebericht2022.pdf

Schindler, R. (2012): Effekt landwirtschaftlicher Wasserschutzmaßnahmen. - innerhalb von Kooperationen Landwirtschaft/Wasserwirtschaft -. Symposium zur EG-Wasserrahmenrichtlinie in NRW. NEW NiederrheinWasser, 2012. Online verfügbar unter https://www.flussgebiete.nrw.de/system/files/atoms/files/2012_04_19_symp_13_schindler.pdf

Schitthelm, D.; Manheller, W., Schöttler, O. (2016): Die Novellierung der Oberflächengewässerverordnung. In: KW Korrespondenz Wasserwirtschaft 9, 2016 (12), S. 723–733.

Schitthelm, D.; Manheller, W., Otto, U. (2017): Spurenstoffrückhalt aus Misch- und Niederschlagswassereinleitungen - Erkenntnisse / mögliche Maßnahmen. Vortrag auf dem 18. Kölner Kanal- und Kläranlagen-Kolloquium, Köln.

Teneketzi, E., Knollmann, P., Weber, F.-A., Schöttler, O., Manheller, W., Schitthelm, D., Brinkmann, S. (2023): Erfassung punktueller und diffuser Eintragspfade von Spurenstoffen in die Niers: Ergebnisse einer einjährigen werktäglichen Messkampagne. KW Korrespondenz Wasserwirtschaft 2023 (16) Nr. 1, 28-37. https://doi.org/10.3243/kwe2023.01.002

Teneketzi, E., Knollmann, P., Weber, F.-A., Brinkmann, S., Manheller, W., Schöttler, O., Schitthelm, D. (2023): Hochaufgelöste Spurenstoffbilanz im Einzugsgebiet der Niers zur Quantifizierung direkter und indirekter Eintragspfade. 56. Essener Tagung für Wasserwirtschaft, 07.-09.03.2023. GEWÄSSERSCHUTZ – WASSER – ABWASSER Band 255.

Toshovski, S.; Kaiser, M.; Fuchs, S.; Sacher, F.; Thoma, A.; Kümmel, V.; Lambert, B. (2020): Prioritäre Stoffe in kommunalen Kläranlagen. Ein deutschlandweit harmonisiertes Monitoring. Hg. v. Umweltbundesamt (UBA) (Texte 172/2020). Online verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/5750/publikationen/2020_09_25_texte_173-2020_prioritaere_stoffe_in_kommunalen_klaeranlagen.pdf

UBA (2009): Per- und Polyfluorierte Chemikalien: Einträge vermeiden - Umwelt schützen. Hg. v. Umweltbundesamt (UBA) (Chemikalien). Online verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/publikation/long/3812.pdf

UBA (2022): Spurenstoffzentrum des Bundes. Online verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/spurenstoffzentrum-des-bundes-ueber-uns?parent=93380

9 Anhang

Inhaltsverzeichnis dieses Anhangs

9 Anhang 57

9.1 Steckbriefe der Allgemeinen Chemisch-Physikalischen Parameter (ACP) 58

9.2 Steckbriefe der Polyzyklischen Aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK) 66

9.3 Steckbriefe der Arzneimittel 85

9.4 Steckbriefe der Pestizide 109

9.5 Steckbriefe der Per- und Polyfluorierten Alkylsubstanzen (PFAS) 138

9.6 Steckbriefe der Kationen 152

9.7 Bilanzraum 1: Einträge aus der Ableitung von Niederschlagswasser 169

9.8 Bilanzraum 3: Jahresfrachten am Standort Viller Mühle 175

9.9 Nutzung von Monitoringdaten zur Validierung von Stoffstrommodellen: Prüfung der Übertragbarkeit auf das NRW Rheineinzugsgebiet 177

© Niersverband & FiW e.V. 2024

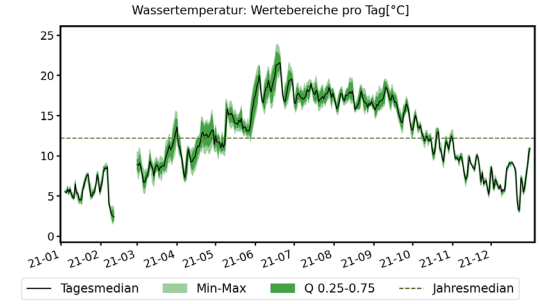
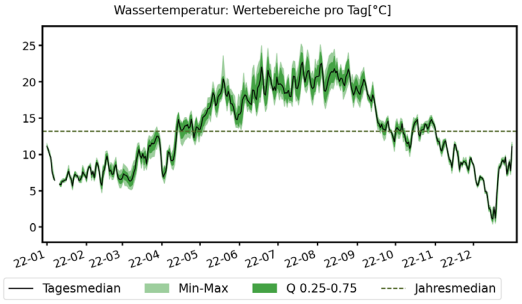
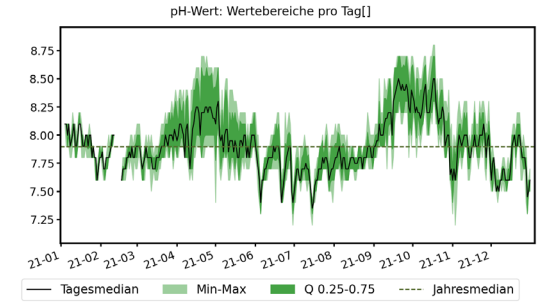
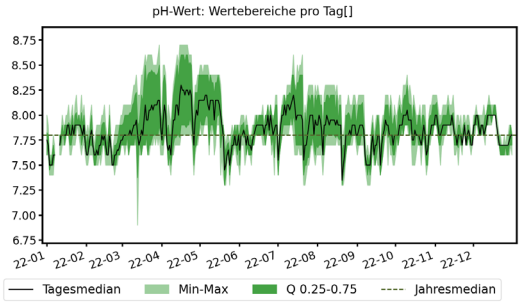
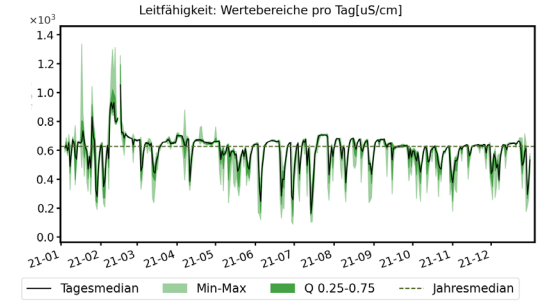
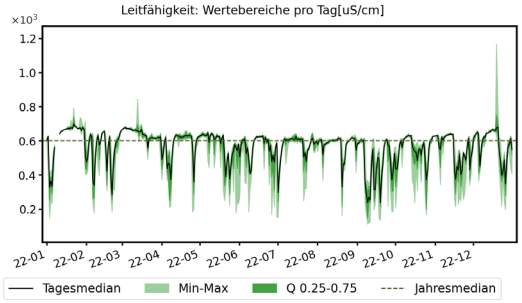
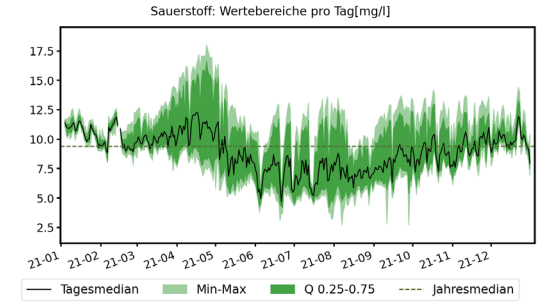
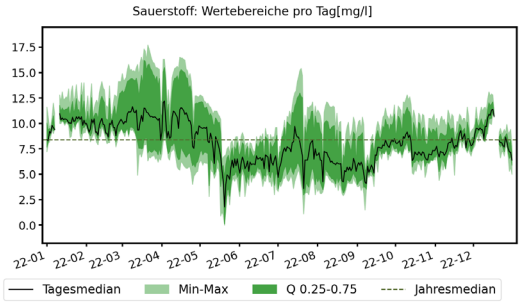
9.1 Steckbriefe der Allgemeinen Chemisch-Physikalischen Parameter (ACP)

In den folgenden Abbildungen sind die Ganglinien aller gemessenen Werte (hellgrün) sowie die Tagesmediane (dunkelgrün) und die oberen und unteren Quartile (Q 0.25-0.75) der Tagemesswerte (mittelgrün) für die drei Messstationen Neuwerk, Viersen und Kessel für beide Messjahre 2021 und 2022 dargestellt und Median, Maximum und Minimum angegeben. Aufgrund zwischenzeitlichen technischen Ausfall einer oder mehrerer Sonden sind vereinzelt Messlücken erkennbar. Messwerte unmittelbar vor dem Ausfall von Elektroden sind mit Vorsicht zu interpretieren, z. B. die Messung von pH 6,5 an der Station Kessel 2021 kurz vor einem technisch bedingten Sondenausfall.

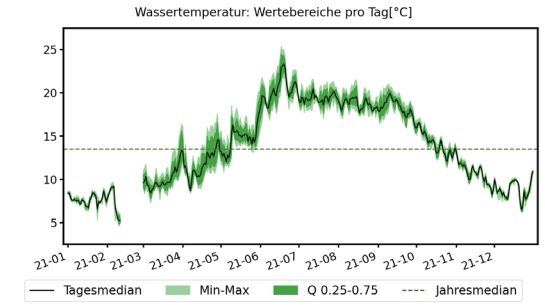
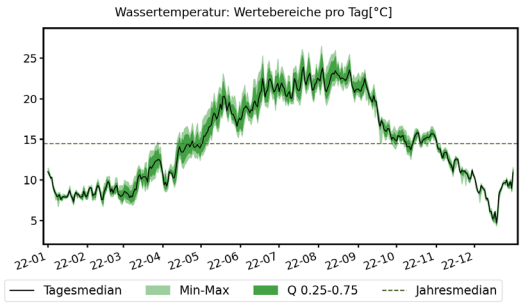
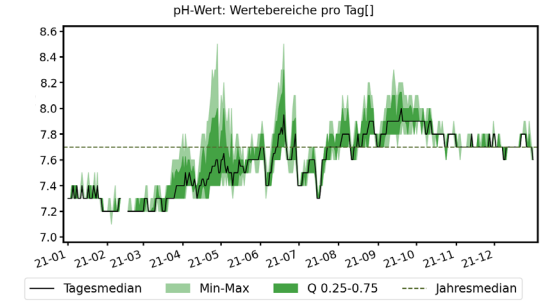
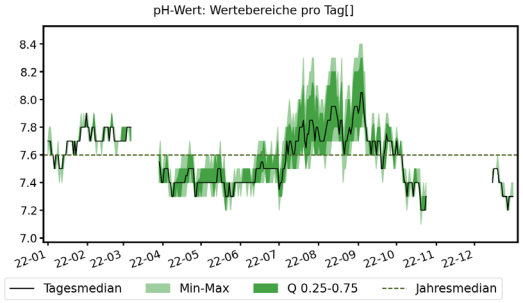
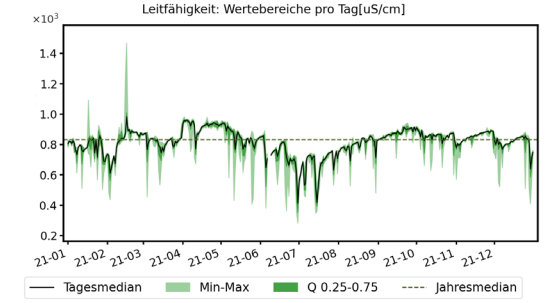
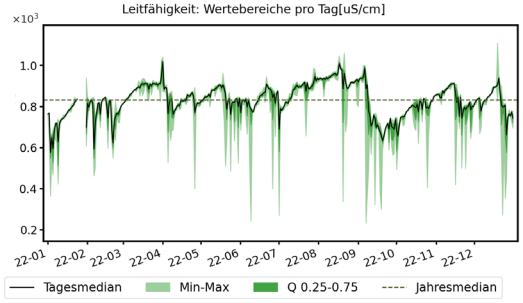
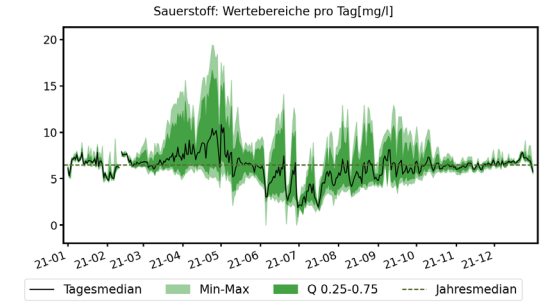
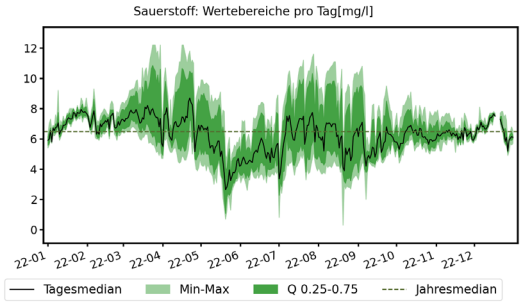
Die zur Bestimmung der ACP verwendeten Elektroden sind in der nachfolgenden Tabelle aufgeführt:

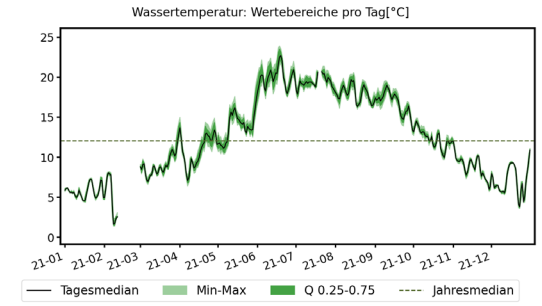
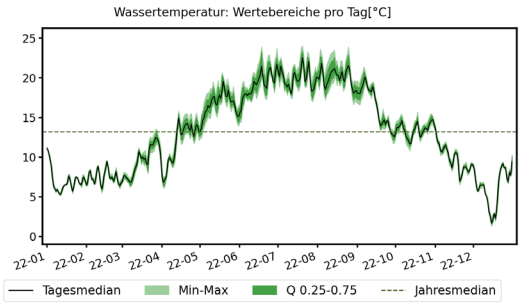
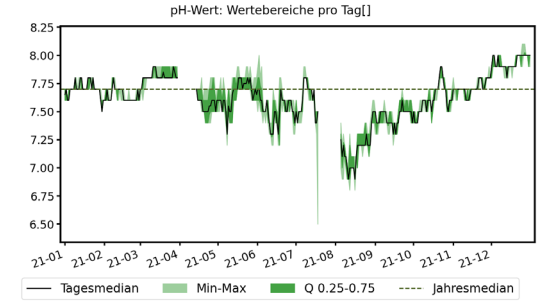
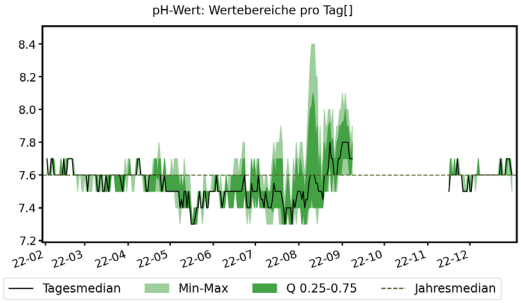
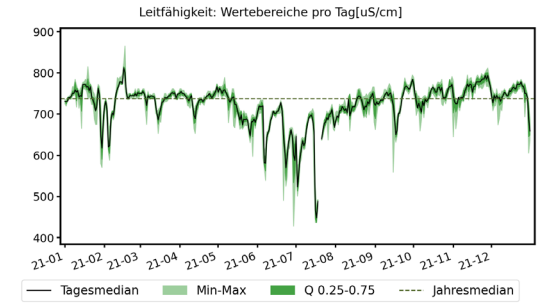
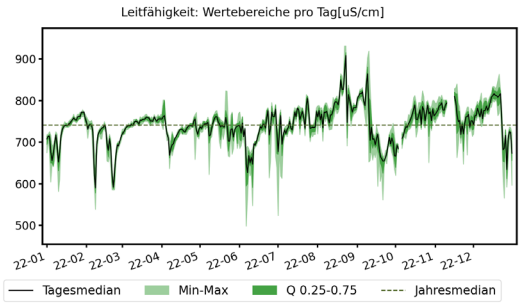
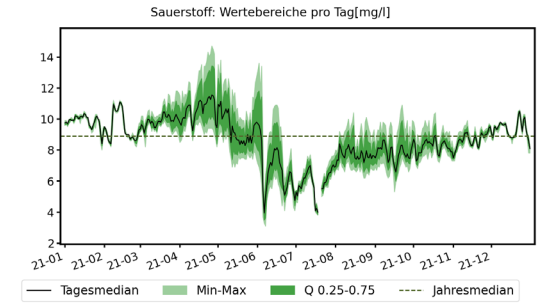
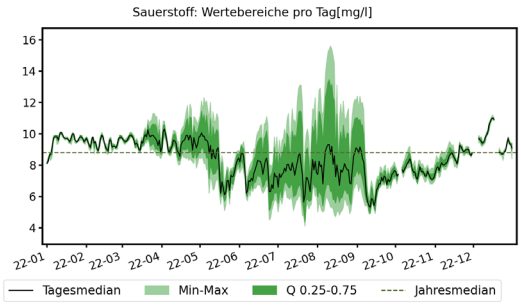
Parameter	Elektroden
pH-Wert	SensoLyt 700 IQ (WTW/Xylem)
Leitfähigkeit	TetraCon 700 IQ (WTW/Xylem)
Sauerstoff / Temperatur	FDO 700 IQ (WTW/Xylem)

© Niersverband & FiW e.V. 2024

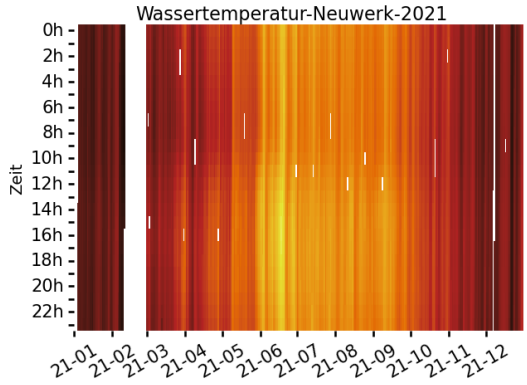
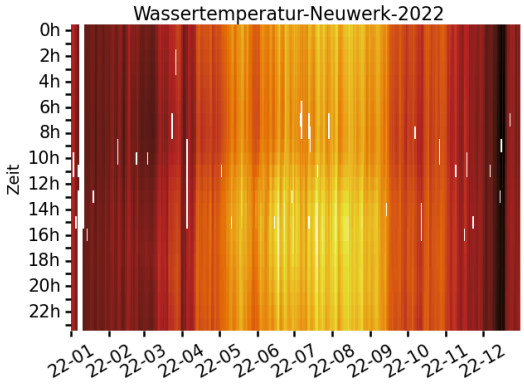
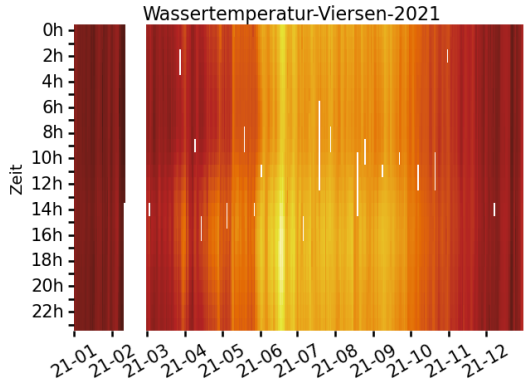
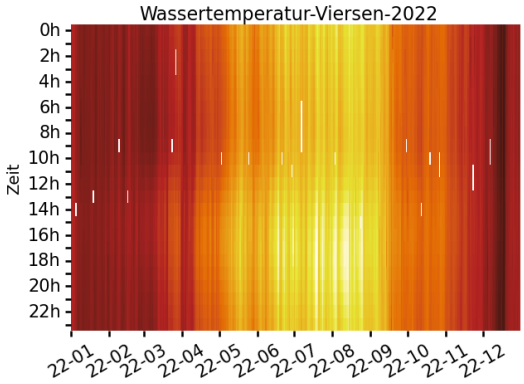
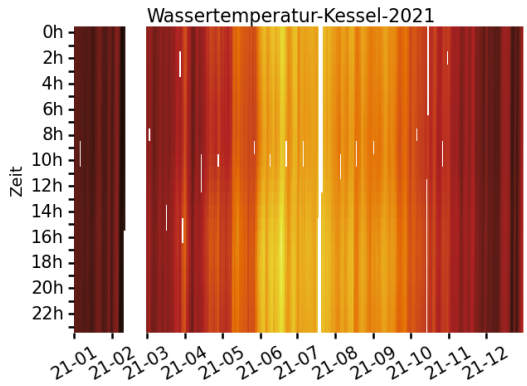
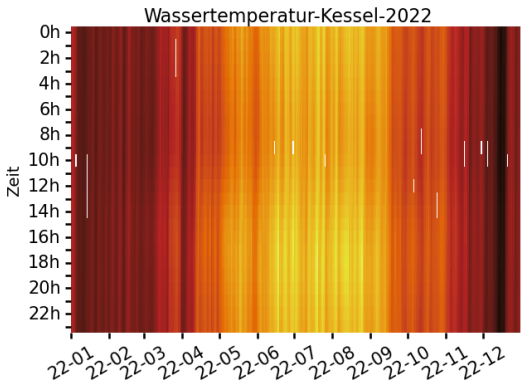
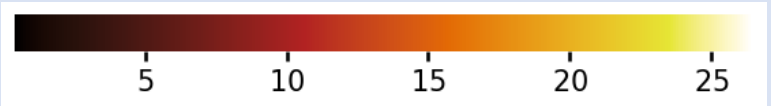
Neuwerk 2021	Neuwerk 2022
Wassertemperatur [°C]	Wassertemperatur [°C]
	
Min: 1,5 Median: 12,2 Max: 23,9	Min: 0,4 Median: 13,2 Max: 25,2
pH-Wert [-]	pH-Wert [-]
	
Min: 7,2 Median: 7,9 Max: 8,8	Min: 6,9 Median: 7,8 Max: 8,7
Leitfähigkeit [µS/cm]	Leitfähigkeit [µS/cm]
	
Min: 89 Median: 629 Max: 1340	Min: 113 Median: 602 Max: 1170
Sauerstoff [mg/l]	Sauerstoff [mg/l]
	
Min: 2,7 Median: 9,4 Max: 18,0	Min: 0 Median: 8,4 Max: 17,7

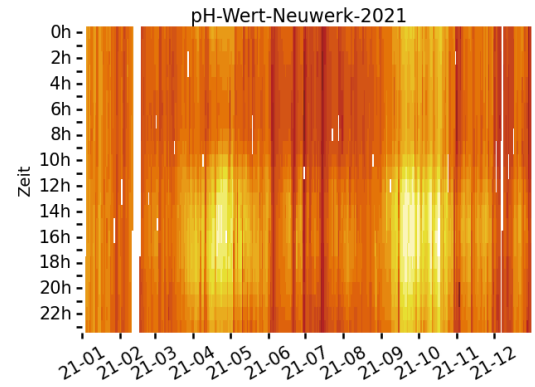
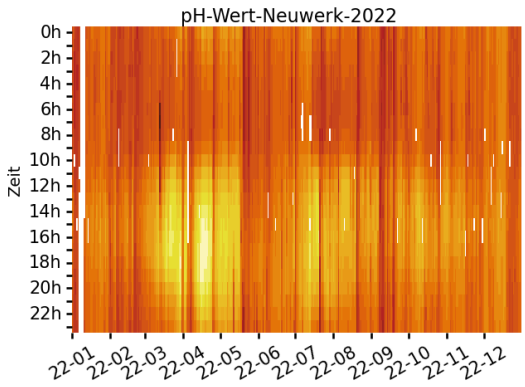
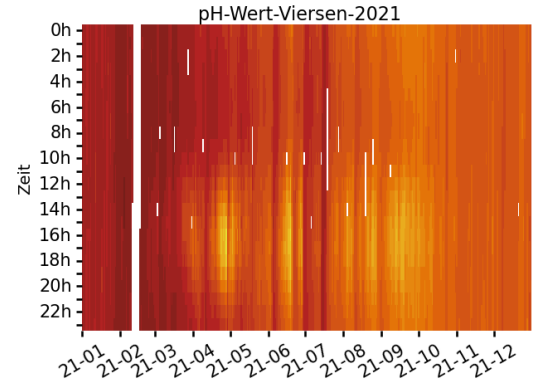
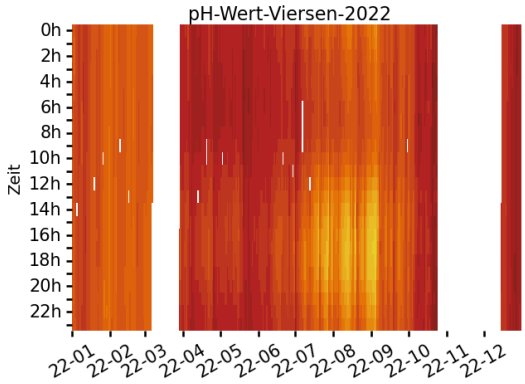
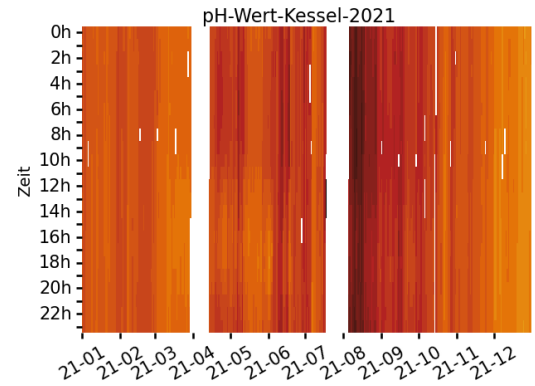
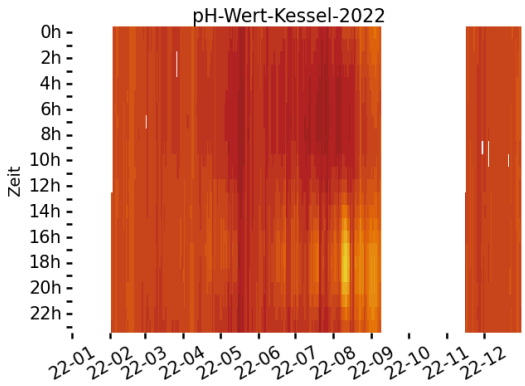
© Niersverband & FiW e.V. 2024

Viersen 2021	Viersen 2022
Wassertemperatur [°C]	Wassertemperatur [°C]
	
Min: 4,6 Median: 13,5 Max: 25,4	Min: 4,3 Median: 14,5 Max: 26,5
pH-Wert [-]	pH-Wert [-]
	
Min: 7,1 Median: 7,7 Max: 8,5	Min: 7,1 Median: 7,6 Max: 8,4
Leitfähigkeit [µS/cm]	Leitfähigkeit [µS/cm]
	
Min: 282 Median: 832 Max: 1470	Min: 232 Median: 832 Max: 1110
Sauerstoff [mg/l]	Sauerstoff [mg/l]
	
Min: 0 Median: 6,5 Max: 19,4	Min: 0,3 Median: 6,5 Max: 12,2

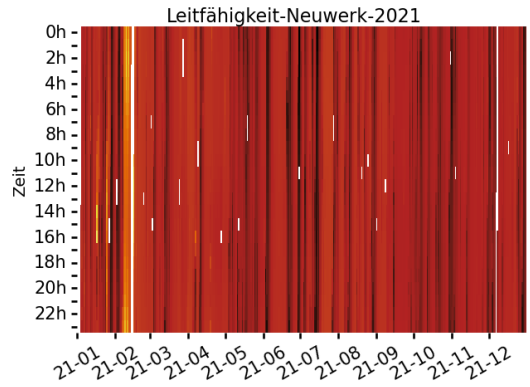
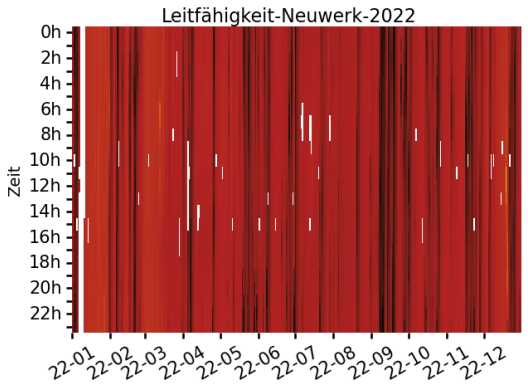
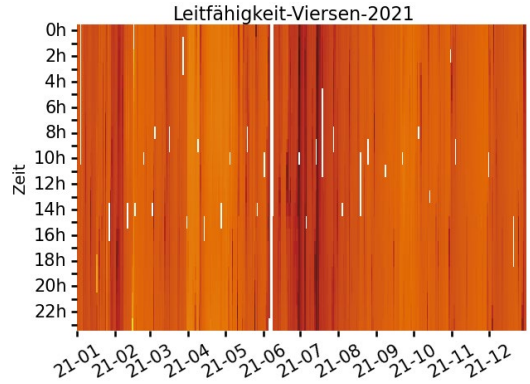
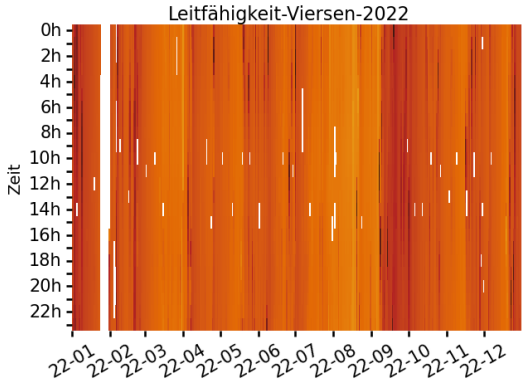
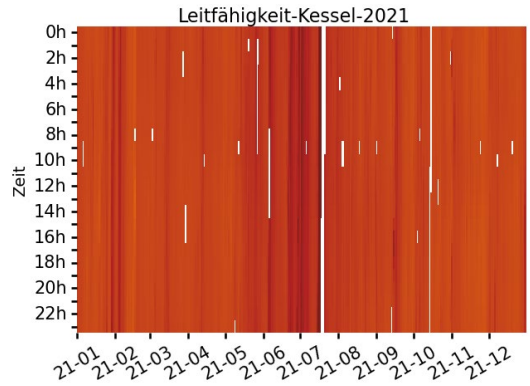
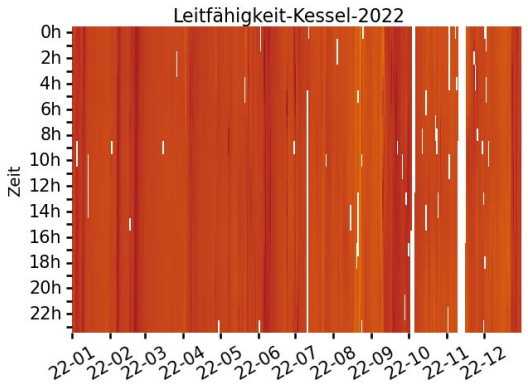
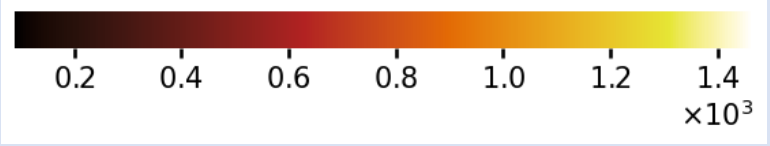
Kessel 2021	Kessel 2022
Wassertemperatur [°C]	Wassertemperatur [°C]
	
Min: 1,4 Median: 12,1 Max: 23,9	Min: 1,3 Median: 13,2 Max: 24
pH-Wert [-]	pH-Wert [-]
	
Min: 6,5 Median: 7,7 Max: 8,1	Min: 7,3 Median: 7,6 Max: 8,4
Leitfähigkeit [µS/cm]	Leitfähigkeit [µS/cm]
	
Min: 428 Median: 738 Max: 865	Min: 498 Median: 742 Max: 931
Sauerstoff [mg/l]	Sauerstoff [mg/l]
	
Min: 3,1 Median: 8,9 Max: 14,7	Min: 4,1 Median: 8,8 Max: 15,6

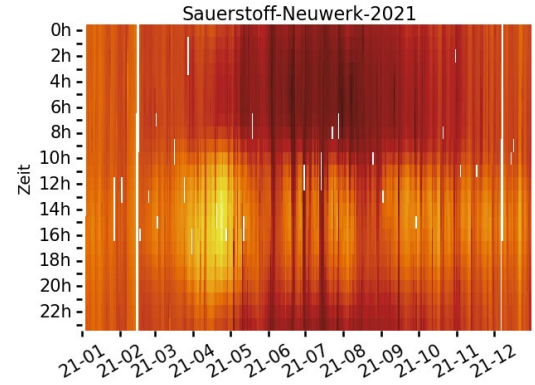
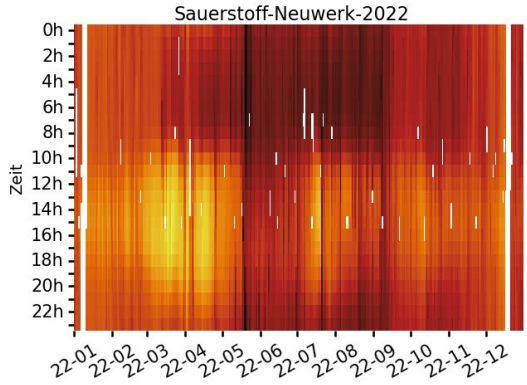
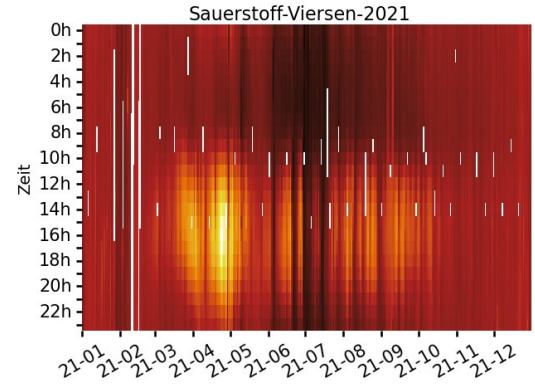
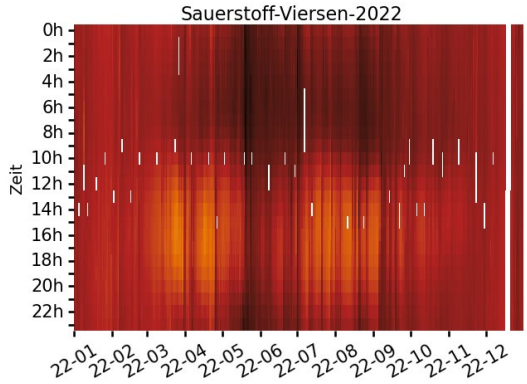
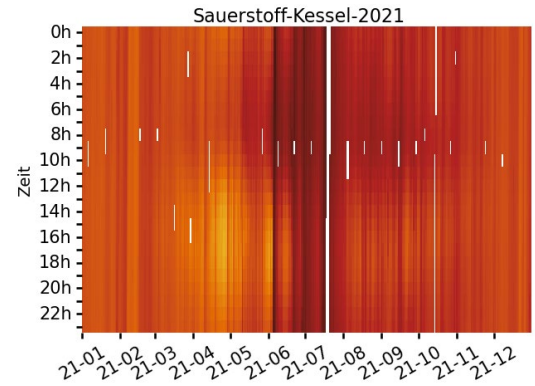
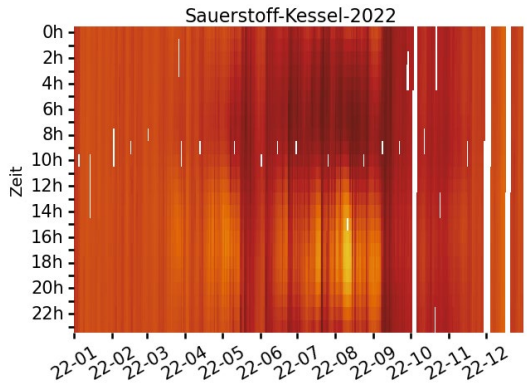
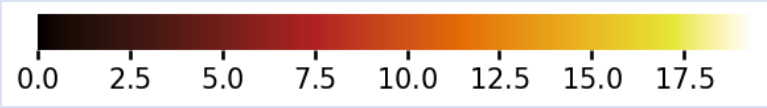
© Niersverband & FiW e.V. 2024

Wassertemperatur [°C]	Wassertemperatur [°C]
Neuwerk 2021	Neuwerk 2022
	
Viersen 2021	Viersen 2022
	
Kessel 2021	Kessel 2022
	
Legende: keine Messwerte: weiß.	

pH-Wert [-]	pH-Wert [-]
Neuwerk 2021	Neuwerk 2022
	
Viersen 2021	Viersen 2022
	
Kessel 2021	Kessel 2022
	
Legende: keine Messwerte: weiß.	

© Niersverband & FiW e.V. 2024

Leitfähigkeit [µS/cm]	Leitfähigkeit [µS/cm]
Neuwerk 2021	Neuwerk 2022
	
Viersen 2021	Viersen 2022
	
Kessel 2021	Kessel 2022
	
Legende: Keine Messwerte: weiß.	

Sauerstoff [mg/l]	Sauerstoff [mg/l]
Neuwerk 2021	Neuwerk 2022
	
Viersen 2021	Viersen 2022
	
Kessel 2021	Kessel 2022
	
Legende: Keine Messwerte: weiß.	

© Niersverband & FiW e.V. 2024

9.2 Steckbriefe der Polyzyklischen Aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK)

Die Bestimmung der PAK (Tabelle 3) erfolgte nach DIN 38407-39 (Bestimmung ausgewählter polycyclischer aromatischer Kohlenwasserstoffe (PAK) - Verfahren mittels Gaschromatographie und massenspektrometrischer Detektion (GC-MS) (F 39)).

Hierbei wird ein Probenvolumen von 1 L in eine ausgeheizte und mit Iso-Hexan/Aceton (1:1) vorgespülte Steilbrustflasche gegeben, mit 60 µL internem Standard und mit 25 mL iso-Hexan versetzt. Die Probe wird 1 h lang mittels eines Magnetrührstab gerührt und extrahiert. Nach einer Absetzzeit von 10 min wird die Hexan-Phase mittels Mikroseparator von der Wasser-Phase getrennt und mit Natriumsulfat getrocknet. In einem Rotationsverdampfer wird der Extrakt auf ein Volumen von 2 ml eingeengt. Aufgrund der unkritischen Matrix erfolgte keine Extraktaufreinigung über Silicagel. In einem Trockentemperiersystem wird der Extrakt anschließend im Stickstoffstrom weiter auf ein Volumen von ca. 0,8 ml eingeengt, auf 1 ml mit iso-Hexan aufgefüllt und in ein Vial abgefüllt. Die Vermessung und Quantifizierung der PAK erfolgt anschließend an einem Gaschromatographen mit gekoppeltem Massenspektrometer (GC-MS). Die relevantesten Informationen zu der Probenvorbereitung und zum Messsystem sind in den folgenden Tabellen aufgeführt.

Tabelle 1: Informationen zum Messsystem GC-MS zur Bestimmung der PAK

Geräte/Parameter	Werte/Einstellungen
GC-MS	QP2010 Ultra (Fa.: Shimadzu)
Injektor	320 °C (Injektionsvolumen: 1 µl, Split: 5)
Trennsäule	Zebron ZB-5MSi, 60 m, 0,25 mm ID, 0,25 µm (Fa.: Phenomenex)
Trägergas	Helium (1,3 ml/min)
Temperaturprogramm	50 °C Start 60 °C/min -> 140 °C / 10 min 10 °C/min -> 240 °C / 2 min 2 °C/min -> 300 °C / 6,5 min
Ionenquelle	250 °C (SIM, EI positiv)

© Niersverband & FiW e.V. 2024

Tabelle 2: Geräte / Parameter zur Vorbereitung der PAK

Parameter	Einstellung
Extraktionsmittel	Iso-Hexan (Fa.: Promochem / Chemsolute)
Trocknungsmittel	Natriumsulfat wasserfrei (Fa.: Merck)
Standard (Quantifizierung)	PAH-Mix 9 (Fa.: LGC)
Standard (Qualitätssicherung)	PAH-Mix 16 (Fa.: Neochema)
Interne-Standards	PAH-Mix 9 deuteriert (Fa.: LGC)
Rotationsverdampfer	35 °C / 350 mbar (Fa.: Heidolph)
Trockentemperiersystem	TCS / Stickstoff / 35 °C (Fa.: Barkey)

Tabelle 3: Übersicht der Untersuchungsparameter der Stoffgruppe PAK

Stoff	BG [µg/l]	CAS-Nummer
Naphthalin	0,005	91-20-3
Acenaphthylen	0,005	208-96-8
Acenaphthen	0,005	83-32-9
Fluoren	0,005	86-73-7
Phenanthren	0,005	85-01-8
Anthracen	0,005	120-12-7
Fluoranthen	0,005	206-44-0
Pyren	0,005	129-00-0
Benzo(a)anthracen	0,005	56-55-3
Chrysen	0,005	218-01-9
Benzo(b)fluoranthen	0,005	205-99-2
Benzo(k)fluoranthen	0,005	207-08-9
Benzo(a)pyren	0,005	50-32-8
Indeno(1,2,3-cd)pyren	0,005	193-39-5
Dibenzo(a,h)anthracen	0,005	53-70-3
Benzo(ghi)perylen	0,005	191-24-2

© Niersverband & FiW e.V. 2024

Bei der Überprüfung der Blindwerte der Probenahmegeräte wurde für Naphthalin ein Blindwert erkannt. Der Blindwert konnte durch den Einsatz eines alternativen Schlauchmaterials des Probenehmers signifikant verringert werden. Aufgrund dieser Blindwertproblematik wurden im Zeitraum von Januar bis Mai 2021 die Messwerte für Naphthalin als "nicht auswertbar" (n. a.) angegeben. Die Berechnung der Jahresfracht für das Messjahr 2021 ist als untere Abschätzung zu betrachten und mit einem „≥“-Symbol gekennzeichnet.

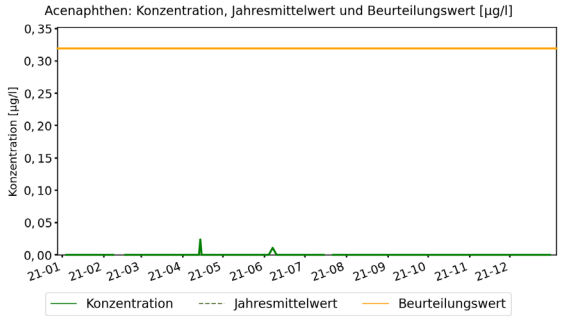
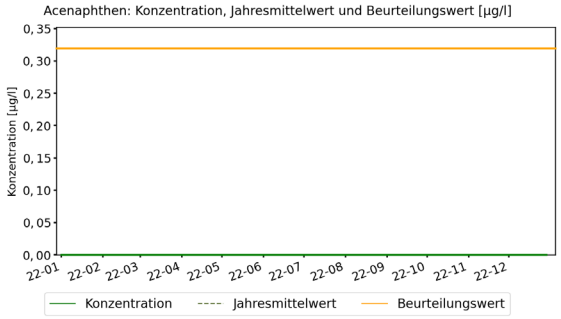
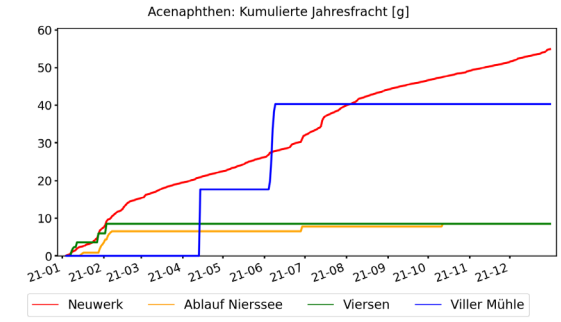
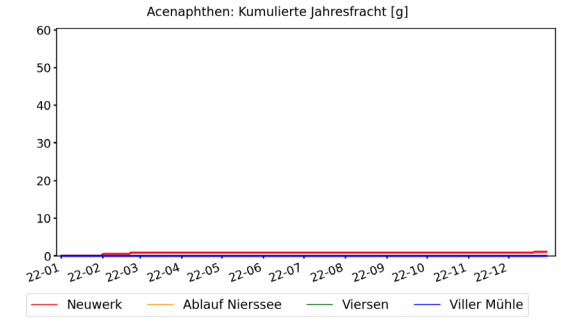
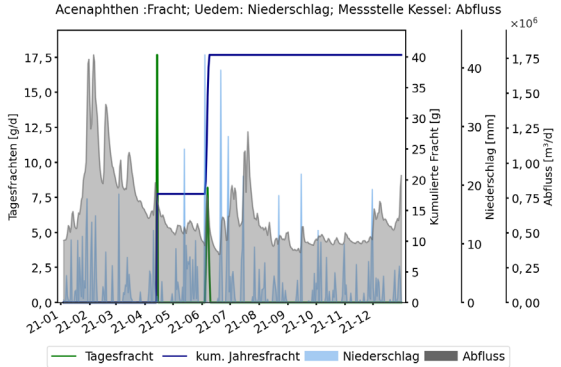
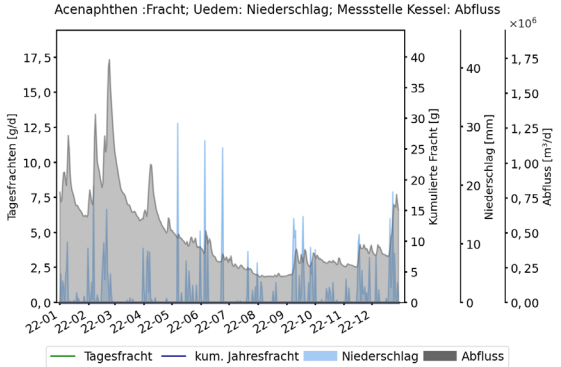
Folgende Beurteilungswerte werden zur Bewertung der gemessenen Gewässer-konzentrationen herangezogen:

- Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer, Anlage 8 (OGewV 2016)
- Monitoringleitfaden Oberflächengewässer – Anhang D4 (MULNV 2018)

Hinweis: Für einige Stoffe aus der Gruppe der polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK) legt die OGewV nur einen Beurteilungswert für Benzo(a)pyren fest, welches als Marker dient. In den folgenden Tabellen wurde dieser Wert auch für die anderen Stoffe eingetragen und die Quelle als 'OGewV*' angegeben.

© Niersverband & FiW e.V. 2024

9.2.1 Acenaphthen

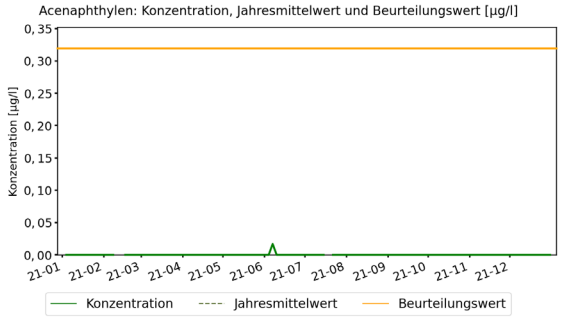
Beurteilungswert: 0,32 µg/l (Anhang D4)	Bestimmungsgrenze (BG): 0,005 µg/l
Messkonzentration 2021: Viller Mühle	**Messkonzentration 2022: Viller Mühle**
	
Jahresmittelwert: 0,000148 µg/l Anzahl Messungen: 236 Anzahl Positivbefunde: 2	Jahresmittelwert: 0 µg/l Anzahl Messungen: 262 Anzahl Positivbefunde: 0
Kum. Jahresfracht 2021: alle Bilanzräume	**Kum. Jahresfracht 2022: alle Bilanzräume**
	
Jahresfracht Neuwerk: 54,9 g Jahresfracht Ablauf Nierssee: 8,54 g Jahresfracht Viersen: 8,53 g Jahresfracht Viller Mühle: 40,3 g	Jahresfracht Neuwerk: 1,1 g Jahresfracht Ablauf Nierssee: 0 g Jahresfracht Viersen: 0 g Jahresfracht Viller Mühle: 0 g
Kum. Jahresfracht 2021: Viller Mühle	**Kum. Jahresfracht 2022: Viller Mühle**
	

© Niersverband & FiW e.V. 2024

9.2.2 Acenaphthylen

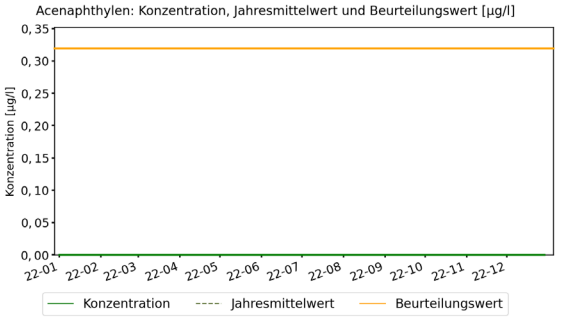
Beurteilungswert: 0,32 µg/l (Anhang D4)	Bestimmungsgrenze (BG): 0,005 µg/l

Messkonzentration 2021: Viller Mühle



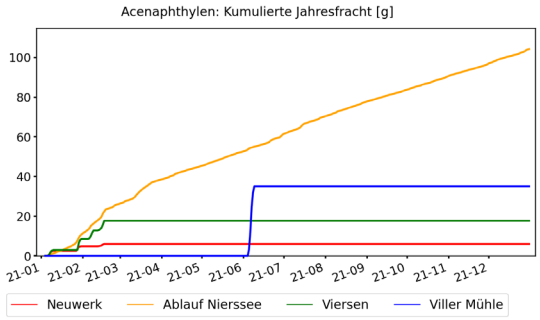
Jahresmittelwert:	$7{,}2\times10^{-05}$ µg/l
Anzahl Messungen:	236
Anzahl Positivbefunde:	1

Messkonzentration 2022: Viller Mühle



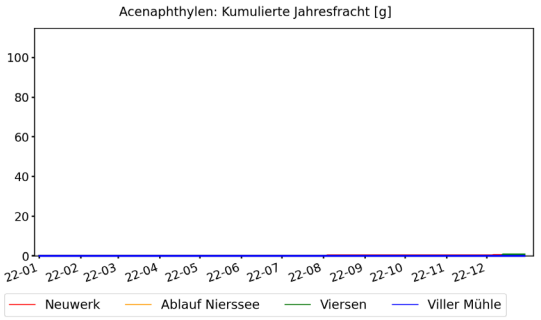
Jahresmittelwert:	0 µg/l
Anzahl Messungen:	262
Anzahl Positivbefunde:	0

Kum. Jahresfracht 2021: alle Bilanzräume



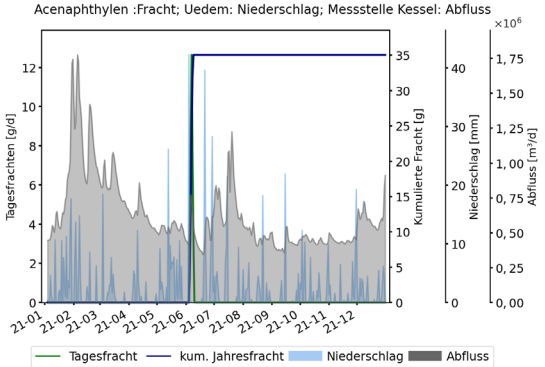
Jahresfracht Neuwerk:	6,10 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	104 g
Jahresfracht Viersen:	17,7 g
Jahresfracht Viller Mühle:	35,1 g

Kum. Jahresfracht 2022: alle Bilanzräume

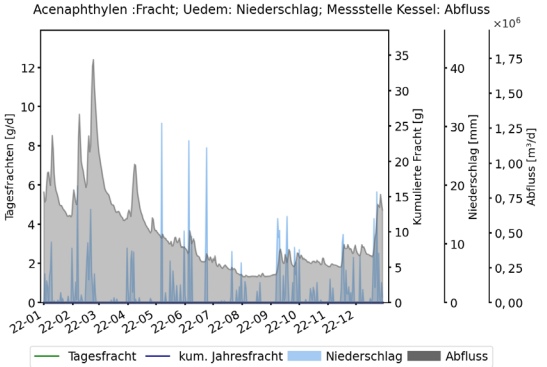


Jahresfracht Neuwerk:	0,454 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	0 g
Jahresfracht Viersen:	0,793 g
Jahresfracht Viller Mühle:	0 g

Kum. Jahresfracht 2021: Viller Mühle



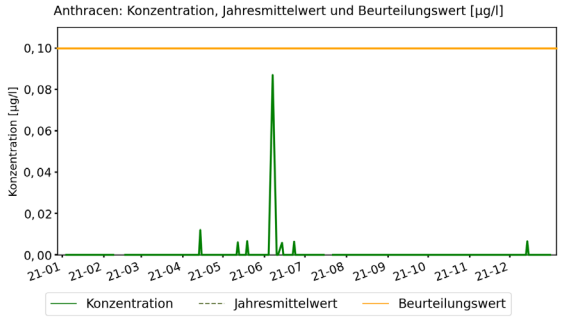
Kum. Jahresfracht 2022: Viller Mühle



9.2.3 Anthracen

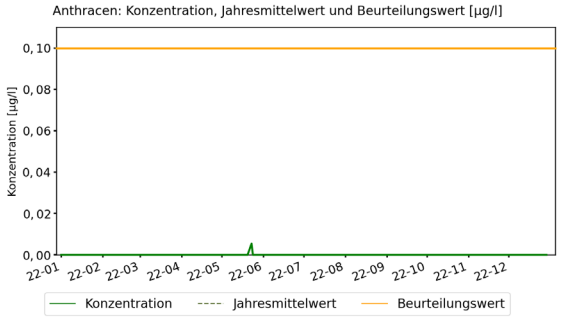
Beurteilungswert: 0,1 µg/l (OGewV)	Bestimmungsgrenze (BG): 0,005 µg/l

Messkonzentration 2021: Viller Mühle



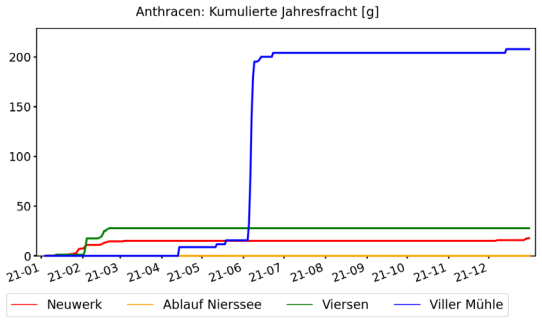
Jahresmittelwert:	0,000554 µg/l
Anzahl Messungen:	236
Anzahl Positivbefunde:	7

Messkonzentration 2022: Viller Mühle



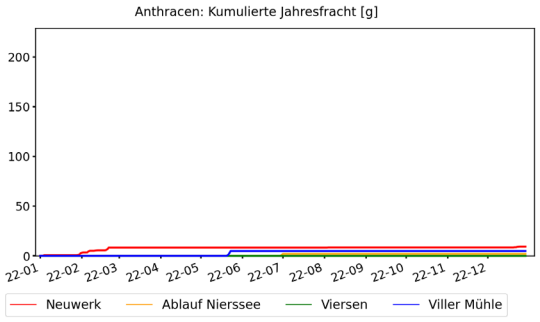
Jahresmittelwert:	$2{,}1\times10^{-05}$ µg/l
Anzahl Messungen:	262
Anzahl Positivbefunde:	1

Kum. Jahresfracht 2021: alle Bilanzräume



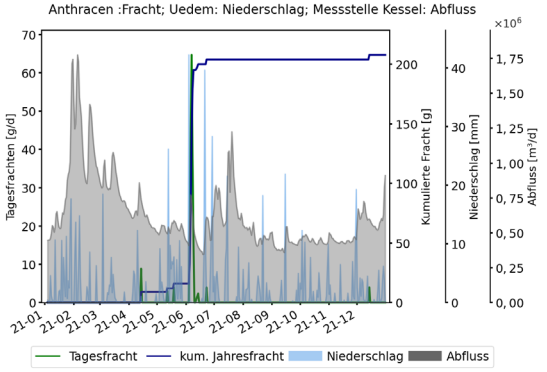
Jahresfracht Neuwerk:	17,9 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	0 g
Jahresfracht Viersen:	27,8 g
Jahresfracht Viller Mühle:	208 g

Kum. Jahresfracht 2022: alle Bilanzräume

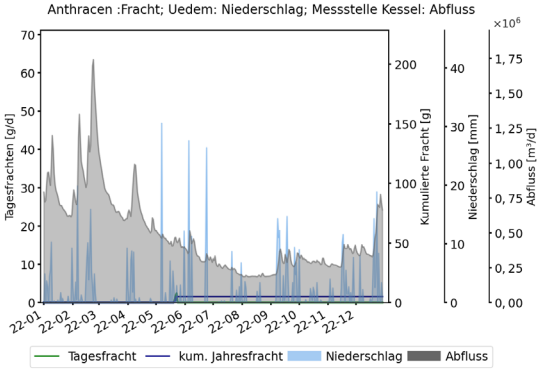


Jahresfracht Neuwerk:	9,44 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	2,13 g
Jahresfracht Viersen:	0 g
Jahresfracht Viller Mühle:	4,97 g

Kum. Jahresfracht 2021: Viller Mühle



Kum. Jahresfracht 2022: Viller Mühle

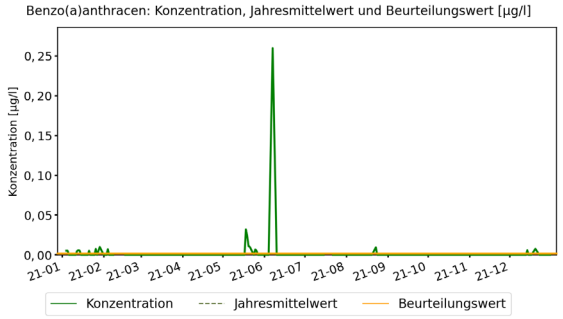


© Niersverband & FiW e.V. 2024

9.2.4 Benzo(a)anthracen

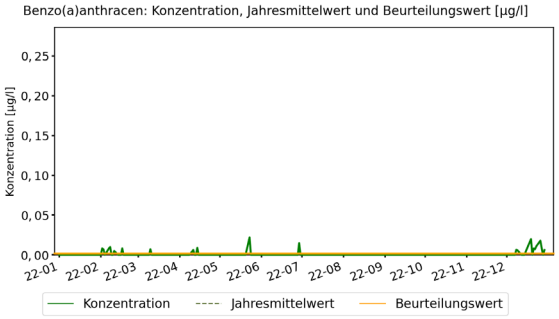
Beurteilungswert: 0,002 µg/l (Anhang D4)	Bestimmungsgrenze (BG): 0,005 µg/l

Messkonzentration 2021: Viller Mühle



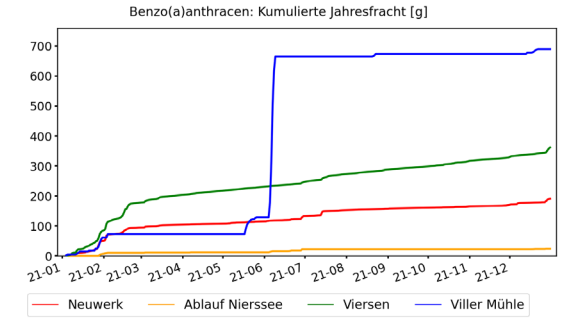
Jahresmittelwert:	0,00186 µg/l
Anzahl Messungen:	236
Anzahl Positivbefunde:	21

Messkonzentration 2022: Viller Mühle



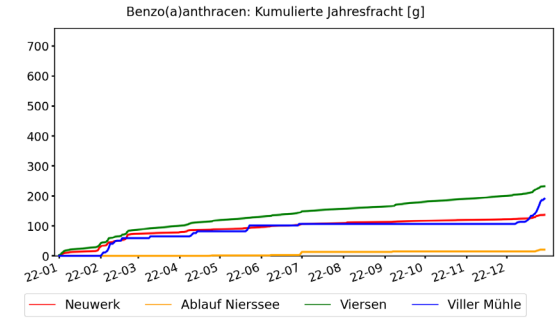
Jahresmittelwert:	0,000752 µg/l
Anzahl Messungen:	262
Anzahl Positivbefunde:	20

Kum. Jahresfracht 2021: alle Bilanzräume



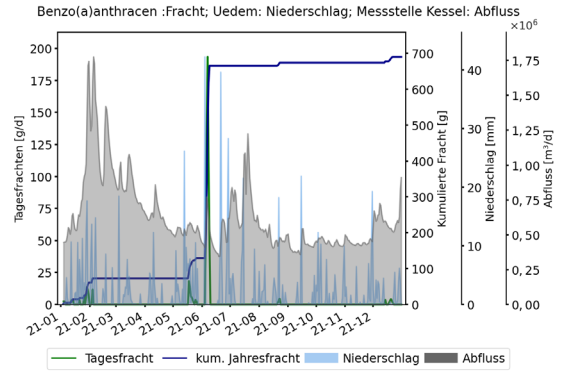
Jahresfracht Neuwerk:	191 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	24,2 g
Jahresfracht Viersen:	362 g
Jahresfracht Viller Mühle:	690 g

Kum. Jahresfracht 2022: alle Bilanzräume

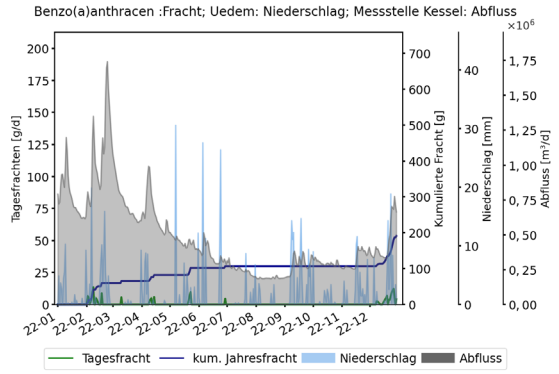


Jahresfracht Neuwerk:	137 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	20,8 g
Jahresfracht Viersen:	232 g
Jahresfracht Viller Mühle:	191 g

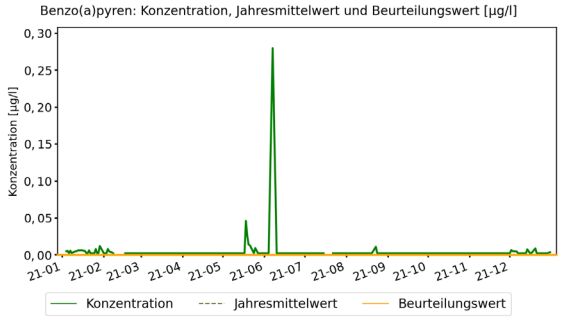
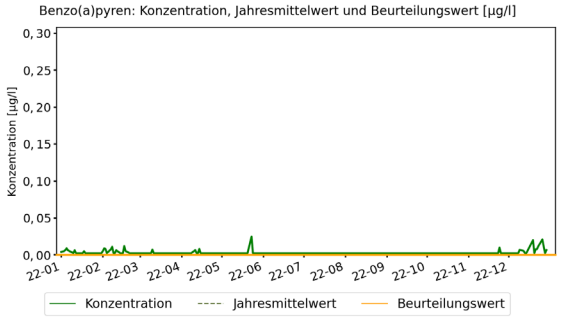
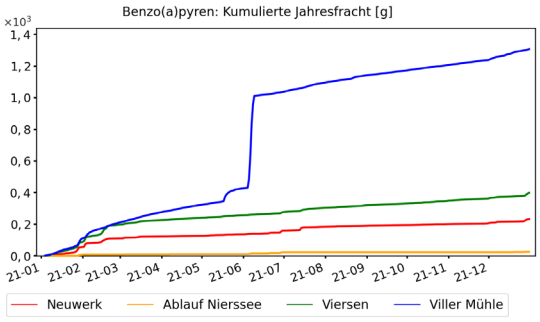
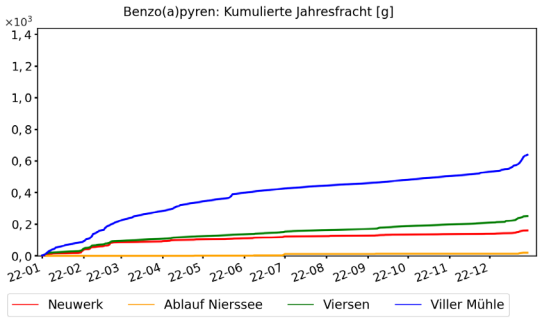
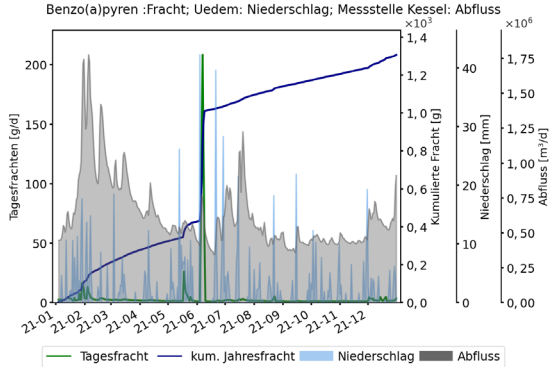
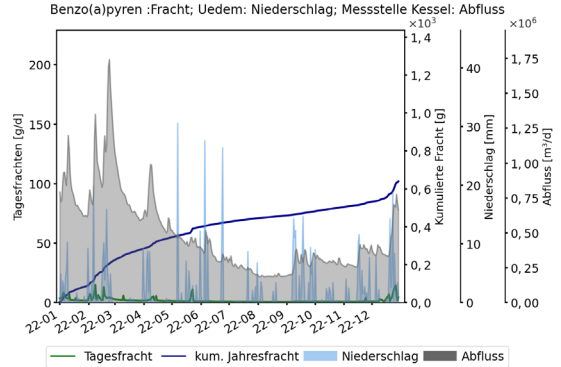
Kum. Jahresfracht 2021: Viller Mühle



Kum. Jahresfracht 2022: Viller Mühle



9.2.5 Benzo(a)pyren

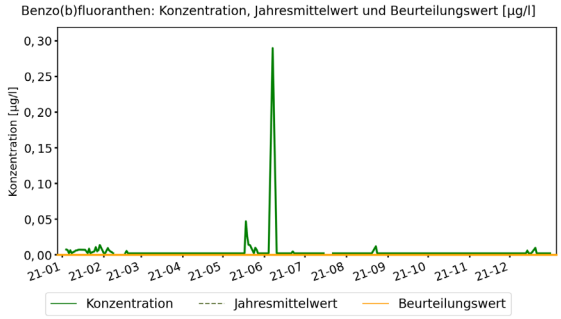
Beurteilungswert: 0,00017 µg/l (OGewV)	Bestimmungsgrenze (BG): 0,005 µg/l
Messkonzentration 2021: Viller Mühle	**Messkonzentration 2022: Viller Mühle**
	
Jahresmittelwert: 0,00447 µg/l Anzahl Messungen: 236 Anzahl Positivbefunde: 29	Jahresmittelwert: 0,00323 µg/l Anzahl Messungen: 262 Anzahl Positivbefunde: 29
Kum. Jahresfracht 2021: alle Bilanzräume	**Kum. Jahresfracht 2022: alle Bilanzräume**
	
Jahresfracht Neuwerk: 233 g Jahresfracht Ablauf Nierssee: 26,1 g Jahresfracht Viersen: 399 g Jahresfracht Viller Mühle: 1,31×10³ g	Jahresfracht Neuwerk: 161 g Jahresfracht Ablauf Nierssee: 20,8 g Jahresfracht Viersen: 251 g Jahresfracht Viller Mühle: 639 g
Kum. Jahresfracht 2021: Viller Mühle	**Kum. Jahresfracht 2022: Viller Mühle**
	

© Niersverband & FiW e.V. 2024

9.2.6 Benzo(b)fluoranthen

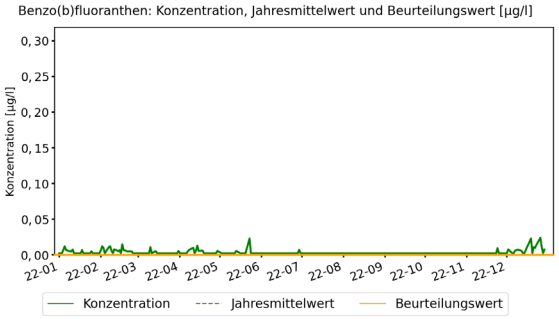
Beurteilungswert: 0,00017 µg/l (OGewV*)	Bestimmungsgrenze (BG): 0,005 µg/l

Messkonzentration 2021: Viller Mühle



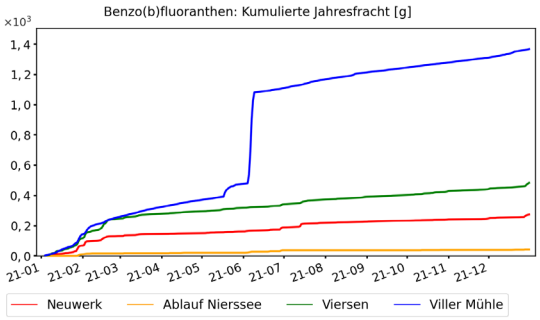
Jahresmittelwert:	0,00466 µg/l
Anzahl Messungen:	236
Anzahl Positivbefunde:	31

Messkonzentration 2022: Viller Mühle



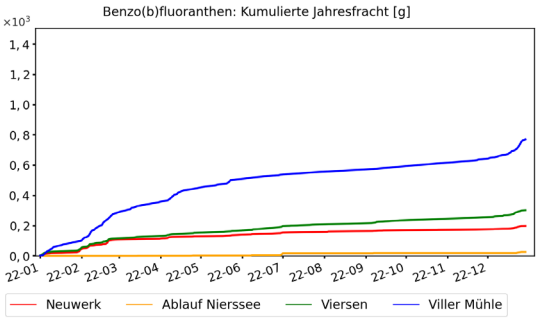
Jahresmittelwert:	0,00368 µg/l
Anzahl Messungen:	262
Anzahl Positivbefunde:	49

Kum. Jahresfracht 2021: alle Bilanzräume



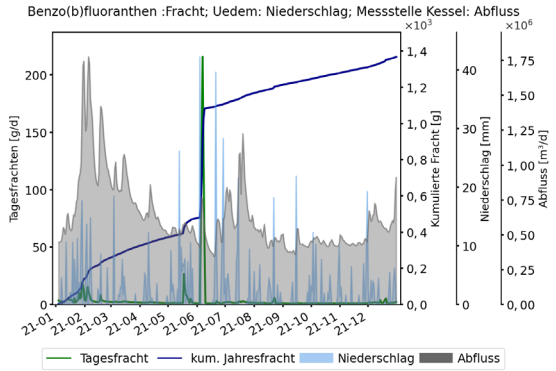
Jahresfracht Neuwerk:	274 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	42 g
Jahresfracht Viersen:	483 g
Jahresfracht Viller Mühle:	1,37×10³ g

Kum. Jahresfracht 2022: alle Bilanzräume

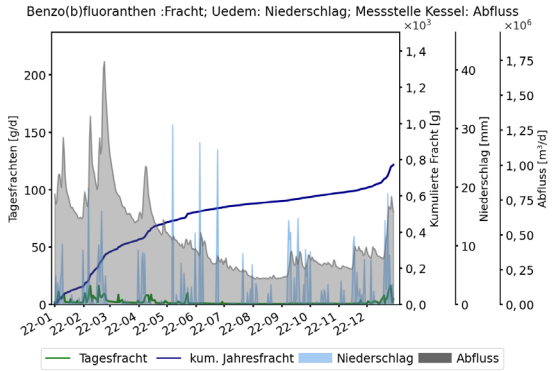


Jahresfracht Neuwerk:	198 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	26,8 g
Jahresfracht Viersen:	302 g
Jahresfracht Viller Mühle:	771 g

Kum. Jahresfracht 2021: Viller Mühle



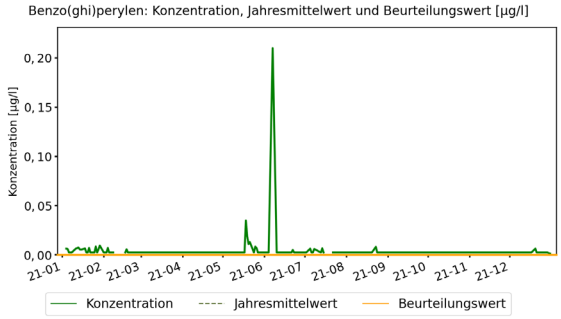
Kum. Jahresfracht 2022: Viller Mühle



9.2.7 Benzo(ghi)perylen

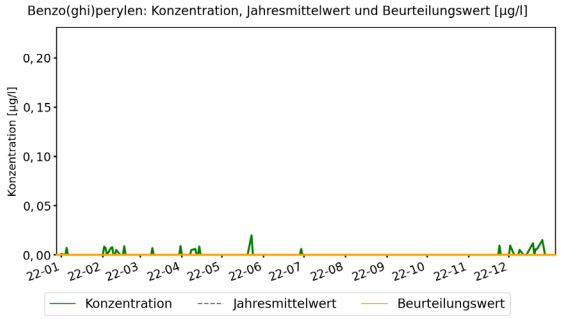
Beurteilungswert: 0,00017 µg/l (OGewV*)	Bestimmungsgrenze (BG): 0,005 µg/l

Messkonzentration 2021: Viller Mühle



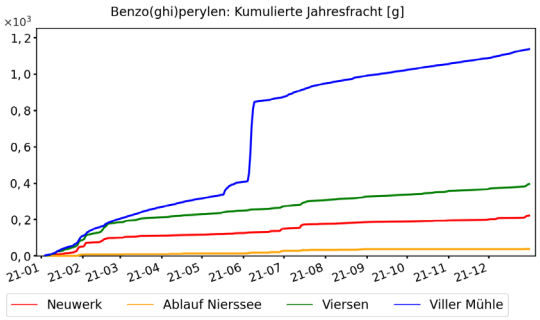
Jahresmittelwert:	0,00407 µg/l
Anzahl Messungen:	236
Anzahl Positivbefunde:	27

Messkonzentration 2022: Viller Mühle



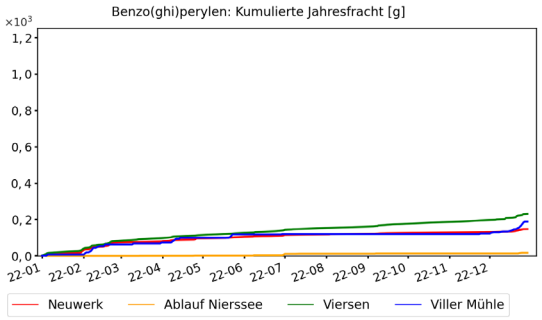
Jahresmittelwert:	0,000733 µg/l
Anzahl Messungen:	262
Anzahl Positivbefunde:	23

Kum. Jahresfracht 2021: alle Bilanzräume



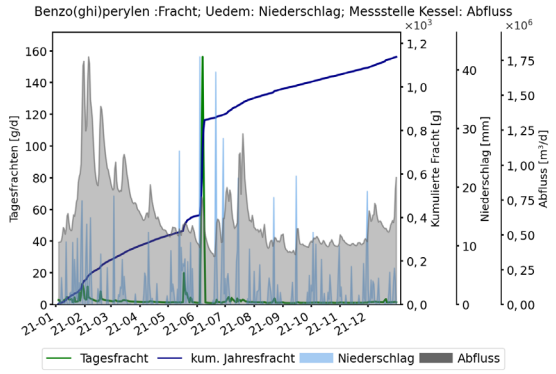
Jahresfracht Neuwerk:	222 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	38,2 g
Jahresfracht Viersen:	396 g
Jahresfracht Viller Mühle:	1,14×10³ g

Kum. Jahresfracht 2022: alle Bilanzräume

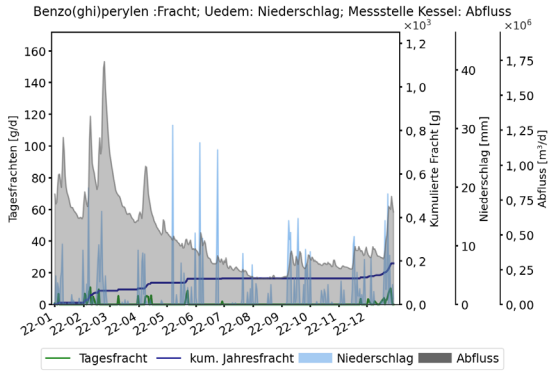


Jahresfracht Neuwerk:	148 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	17,5 g
Jahresfracht Viersen:	231 g
Jahresfracht Viller Mühle:	189 g

Kum. Jahresfracht 2021: Viller Mühle



Kum. Jahresfracht 2022: Viller Mühle

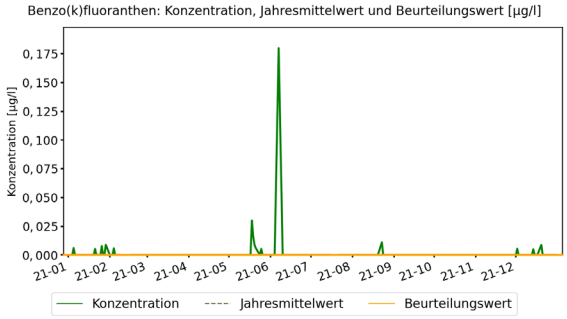


© Niersverband & FiW e.V. 2024

9.2.8 Benzo(k)fluoranthen

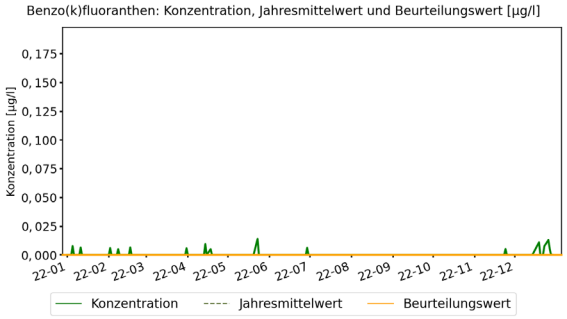
Beurteilungswert: 0,00017 µg/l (OGewV*)	Bestimmungsgrenze (BG): 0,005 µg/l

Messkonzentration 2021: Viller Mühle



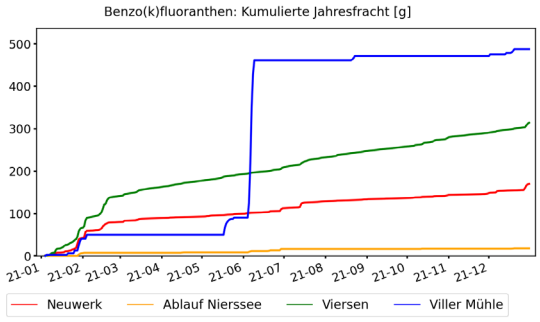
Jahresmittelwert:	0,00131 µg/l
Anzahl Messungen:	236
Anzahl Positivbefunde:	15

Messkonzentration 2022: Viller Mühle



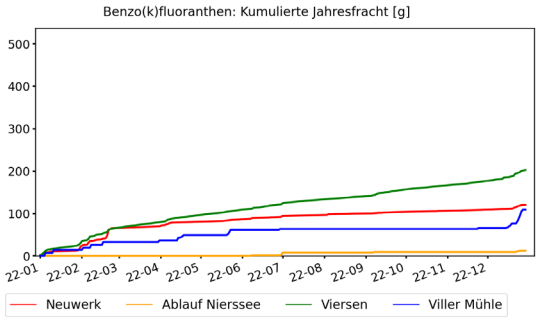
Jahresmittelwert:	0,000438 µg/l
Anzahl Messungen:	262
Anzahl Positivbefunde:	15

Kum. Jahresfracht 2021: alle Bilanzräume



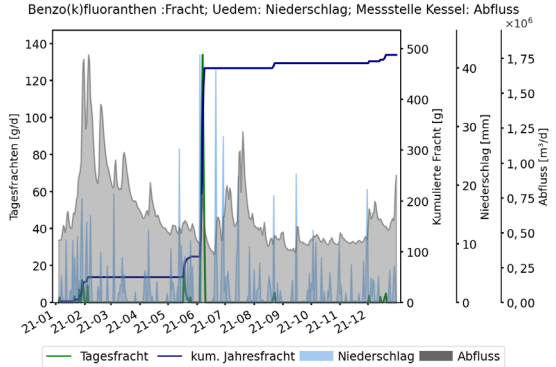
Jahresfracht Neuwerk:	170 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	18,1 g
Jahresfracht Viersen:	314 g
Jahresfracht Viller Mühle:	488 g

Kum. Jahresfracht 2022: alle Bilanzräume

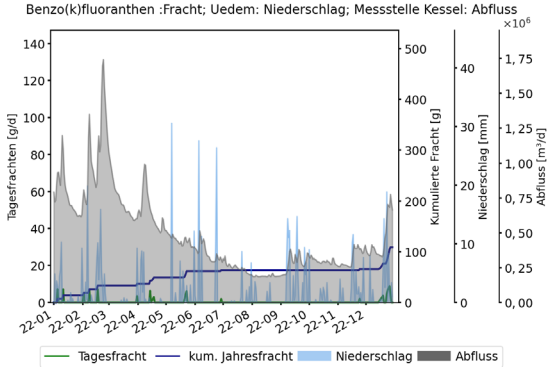


Jahresfracht Neuwerk:	120 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	12,3 g
Jahresfracht Viersen:	202 g
Jahresfracht Viller Mühle:	109 g

Kum. Jahresfracht 2021: Viller Mühle



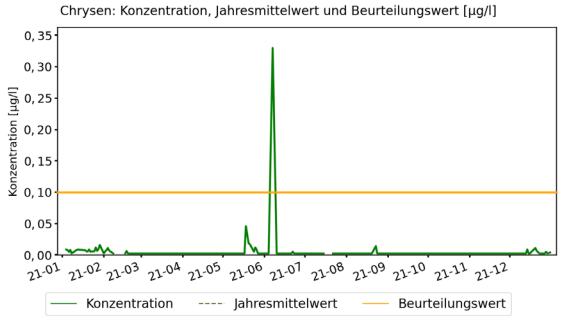
Kum. Jahresfracht 2022: Viller Mühle



9.2.9 Chrysen

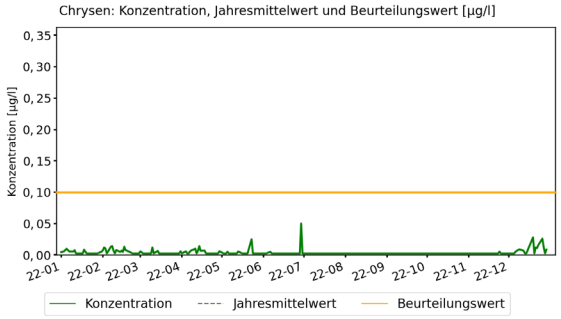
Beurteilungswert: 0,1 µg/l (Anhang D4)	Bestimmungsgrenze (BG): 0,005 µg/l

Messkonzentration 2021: Viller Mühle



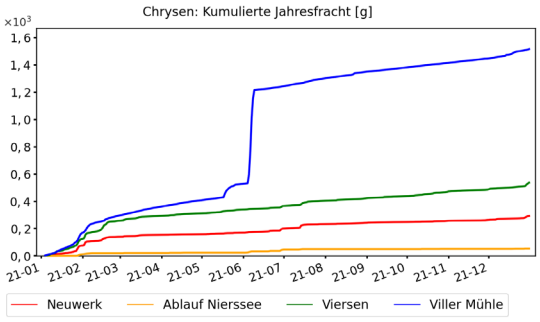
Jahresmittelwert:	0,00513 µg/l
Anzahl Messungen:	236
Anzahl Positivbefunde:	39

Messkonzentration 2022: Viller Mühle



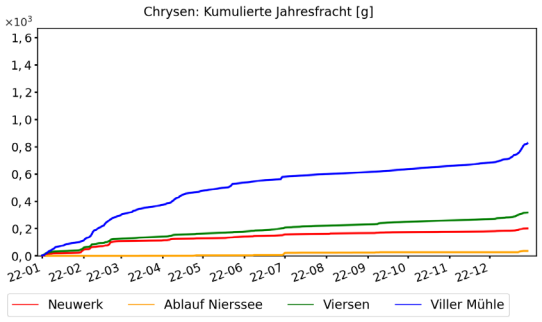
Jahresmittelwert:	0,00400 µg/l
Anzahl Messungen:	262
Anzahl Positivbefunde:	54

Kum. Jahresfracht 2021: alle Bilanzräume



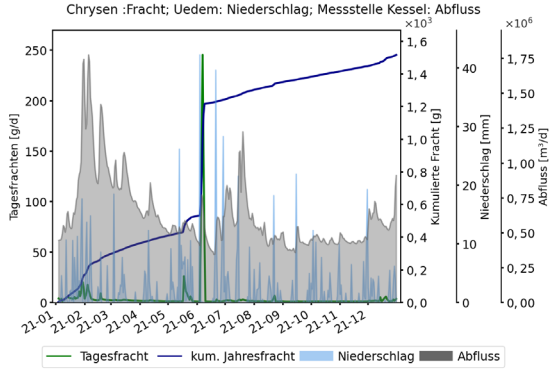
Jahresfracht Neuwerk:	293 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	54,4 g
Jahresfracht Viersen:	537 g
Jahresfracht Viller Mühle:	1,52×10³ g

Kum. Jahresfracht 2022: alle Bilanzräume

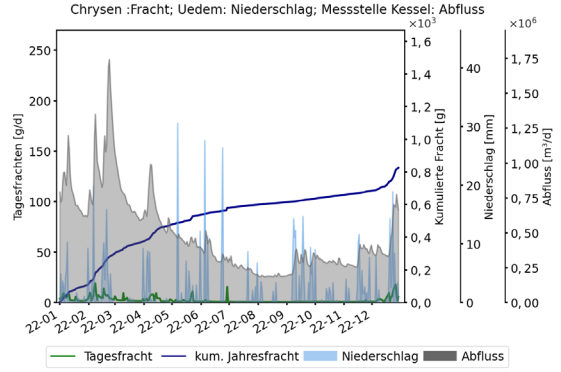


Jahresfracht Neuwerk:	201 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	36,9 g
Jahresfracht Viersen:	318 g
Jahresfracht Viller Mühle:	826 g

Kum. Jahresfracht 2021: Viller Mühle



Kum. Jahresfracht 2022: Viller Mühle

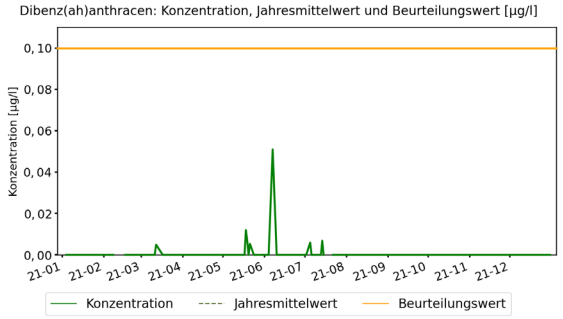


© Niersverband & FiW e.V. 2024

9.2.10 Dibenzo(a,h)anthrace

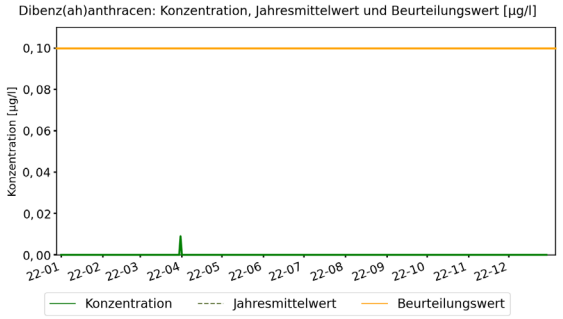
Beurteilungswert: 0,1 µg/l (Anhang D4)	Bestimmungsgrenze (BG): 0,005 µg/l

Messkonzentration 2021: Viller Mühle



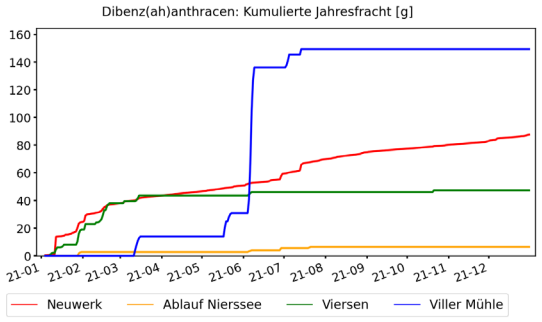
Jahresmittelwert:	0,000396 µg/l
Anzahl Messungen:	236
Anzahl Positivbefunde:	7

Messkonzentration 2022: Viller Mühle



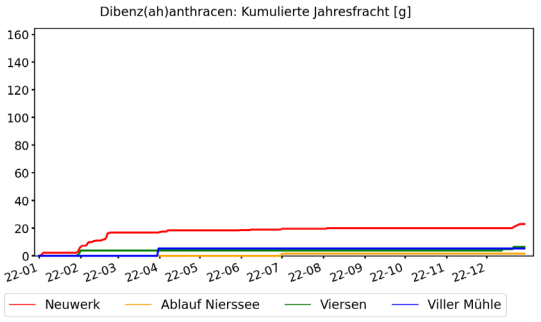
Jahresmittelwert:	$3{,}47\times10^{-05}$ µg/l
Anzahl Messungen:	262
Anzahl Positivbefunde:	1

Kum. Jahresfracht 2021: alle Bilanzräume



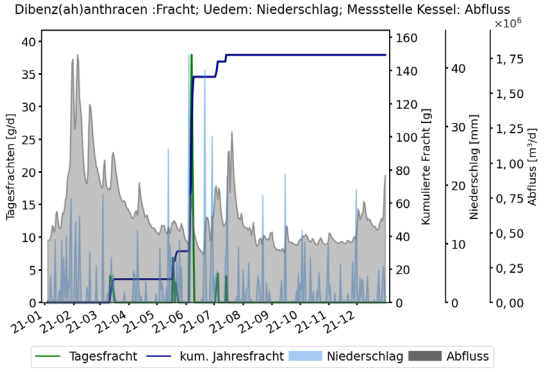
Jahresfracht Neuwerk:	87,6 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	6,55 g
Jahresfracht Viersen:	47,39 g
Jahresfracht Viller Mühle:	149 g

Kum. Jahresfracht 2022: alle Bilanzräume

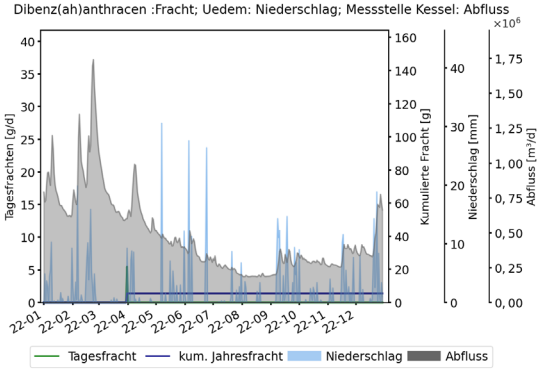


Jahresfracht Neuwerk:	23,1 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	1,67 g
Jahresfracht Viersen:	6,52 g
Jahresfracht Viller Mühle:	5,47 g

Kum. Jahresfracht 2021: Viller Mühle



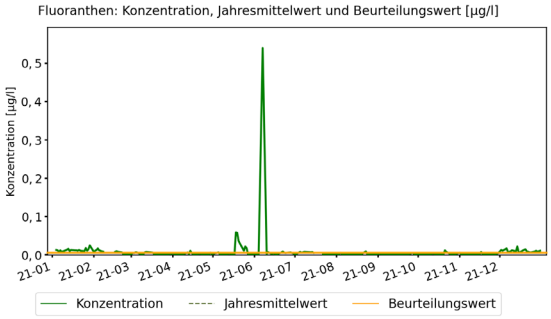
Kum. Jahresfracht 2022: Viller Mühle



9.2.11 Fluoranthen

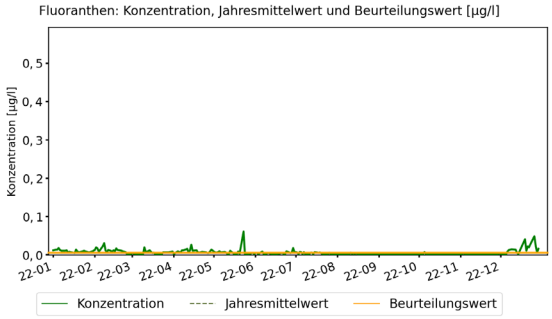
Beurteilungswert: 0,0063 µg/l (OGewV)	Bestimmungsgrenze (BG): 0,005 µg/l

Messkonzentration 2021: Viller Mühle



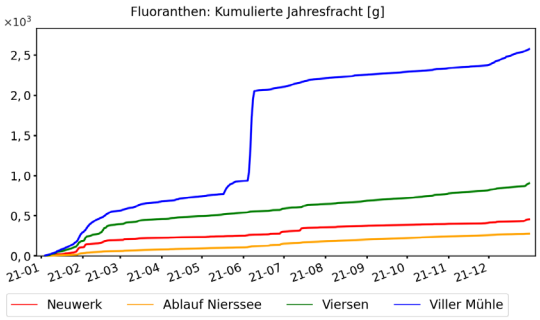
Jahresmittelwert:	0,00826 µg/l
Anzahl Messungen:	236
Anzahl Positivbefunde:	98

Messkonzentration 2022: Viller Mühle



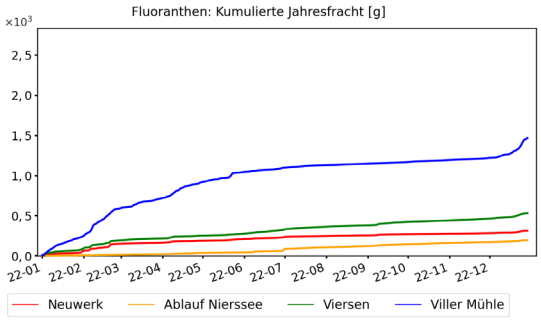
Jahresmittelwert:	0,00653 µg/l
Anzahl Messungen:	262
Anzahl Positivbefunde:	124

Kum. Jahresfracht 2021: alle Bilanzräume



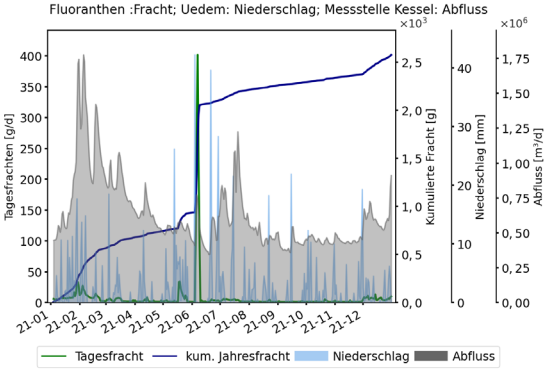
Jahresfracht Neuwerk:	456 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	279 g
Jahresfracht Viersen:	905 g
Jahresfracht Viller Mühle:	2,58×10³ g

Kum. Jahresfracht 2022: alle Bilanzräume

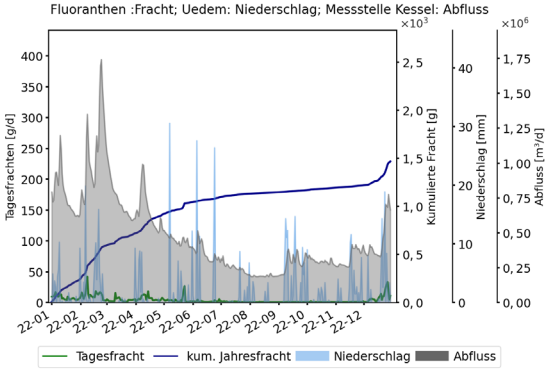


Jahresfracht Neuwerk:	313 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	197 g
Jahresfracht Viersen:	533 g
Jahresfracht Viller Mühle:	1,47×10³ g

Kum. Jahresfracht 2021: Viller Mühle



Kum. Jahresfracht 2022: Viller Mühle

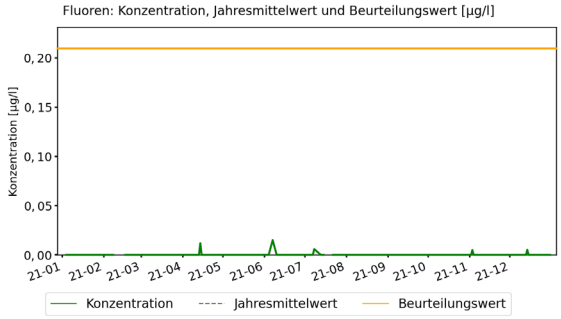


© Niersverband & FiW e.V. 2024

9.2.12 Fluoren

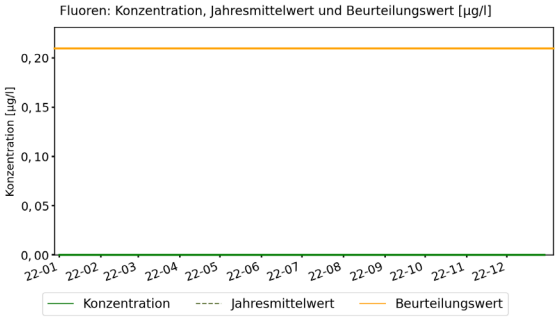
Beurteilungswert: 0,21 µg/l (Anhang D4)	Bestimmungsgrenze (BG): 0,005 µg/l

Messkonzentration 2021: Viller Mühle



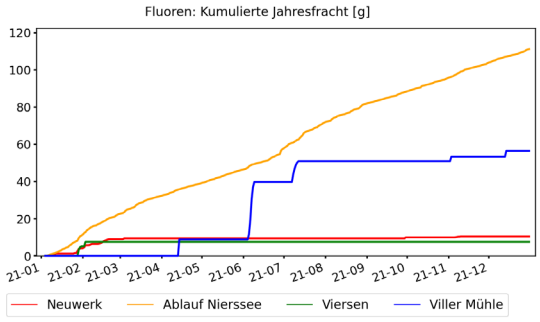
Jahresmittelwert:	0,000183 µg/l
Anzahl Messungen:	236
Anzahl Positivbefunde:	5

Messkonzentration 2022: Viller Mühle



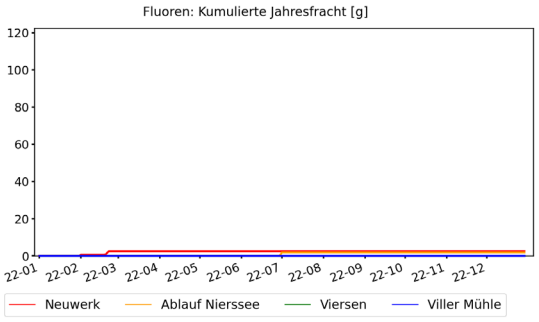
Jahresmittelwert:	0 µg/l
Anzahl Messungen:	262
Anzahl Positivbefunde:	0

Kum. Jahresfracht 2021: alle Bilanzräume



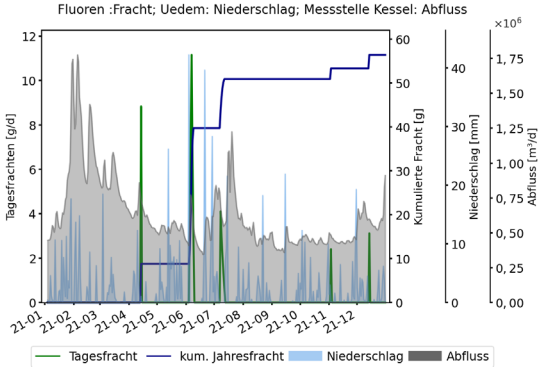
Jahresfracht Neuwerk:	10,45 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	111 g
Jahresfracht Viersen:	7,62 g
Jahresfracht Viller Mühle:	56,4 g

Kum. Jahresfracht 2022: alle Bilanzräume

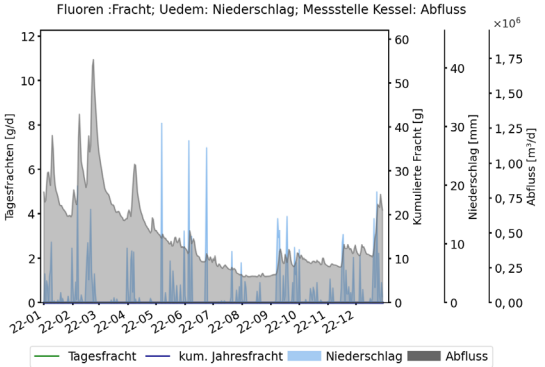


Jahresfracht Neuwerk:	2,52 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	1,96 g
Jahresfracht Viersen:	0 g
Jahresfracht Viller Mühle:	0 g

Kum. Jahresfracht 2021: Viller Mühle



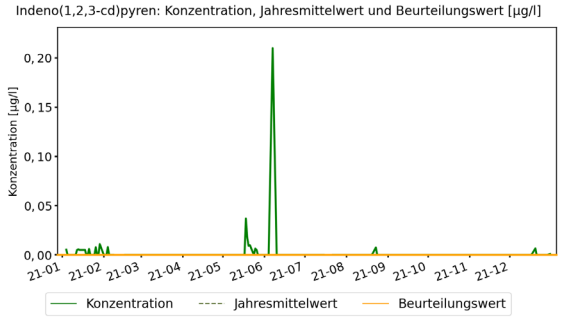
Kum. Jahresfracht 2022: Viller Mühle



9.2.13 Indeno(1,2,3-cd)pyren

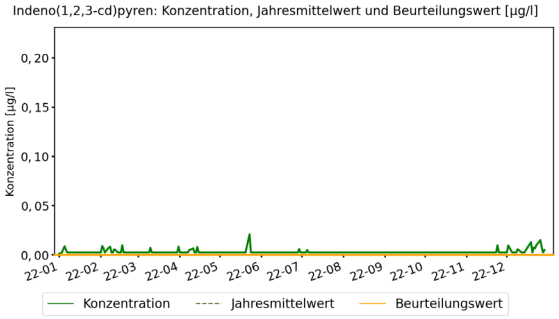
Beurteilungswert: 0,00017 µg/l (OGewV*)	Bestimmungsgrenze (BG): 0,005 µg/l

Messkonzentration 2021: Viller Mühle



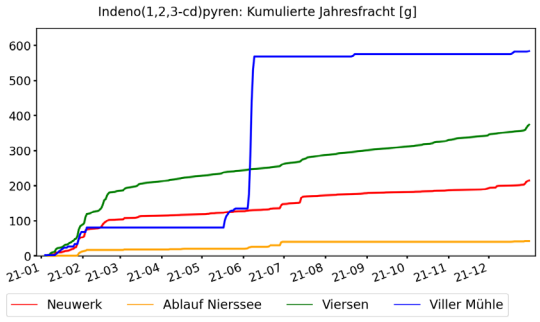
Jahresmittelwert:	0,00159 µg/l
Anzahl Messungen:	236
Anzahl Positivbefunde:	19

Messkonzentration 2022: Viller Mühle



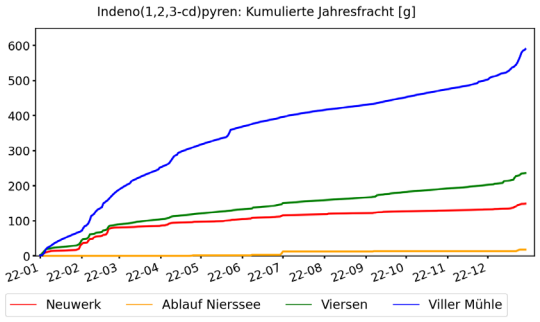
Jahresmittelwert:	0,00310 µg/l
Anzahl Messungen:	262
Anzahl Positivbefunde:	27

Kum. Jahresfracht 2021: alle Bilanzräume



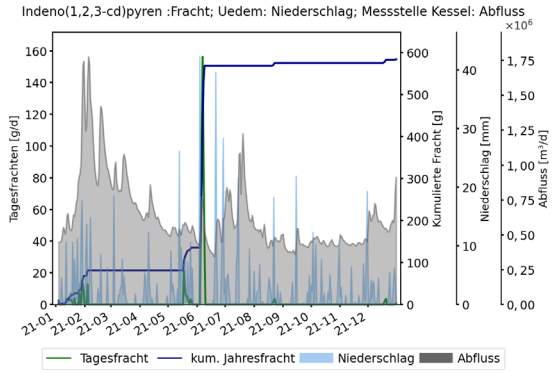
Jahresfracht Neuwerk:	215 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	42,2 g
Jahresfracht Viersen:	374 g
Jahresfracht Viller Mühle:	584 g

Kum. Jahresfracht 2022: alle Bilanzräume

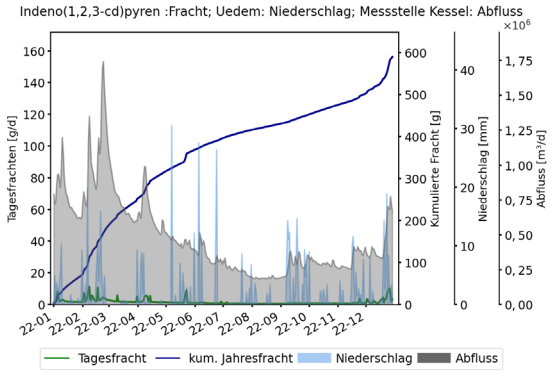


Jahresfracht Neuwerk:	149 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	17,8 g
Jahresfracht Viersen:	236 g
Jahresfracht Viller Mühle:	590 g

Kum. Jahresfracht 2021: Viller Mühle



Kum. Jahresfracht 2022: Viller Mühle

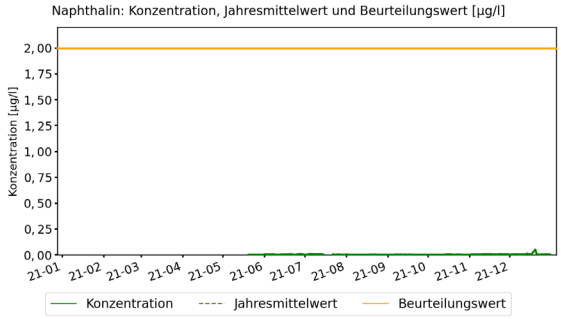


© Niersverband & FiW e.V. 2024

9.2.14 Naphthalin

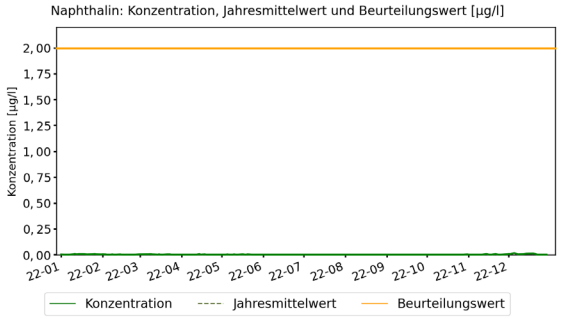
Beurteilungswert: 2 µg/l (OGewV)	Bestimmungsgrenze (BG): 0,005 µg/l

Messkonzentration 2021: Viller Mühle



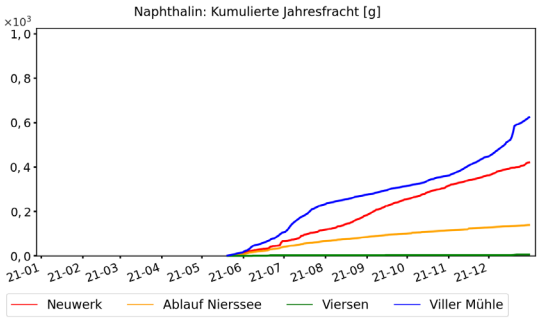
Jahresmittelwert:	0,00498 µg/l
Anzahl Messungen:	148
Anzahl Positivbefunde:	75

Messkonzentration 2022: Viller Mühle



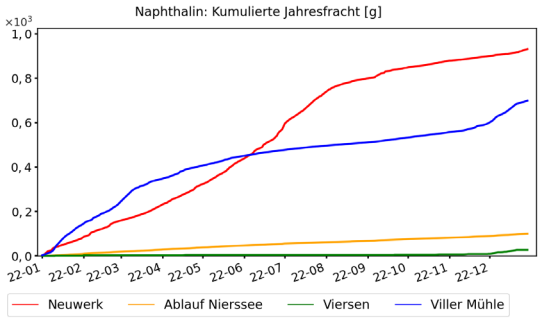
Jahresmittelwert:	0,00368 µg/l
Anzahl Messungen:	262
Anzahl Positivbefunde:	63

Kum. Jahresfracht 2021: alle Bilanzräume



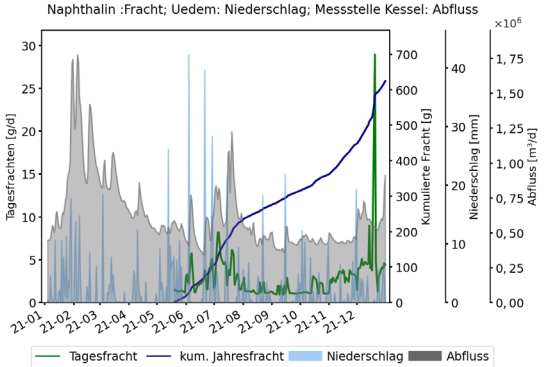
Jahresfracht Neuwerk:	422 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	140 g
Jahresfracht Viersen:	6,79 g
Jahresfracht Viller Mühle:	624 g

Kum. Jahresfracht 2022: alle Bilanzräume

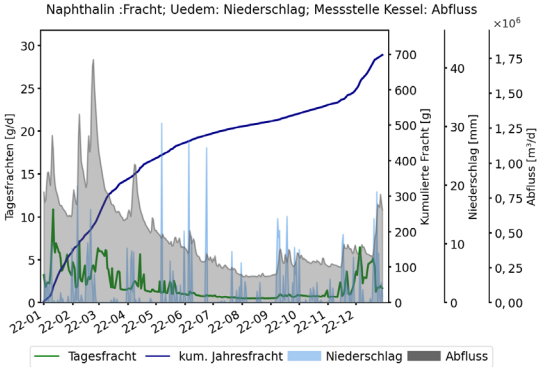


Jahresfracht Neuwerk:	931 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	100 g
Jahresfracht Viersen:	27,30 g
Jahresfracht Viller Mühle:	698 g

Kum. Jahresfracht 2021: Viller Mühle



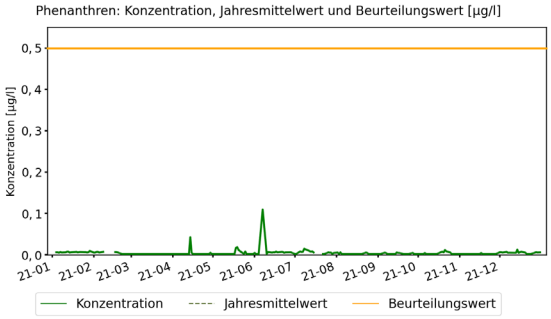
Kum. Jahresfracht 2022: Viller Mühle



9.2.15 Phenanthren

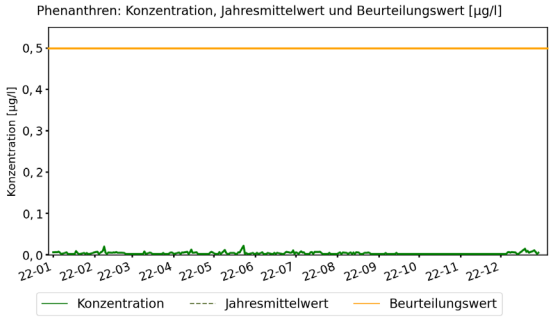
Beurteilungswert: 0,5 µg/l (Anhang D4)	Bestimmungsgrenze (BG): 0,005 µg/l

Messkonzentration 2021: Viller Mühle



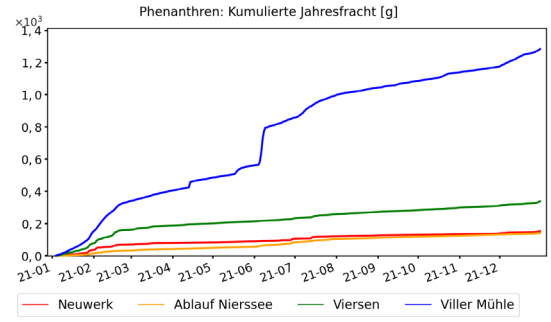
Jahresmittelwert:	0,00494 µg/l
Anzahl Messungen:	236
Anzahl Positivbefunde:	98

Messkonzentration 2022: Viller Mühle



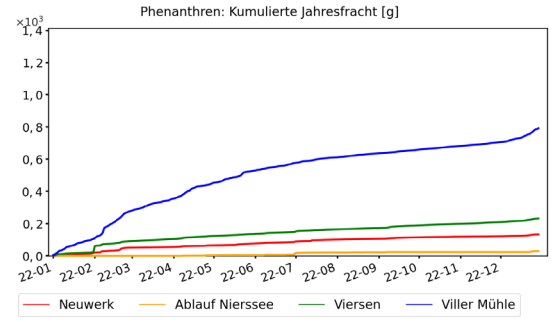
Jahresmittelwert:	0,00417 µg/l
Anzahl Messungen:	262
Anzahl Positivbefunde:	105

Kum. Jahresfracht 2021: alle Bilanzräume



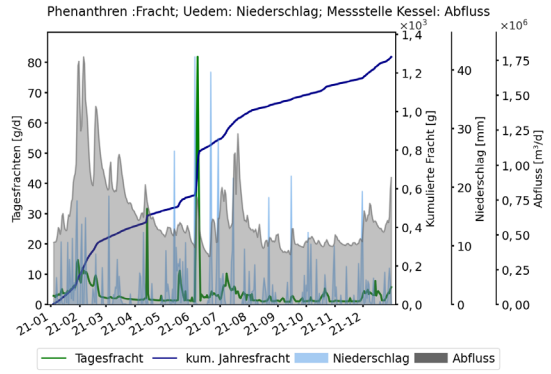
Jahresfracht Neuwerk:	153 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	141 g
Jahresfracht Viersen:	338 g
Jahresfracht Viller Mühle:	1,28×10³ g

Kum. Jahresfracht 2022: alle Bilanzräume

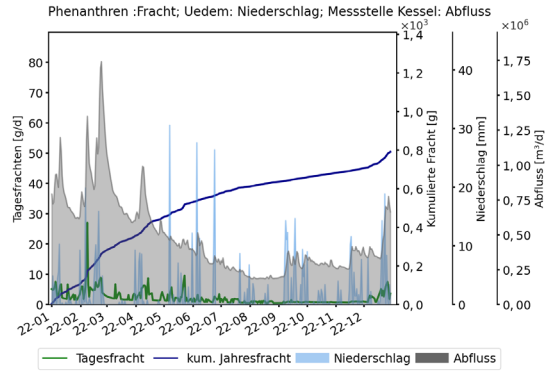


Jahresfracht Neuwerk:	133 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	29,5 g
Jahresfracht Viersen:	232 g
Jahresfracht Viller Mühle:	792 g

Kum. Jahresfracht 2021: Viller Mühle



Kum. Jahresfracht 2022: Viller Mühle

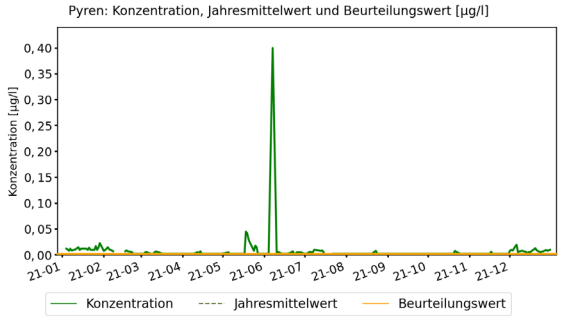


© Niersverband & FiW e.V. 2024

9.2.16 Pyren

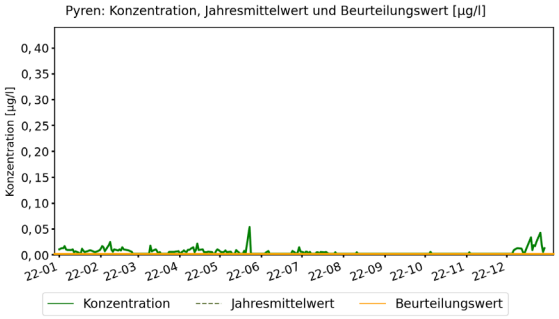
Beurteilungswert: 0,0023 µg/l (Anhang D4)	Bestimmungsgrenze (BG): 0,005 µg/l

Messkonzentration 2021: Viller Mühle



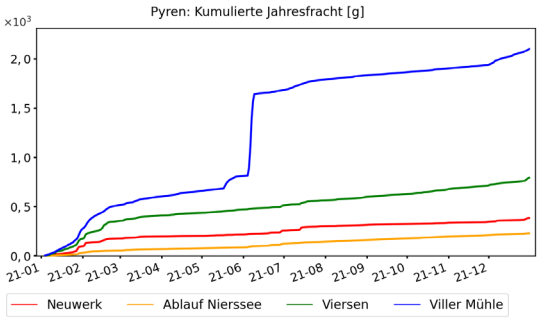
Jahresmittelwert:	0,00681 µg/l
Anzahl Messungen:	236
Anzahl Positivbefunde:	79

Messkonzentration 2022: Viller Mühle



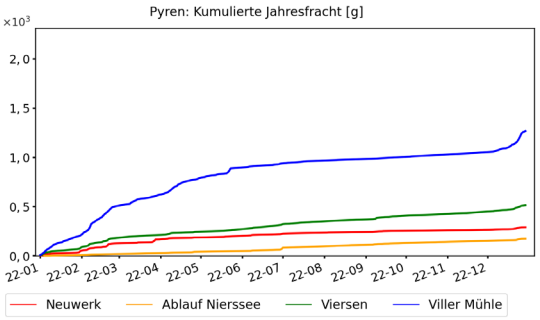
Jahresmittelwert:	0,00568 µg/l
Anzahl Messungen:	262
Anzahl Positivbefunde:	109

Kum. Jahresfracht 2021: alle Bilanzräume



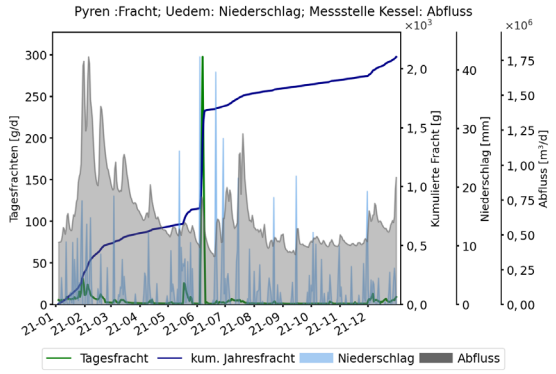
Jahresfracht Neuwerk:	384 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	230 g
Jahresfracht Viersen:	794 g
Jahresfracht Viller Mühle:	2,1×10³ g

Kum. Jahresfracht 2022: alle Bilanzräume

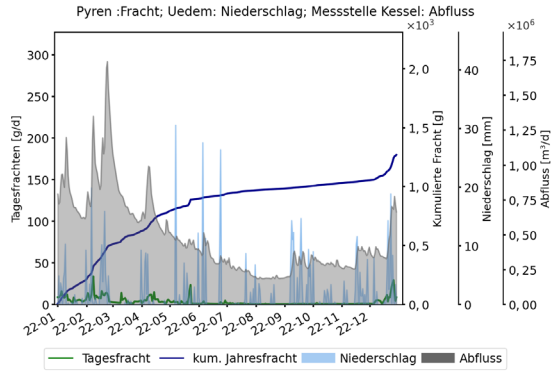


Jahresfracht Neuwerk:	292 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	175 g
Jahresfracht Viersen:	515 g
Jahresfracht Viller Mühle:	1,27×10³ g

Kum. Jahresfracht 2021: Viller Mühle



Kum. Jahresfracht 2022: Viller Mühle



9.3 Steckbriefe der Arzneimittel

Die Bestimmung der Arzneimittel erfolgte nach DIN EN ISO 21676 (Bestimmung ausgewählter Arzneimittelwirkstoffe, Transformationsprodukte und weiterer organischer Stoffe gelöst in Wasser und behandeltem Abwasser - Verfahren mittels Hochleistungs-Fiüssigkeitschromatographie und massenspektrometrischer Detektion (HPLC-MS/MS oder -HRMS) nach Direktinjektion (ISO 21676:2018); Deutsche Fassung EN ISO 2167).

Die Probe wird durch einen konditionierten Spritzenfilter in ein Vial filtriert und mit internen Standards versetzt. Die Vermessung und Quantifizierung erfolgen mittels Hochleistungs-Flüssigchromatographie mit anschließender Tandem-Massenspektrometrie (HPLC-MS/MS). Die relevantesten Informationen zu der Probenvorbereitung und zum Messsystem sind in den folgenden Tabellen aufgeführt.

Tabelle 4: Geräte / Parameter zur Vorbereitung der Arzneimittel

Geräte/Parameter	Werte/Einstellungen
Spritzenfilter	RC 0,2 µm, 15 mm (Fa.: Phenomenex)
Standard Quantifizierung	Pharma-Mix 22 (Custom) (Fa.: Neochema)
Standard intern	sechs deuterierte Einzellösungen verschiedener Hersteller

Tabelle 5: Informationen zum Messsystem HPLC-MS/MS zur Bestimmung der Arzneimittel

Geräte/Parameter	Werte/Einstellungen
HPLC-MS/MS System	8030 Plus, Fa. Shimadzu
Eluenten	A: 0,01 % Ameisensäure (Fa.: Fluka) in Reinstwasser B: Methanol, LC-MS grade (Fa.: Roth)
Eluentenprogramm	0 min – 0 % B 20 min – 100 % B 22 min – 100 % B 23 min – 0 % B 30 min – 0 % B
Fluss	0,2 ml/min
Injektionsvolumen	100 µl
Trennsäule	Kinetex, 2,6 µm, Biphenyl, 100 x 2,1 mm (Fa.: Phenomenex) C18 Kinetex 2.6µm EVO C18 100 x 2.1 mm, (Fa.: Phenomenex, ausschließlich für Ibuprofen)
Säulentemperatur	40 °C
Interface	ESI positiv / negativ
Messmodus	MRM

© Niersverband & FiW e.V. 2024

Tabelle 6: Übersicht der Untersuchungsparameter der Stoffgruppe Arzneimittel

Stoff	BG [µg/l]	CAS-Nummer
Atenolol	0,02	29122-68-7
Azithromycin	0,05	83905-01-5
1H-Benzotriazol*	0,02	95-14-7
Bezafibrat	0,02	41859-67-0
Bisoprolol	0,02	66722-44-9
Carbamazepin	0,02	298-46-4
Ciprofloxacin	0,05	85721-33-1
Clarithromycin	0,02	81103-11-9
Clofibrinsäure	0,02	882-09-7
Diclofenac	0,02	15307-86-5
Erythromycin	0,02	114-07-8
Ibuprofen	0,05	15687-27-1
Iopamidol	0,02	60166-93-0
Iopromid	0,02	73334-07-3
Metoprolol	0,02	51384-51-1
Naproxen	0,02	22204-53-1
Oxazepam	0,02	604-75-1
Roxithromycin	0,02	80214-83-1
Sotalol	0,02	3930-20-9
Sulfamethazin	0,02	57-68-1
Sulfamethoxazol	0,02	723-46-6
Trimethoprim	0,02	738-70-5

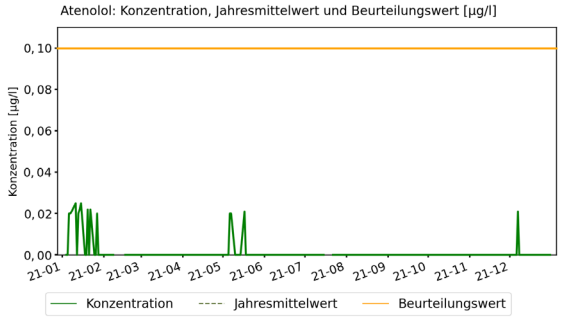
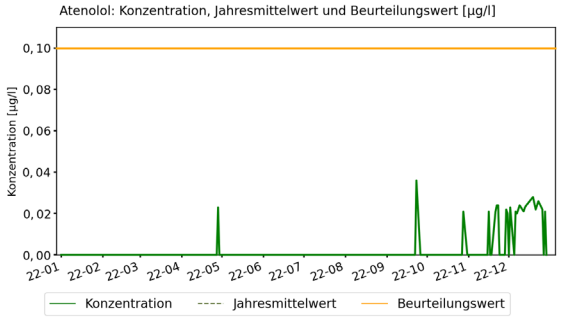
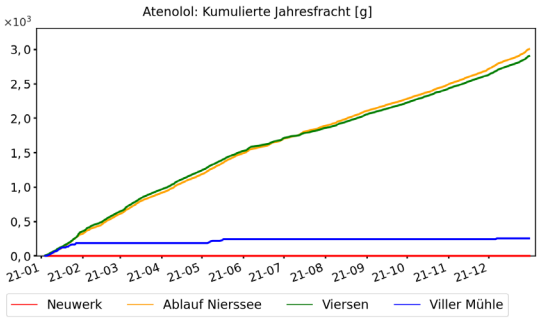
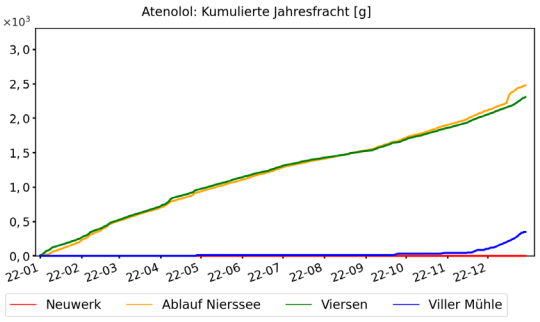
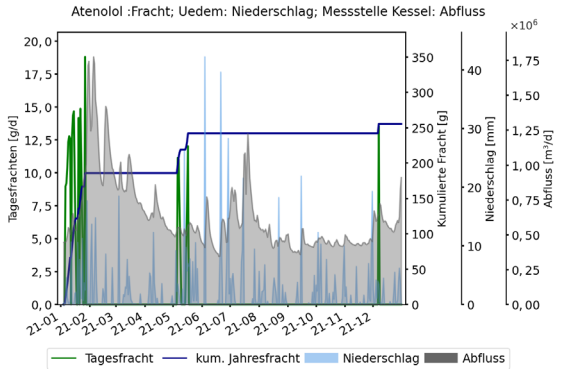
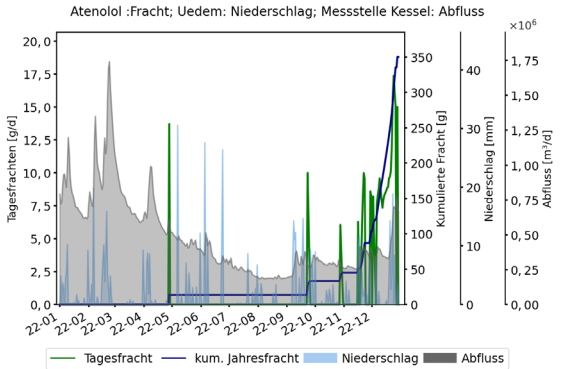
Obwohl 1H-Benzotriazol kein Arzneimittel ist, wird dieser Stoff in der Gruppe der Arzneimittel aus analytischen Gründen miterfasst.

Folgende Beurteilungswerte werden zur Bewertung der gemessenen Gewässer-konzentrationen herangezogen:

- Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer, Anlage 8 (OGewV 2016)
- Monitoringleitfaden Oberflächengewässer – Anhang D4 (MULNV 2018)
- EC EQS: Environmental Quality Standards der Europäischen Kommission (Leverett et al. 2021)

© Niersverband & FiW e.V. 2024

9.3.1 Atenolol

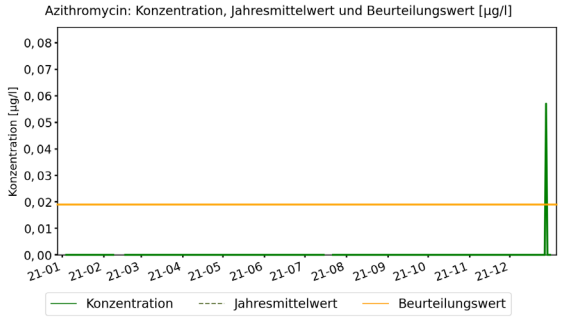
Beurteilungswert: 0,1 µg/l (Anhang D4)	Bestimmungsgrenze (BG): 0,02 µg/l
Messkonzentration 2021: Viller Mühle	**Messkonzentration 2022: Viller Mühle**
	
Jahresmittelwert: 0,00127 µg/l Anzahl Messungen: 236 Anzahl Positivbefunde: 14	Jahresmittelwert: 0,00211 µg/l Anzahl Messungen: 264 Anzahl Positivbefunde: 24
Kum. Jahresfracht 2021: alle Bilanzräume	**Kum. Jahresfracht 2022: alle Bilanzräume**
	
Jahresfracht Neuwerk: 0 g Jahresfracht Ablauf Nierssee: 3,01×10³ g Jahresfracht Viersen: 2,91×10³ g Jahresfracht Viller Mühle: 256 g	Jahresfracht Neuwerk: 0 g Jahresfracht Ablauf Nierssee: 2,48×10³ g Jahresfracht Viersen: 2,31×10³ g Jahresfracht Viller Mühle: 350 g
Kum. Jahresfracht 2021: Viller Mühle	**Kum. Jahresfracht 2022: Viller Mühle**
	

© Niersverband & FiW e.V. 2024

9.3.2 Azithromycin

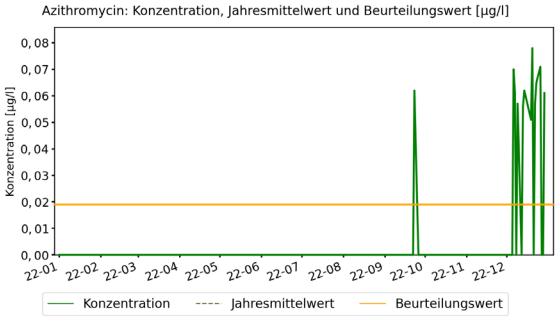
Beurteilungswert: 0,019 µg/l (Anhang D4)	Bestimmungsgrenze (BG): 0,05 µg/l

Messkonzentration 2021: Viller Mühle



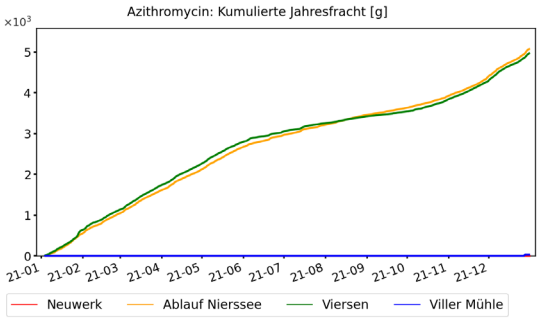
Jahresmittelwert:	0,000242 µg/l
Anzahl Messungen:	236
Anzahl Positivbefunde:	1

Messkonzentration 2022: Viller Mühle



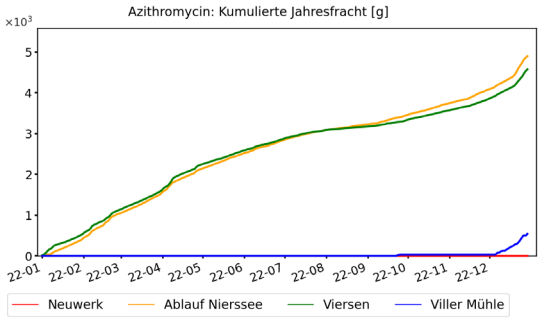
Jahresmittelwert:	0,002845 µg/l
Anzahl Messungen:	264
Anzahl Positivbefunde:	12

Kum. Jahresfracht 2021: alle Bilanzräume



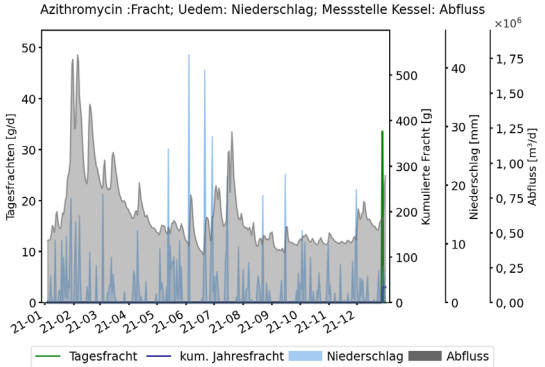
Jahresfracht Neuwerk:	0 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	5,08×10³ g
Jahresfracht Viersen:	4,97×10³ g
Jahresfracht Viller Mühle:	33,5 g

Kum. Jahresfracht 2022: alle Bilanzräume

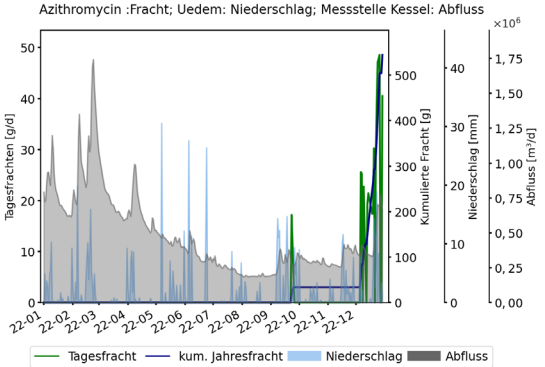


Jahresfracht Neuwerk:	0 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	4,9×10³ g
Jahresfracht Viersen:	4,58×10³ g
Jahresfracht Viller Mühle:	545 g

Kum. Jahresfracht 2021: Viller Mühle



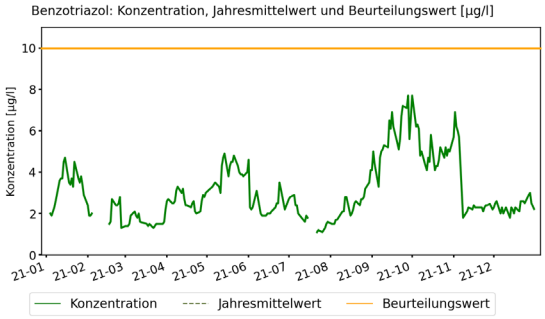
Kum. Jahresfracht 2022: Viller Mühle



9.3.3 Benzotriazol

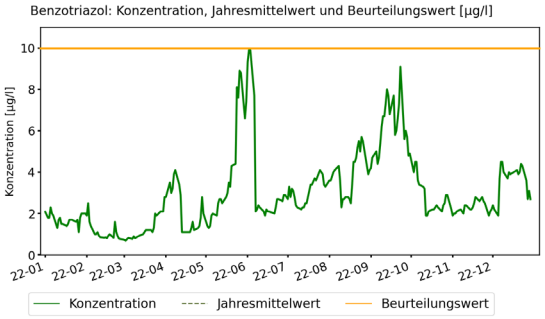
Beurteilungswert: 10 µg/l (Anhang D4)	Bestimmungsgrenze (BG): 0,02 µg/l

Messkonzentration 2021: Viller Mühle



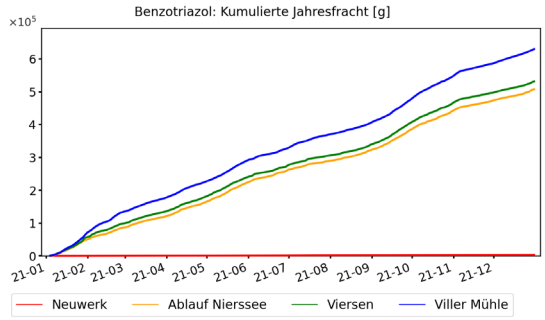
Jahresmittelwert:	3,13 µg/l
Anzahl Messungen:	234
Anzahl Positivbefunde:	234

Messkonzentration 2022: Viller Mühle



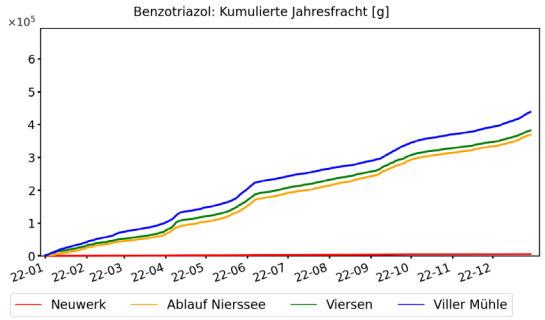
Jahresmittelwert:	3,04 µg/l
Anzahl Messungen:	264
Anzahl Positivbefunde:	264

Kum. Jahresfracht 2021: alle Bilanzräume



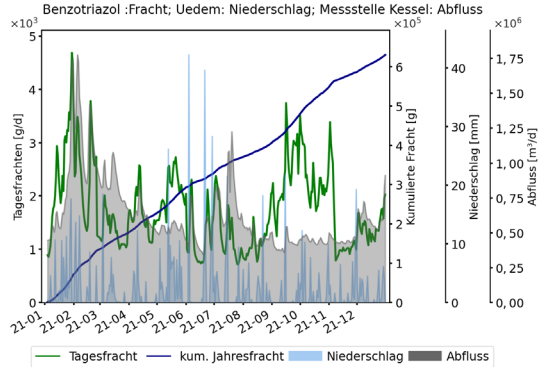
Jahresfracht Neuwerk:	3,32×10³ g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	5,08×10⁵ g
Jahresfracht Viersen:	5,32×10⁵ g
Jahresfracht Viller Mühle:	6,30×10⁵ g

Kum. Jahresfracht 2022: alle Bilanzräume

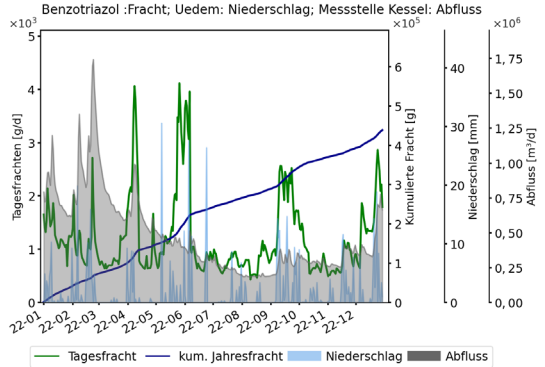


Jahresfracht Neuwerk:	5,63×10³ g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	3,69×10⁵ g
Jahresfracht Viersen:	3,82×10⁵ g
Jahresfracht Viller Mühle:	4,39×10⁵ g

Kum. Jahresfracht 2021: Viller Mühle



Kum. Jahresfracht 2022: Viller Mühle

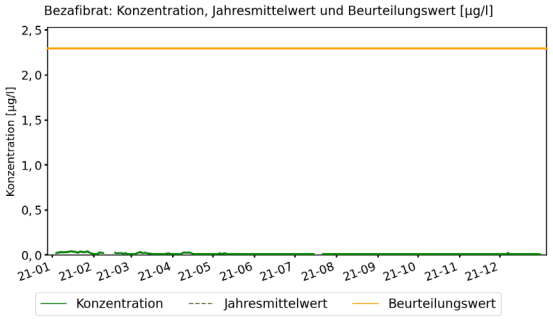


© Niersverband & FiW e.V. 2024

9.3.4 Bezafibrat

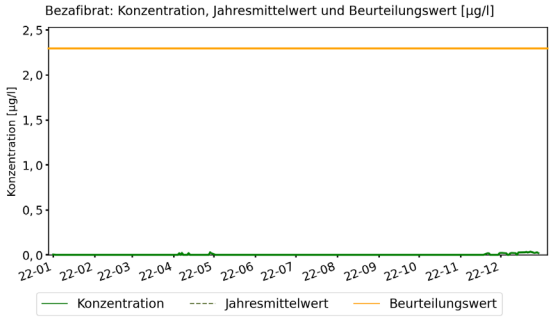
Beurteilungswert: 2,3 µg/l (Anhang D4)	Bestimmungsgrenze (BG): 0,02 µg/l

Messkonzentration 2021: Viller Mühle



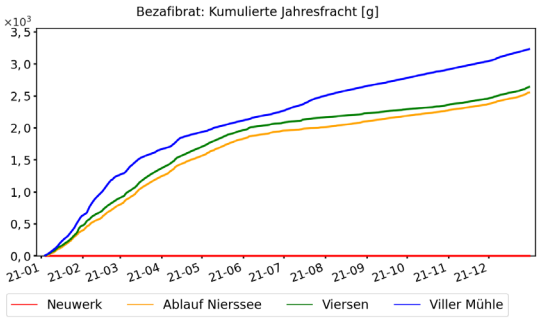
Jahresmittelwert:	0,0132 µg/l
Anzahl Messungen:	236
Anzahl Positivbefunde:	44

Messkonzentration 2022: Viller Mühle



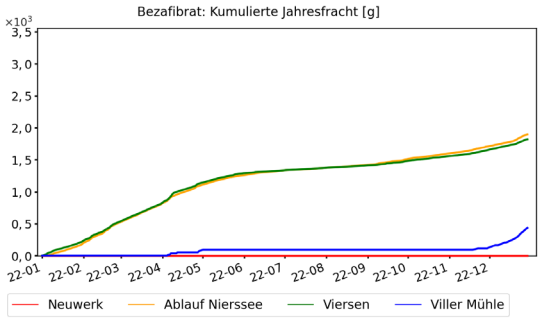
Jahresmittelwert:	0,00223 µg/l
Anzahl Messungen:	264
Anzahl Positivbefunde:	24

Kum. Jahresfracht 2021: alle Bilanzräume



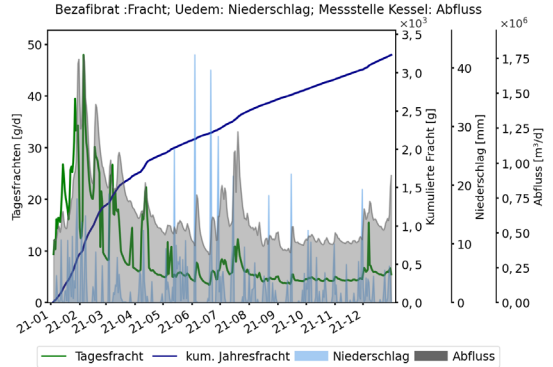
Jahresfracht Neuwerk:	0 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	2,55×10³ g
Jahresfracht Viersen:	2,64×10³ g
Jahresfracht Viller Mühle:	3,23×10³ g

Kum. Jahresfracht 2022: alle Bilanzräume

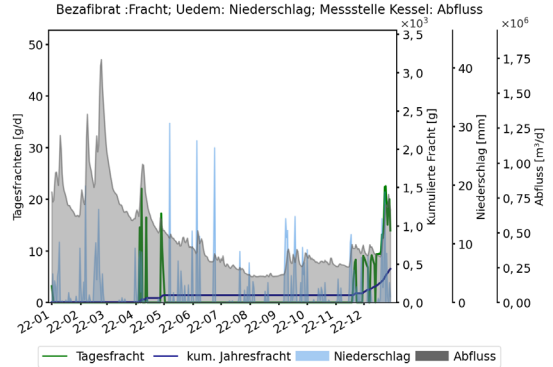


Jahresfracht Neuwerk:	0 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	1,90×10³ g
Jahresfracht Viersen:	1,82×10³ g
Jahresfracht Viller Mühle:	438 g

Kum. Jahresfracht 2021: Viller Mühle



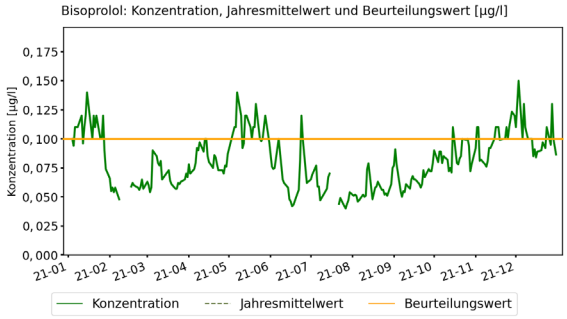
Kum. Jahresfracht 2022: Viller Mühle



9.3.5 Bisoprolol

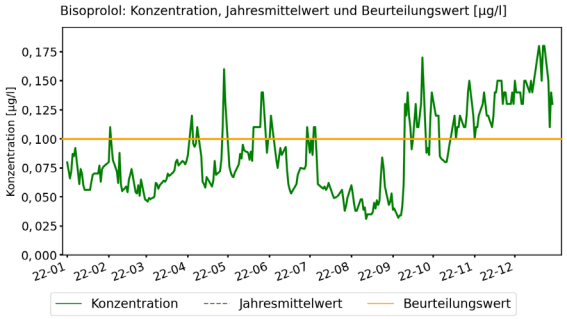
Beurteilungswert: 0,1 µg/l (Anhang D4)	Bestimmungsgrenze (BG): 0,02 µg/l

Messkonzentration 2021: Viller Mühle



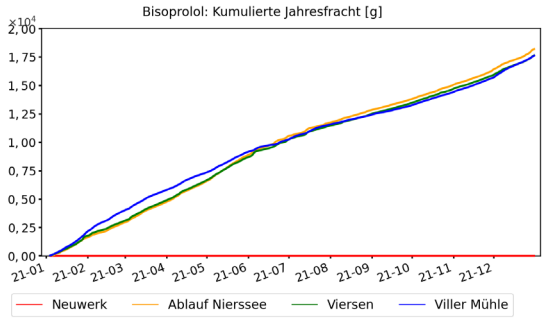
Jahresmittelwert:	0,0809 µg/l
Anzahl Messungen:	236
Anzahl Positivbefunde:	236

Messkonzentration 2022: Viller Mühle



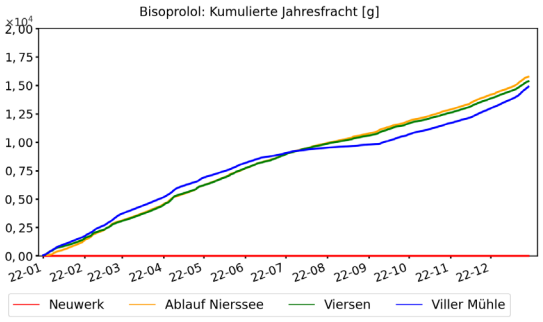
Jahresmittelwert:	0,0868 µg/l
Anzahl Messungen:	264
Anzahl Positivbefunde:	264

Kum. Jahresfracht 2021: alle Bilanzräume



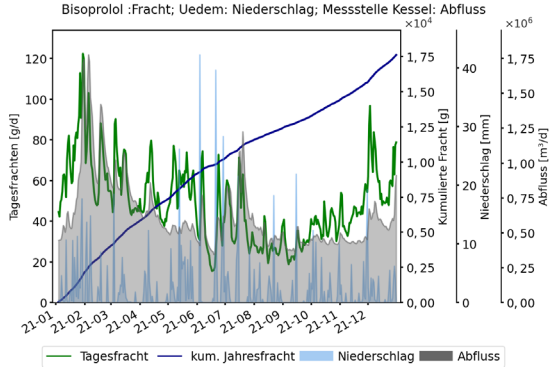
Jahresfracht Neuwerk:	1,73 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	1,82×10⁴ g
Jahresfracht Viersen:	1,76×10⁴ g
Jahresfracht Viller Mühle:	1,76×10⁴ g

Kum. Jahresfracht 2022: alle Bilanzräume

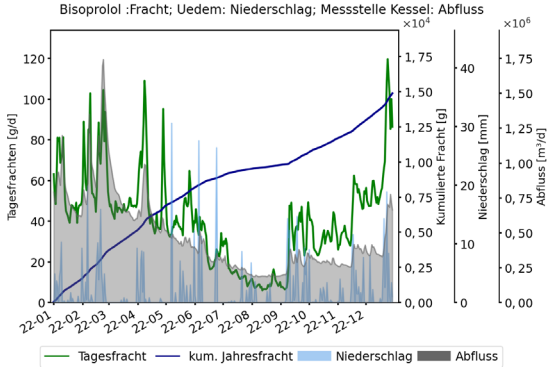


Jahresfracht Neuwerk:	0 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	1,58×10⁴ g
Jahresfracht Viersen:	1,54×10⁴ g
Jahresfracht Viller Mühle:	1,49×10⁴ g

Kum. Jahresfracht 2021: Viller Mühle



Kum. Jahresfracht 2022: Viller Mühle

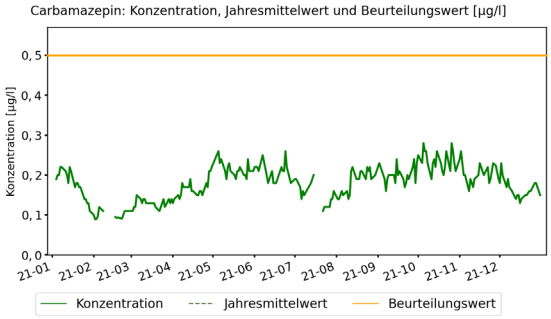


© Niersverband & FiW e.V. 2024

9.3.6 Carbamazepin

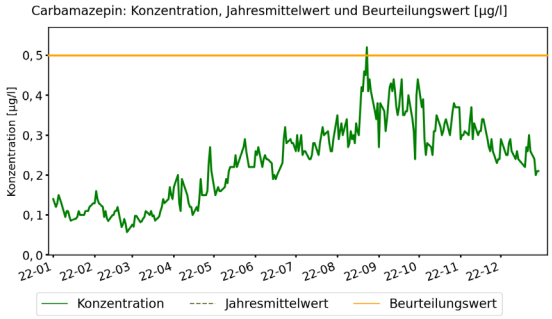
Beurteilungswert: 0,5 µg/l (Anhang D4)	Bestimmungsgrenze (BG): 0,02 µg/l

Messkonzentration 2021: Viller Mühle



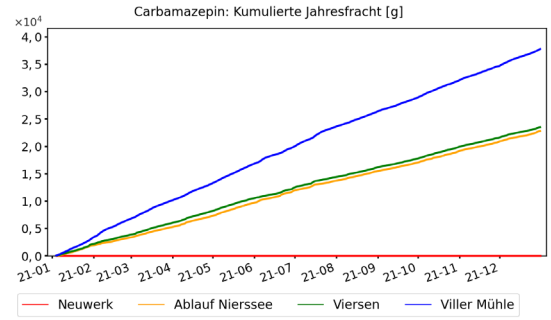
Jahresmittelwert:	0,181 µg/l
Anzahl Messungen:	236
Anzahl Positivbefunde:	236

Messkonzentration 2022: Viller Mühle



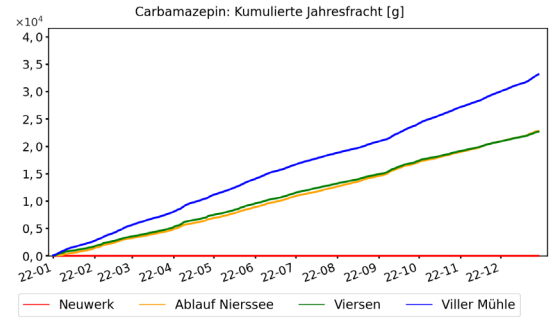
Jahresmittelwert:	0,238 µg/l
Anzahl Messungen:	264
Anzahl Positivbefunde:	264

Kum. Jahresfracht 2021: alle Bilanzräume



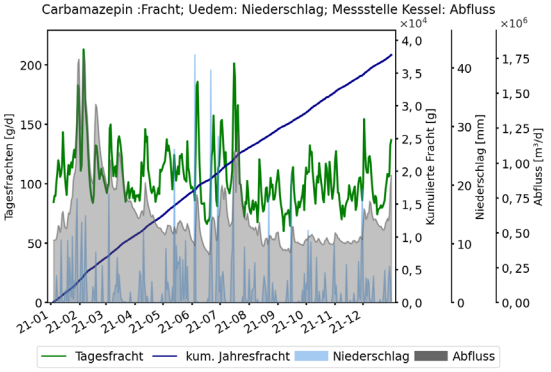
Jahresfracht Neuwerk:	0 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	2,28×10⁴ g
Jahresfracht Viersen:	2,35×10⁴ g
Jahresfracht Viller Mühle:	3,78×10⁴ g

Kum. Jahresfracht 2022: alle Bilanzräume

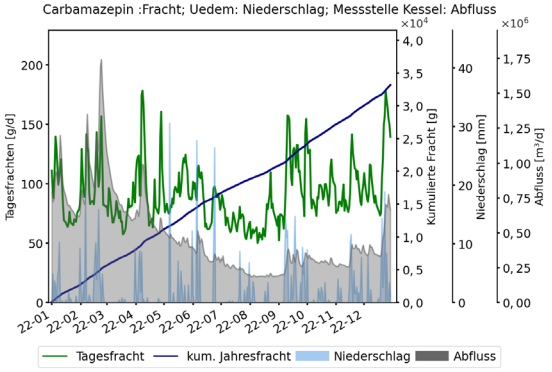


Jahresfracht Neuwerk:	1,45 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	2,28×10⁴ g
Jahresfracht Viersen:	2,27×10⁴ g
Jahresfracht Viller Mühle:	3,32×10⁴ g

Kum. Jahresfracht 2021: Viller Mühle



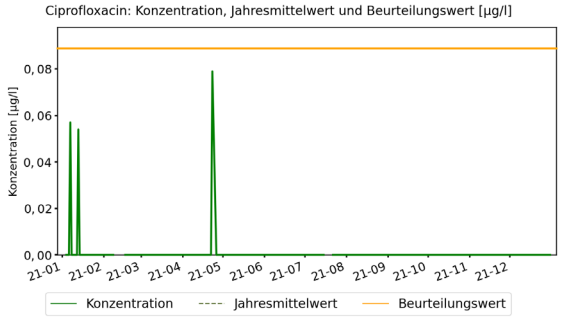
Kum. Jahresfracht 2022: Viller Mühle



9.3.7 Ciprofloxacin

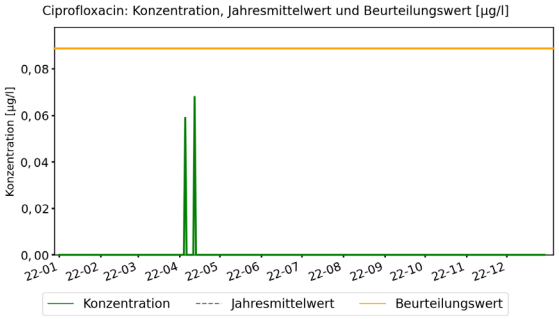
Beurteilungswert: 0,089 µg/l (Anhang D4)	Bestimmungsgrenze (BG): 0,05 µg/l

Messkonzentration 2021: Viller Mühle



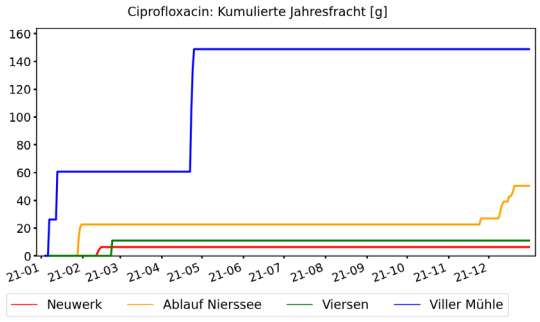
Jahresmittelwert:	0,000805 µg/l
Anzahl Messungen:	236
Anzahl Positivbefunde:	3

Messkonzentration 2022: Viller Mühle



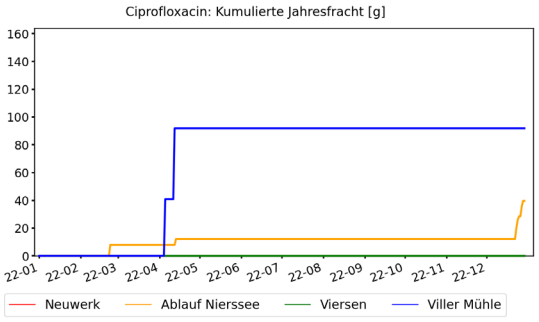
Jahresmittelwert:	0,000481 µg/l
Anzahl Messungen:	264
Anzahl Positivbefunde:	2

Kum. Jahresfracht 2021: alle Bilanzräume



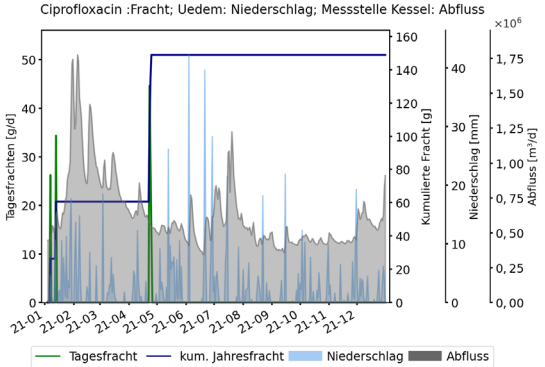
Jahresfracht Neuwerk:	6,4 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	50,5 g
Jahresfracht Viersen:	11,1 g
Jahresfracht Viller Mühle:	149 g

Kum. Jahresfracht 2022: alle Bilanzräume

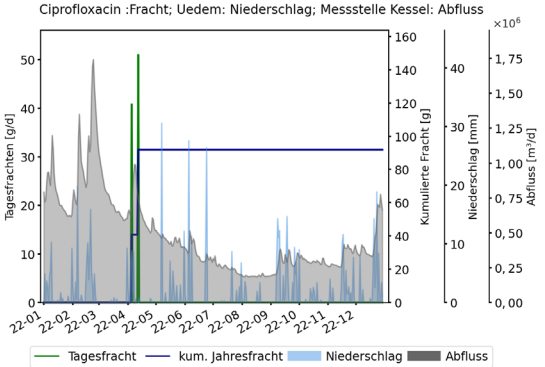


Jahresfracht Neuwerk:	0 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	39,6 g
Jahresfracht Viersen:	0 g
Jahresfracht Viller Mühle:	91,8 g

Kum. Jahresfracht 2021: Viller Mühle



Kum. Jahresfracht 2022: Viller Mühle

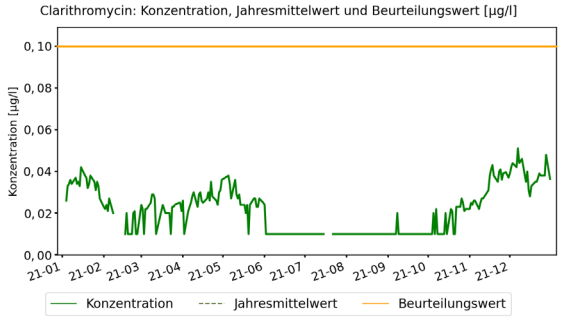


© Niersverband & FiW e.V. 2024

9.3.8 Clarithromycin

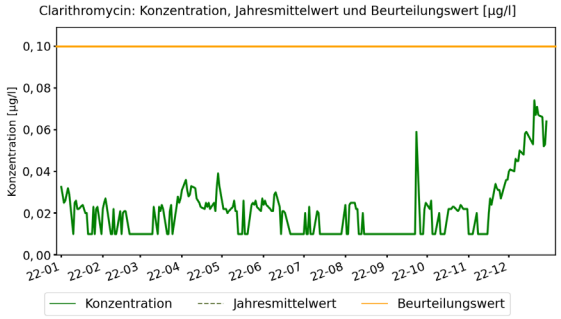
Beurteilungswert: 0,1 µg/l (Anhang D4)	Bestimmungsgrenze (BG): 0,02 µg/l

Messkonzentration 2021: Viller Mühle



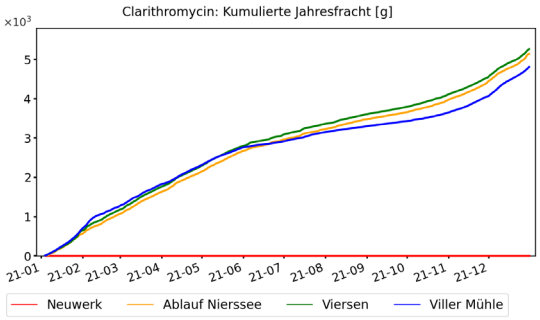
Jahresmittelwert:	0,0216 µg/l
Anzahl Messungen:	236
Anzahl Positivbefunde:	140

Messkonzentration 2022: Viller Mühle



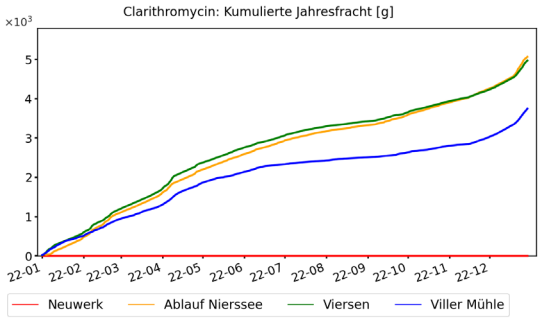
Jahresmittelwert:	0,0203 µg/l
Anzahl Messungen:	264
Anzahl Positivbefunde:	145

Kum. Jahresfracht 2021: alle Bilanzräume



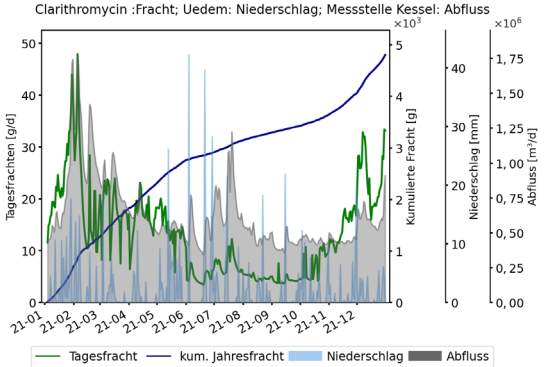
Jahresfracht Neuwerk:	0 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	5,14×10³ g
Jahresfracht Viersen:	5,26×10³ g
Jahresfracht Viller Mühle:	4,81×10³ g

Kum. Jahresfracht 2022: alle Bilanzräume

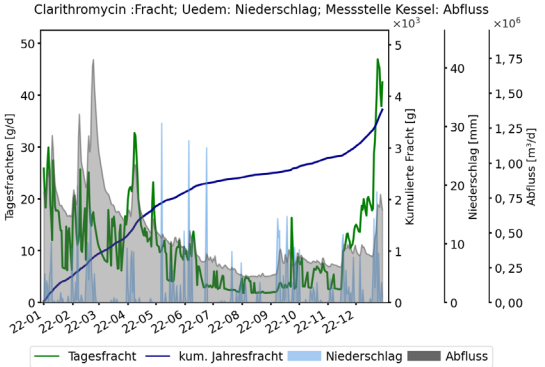


Jahresfracht Neuwerk:	0 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	5,07×10³ g
Jahresfracht Viersen:	4,97×10³ g
Jahresfracht Viller Mühle:	3,75×10³ g

Kum. Jahresfracht 2021: Viller Mühle



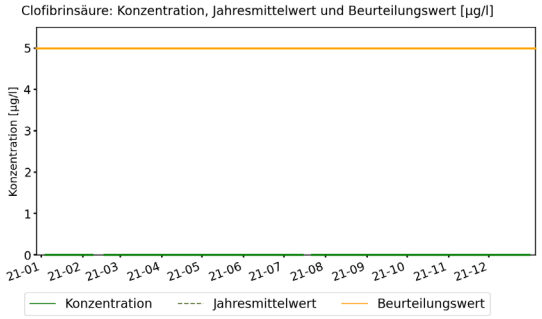
Kum. Jahresfracht 2022: Viller Mühle



9.3.9 Clofibrinsäure

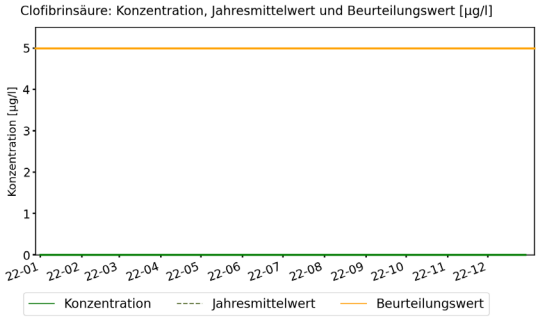
Beurteilungswert: 5 µg/l (Anhang D4)	Bestimmungsgrenze (BG): 0,02 µg/l

Messkonzentration 2021: Viller Mühle



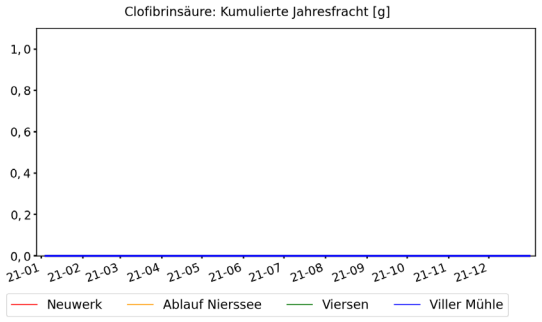
Jahresmittelwert:	0 µg/l
Anzahl Messungen:	236
Anzahl Positivbefunde:	0

Messkonzentration 2022: Viller Mühle



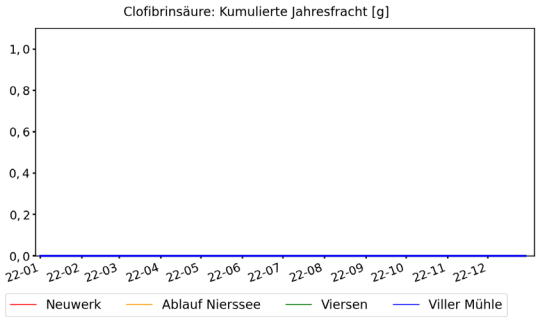
Jahresmittelwert:	0 µg/l
Anzahl Messungen:	264
Anzahl Positivbefunde:	0

Kum. Jahresfracht 2021: alle Bilanzräume



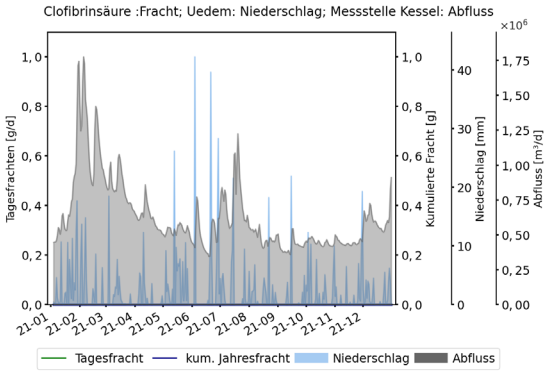
Jahresfracht Neuwerk:	0 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	0 g
Jahresfracht Viersen:	0 g
Jahresfracht Viller Mühle:	0 g

Kum. Jahresfracht 2022: alle Bilanzräume

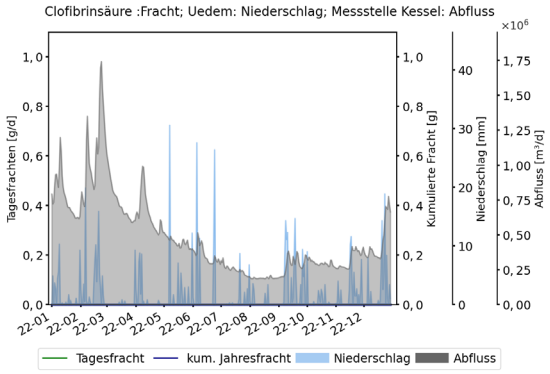


Jahresfracht Neuwerk:	0 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	0 g
Jahresfracht Viersen:	0 g
Jahresfracht Viller Mühle:	0 g

Kum. Jahresfracht 2021: Viller Mühle



Kum. Jahresfracht 2022: Viller Mühle

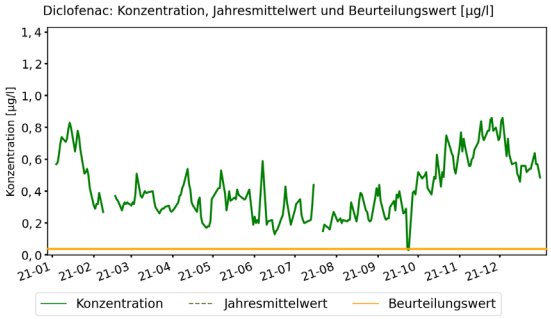


© Niersverband & FiW e.V. 2024

9.3.10 Diclofenac

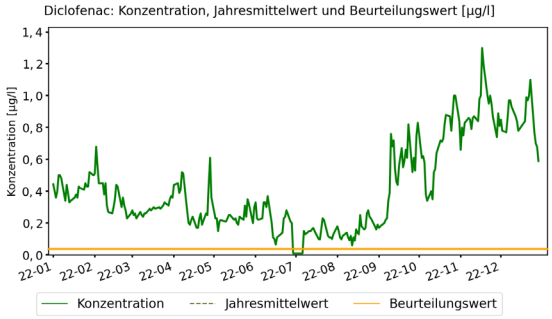
Beurteilungswert: 0,04 µg/l (EC EQS)	Bestimmungsgrenze (BG): 0,02 µg/l

Messkonzentration 2021: Viller Mühle



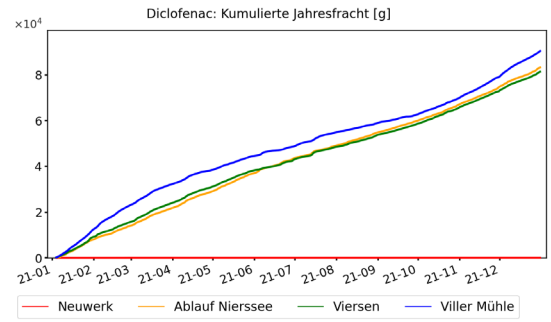
Jahresmittelwert:	0,417 µg/l
Anzahl Messungen:	236
Anzahl Positivbefunde:	236

Messkonzentration 2022: Viller Mühle



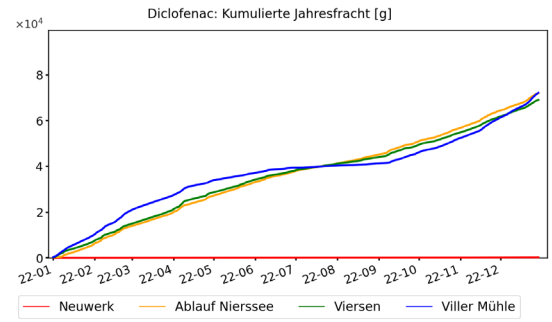
Jahresmittelwert:	0,414 µg/l
Anzahl Messungen:	264
Anzahl Positivbefunde:	256

Kum. Jahresfracht 2021: alle Bilanzräume



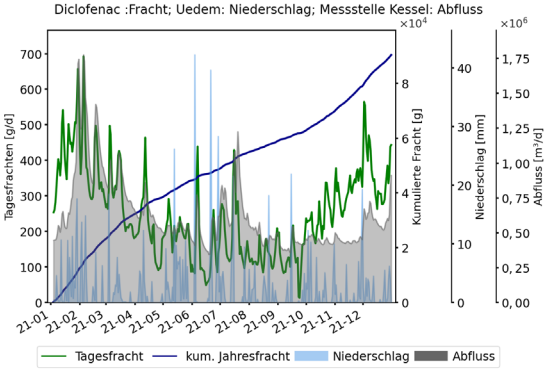
Jahresfracht Neuwerk:	43,2 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	8,32×10⁴ g
Jahresfracht Viersen:	8,13×10⁴ g
Jahresfracht Viller Mühle:	9,04×10⁴ g

Kum. Jahresfracht 2022: alle Bilanzräume

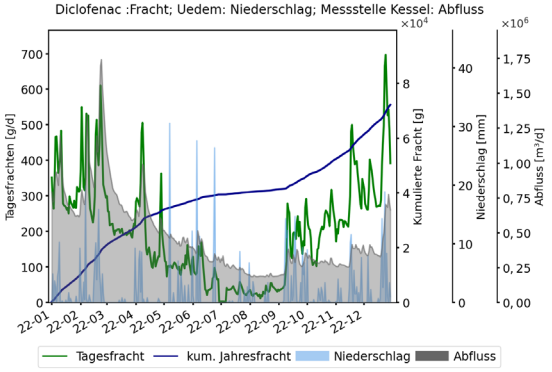


Jahresfracht Neuwerk:	241 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	7,19×10⁴ g
Jahresfracht Viersen:	6,91×10⁴ g
Jahresfracht Viller Mühle:	7,22×10⁴ g

Kum. Jahresfracht 2021: Viller Mühle



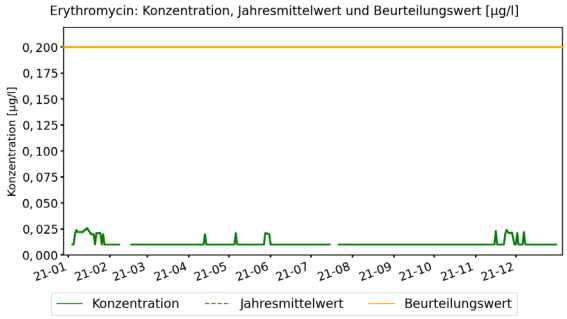
Kum. Jahresfracht 2022: Viller Mühle



9.3.11 Erythromycin

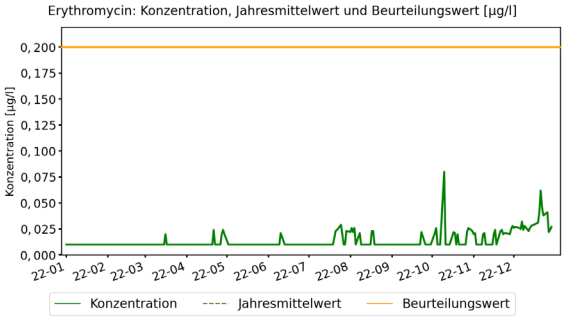
Beurteilungswert: 0,2 µg/l (Anhang D4)	Bestimmungsgrenze (BG): 0,02 µg/l

Messkonzentration 2021: Viller Mühle



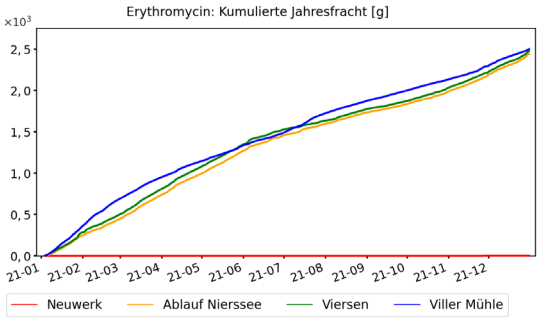
Jahresmittelwert:	0,0113 µg/l
Anzahl Messungen:	236
Anzahl Positivbefunde:	26

Messkonzentration 2022: Viller Mühle



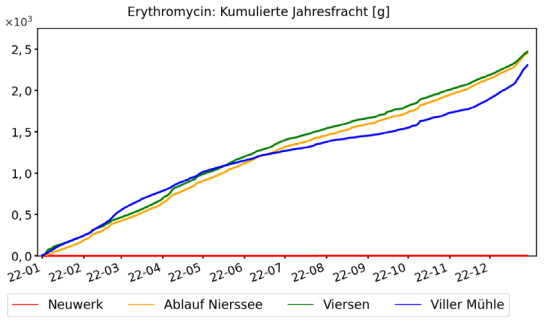
Jahresmittelwert:	0,0137 µg/l
Anzahl Messungen:	264
Anzahl Positivbefunde:	61

Kum. Jahresfracht 2021: alle Bilanzräume



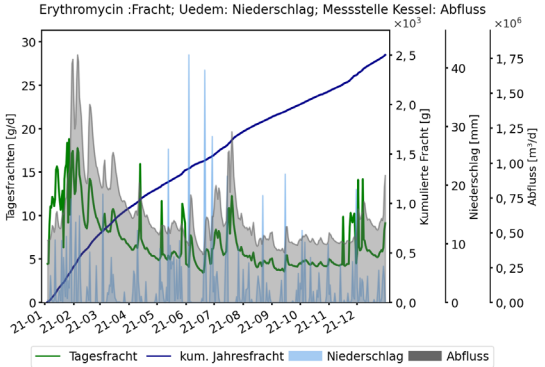
Jahresfracht Neuwerk:	2,32 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	2,44×10³ g
Jahresfracht Viersen:	2,48×10³ g
Jahresfracht Viller Mühle:	2,50×10³ g

Kum. Jahresfracht 2022: alle Bilanzräume

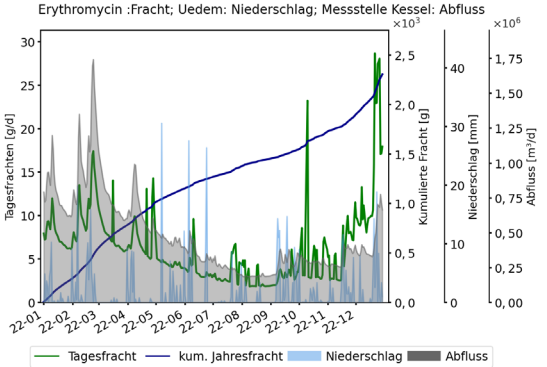


Jahresfracht Neuwerk:	1,56 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	2,45×10³ g
Jahresfracht Viersen:	2,47×10³ g
Jahresfracht Viller Mühle:	2,30×10³ g

Kum. Jahresfracht 2021: Viller Mühle



Kum. Jahresfracht 2022: Viller Mühle

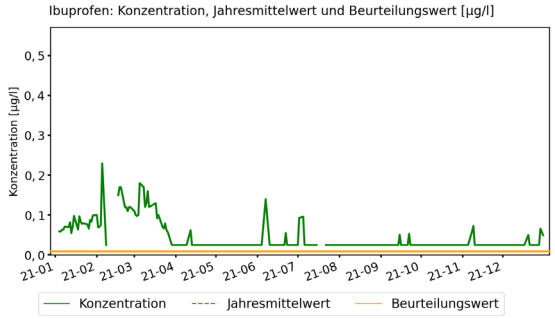


© Niersverband & FiW e.V. 2024

9.3.12 Ibuprofen

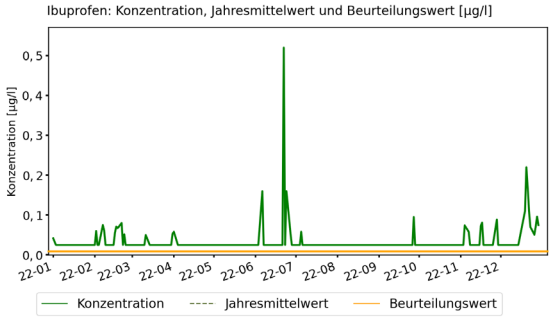
Beurteilungswert: 0,01 µg/l (Anhang D4)	Bestimmungsgrenze (BG): 0,05 µg/l

Messkonzentration 2021: Viller Mühle



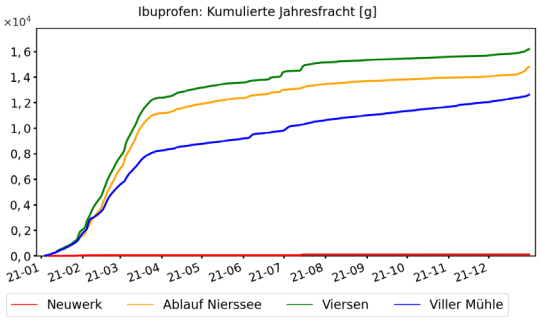
Jahresmittelwert:	0,0433 µg/l
Anzahl Messungen:	236
Anzahl Positivbefunde:	63

Messkonzentration 2022: Viller Mühle



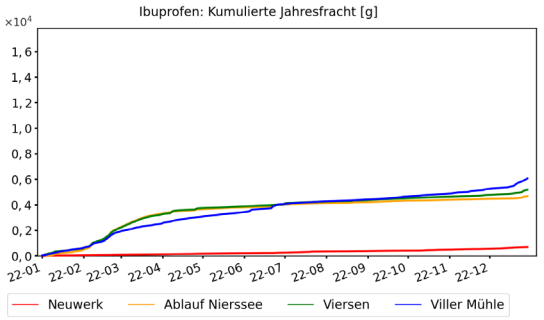
Jahresmittelwert:	0,0337 µg/l
Anzahl Messungen:	264
Anzahl Positivbefunde:	31

Kum. Jahresfracht 2021: alle Bilanzräume



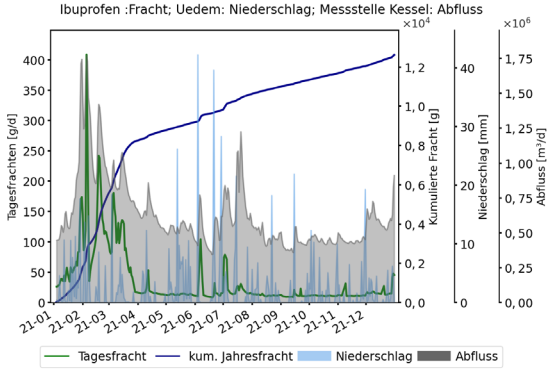
Jahresfracht Neuwerk:	125 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	1,48×10⁴ g
Jahresfracht Viersen:	1,62×10⁴ g
Jahresfracht Viller Mühle:	1,26×10⁴ g

Kum. Jahresfracht 2022: alle Bilanzräume

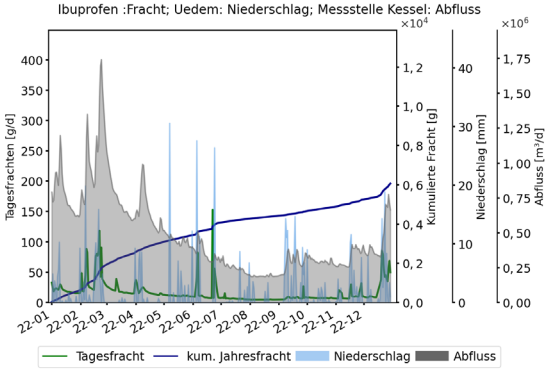


Jahresfracht Neuwerk:	696 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	4,68×10³ g
Jahresfracht Viersen:	5,19×10³ g
Jahresfracht Viller Mühle:	6,06×10³ g

Kum. Jahresfracht 2021: Viller Mühle



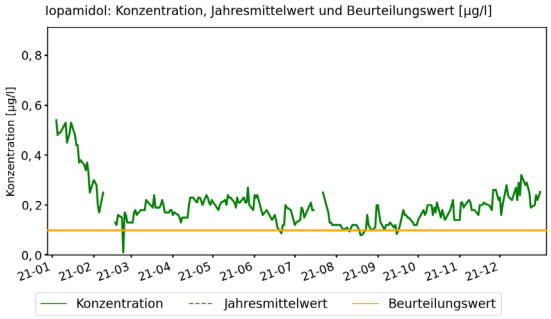
Kum. Jahresfracht 2022: Viller Mühle



9.3.13 Iopamidol

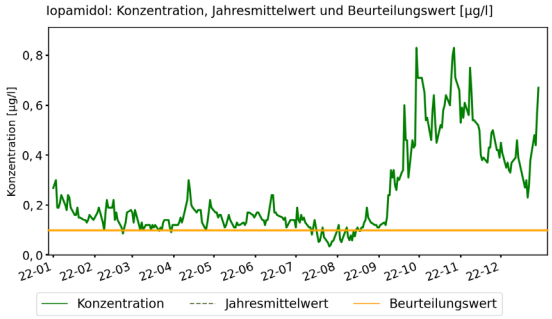
Beurteilungswert: 0,1 µg/l (Anhang D4)	Bestimmungsgrenze (BG): 0,02 µg/l

Messkonzentration 2021: Viller Mühle



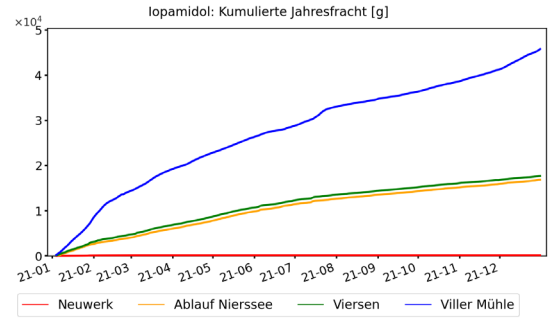
Jahresmittelwert:	0,199 µg/l
Anzahl Messungen:	236
Anzahl Positivbefunde:	235

Messkonzentration 2022: Viller Mühle



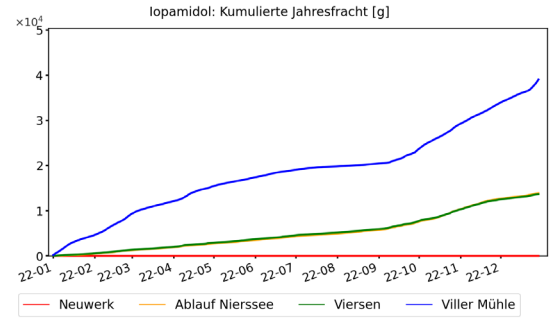
Jahresmittelwert:	0,245 µg/l
Anzahl Messungen:	264
Anzahl Positivbefunde:	264

Kum. Jahresfracht 2021: alle Bilanzräume



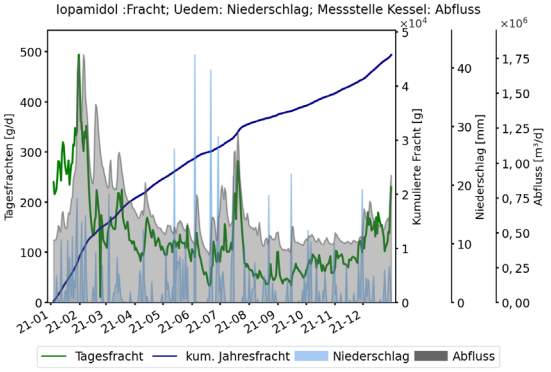
Jahresfracht Neuwerk:	140 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	1,69×10⁴ g
Jahresfracht Viersen:	1,77×10⁴ g
Jahresfracht Viller Mühle:	4,58×10⁴ g

Kum. Jahresfracht 2022: alle Bilanzräume

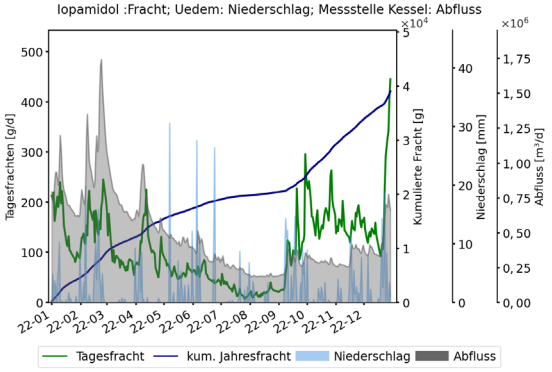


Jahresfracht Neuwerk:	0 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	1,39×10⁴ g
Jahresfracht Viersen:	1,37×10⁴ g
Jahresfracht Viller Mühle:	3,90×10⁴ g

Kum. Jahresfracht 2021: Viller Mühle



Kum. Jahresfracht 2022: Viller Mühle

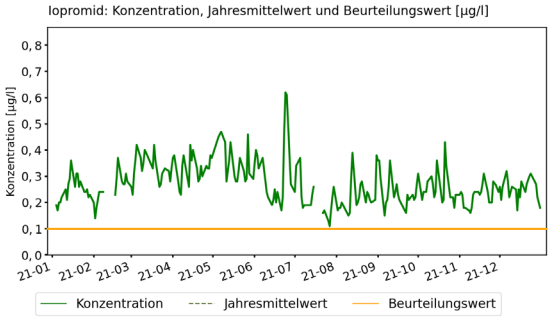


© Niersverband & FiW e.V. 2024

9.3.14 Iopromid

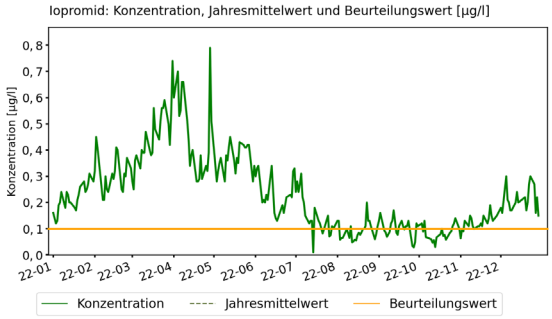
Beurteilungswert: 0,1 µg/l (Anhang D4)	Bestimmungsgrenze (BG): 0,02 µg/l

Messkonzentration 2021: Viller Mühle



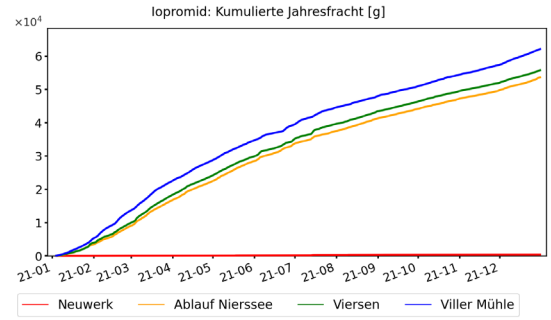
Jahresmittelwert:	0,271 µg/l
Anzahl Messungen:	236
Anzahl Positivbefunde:	236

Messkonzentration 2022: Viller Mühle



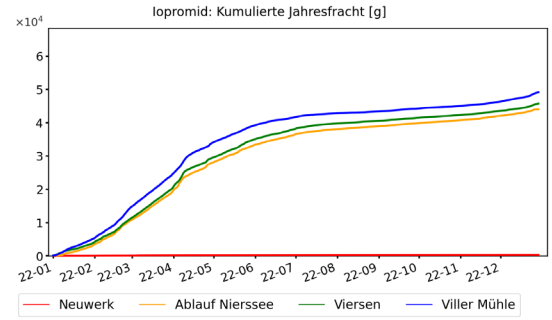
Jahresmittelwert:	0,230 µg/l
Anzahl Messungen:	264
Anzahl Positivbefunde:	263

Kum. Jahresfracht 2021: alle Bilanzräume



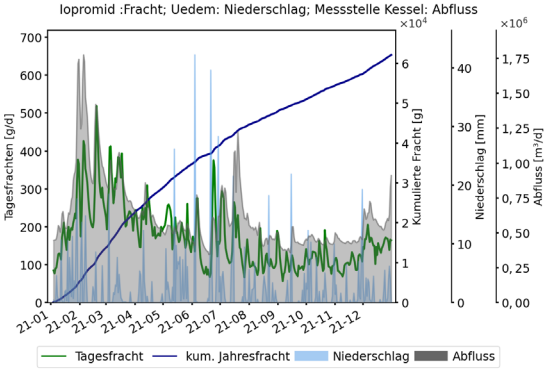
Jahresfracht Neuwerk:	424 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	5,36×10⁴ g
Jahresfracht Viersen:	5,58×10⁴ g
Jahresfracht Viller Mühle:	6,21×10⁴ g

Kum. Jahresfracht 2022: alle Bilanzräume

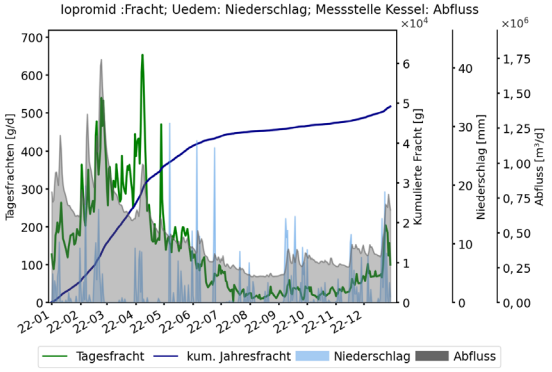


Jahresfracht Neuwerk:	327 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	4,40×10⁴ g
Jahresfracht Viersen:	4,58×10⁴ g
Jahresfracht Viller Mühle:	4,92×10⁴ g

Kum. Jahresfracht 2021: Viller Mühle



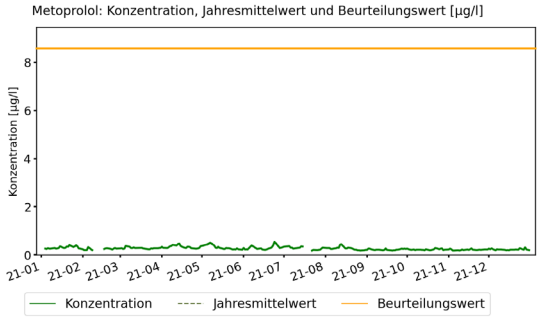
Kum. Jahresfracht 2022: Viller Mühle



9.3.15 Metoprolol

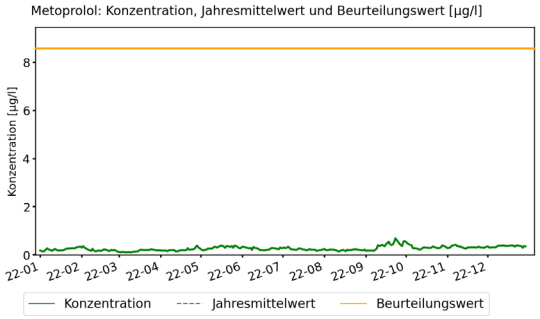
Beurteilungswert: 8,6 µg/l (Anhang D4)	Bestimmungsgrenze (BG): 0,02 µg/l

Messkonzentration 2021: Viller Mühle



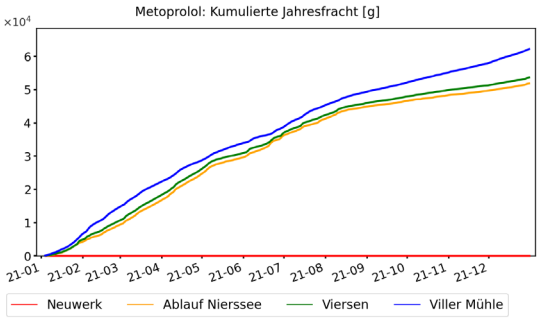
Jahresmittelwert:	0,270 µg/l
Anzahl Messungen:	236
Anzahl Positivbefunde:	236

Messkonzentration 2022: Viller Mühle



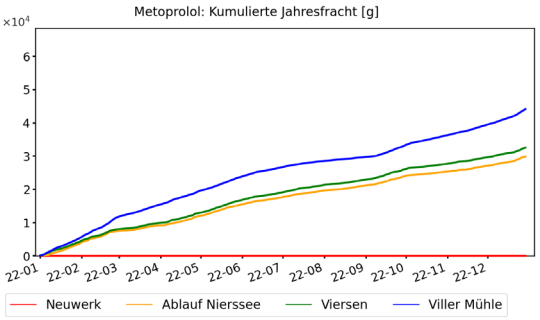
Jahresmittelwert:	0,269 µg/l
Anzahl Messungen:	264
Anzahl Positivbefunde:	264

Kum. Jahresfracht 2021: alle Bilanzräume



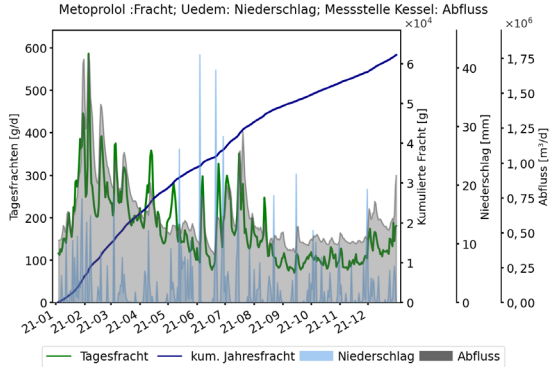
Jahresfracht Neuwerk:	0 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	5,19×10⁴ g
Jahresfracht Viersen:	5,37×10⁴ g
Jahresfracht Viller Mühle:	6,22×10⁴ g

Kum. Jahresfracht 2022: alle Bilanzräume

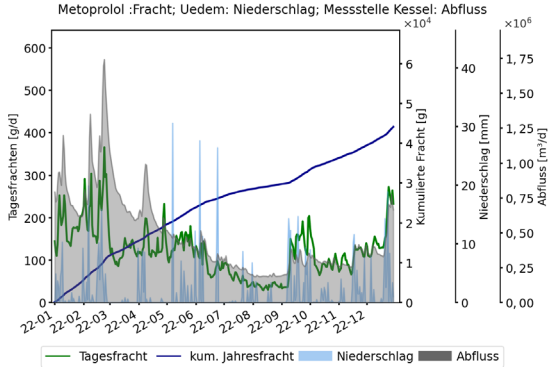


Jahresfracht Neuwerk:	8,51 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	2,99×10⁴ g
Jahresfracht Viersen:	3,26×10⁴ g
Jahresfracht Viller Mühle:	4,41×10⁴ g

Kum. Jahresfracht 2021: Viller Mühle



Kum. Jahresfracht 2022: Viller Mühle

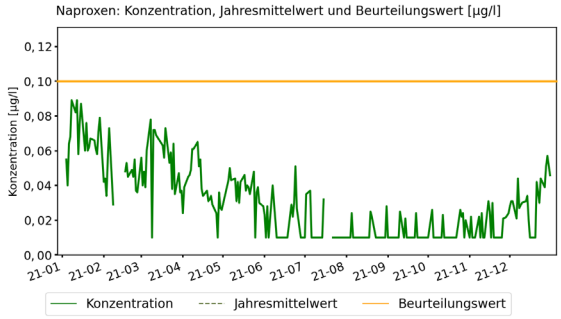


© Niersverband & FiW e.V. 2024

9.3.16 Naproxen

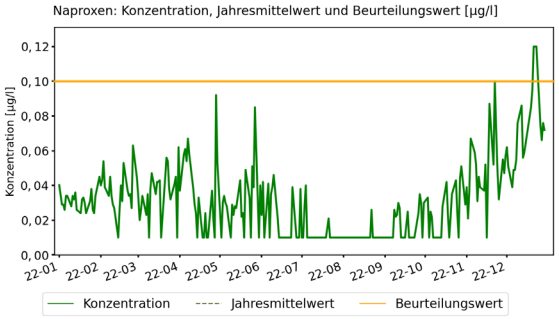
Beurteilungswert: 0,1 µg/l (Anhang D4)	Bestimmungsgrenze (BG): 0,02 µg/l

Messkonzentration 2021: Viller Mühle



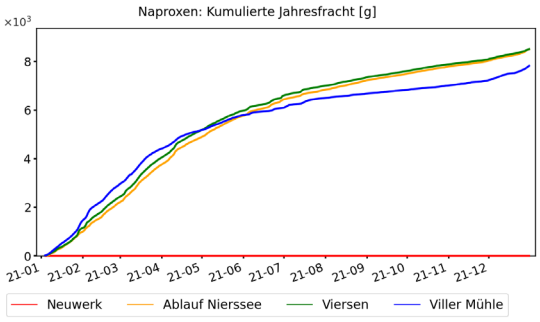
Jahresmittelwert:	0,0298 µg/l
Anzahl Messungen:	236
Anzahl Positivbefunde:	142

Messkonzentration 2022: Viller Mühle



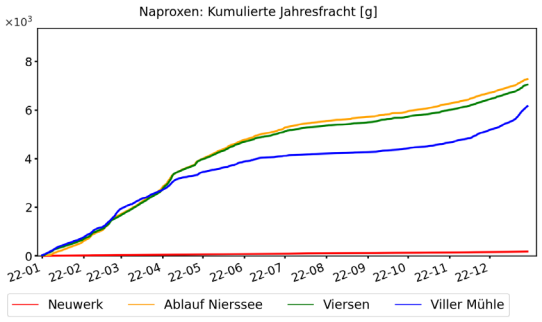
Jahresmittelwert:	0,0305 µg/l
Anzahl Messungen:	264
Anzahl Positivbefunde:	168

Kum. Jahresfracht 2021: alle Bilanzräume



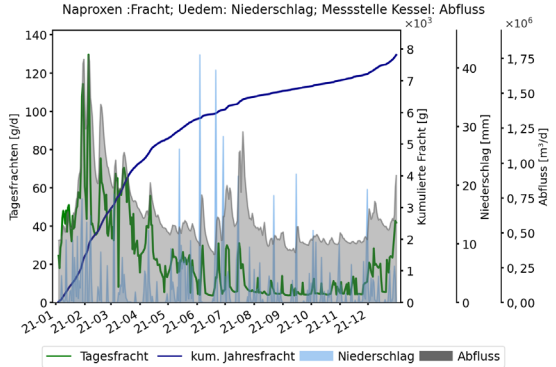
Jahresfracht Neuwerk:	0,289 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	8,50×10³ g
Jahresfracht Viersen:	8,51×10³ g
Jahresfracht Viller Mühle:	7,82×10³ g

Kum. Jahresfracht 2022: alle Bilanzräume

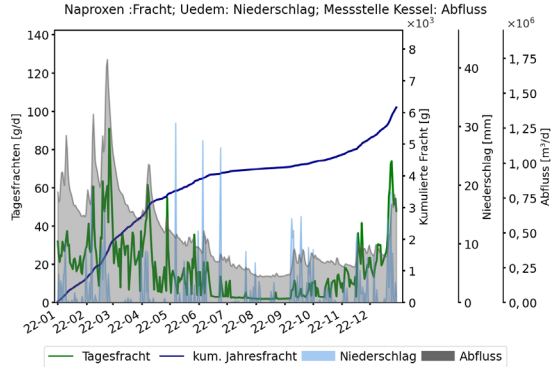


Jahresfracht Neuwerk:	179 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	7,27×10³ g
Jahresfracht Viersen:	7,05×10³ g
Jahresfracht Viller Mühle:	6,16×10³ g

Kum. Jahresfracht 2021: Viller Mühle



Kum. Jahresfracht 2022: Viller Mühle

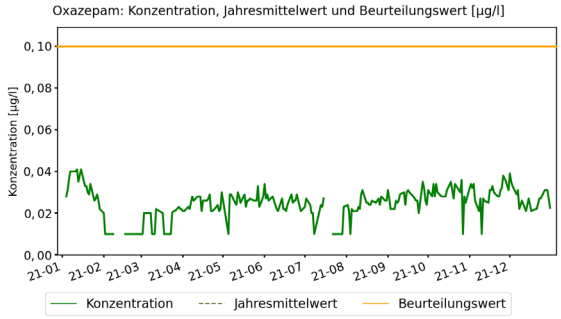


© Niersverband & FiW e.V. 2024

9.3.17 Oxazepam

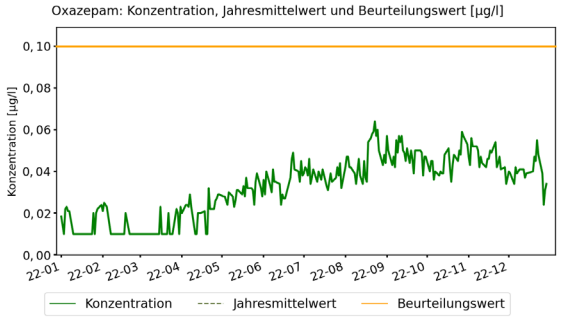
Beurteilungswert: 0,1 µg/l (Anhang D4)	Bestimmungsgrenze (BG): 0,02 µg/l

Messkonzentration 2021: Viller Mühle



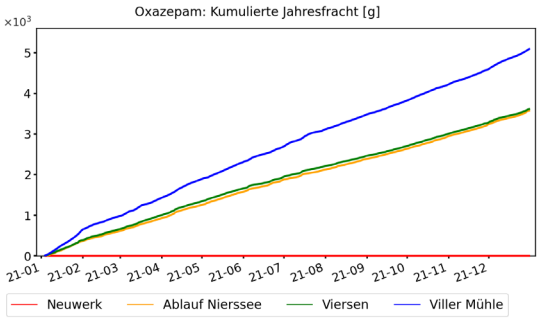
Jahresmittelwert:	0,0247 µg/l
Anzahl Messungen:	236
Anzahl Positivbefunde:	203

Messkonzentration 2022: Viller Mühle



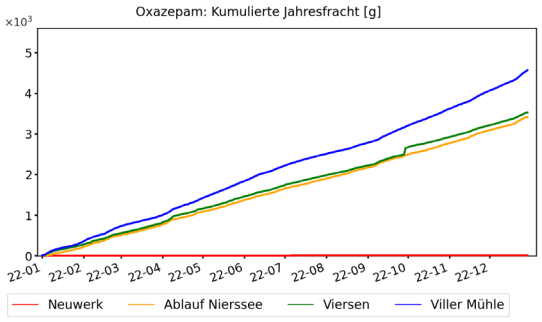
Jahresmittelwert:	0,0330 µg/l
Anzahl Messungen:	264
Anzahl Positivbefunde:	214

Kum. Jahresfracht 2021: alle Bilanzräume



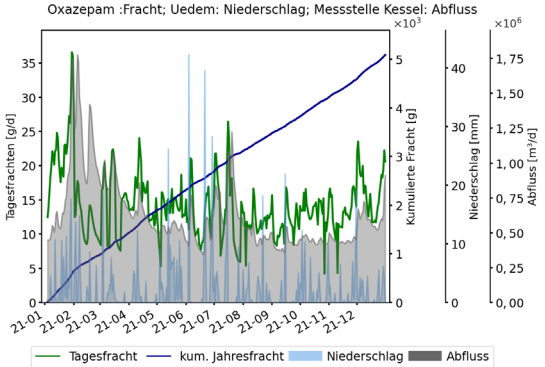
Jahresfracht Neuwerk:	0,75 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	3,57×10³ g
Jahresfracht Viersen:	3,61×10³ g
Jahresfracht Viller Mühle:	5,09×10³ g

Kum. Jahresfracht 2022: alle Bilanzräume

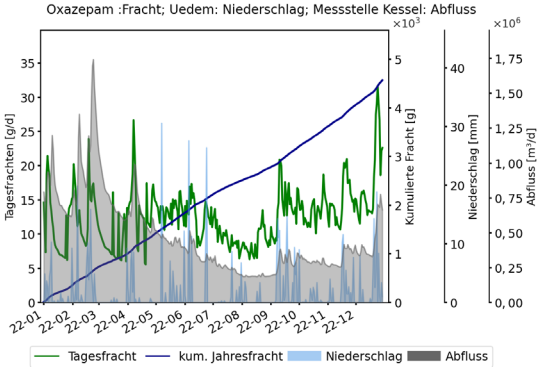


Jahresfracht Neuwerk:	13,5 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	3,42×10³ g
Jahresfracht Viersen:	3,53×10³ g
Jahresfracht Viller Mühle:	4,57×10³ g

Kum. Jahresfracht 2021: Viller Mühle



Kum. Jahresfracht 2022: Viller Mühle

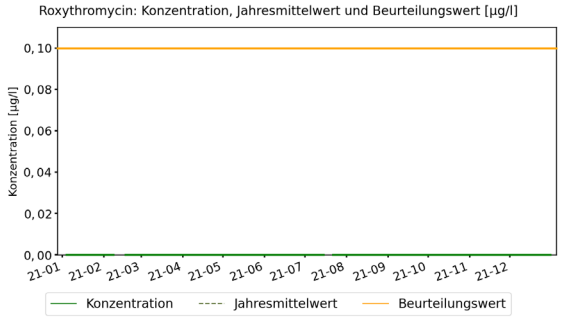


© Niersverband & FiW e.V. 2024

9.3.18 Roxithromycin

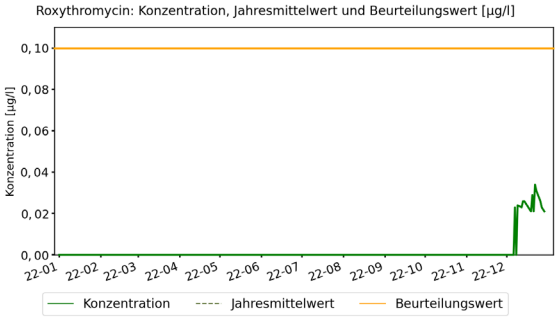
Beurteilungswert: 0,1 µg/l (Anhang D4)	Bestimmungsgrenze (BG): 0,02 µg/l

Messkonzentration 2021: Viller Mühle



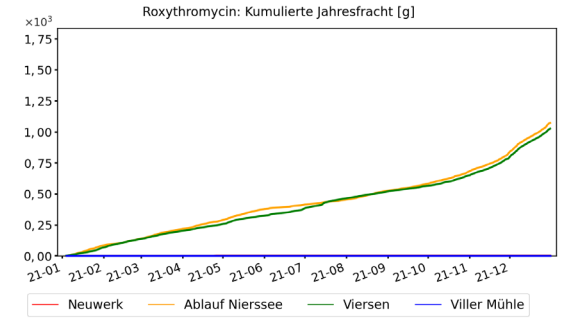
Jahresmittelwert:	0 µg/l
Anzahl Messungen:	236
Anzahl Positivbefunde:	0

Messkonzentration 2022: Viller Mühle



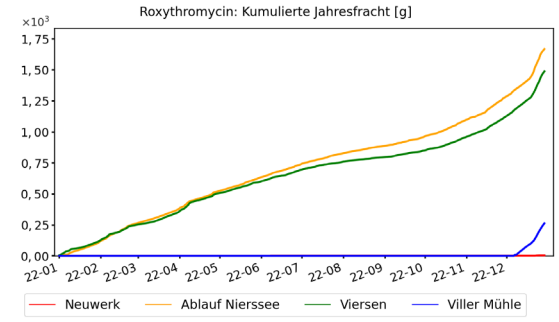
Jahresmittelwert:	0,00133 µg/l
Anzahl Messungen:	264
Anzahl Positivbefunde:	14

Kum. Jahresfracht 2021: alle Bilanzräume



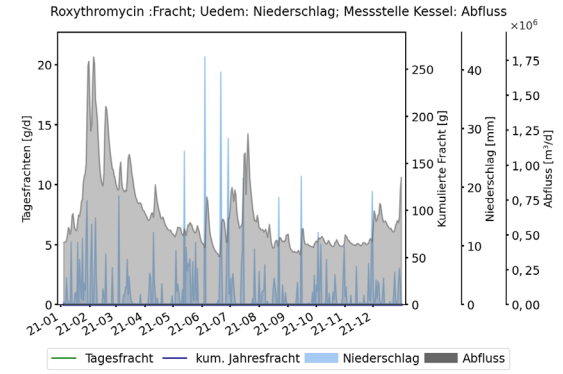
Jahresfracht Neuwerk:	1,94 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	1,07×10³ g
Jahresfracht Viersen:	1,03×10³ g
Jahresfracht Viller Mühle:	0 g

Kum. Jahresfracht 2022: alle Bilanzräume

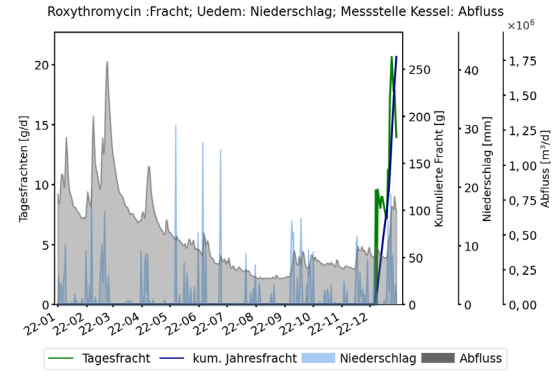


Jahresfracht Neuwerk:	4,26 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	1,67×10³ g
Jahresfracht Viersen:	1,49×10³ g
Jahresfracht Viller Mühle:	263 g

Kum. Jahresfracht 2021: Viller Mühle



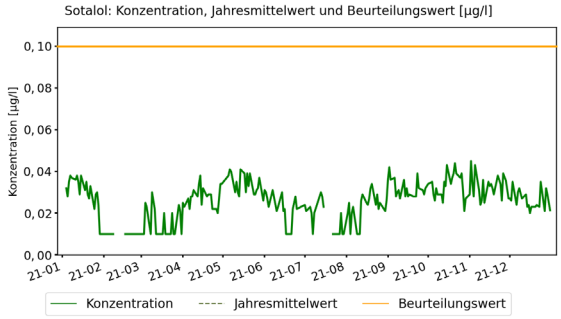
Kum. Jahresfracht 2022: Viller Mühle



9.3.19 Sotalol

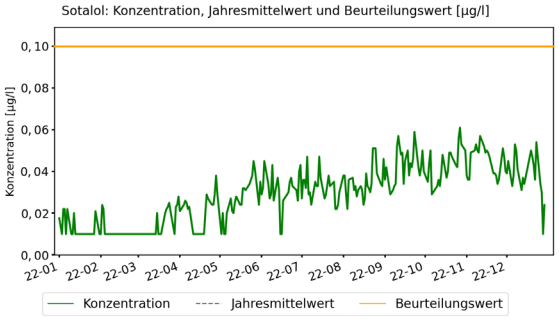
Beurteilungswert: 0,1 µg/l (Anhang D4)	Bestimmungsgrenze (BG): 0,02 µg/l

Messkonzentration 2021: Viller Mühle



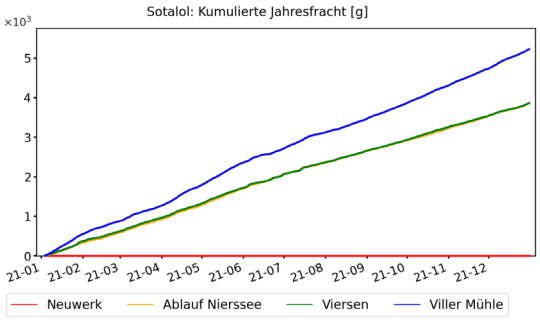
Jahresmittelwert:	0,0261 µg/l
Anzahl Messungen:	236
Anzahl Positivbefunde:	195

Messkonzentration 2022: Viller Mühle



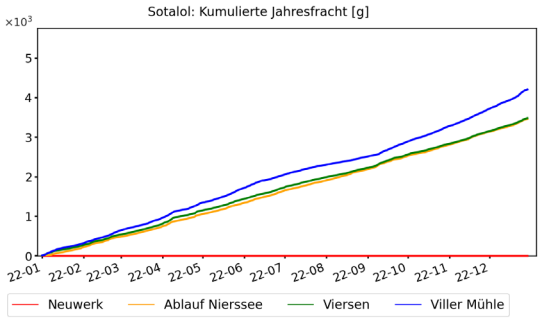
Jahresmittelwert:	0,0297 µg/l
Anzahl Messungen:	264
Anzahl Positivbefunde:	203

Kum. Jahresfracht 2021: alle Bilanzräume



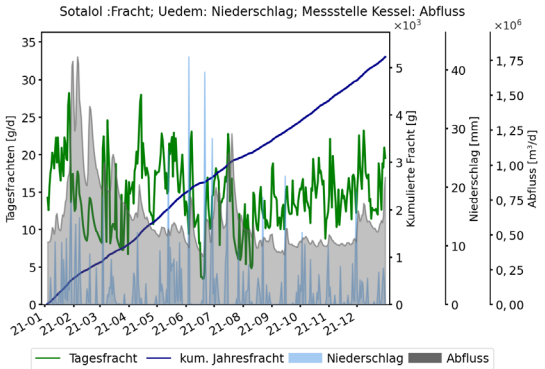
Jahresfracht Neuwerk:	0 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	3,86×10³ g
Jahresfracht Viersen:	3,86×10³ g
Jahresfracht Viller Mühle:	5,23×10³ g

Kum. Jahresfracht 2022: alle Bilanzräume

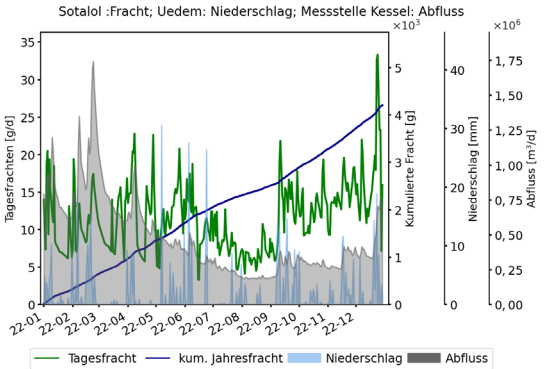


Jahresfracht Neuwerk:	0 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	3,46×10³ g
Jahresfracht Viersen:	3,48×10³ g
Jahresfracht Viller Mühle:	4,21×10³ g

Kum. Jahresfracht 2021: Viller Mühle



Kum. Jahresfracht 2022: Viller Mühle

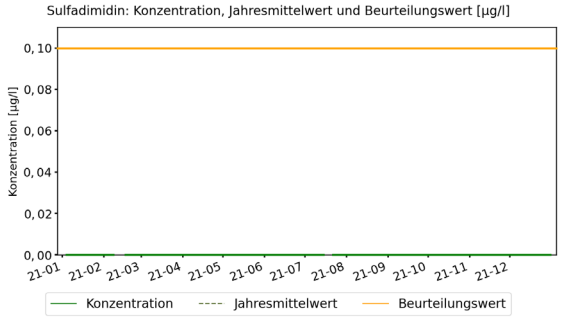


© Niersverband & FiW e.V. 2024

9.3.20 Sulfamethazin

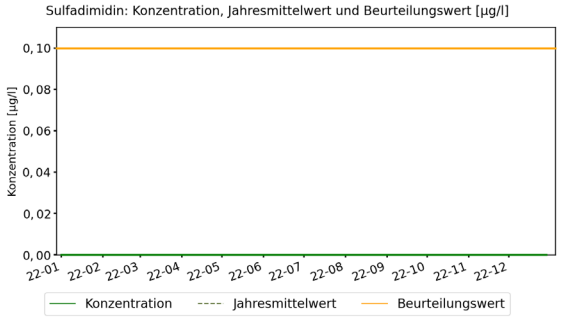
Beurteilungswert: 0,1 µg/l (Anhang D4)	Bestimmungsgrenze (BG): 0,02 µg/l

Messkonzentration 2021: Viller Mühle



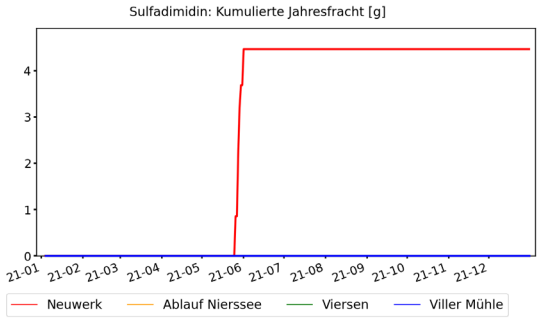
Jahresmittelwert:	0 µg/l
Anzahl Messungen:	236
Anzahl Positivbefunde:	0

Messkonzentration 2022: Viller Mühle



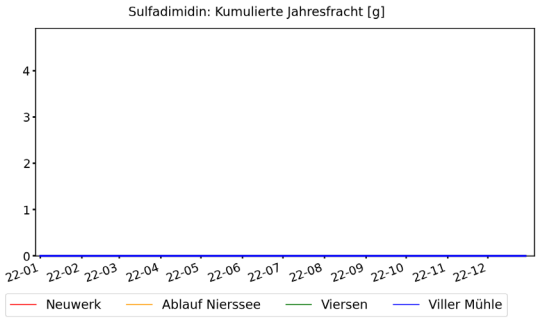
Jahresmittelwert:	0 µg/l
Anzahl Messungen:	264
Anzahl Positivbefunde:	0

Kum. Jahresfracht 2021: alle Bilanzräume



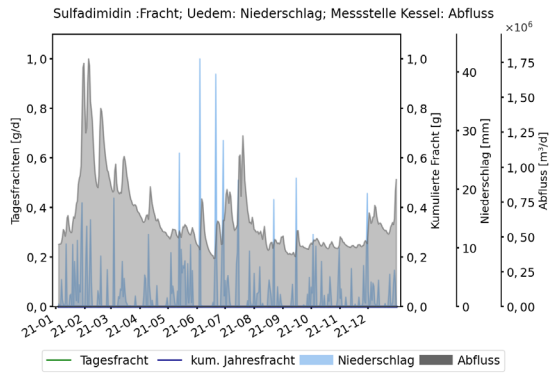
Jahresfracht Neuwerk:	4,47 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	0 g
Jahresfracht Viersen:	0 g
Jahresfracht Viller Mühle:	0 g

Kum. Jahresfracht 2022: alle Bilanzräume

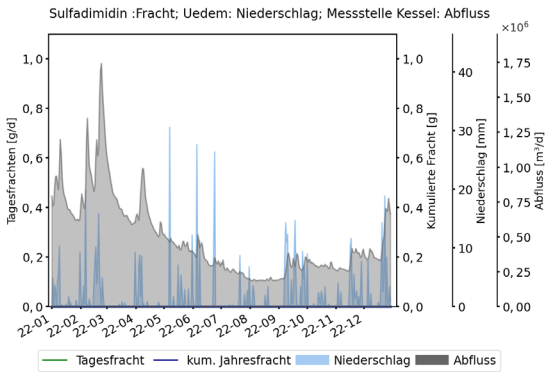


Jahresfracht Neuwerk:	0 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	0 g
Jahresfracht Viersen:	0 g
Jahresfracht Viller Mühle:	0 g

Kum. Jahresfracht 2021: Viller Mühle



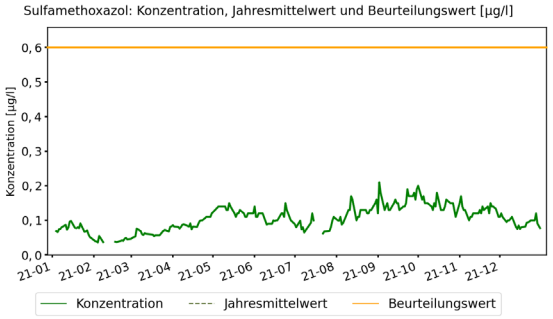
Kum. Jahresfracht 2022: Viller Mühle



9.3.21 Sulfamethoxazol

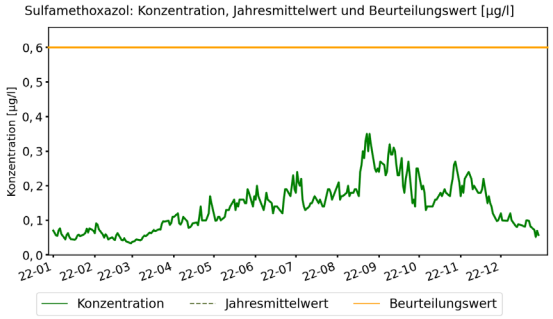
Beurteilungswert: 0,6 µg/l (Anhang D4)	Bestimmungsgrenze (BG): 0,02 µg/l

Messkonzentration 2021: Viller Mühle



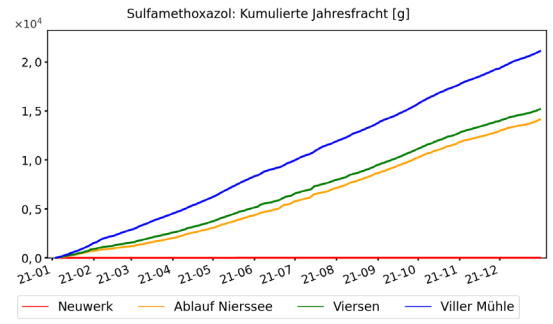
Jahresmittelwert:	0,106 µg/l
Anzahl Messungen:	236
Anzahl Positivbefunde:	236

Messkonzentration 2022: Viller Mühle



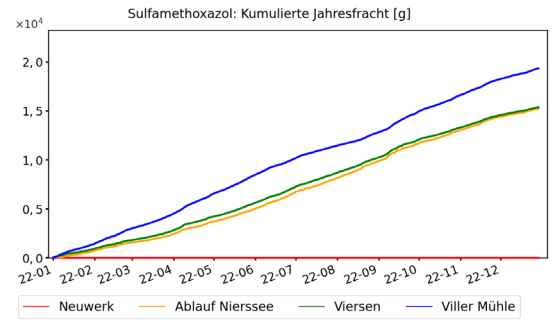
Jahresmittelwert:	0,144 µg/l
Anzahl Messungen:	264
Anzahl Positivbefunde:	264

Kum. Jahresfracht 2021: alle Bilanzräume



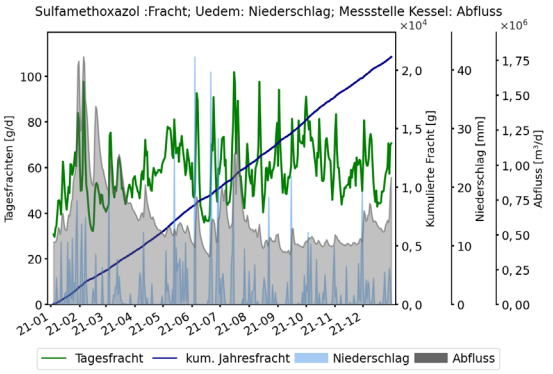
Jahresfracht Neuwerk:	10,2 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	1,41×10⁴ g
Jahresfracht Viersen:	1,52×10⁴ g
Jahresfracht Viller Mühle:	2,11×10⁴ g

Kum. Jahresfracht 2022: alle Bilanzräume

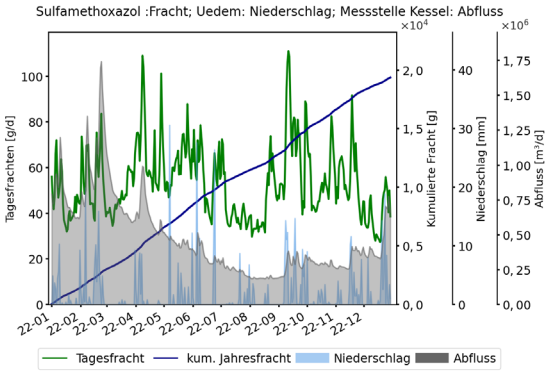


Jahresfracht Neuwerk:	1,09 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	1,52×10⁴ g
Jahresfracht Viersen:	1,54×10⁴ g
Jahresfracht Viller Mühle:	1,94×10⁴ g

Kum. Jahresfracht 2021: Viller Mühle



Kum. Jahresfracht 2022: Viller Mühle

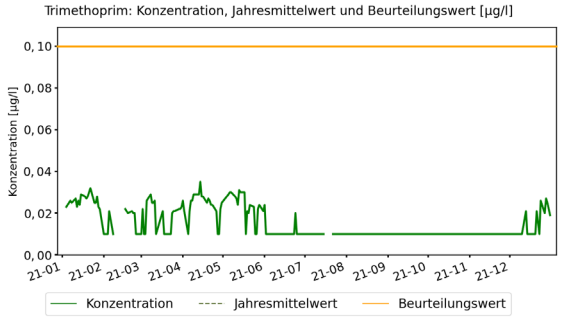


© Niersverband & FiW e.V. 2024

9.3.22 Trimethoprim

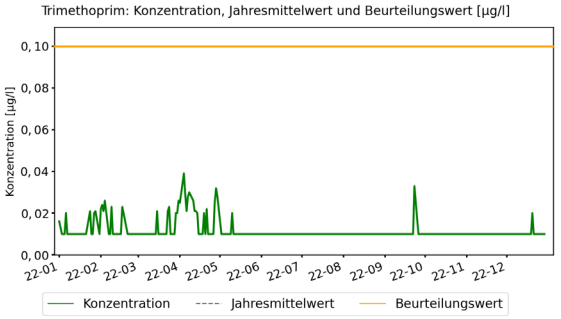
Beurteilungswert: 0,1 µg/l (Anhang D4)	Bestimmungsgrenze (BG): 0,02 µg/l

Messkonzentration 2021: Viller Mühle



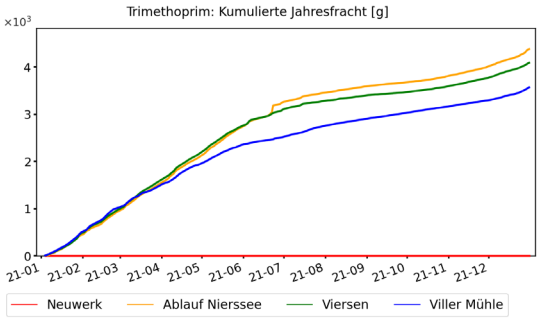
Jahresmittelwert:	0,0152 µg/l
Anzahl Messungen:	236
Anzahl Positivbefunde:	83

Messkonzentration 2022: Viller Mühle



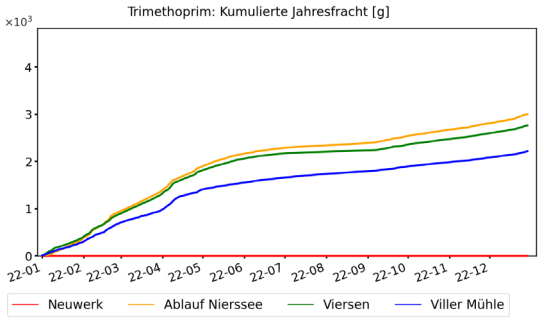
Jahresmittelwert:	0,0118 µg/l
Anzahl Messungen:	264
Anzahl Positivbefunde:	35

Kum. Jahresfracht 2021: alle Bilanzräume



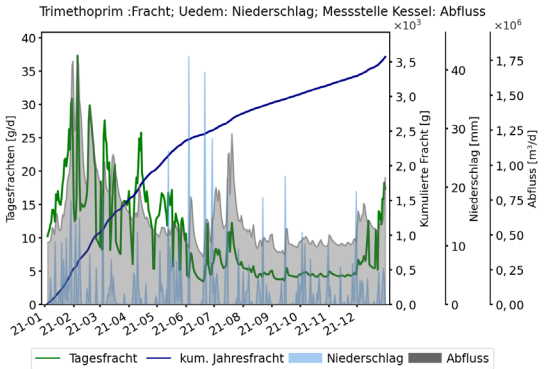
Jahresfracht Neuwerk:	0 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	4,38×10³ g
Jahresfracht Viersen:	4,09×10³ g
Jahresfracht Viller Mühle:	3,57×10³ g

Kum. Jahresfracht 2022: alle Bilanzräume

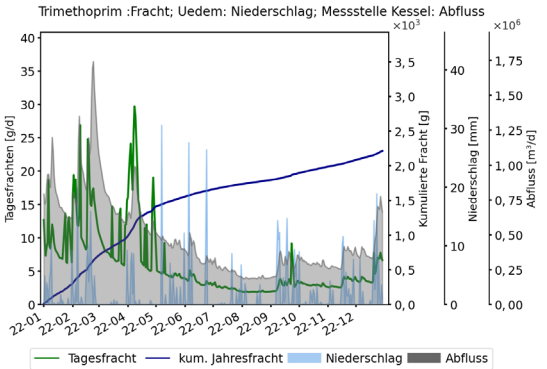


Jahresfracht Neuwerk:	0 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	3,00×10³ g
Jahresfracht Viersen:	2,76×10³ g
Jahresfracht Viller Mühle:	2,22×10³ g

Kum. Jahresfracht 2021: Viller Mühle



Kum. Jahresfracht 2022: Viller Mühle



9.4 Steckbriefe der Pestizide

Die Bestimmung der Pestizide erfolgte nach DIN 38407-36 (Bestimmung ausgewählter Pflanzenschutzmittelwirkstoffe und anderer organischer Stoffe in Wasser - Verfahren mittels Hochleistungs-Flüssigkeitschromatographie und massenspektrometrischer Detektion (HPLC-MS/MS bzw. -HRMS) nach Direktinjektion (F 36)).

Die Probe wird durch einen konditionierten Spritzenfilter in ein Vial filtriert und mit internen Standards versetzt. Die Vermessung und Quantifizierung erfolgen mittels Hochleistungs-Flüssigchromatographie mit anschließender Tandem-Massenspektrometrie (LC-MS/MS). Die relevantesten Informationen zu der Probenvorbereitung und zum Messsystem sind in den folgenden Tabellen aufgeführt.

Tabelle 7: Geräte / Parameter zur Vorbereitung der Pesizide

Geräte/Parameter	Werte/Einstellungen
Spritzenfilter	RC 0,2 µm, 15 mm (Fa.: Phenomenex)
Standard Quantifizierung	Pestizide—Mix 25 (Custom) (Fa.: Neochema) Metribuzin Einzelstandard (Fa.: Neochema)
Standard intern	Mix aus fünf deuterierten und nicht-deuterierten Substanzen, Einzellösungen verschiedener Hersteller

Tabelle 8: Informationen zum Messsystem HPLC-MS/MS zur Bestimmung der Pestizide

Geräte/Parameter	Werte/Einstellungen
HPLC-MS/MS System	8030 Plus und 8050, Fa. Shimadzu
Eluenten	A: 0,05 % Ameisensäure (Fa.: Fluka) in Reinstwasser B: Methanol, LC-MS grade (Fa.: Roth)
Eluentenprogramm	0 min – 5 % B 2 min – 50 % B 8 min – 100 % B 10 min – 100 % B 12 min – 5 % B 20 min – 5 % B
Fluss	0,2 ml/min
Injektionsvolumen	200 µl (8030 Plus), 50 µl (8050)
Trennsäule	Nucleodur C18, Pyramid, 1,8 µm, 100 x 2 mm (Fa.: Macherey-Nagel)
Säulentemperatur	40 °C
Interface	ESI positiv
Messmodus	MRM

© Niersverband & FiW e.V. 2024

Tabelle 9: Übersicht der Untersuchungsparameter der Stoffgruppe Pestizide

Stoff	BG [µg/l]	CAS-Nummer
Atrazin	0,025	1912-24-9
Boscalid	0,025	188425-85-6
Bromacil	0,025	314-40-9
Carbendazim	0,025	10605-21-7
Chloridazon	0,025	1698-60-8
Chlortoluron	0,025	15545-48-9
Cybutryn (Irgarol)	0,05	28159-98-0
Desethylatrazin	0,025	6190-65-4
Desisopropylatrazin	0,05	1007-28-9
Diuron	0,025	330-54-1
Ethofumesat	0,05	26225-79-6
Flufenacet	0,025	142459-58-3
Imidacloprid	0,05	138261-41-3
Isoproturon	0,025	34123-59-6
Linuron	0,05	330-55-2
Mecoprop	0,025	93-65-2
Metamitron	0,025	41394-05-2
Metazachlor	0,025	67129-08-2
Metolachlor	0,025	51218-45-2
Metribuzin	0,05	21087-64-9
Propazin	0,025	139-40-2
Propiconazol	0,025	60207-90-1
Simazin	0,025	122-34-9
Tebuconazol	0,025	107534-96-3
Terbutryn	0,025	886-50-0
Terbuthylazin	0,025	5915-41-3

© Niersverband & FiW e.V. 2024

Zusätzlich zu dem beantragten Untersuchungsumfang wurden während des Projektzeitraumes sechs weitere Pestizide (Carbendazim, Flufenacet, Mecoprop, Propiconazol, Tebuconazol, Terbutryn) auf Eigeninitiative des Niersverbands ergänzend mit in das Untersuchungsprogramm aufgenommen. Für diese Stoffe liegen Datenreihen ab April 2021 vor. Aufgrund der unvollständigen Messreihe im Jahr 2021 konnten verlässliche Frachtberechnungen nur für das Messjahr 2022 erstellt and dargestellt werden. Frachtberechnungen für das Messjahr 2021 sind als untere Abschätzung zu betrachten und mit einem „≥“-Symbol gekennzeichnet.

Folgende Beurteilungswerte werden zur Bewertung der gemessenen Gewässer-konzentrationen herangezogen:

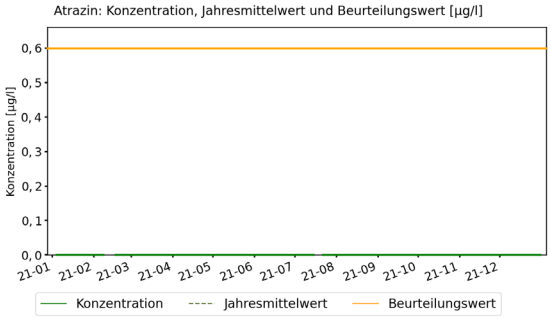
- Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer, Anlage 8 (OGewV 2016)
- Monitoringleitfaden Oberflächengewässer – Anhang D4 (MULNV 2018)

© Niersverband & FiW e.V. 2024

9.4.1 Atrazin

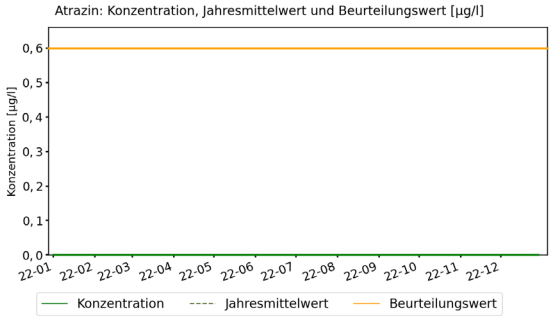
Beurteilungswert: 0,6 µg/l (OGewV)	Bestimmungsgrenze (BG): 0,025 µg/l

Messkonzentration 2021: Viller Mühle



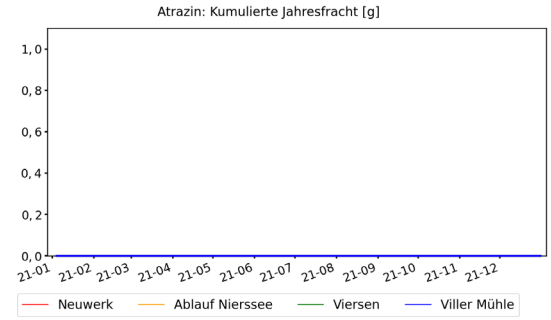
Jahresmittelwert:	0 µg/l
Anzahl Messungen:	235
Anzahl Positivbefunde:	0

Messkonzentration 2022: Viller Mühle



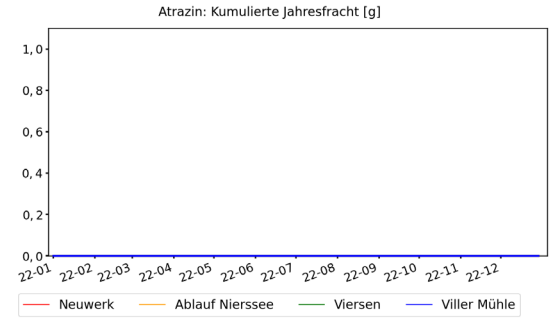
Jahresmittelwert:	0 µg/l
Anzahl Messungen:	264
Anzahl Positivbefunde:	0

Kum. Jahresfracht 2021: alle Bilanzräume



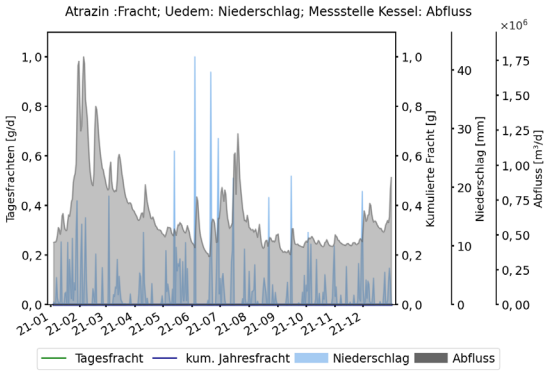
Jahresfracht Neuwerk:	0 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	0 g
Jahresfracht Viersen:	0 g
Jahresfracht Viller Mühle:	0 g

Kum. Jahresfracht 2022: alle Bilanzräume

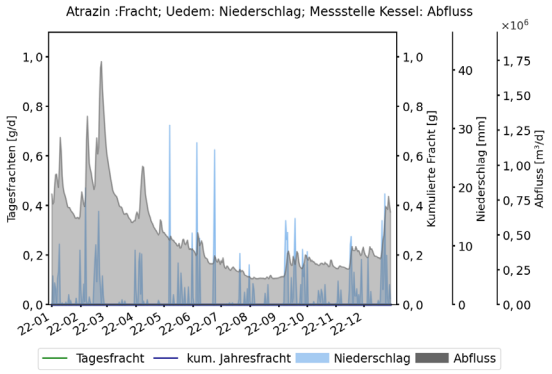


Jahresfracht Neuwerk:	0 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	0 g
Jahresfracht Viersen:	0 g
Jahresfracht Viller Mühle:	0 g

Kum. Jahresfracht 2021: Viller Mühle



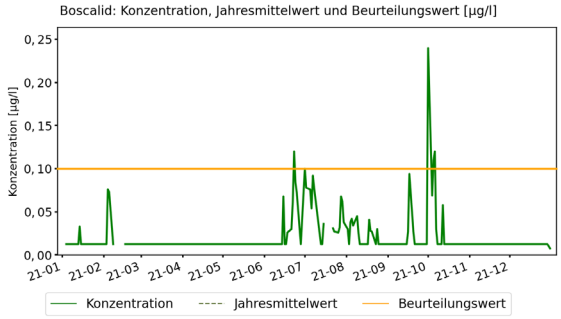
Kum. Jahresfracht 2022: Viller Mühle



9.4.2 Boscalid

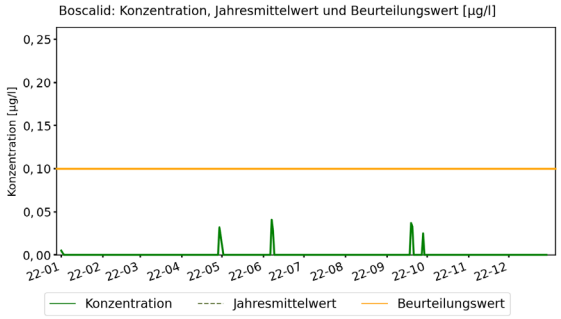
Beurteilungswert: 0,1 µg/l (Anhang D4)	Bestimmungsgrenze (BG): 0,025 µg/l

Messkonzentration 2021: Viller Mühle



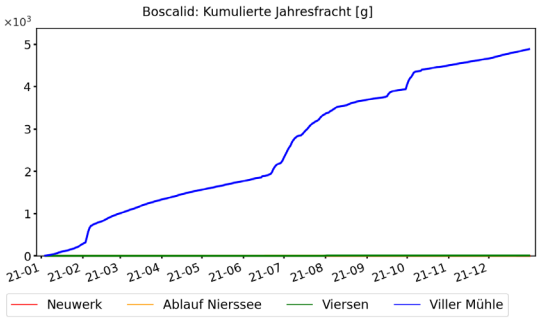
Jahresmittelwert:	0,0211 µg/l
Anzahl Messungen:	235
Anzahl Positivbefunde:	43

Messkonzentration 2022: Viller Mühle



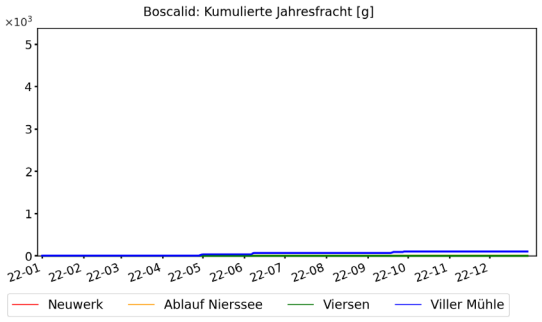
Jahresmittelwert:	0,000742 µg/l
Anzahl Messungen:	264
Anzahl Positivbefunde:	6

Kum. Jahresfracht 2021: alle Bilanzräume



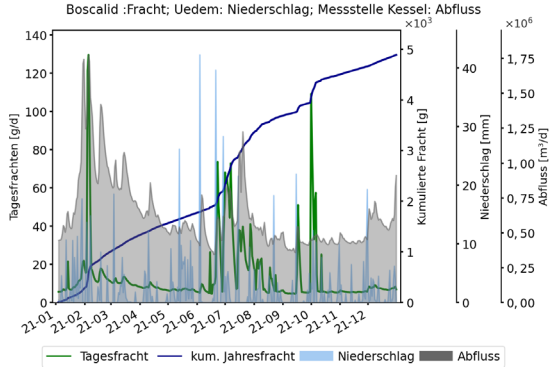
Jahresfracht Neuwerk:	0 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	4,93 g
Jahresfracht Viersen:	8,93 g
Jahresfracht Viller Mühle:	4,89×10³ g

Kum. Jahresfracht 2022: alle Bilanzräume

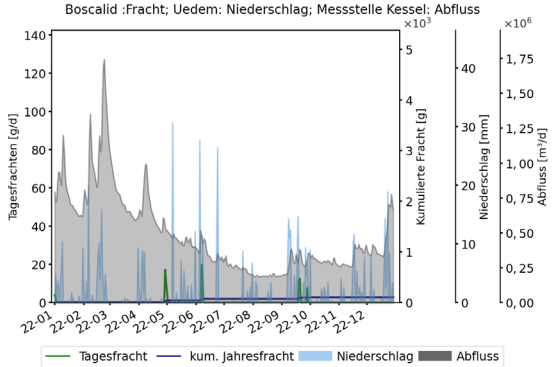


Jahresfracht Neuwerk:	0 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	5,67 g
Jahresfracht Viersen:	0 g
Jahresfracht Viller Mühle:	103 g

Kum. Jahresfracht 2021: Viller Mühle



Kum. Jahresfracht 2022: Viller Mühle

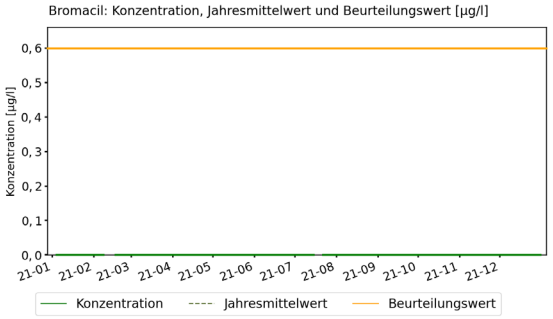


© Niersverband & FiW e.V. 2024

9.4.3 Bromacil

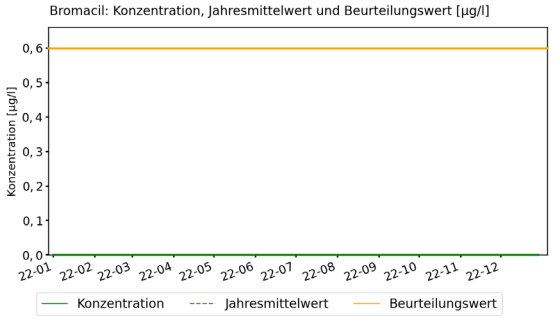
Beurteilungswert: 0,6 µg/l (Anhang D4)	Bestimmungsgrenze (BG): 0,025 µg/l

Messkonzentration 2021: Viller Mühle



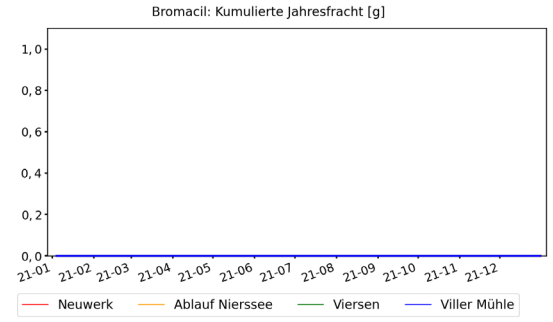
Jahresmittelwert:	0 µg/l
Anzahl Messungen:	235
Anzahl Positivbefunde:	0

Messkonzentration 2022: Viller Mühle



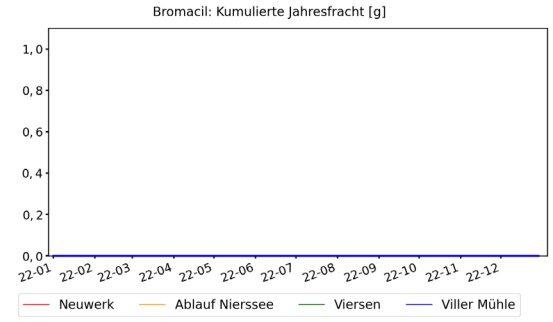
Jahresmittelwert:	0 µg/l
Anzahl Messungen:	264
Anzahl Positivbefunde:	0

Kum. Jahresfracht 2021: alle Bilanzräume



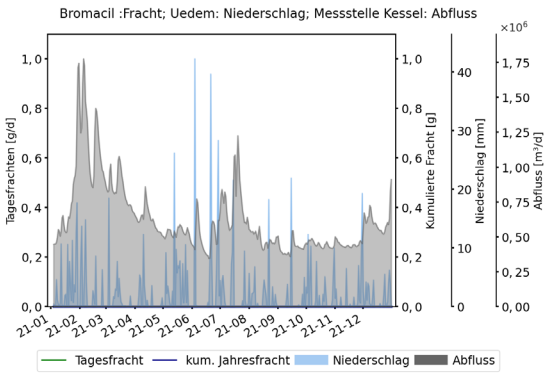
Jahresfracht Neuwerk:	0 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	0 g
Jahresfracht Viersen:	0 g
Jahresfracht Viller Mühle:	0 g

Kum. Jahresfracht 2022: alle Bilanzräume

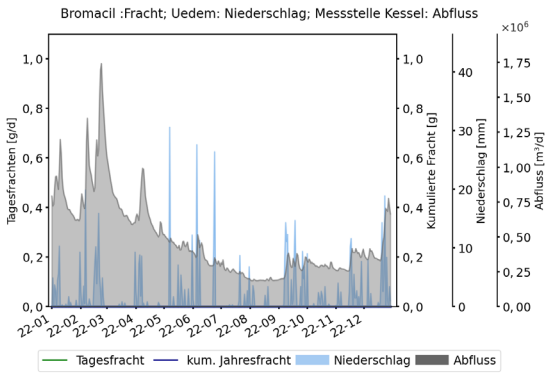


Jahresfracht Neuwerk:	0 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	0 g
Jahresfracht Viersen:	0 g
Jahresfracht Viller Mühle:	0 g

Kum. Jahresfracht 2021: Viller Mühle



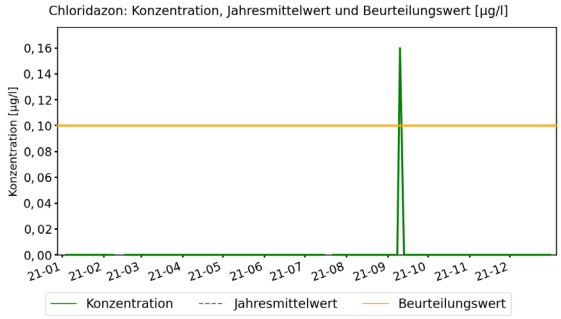
Kum. Jahresfracht 2022: Viller Mühle



9.4.4 Chloridazon

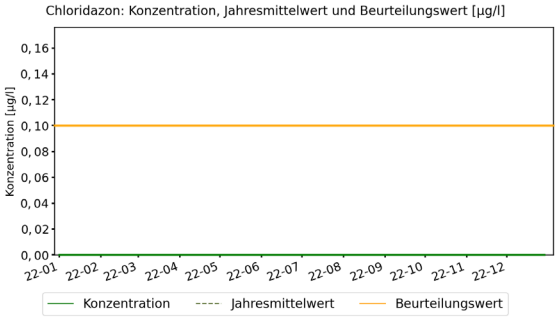
Beurteilungswert: 0,1 µg/l (Anhang D4)	Bestimmungsgrenze (BG): 0,025 µg/l

Messkonzentration 2021: Viller Mühle



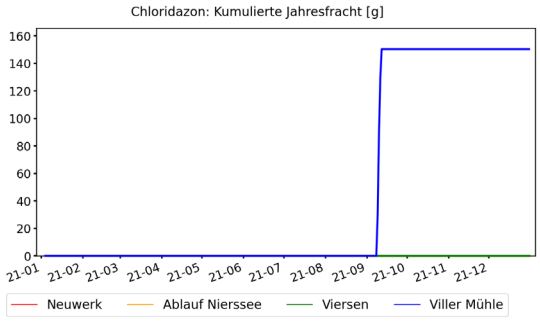
Jahresmittelwert:	0,000681 µg/l
Anzahl Messungen:	235
Anzahl Positivbefunde:	1

Messkonzentration 2022: Viller Mühle



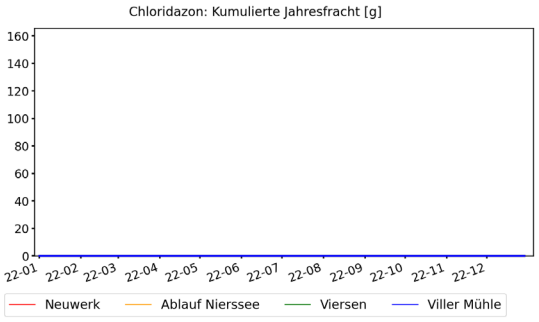
Jahresmittelwert:	0 µg/l
Anzahl Messungen:	264
Anzahl Positivbefunde:	0

Kum. Jahresfracht 2021: alle Bilanzräume



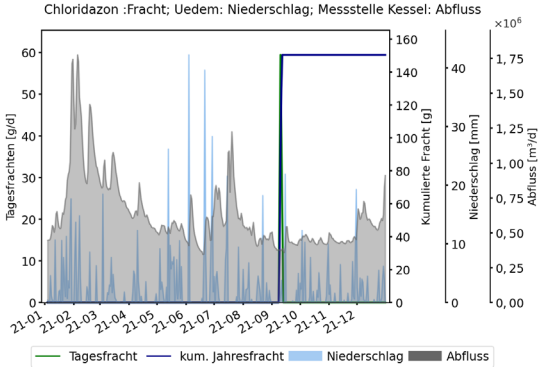
Jahresfracht Neuwerk:	0 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	0 g
Jahresfracht Viersen:	0 g
Jahresfracht Viller Mühle:	150 g

Kum. Jahresfracht 2022: alle Bilanzräume

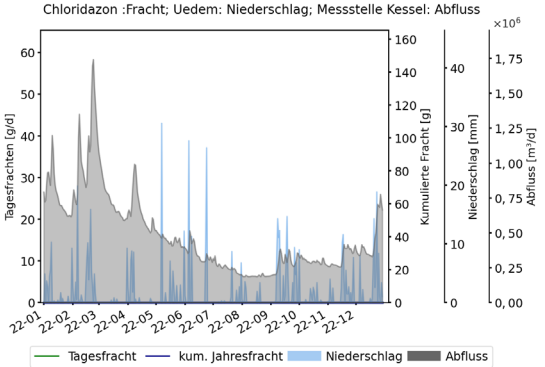


Jahresfracht Neuwerk:	0 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	0 g
Jahresfracht Viersen:	0 g
Jahresfracht Viller Mühle:	0 g

Kum. Jahresfracht 2021: Viller Mühle



Kum. Jahresfracht 2022: Viller Mühle

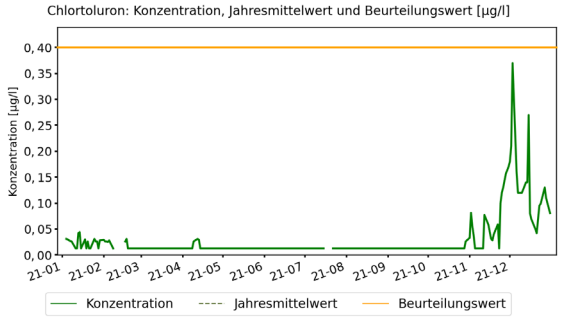


© Niersverband & FiW e.V. 2024

9.4.5 Chlortoluron

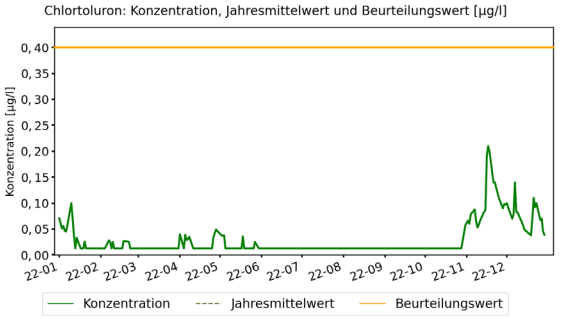
Beurteilungswert: 0,4 µg/l (Anhang D4)	Bestimmungsgrenze (BG): 0,0254 µg/l

Messkonzentration 2021: Viller Mühle



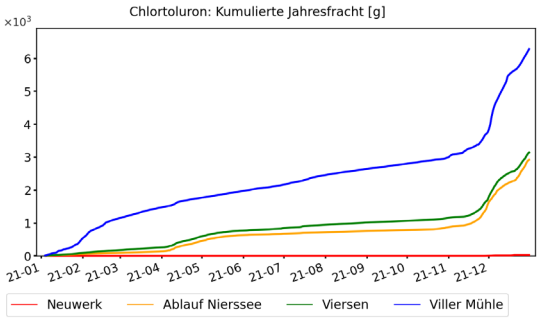
Jahresmittelwert:	0,0287 µg/l
Anzahl Messungen:	235
Anzahl Positivbefunde:	59

Messkonzentration 2022: Viller Mühle



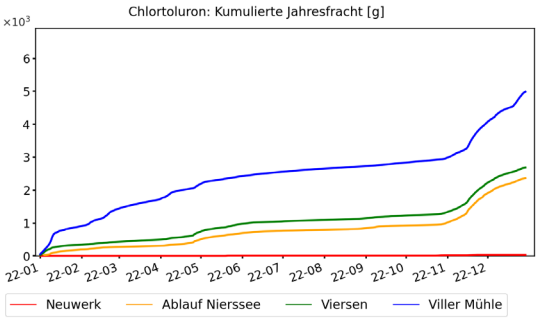
Jahresmittelwert:	0,0280 µg/l
Anzahl Messungen:	264
Anzahl Positivbefunde:	72

Kum. Jahresfracht 2021: alle Bilanzräume



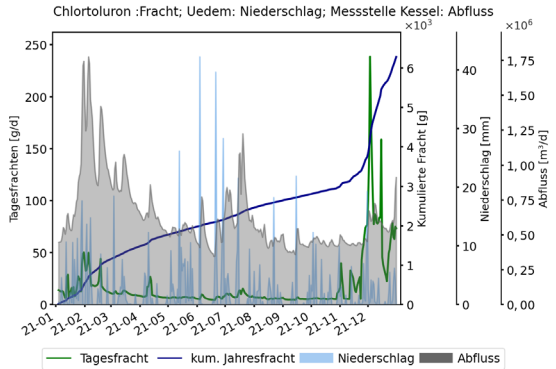
Jahresfracht Neuwerk:	30,0 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	2,92×10³ g
Jahresfracht Viersen:	3,14×10³ g
Jahresfracht Viller Mühle:	6,28×10³ g

Kum. Jahresfracht 2022: alle Bilanzräume

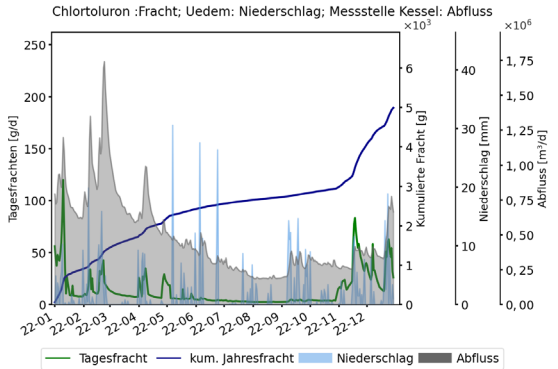


Jahresfracht Neuwerk:	33,9 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	2,36×10³ g
Jahresfracht Viersen:	2,68×10³ g
Jahresfracht Viller Mühle:	4,99×10³ g

Kum. Jahresfracht 2021: Viller Mühle



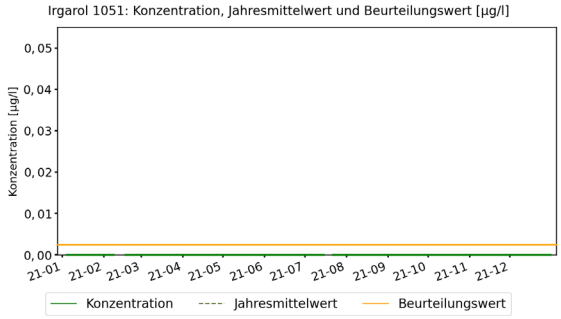
Kum. Jahresfracht 2022: Viller Mühle



9.4.6 Cybutryn (Irgarol)

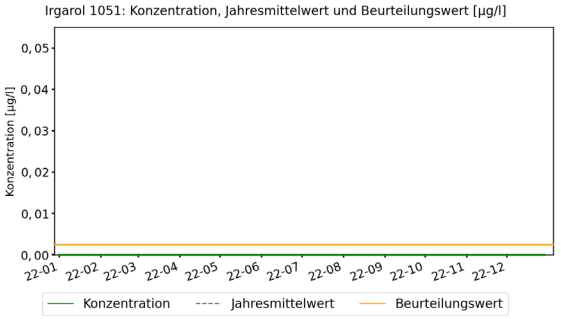
Beurteilungswert: 0,0025 µg/l (Anhang D4)	Bestimmungsgrenze (BG): 0,05 µg/l

Messkonzentration 2021: Viller Mühle



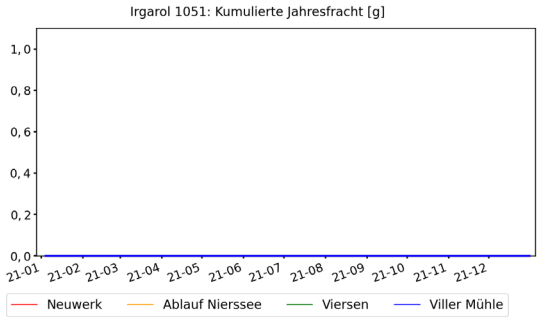
Jahresmittelwert:	0 µg/l
Anzahl Messungen:	235
Anzahl Positivbefunde:	0

Messkonzentration 2022: Viller Mühle



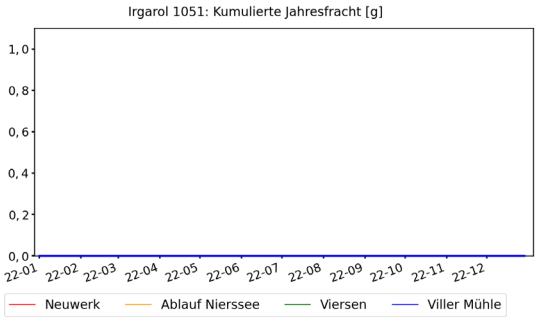
Jahresmittelwert:	0 µg/l
Anzahl Messungen:	264
Anzahl Positivbefunde:	0

Kum. Jahresfracht 2021: alle Bilanzräume



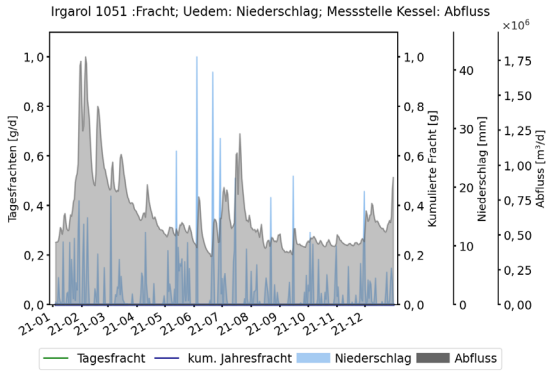
Jahresfracht Neuwerk:	0 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	0 g
Jahresfracht Viersen:	0 g
Jahresfracht Viller Mühle:	0 g

Kum. Jahresfracht 2022: alle Bilanzräume

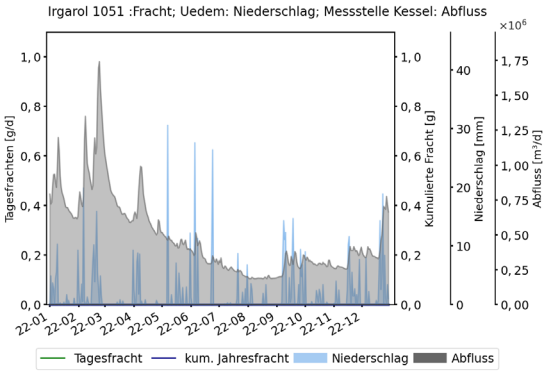


Jahresfracht Neuwerk:	0 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	0 g
Jahresfracht Viersen:	0 g
Jahresfracht Viller Mühle:	0 g

Kum. Jahresfracht 2021: Viller Mühle



Kum. Jahresfracht 2022: Viller Mühle

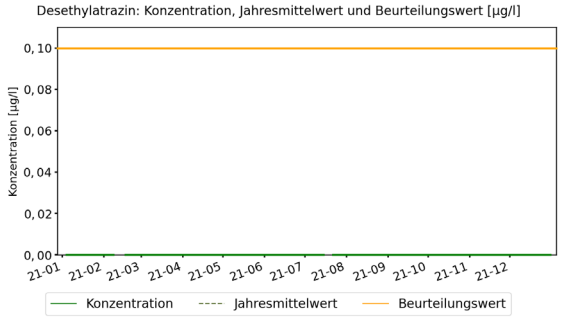


© Niersverband & FiW e.V. 2024

9.4.7 Desethylatrazin

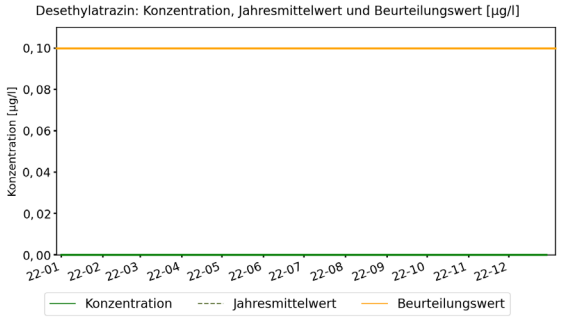
Beurteilungswert: 0,1 µg/l (Anhang D4)	Bestimmungsgrenze (BG): 0,025 µg/l

Messkonzentration 2021: Viller Mühle



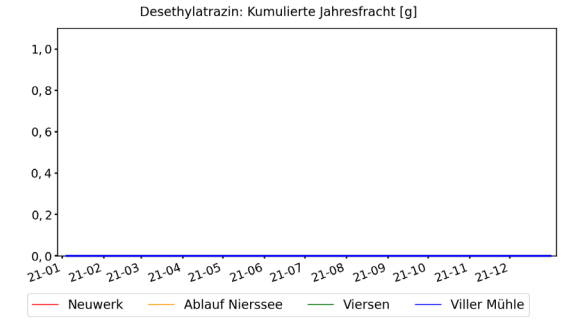
Jahresmittelwert:	0 µg/l
Anzahl Messungen:	235
Anzahl Positivbefunde:	0

Messkonzentration 2022: Viller Mühle



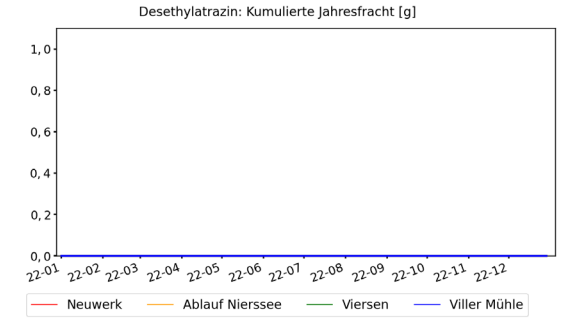
Jahresmittelwert:	0 µg/l
Anzahl Messungen:	264
Anzahl Positivbefunde:	0

Kum. Jahresfracht 2021: alle Bilanzräume



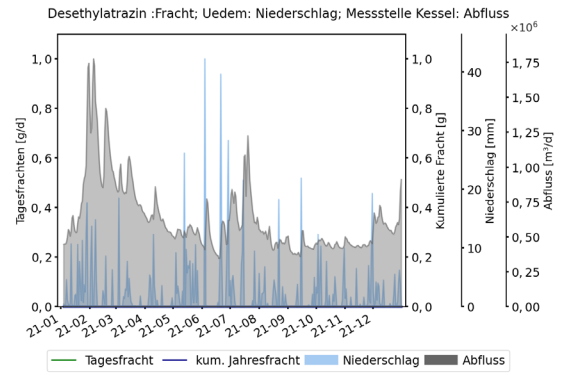
Jahresfracht Neuwerk:	0 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	0 g
Jahresfracht Viersen:	0 g
Jahresfracht Viller Mühle:	0 g

Kum. Jahresfracht 2022: alle Bilanzräume

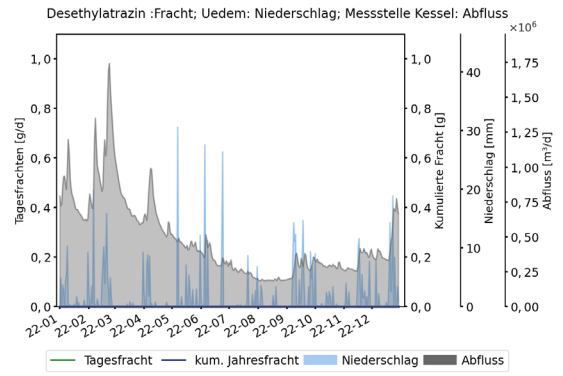


Jahresfracht Neuwerk:	0 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	0 g
Jahresfracht Viersen:	0 g
Jahresfracht Viller Mühle:	0 g

Kum. Jahresfracht 2021: Viller Mühle



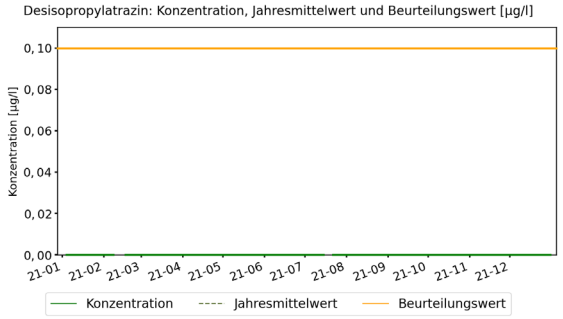
Kum. Jahresfracht 2022: Viller Mühle



9.4.8 Desisopropylatrazin

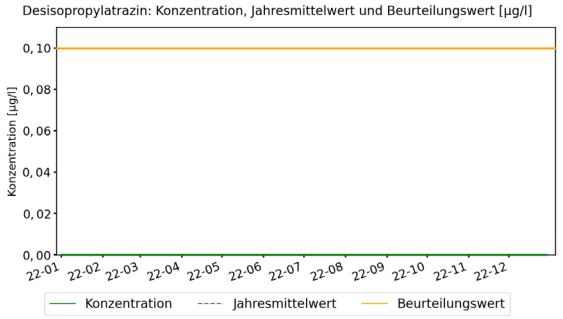
Beurteilungswert: 0,1 µg/l (Anhang D4)	Bestimmungsgrenze (BG): 0,05 µg/l

Messkonzentration 2021: Viller Mühle



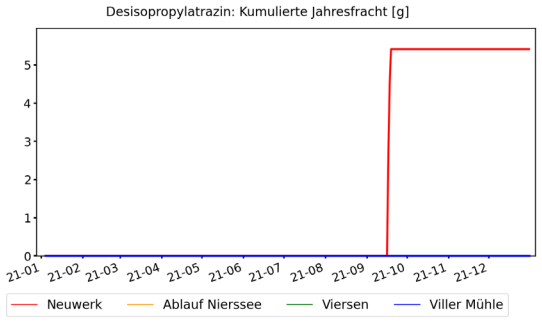
Jahresmittelwert:	0 µg/l
Anzahl Messungen:	235
Anzahl Positivbefunde:	0

Messkonzentration 2022: Viller Mühle



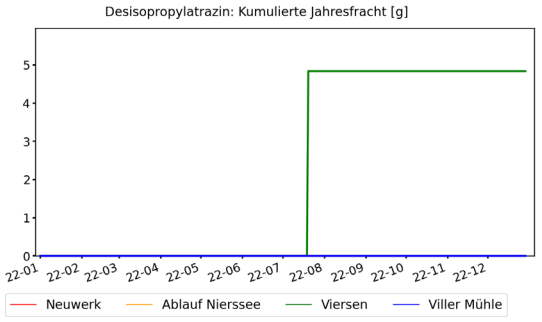
Jahresmittelwert:	0 µg/l
Anzahl Messungen:	264
Anzahl Positivbefunde:	0

Kum. Jahresfracht 2021: alle Bilanzräume



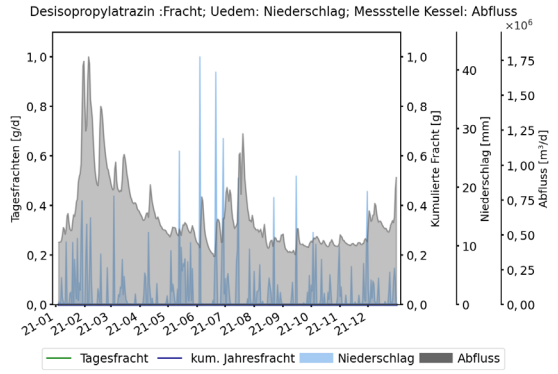
Jahresfracht Neuwerk:	5,42 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	0 g
Jahresfracht Viersen:	0 g
Jahresfracht Viller Mühle:	0 g

Kum. Jahresfracht 2022: alle Bilanzräume

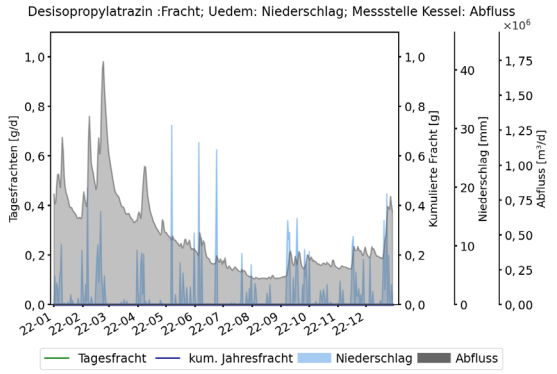


Jahresfracht Neuwerk:	0 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	0 g
Jahresfracht Viersen:	4,84 g
Jahresfracht Viller Mühle:	0 g

Kum. Jahresfracht 2021: Viller Mühle



Kum. Jahresfracht 2022: Viller Mühle

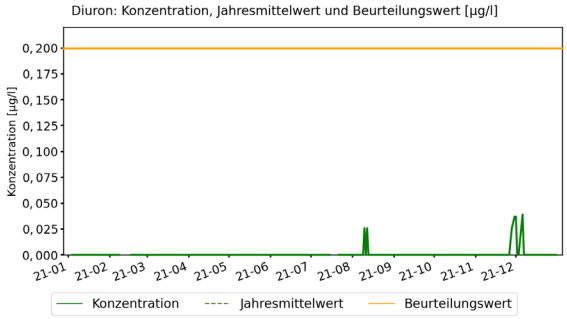


© Niersverband & FiW e.V. 2024

9.4.9 Diuron

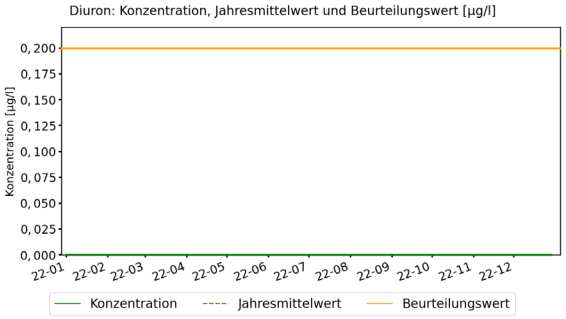
Beurteilungswert: 0,2 µg/l (OGewV)	Bestimmungsgrenze (BG): 0,025 µg/l

Messkonzentration 2021: Viller Mühle



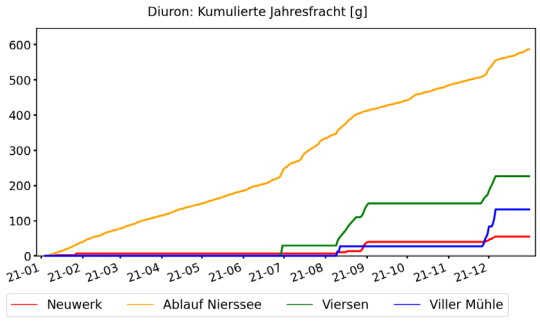
Jahresmittelwert:	0,000868 µg/l
Anzahl Messungen:	235
Anzahl Positivbefunde:	6

Messkonzentration 2022: Viller Mühle



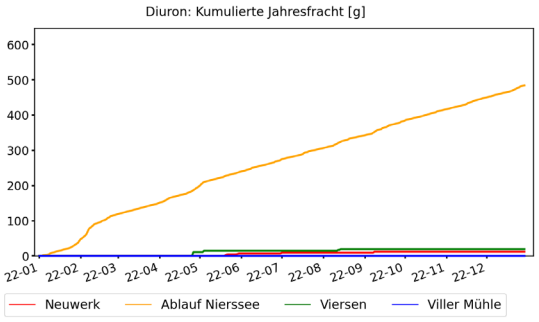
Jahresmittelwert:	0 µg/l
Anzahl Messungen:	264
Anzahl Positivbefunde:	0

Kum. Jahresfracht 2021: alle Bilanzräume



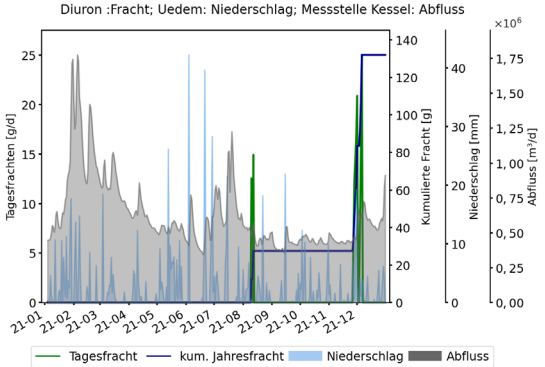
Jahresfracht Neuwerk:	54,9 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	588 g
Jahresfracht Viersen:	226 g
Jahresfracht Viller Mühle:	132 g

Kum. Jahresfracht 2022: alle Bilanzräume

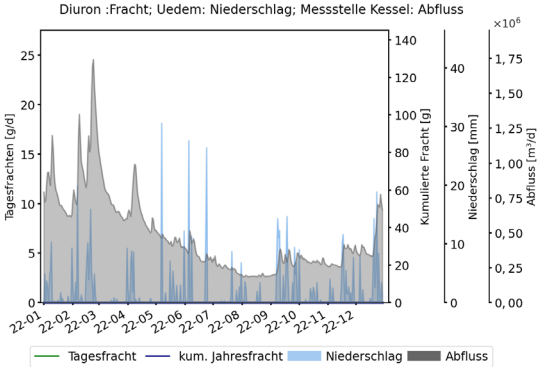


Jahresfracht Neuwerk:	12 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	485 g
Jahresfracht Viersen:	19,3 g
Jahresfracht Viller Mühle:	0 g

Kum. Jahresfracht 2021: Viller Mühle



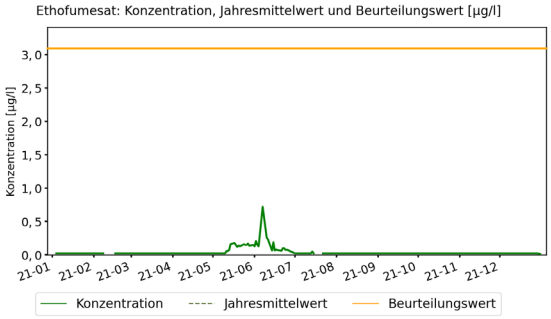
Kum. Jahresfracht 2022: Viller Mühle



9.4.10 Ethofumesat

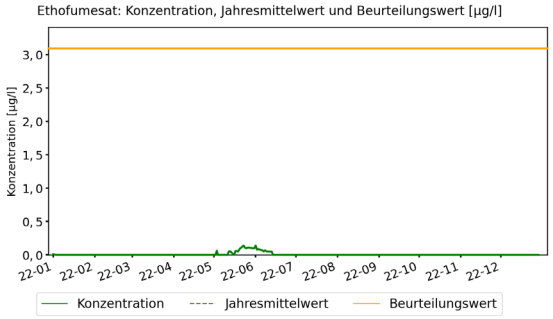
Beurteilungswert: 3,1 µg/l (Anhang D4)	Bestimmungsgrenze (BG): 0,05 µg/l

Messkonzentration 2021: Viller Mühle



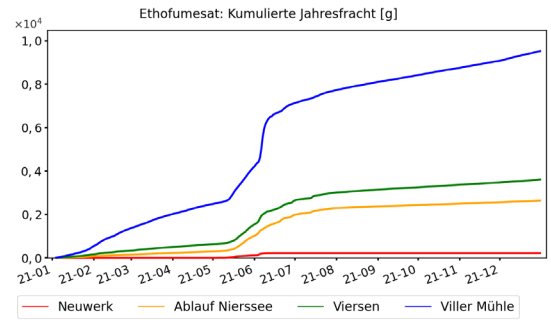
Jahresmittelwert:	0,0419 µg/l
Anzahl Messungen:	235
Anzahl Positivbefunde:	34

Messkonzentration 2022: Viller Mühle



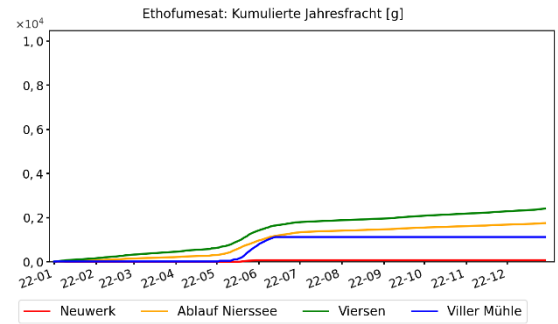
Jahresmittelwert:	0,00708 µg/l
Anzahl Messungen:	264
Anzahl Positivbefunde:	23

Kum. Jahresfracht 2021: alle Bilanzräume



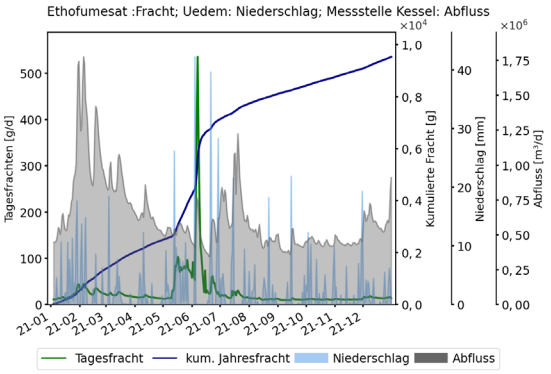
Jahresfracht Neuwerk:	222 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	2,64×10³ g
Jahresfracht Viersen:	3,61×10³ g
Jahresfracht Viller Mühle:	9,53×10³ g

Kum. Jahresfracht 2022: alle Bilanzräume

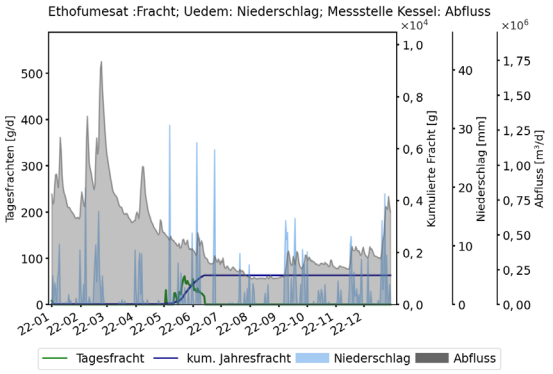


Jahresfracht Neuwerk:	69,5 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	1,75x10³ g
Jahresfracht Viersen:	2,41×10³ g
Jahresfracht Viller Mühle:	1,12×10³ g

Kum. Jahresfracht 2021: Viller Mühle



Kum. Jahresfracht 2022: Viller Mühle

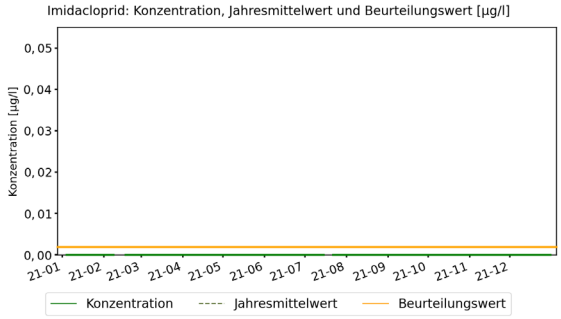


© Niersverband & FiW e.V. 2024

9.4.11 Imidacloprid

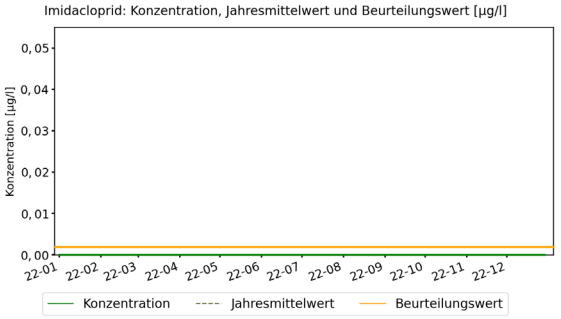
Beurteilungswert: 0,002 µg/l (Anhang D4)	Bestimmungsgrenze (BG): 0,05 µg/l

Messkonzentration 2021: Viller Mühle



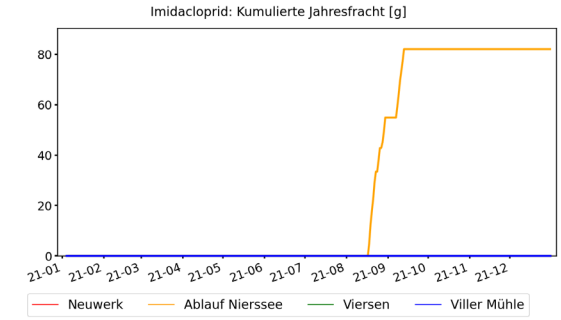
Jahresmittelwert:	0 µg/l
Anzahl Messungen:	235
Anzahl Positivbefunde:	0

Messkonzentration 2022: Viller Mühle



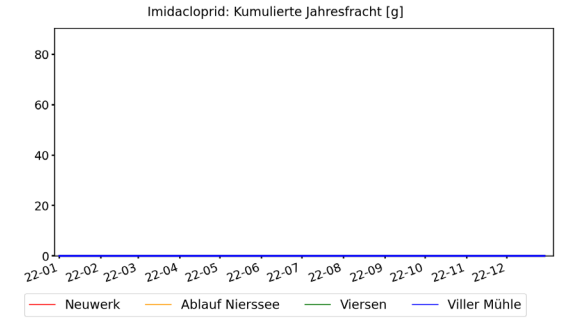
Jahresmittelwert:	0 µg/l
Anzahl Messungen:	264
Anzahl Positivbefunde:	0

Kum. Jahresfracht 2021: alle Bilanzräume



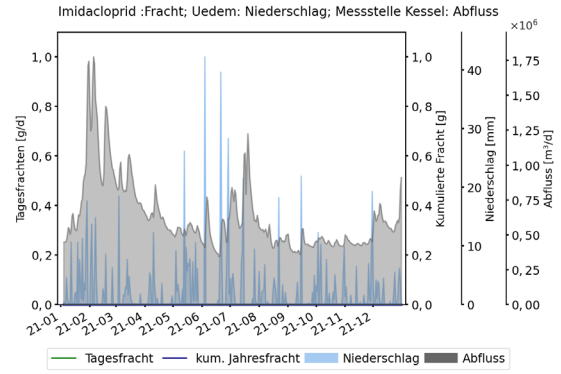
Jahresfracht Neuwerk:	0 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	82,1 g
Jahresfracht Viersen:	0 g
Jahresfracht Viller Mühle:	0 g

Kum. Jahresfracht 2022: alle Bilanzräume

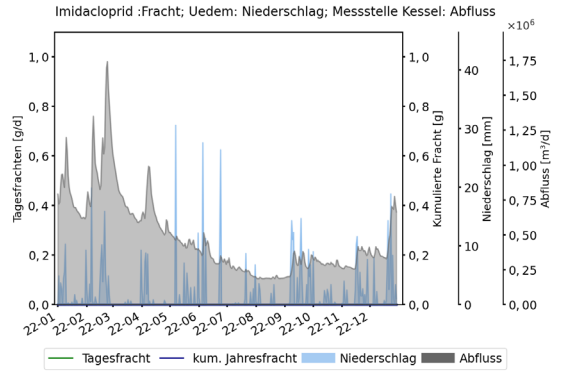


Jahresfracht Neuwerk:	0 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	0 g
Jahresfracht Viersen:	0 g
Jahresfracht Viller Mühle:	0 g

Kum. Jahresfracht 2021: Viller Mühle



Kum. Jahresfracht 2022: Viller Mühle

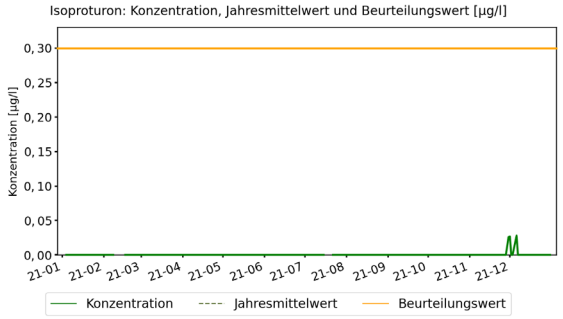


© Niersverband & FiW e.V. 2024

9.4.12 Isoproturon

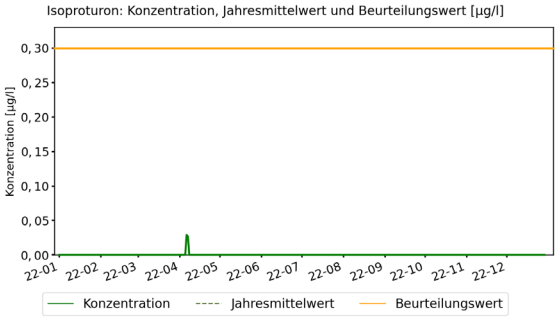
Beurteilungswert: 0,3 µg/l (OGewV)	Bestimmungsgrenze (BG): 0,025 µg/l

Messkonzentration 2021: Viller Mühle



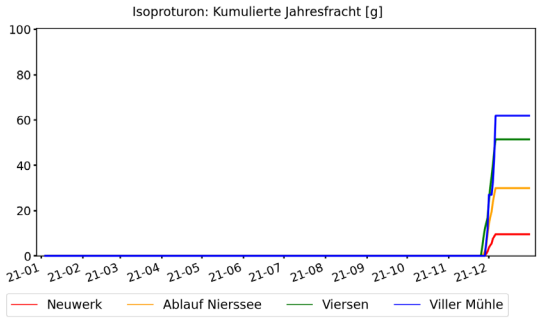
Jahresmittelwert:	0,000345 µg/l
Anzahl Messungen:	235
Anzahl Positivbefunde:	3

Messkonzentration 2022: Viller Mühle



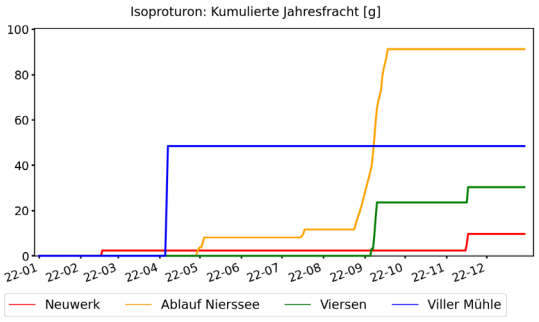
Jahresmittelwert:	0,000212 µg/l
Anzahl Messungen:	264
Anzahl Positivbefunde:	2

Kum. Jahresfracht 2021: alle Bilanzräume



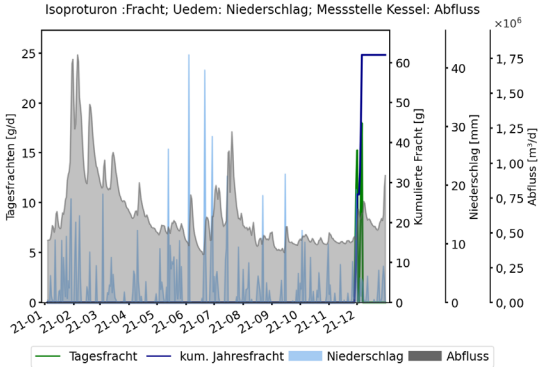
Jahresfracht Neuwerk:	9,58 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	30,0 g
Jahresfracht Viersen:	51,5 g
Jahresfracht Viller Mühle:	61,9 g

Kum. Jahresfracht 2022: alle Bilanzräume

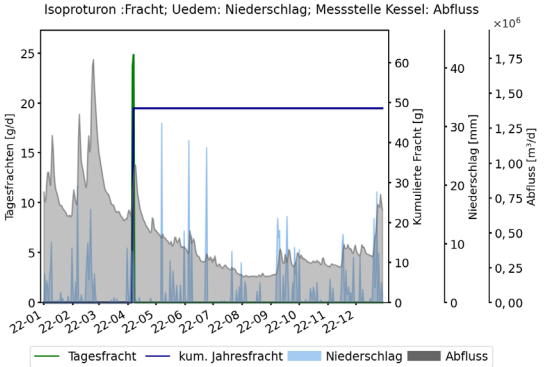


Jahresfracht Neuwerk:	9,76 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	91,3 g
Jahresfracht Viersen:	30,4 g
Jahresfracht Viller Mühle:	48,5 g

Kum. Jahresfracht 2021: Viller Mühle



Kum. Jahresfracht 2022: Viller Mühle

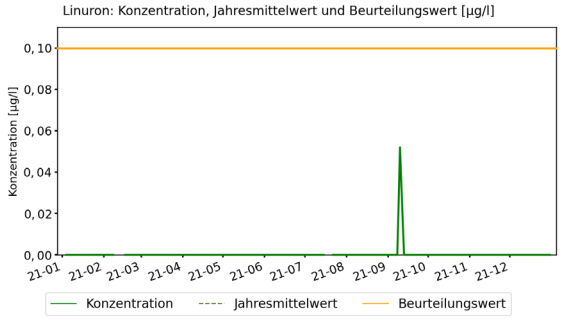


© Niersverband & FiW e.V. 2024

9.4.13 Linuron

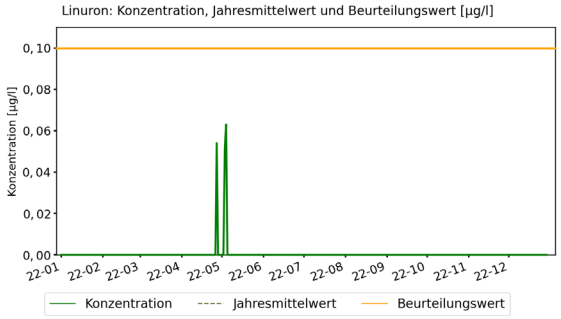
Beurteilungswert: 0,1 µg/l (Anhang D4)	Bestimmungsgrenze (BG): 0,05 µg/l

Messkonzentration 2021: Viller Mühle



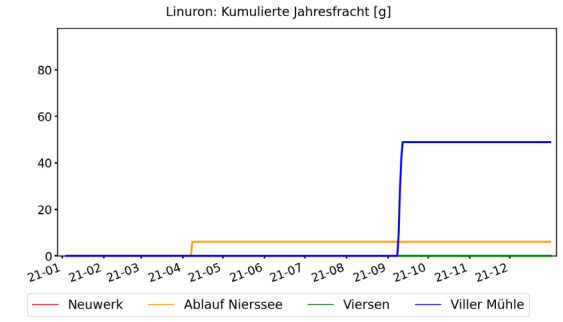
Jahresmittelwert:	0,000221 µg/l
Anzahl Messungen:	235
Anzahl Positivbefunde:	1

Messkonzentration 2022: Viller Mühle



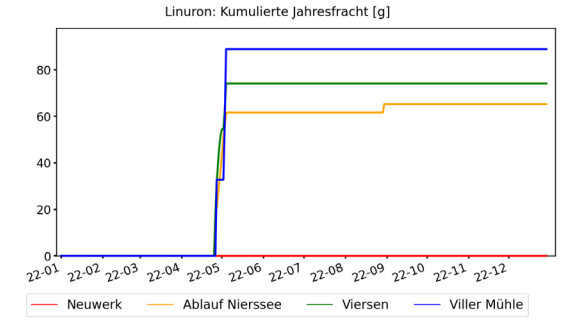
Jahresmittelwert:	0,000636 µg/l
Anzahl Messungen:	264
Anzahl Positivbefunde:	3

Kum. Jahresfracht 2021: alle Bilanzräume



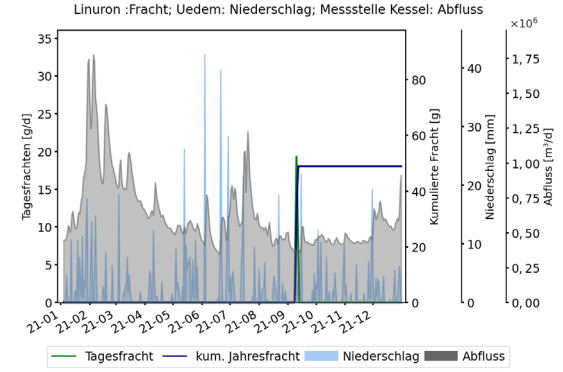
Jahresfracht Neuwerk:	0 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	6,10 g
Jahresfracht Viersen:	0 g
Jahresfracht Viller Mühle:	48,9 g

Kum. Jahresfracht 2022: alle Bilanzräume

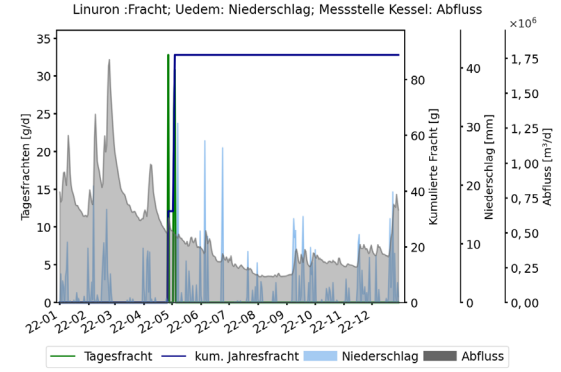


Jahresfracht Neuwerk:	0 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	65,3 g
Jahresfracht Viersen:	74,1 g
Jahresfracht Viller Mühle:	88,9 g

Kum. Jahresfracht 2021: Viller Mühle



Kum. Jahresfracht 2022: Viller Mühle

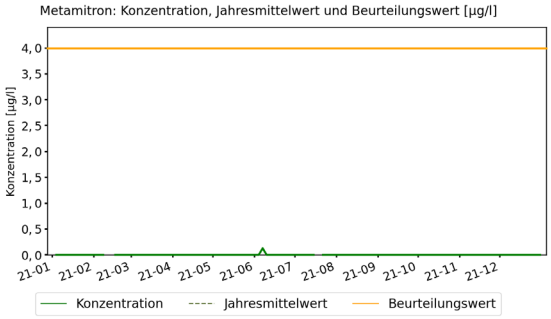


© Niersverband & FiW e.V. 2024

9.4.14 Metamitron

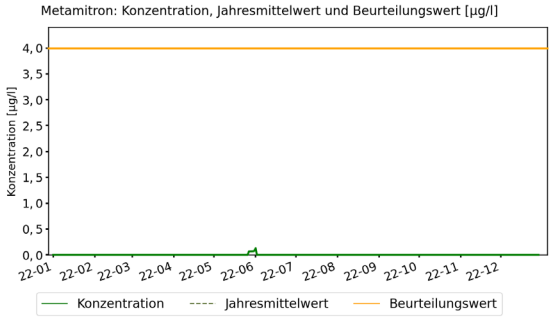
Beurteilungswert: 4 µg/l (Anhang D4)	Bestimmungsgrenze (BG): 0,025 µg/l

Messkonzentration 2021: Viller Mühle



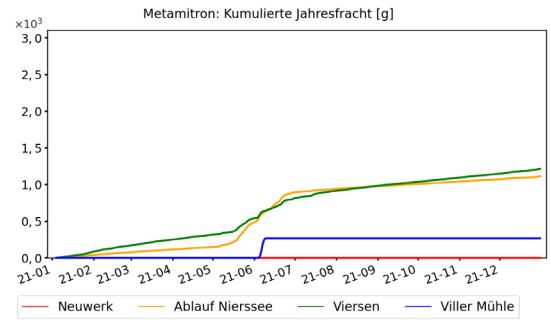
Jahresmittelwert:	0,000553 µg/l
Anzahl Messungen:	235
Anzahl Positivbefunde:	1

Messkonzentration 2022: Viller Mühle



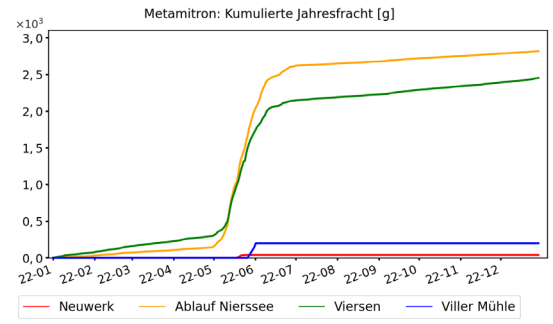
Jahresmittelwert:	0,00134 µg/l
Anzahl Messungen:	264
Anzahl Positivbefunde:	4

Kum. Jahresfracht 2021: alle Bilanzräume



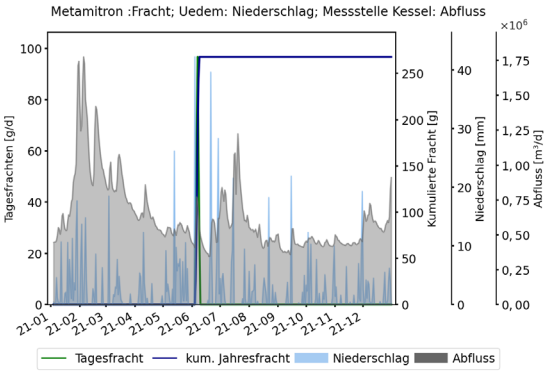
Jahresfracht Neuwerk:	0 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	1,11×10³ g
Jahresfracht Viersen:	1,22×10³ g
Jahresfracht Viller Mühle:	268 g

Kum. Jahresfracht 2022: alle Bilanzräume

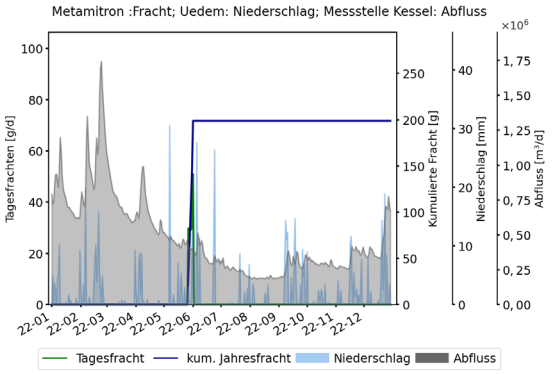


Jahresfracht Neuwerk:	41,7 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	2,82×10³ g
Jahresfracht Viersen:	2,45×10³ g
Jahresfracht Viller Mühle:	199 g

Kum. Jahresfracht 2021: Viller Mühle



Kum. Jahresfracht 2022: Viller Mühle

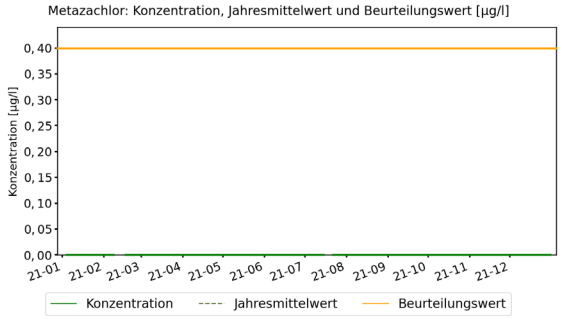


© Niersverband & FiW e.V. 2024

9.4.15 Metazachlor

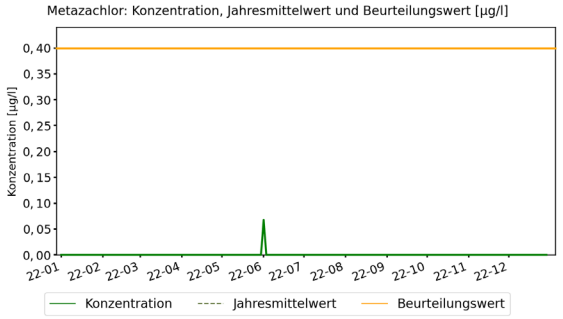
Beurteilungswert: 0,4 µg/l (Anhang D4)	Bestimmungsgrenze (BG): 0,025 µg/l

Messkonzentration 2021: Viller Mühle



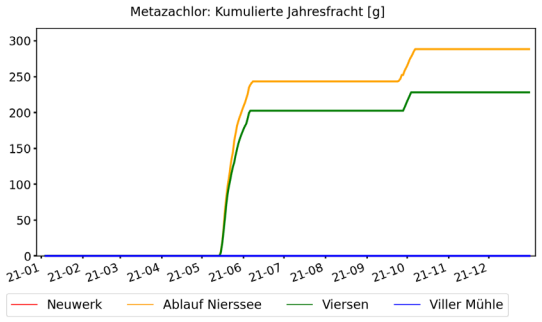
Jahresmittelwert:	0 µg/l
Anzahl Messungen:	235
Anzahl Positivbefunde:	0

Messkonzentration 2022: Viller Mühle



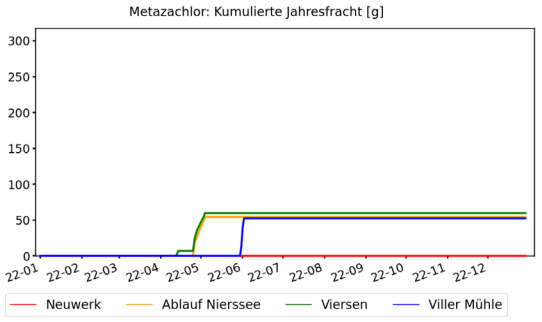
Jahresmittelwert:	0,000508 µg/l
Anzahl Messungen:	264
Anzahl Positivbefunde:	3

Kum. Jahresfracht 2021: alle Bilanzräume



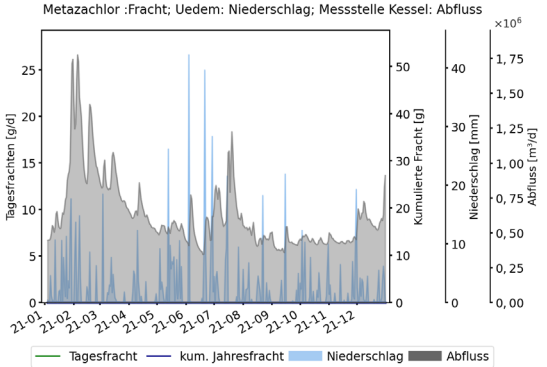
Jahresfracht Neuwerk:	0 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	288 g
Jahresfracht Viersen:	228 g
Jahresfracht Viller Mühle:	0 g

Kum. Jahresfracht 2022: alle Bilanzräume

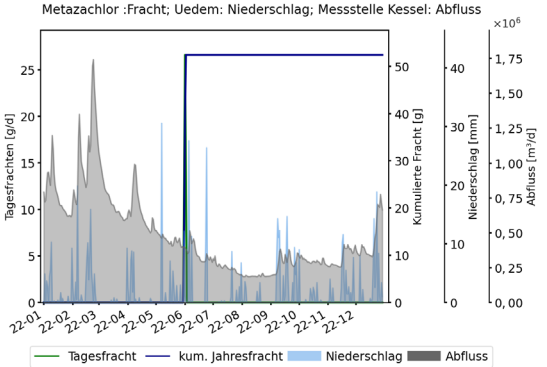


Jahresfracht Neuwerk:	0 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	54,5 g
Jahresfracht Viersen:	59,9 g
Jahresfracht Viller Mühle:	52,4 g

Kum. Jahresfracht 2021: Viller Mühle



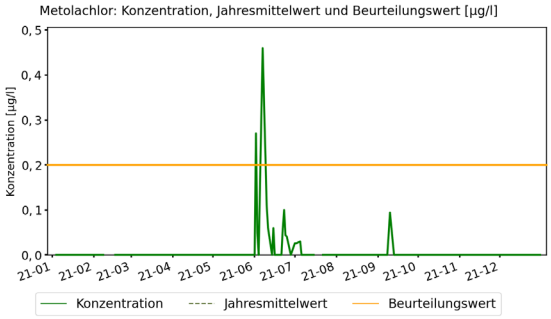
Kum. Jahresfracht 2022: Viller Mühle



9.4.16 Metolachlor

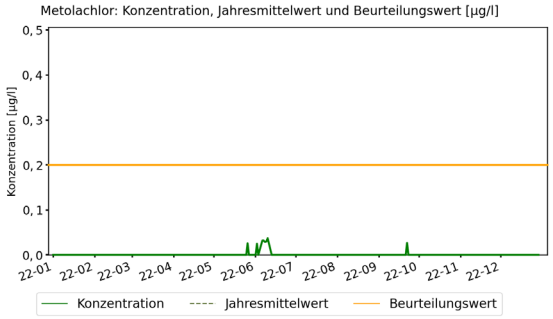
Beurteilungswert: 0,2 µg/l (Anhang D4)	Bestimmungsgrenze (BG): 0,025 µg/l

Messkonzentration 2021: Viller Mühle



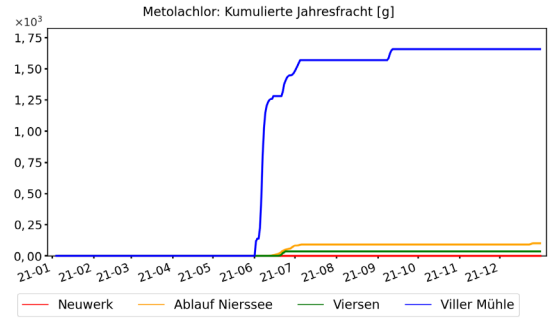
Jahresmittelwert:	0,00608 µg/l
Anzahl Messungen:	235
Anzahl Positivbefunde:	14

Messkonzentration 2022: Viller Mühle



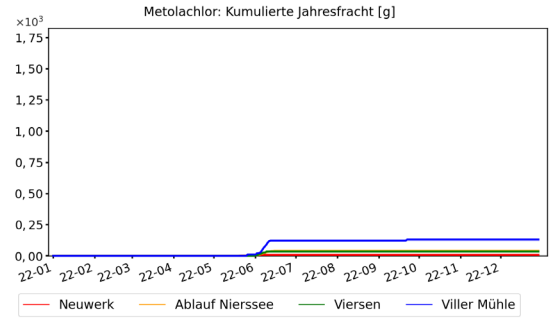
Jahresmittelwert:	0,000902 µg/l
Anzahl Messungen:	264
Anzahl Positivbefunde:	8

Kum. Jahresfracht 2021: alle Bilanzräume



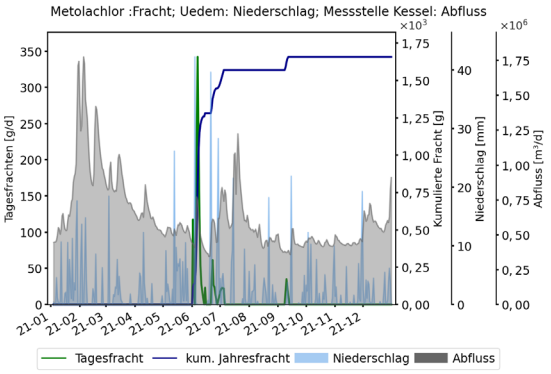
Jahresfracht Neuwerk:	0 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	101 g
Jahresfracht Viersen:	35,8 g
Jahresfracht Viller Mühle:	1,66×10³ g

Kum. Jahresfracht 2022: alle Bilanzräume

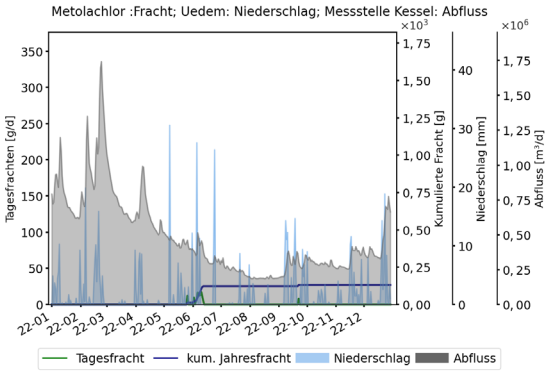


Jahresfracht Neuwerk:	9,23 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	41 g
Jahresfracht Viersen:	34,9 g
Jahresfracht Viller Mühle:	131 g

Kum. Jahresfracht 2021: Viller Mühle



Kum. Jahresfracht 2022: Viller Mühle

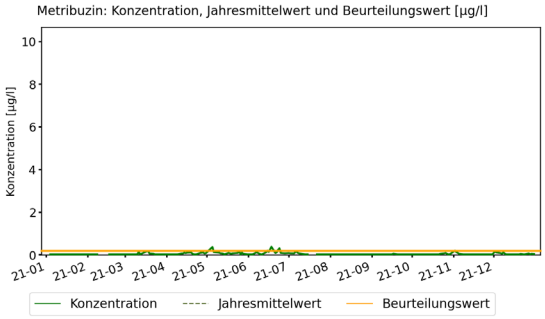


© Niersverband & FiW e.V. 2024

9.4.17 Metribuzin

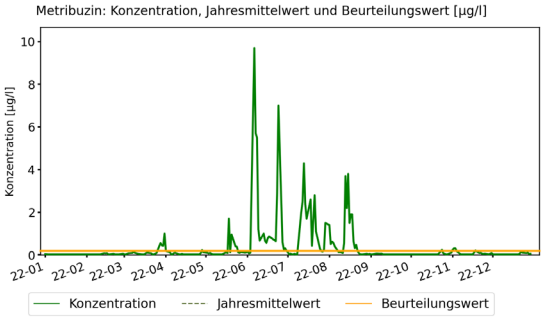
Beurteilungswert: 0,2 µg/l (Anhang D4)	Bestimmungsgrenze (BG): 0,05 µg/l

Messkonzentration 2021: Viller Mühle



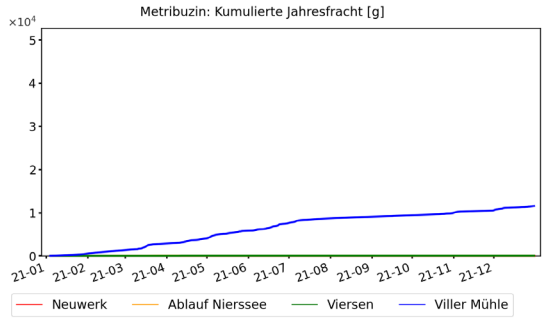
Jahresmittelwert:	0,0526 µg/l
Anzahl Messungen:	235
Anzahl Positivbefunde:	70

Messkonzentration 2022: Viller Mühle



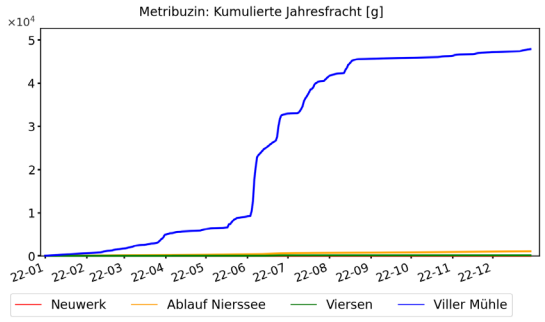
Jahresmittelwert:	0,377 µg/l
Anzahl Messungen:	264
Anzahl Positivbefunde:	135

Kum. Jahresfracht 2021: alle Bilanzräume



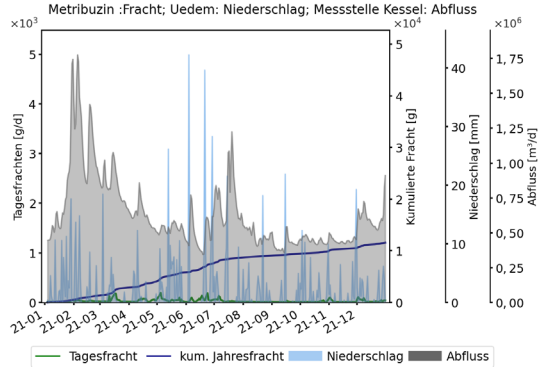
Jahresfracht Neuwerk:	0 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	52,9 g
Jahresfracht Viersen:	36,2 g
Jahresfracht Viller Mühle:	1,16×10⁴ g

Kum. Jahresfracht 2022: alle Bilanzräume

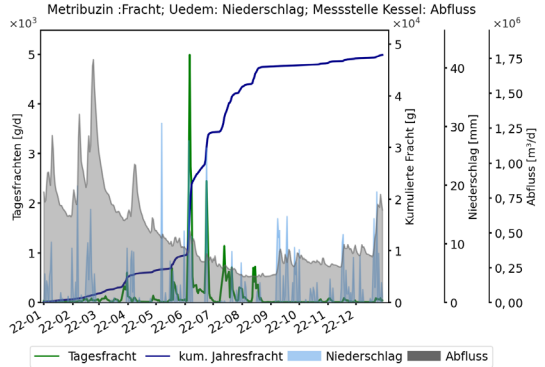


Jahresfracht Neuwerk:	5,14 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	1,07×10³ g
Jahresfracht Viersen:	130 g
Jahresfracht Viller Mühle:	4,79×10⁴ g

Kum. Jahresfracht 2021: Viller Mühle



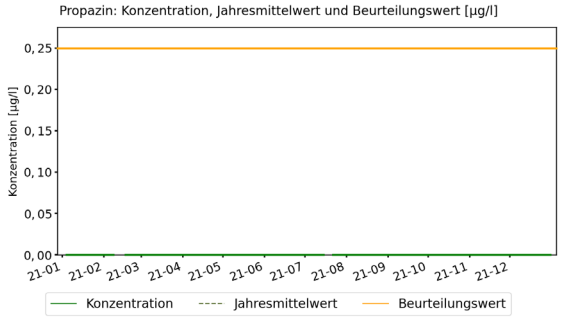
Kum. Jahresfracht 2022: Viller Mühle



9.4.18 Propazin

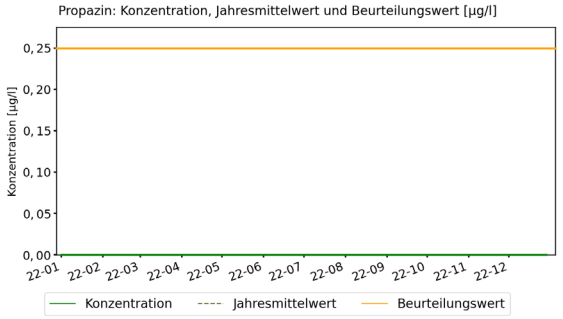
Beurteilungswert: 0,25 µg/l (Anhang D4)	Bestimmungsgrenze (BG): 0,025 µg/l

Messkonzentration 2021: Viller Mühle



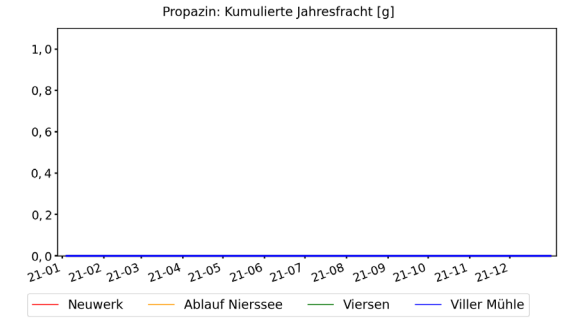
Jahresmittelwert:	0 µg/l
Anzahl Messungen:	235
Anzahl Positivbefunde:	0

Messkonzentration 2022: Viller Mühle



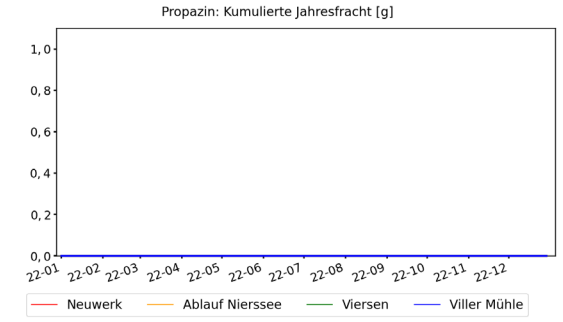
Jahresmittelwert:	0 µg/l
Anzahl Messungen:	264
Anzahl Positivbefunde:	0

Kum. Jahresfracht 2021: alle Bilanzräume



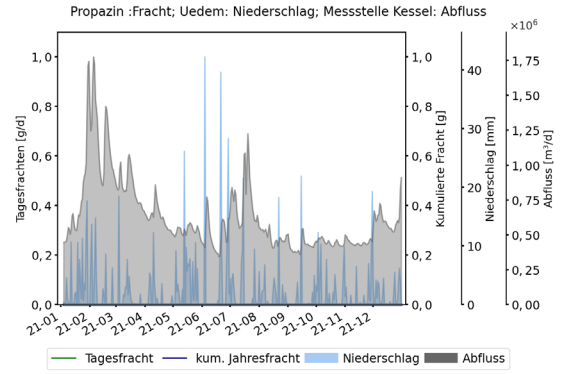
Jahresfracht Neuwerk:	0 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	0 g
Jahresfracht Viersen:	0 g
Jahresfracht Viller Mühle:	0 g

Kum. Jahresfracht 2022: alle Bilanzräume

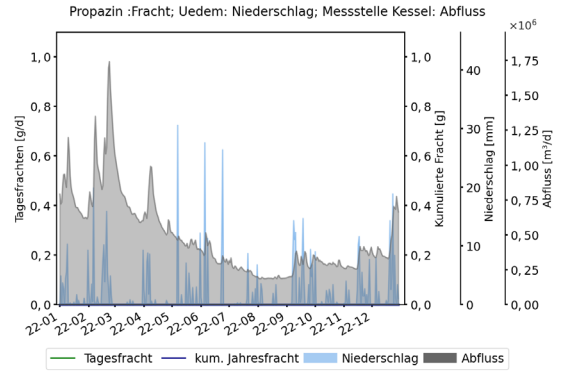


Jahresfracht Neuwerk:	0 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	0 g
Jahresfracht Viersen:	0 g
Jahresfracht Viller Mühle:	0 g

Kum. Jahresfracht 2021: Viller Mühle



Kum. Jahresfracht 2022: Viller Mühle

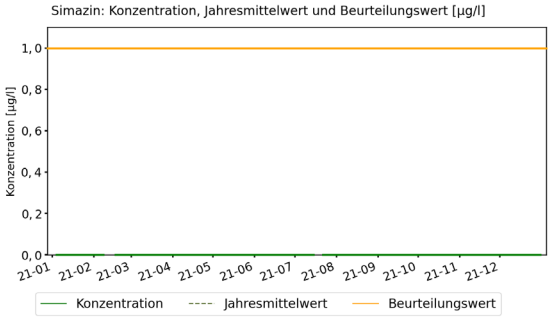


© Niersverband & FiW e.V. 2024

9.4.19 Simazin

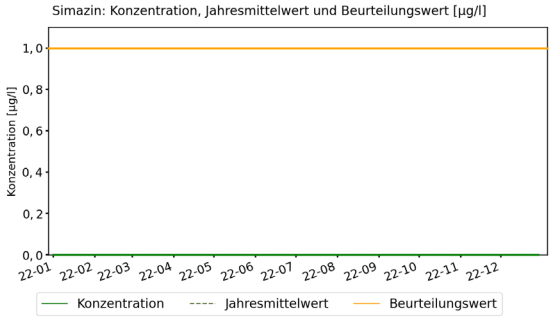
Beurteilungswert: 1 µg/l (OGewV)	Bestimmungsgrenze (BG): 0,025 µg/l

Messkonzentration 2021: Viller Mühle



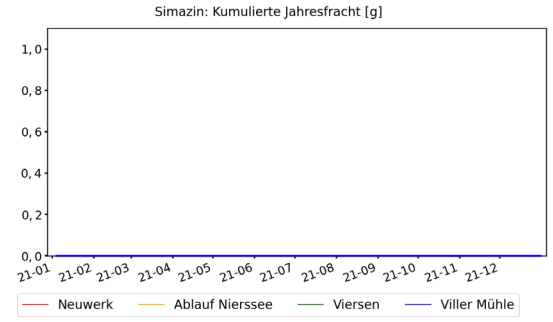
Jahresmittelwert:	0 µg/l
Anzahl Messungen:	235
Anzahl Positivbefunde:	0

Messkonzentration 2022: Viller Mühle



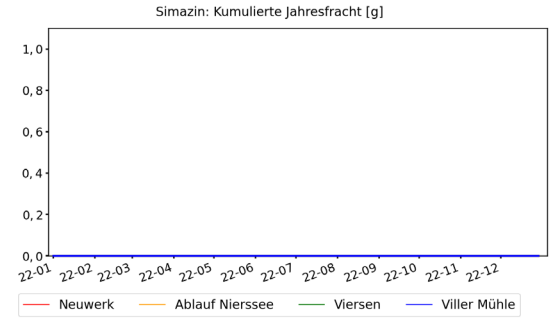
Jahresmittelwert:	0 µg/l
Anzahl Messungen:	264
Anzahl Positivbefunde:	0

Kum. Jahresfracht 2021: alle Bilanzräume



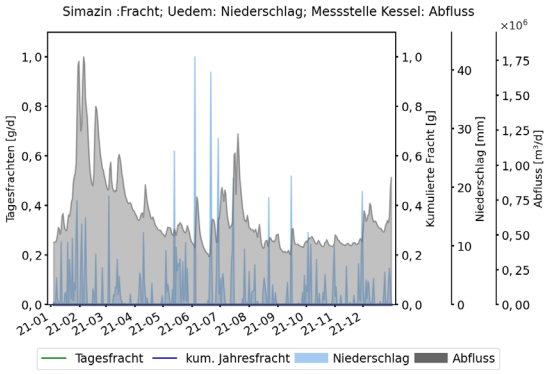
Jahresfracht Neuwerk:	0 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	0 g
Jahresfracht Viersen:	0 g
Jahresfracht Viller Mühle:	0 g

Kum. Jahresfracht 2022: alle Bilanzräume

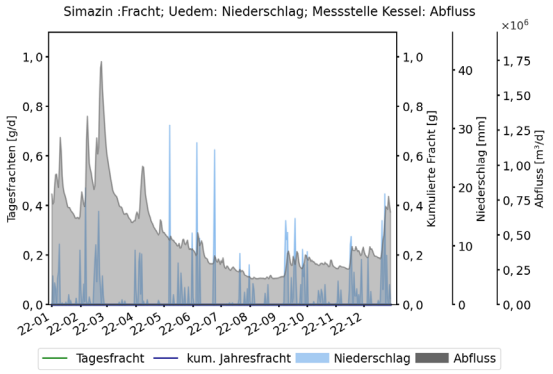


Jahresfracht Neuwerk:	0 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	0 g
Jahresfracht Viersen:	0 g
Jahresfracht Viller Mühle:	0 g

Kum. Jahresfracht 2021: Viller Mühle



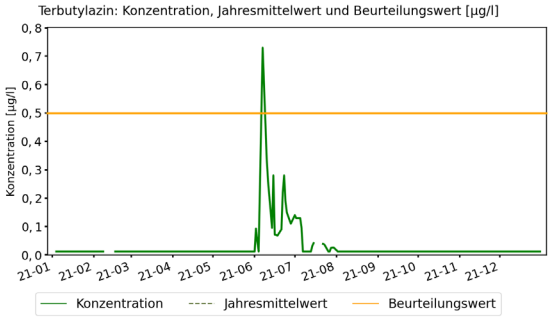
Kum. Jahresfracht 2022: Viller Mühle



9.4.20 Terbutylazin

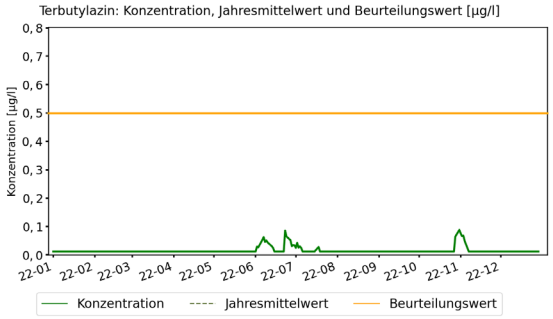
Beurteilungswert: 0,5 µg/l (Anhang D4)	Bestimmungsgrenze (BG): 0,0252 µg/l

Messkonzentration 2021: Viller Mühle



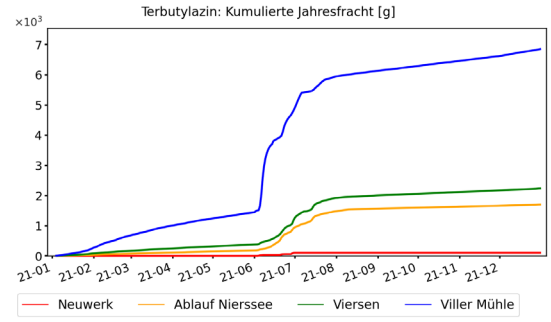
Jahresmittelwert:	0,0273 µg/l
Anzahl Messungen:	235
Anzahl Positivbefunde:	27

Messkonzentration 2022: Viller Mühle



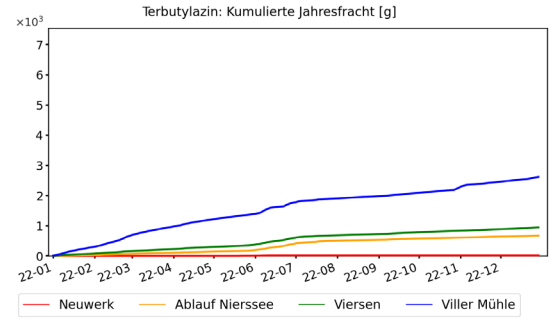
Jahresmittelwert:	0,0160 µg/l
Anzahl Messungen:	264
Anzahl Positivbefunde:	27

Kum. Jahresfracht 2021: alle Bilanzräume



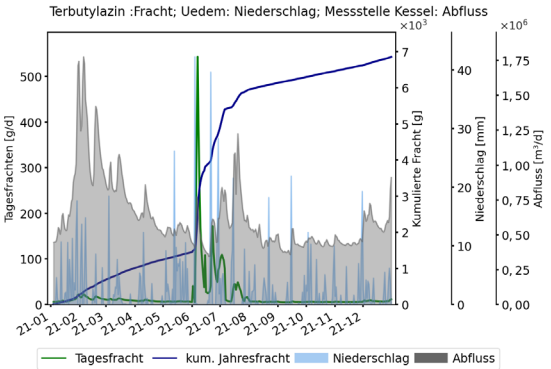
Jahresfracht Neuwerk:	108 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	1,70×10³ g
Jahresfracht Viersen:	2,24×10³ g
Jahresfracht Viller Mühle:	6,86×10³ g

Kum. Jahresfracht 2022: alle Bilanzräume

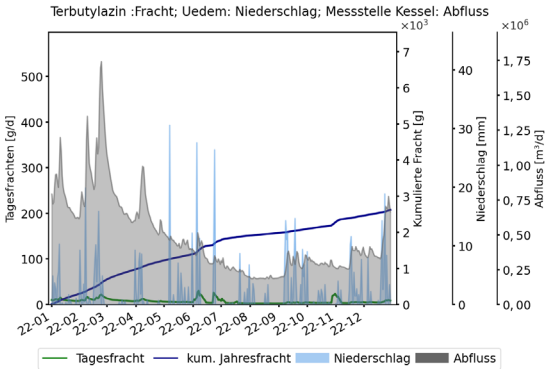


Jahresfracht Neuwerk:	17 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	677 g
Jahresfracht Viersen:	949 g
Jahresfracht Viller Mühle:	2,62×10³ g

Kum. Jahresfracht 2021: Viller Mühle



Kum. Jahresfracht 2022: Viller Mühle

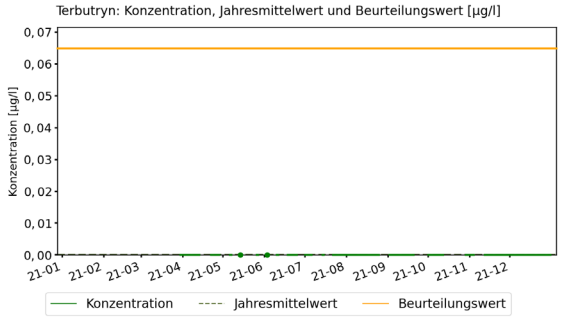


© Niersverband & FiW e.V. 2024

9.4.21 Terbutryn

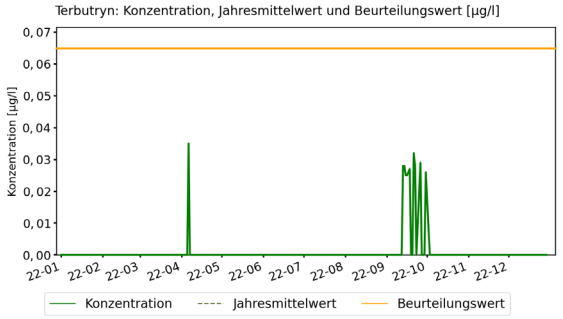
Beurteilungswert: 0,065 µg/l (OGewV)	Bestimmungsgrenze (BG): 0,025 µg/l

Messkonzentration 2021: Viller Mühle



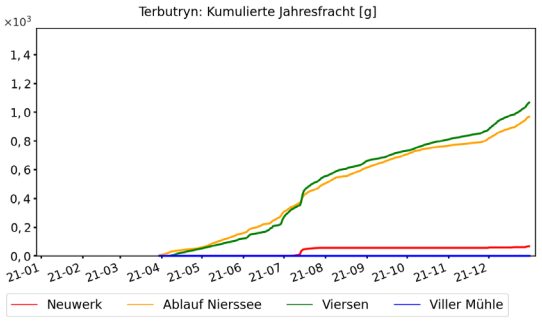
Jahresmittelwert:	0 µg/l
Anzahl Messungen:	101
Anzahl Positivbefunde:	0

Messkonzentration 2022: Viller Mühle



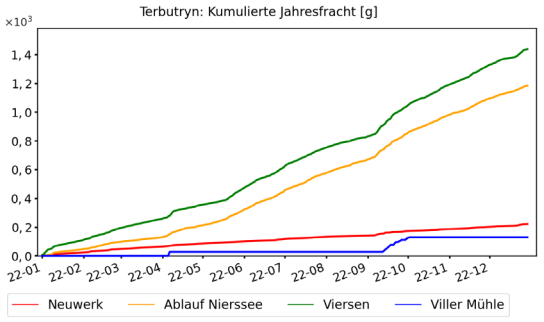
Jahresmittelwert:	0,00107 µg/l
Anzahl Messungen:	264
Anzahl Positivbefunde:	10

Kum. Jahresfracht 2021: alle Bilanzräume



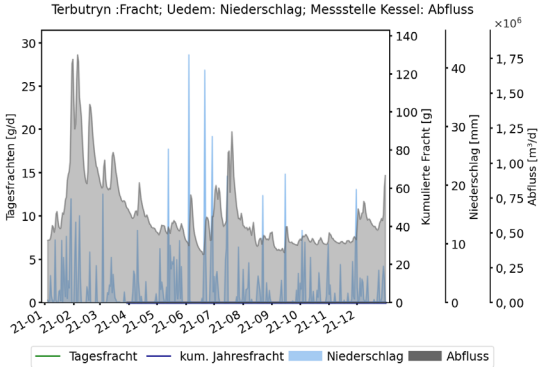
Jahresfracht Neuwerk:	67,6 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	969 g
Jahresfracht Viersen:	1,07×10³ g
Jahresfracht Viller Mühle:	0 g

Kum. Jahresfracht 2022: alle Bilanzräume

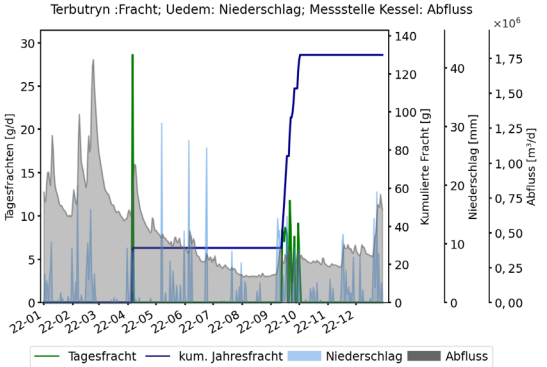


Jahresfracht Neuwerk:	222 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	1,18×10³ g
Jahresfracht Viersen:	1,44×10³ g
Jahresfracht Viller Mühle:	130 g

Kum. Jahresfracht 2021: Viller Mühle



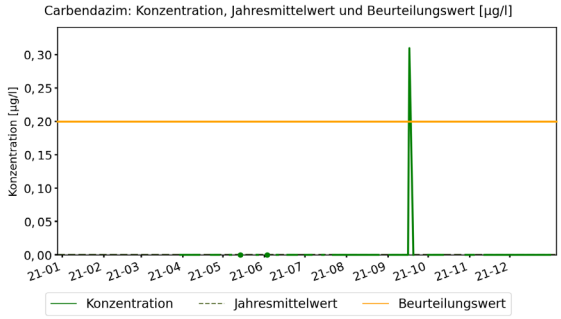
Kum. Jahresfracht 2022: Viller Mühle



9.4.22 Carbendazim

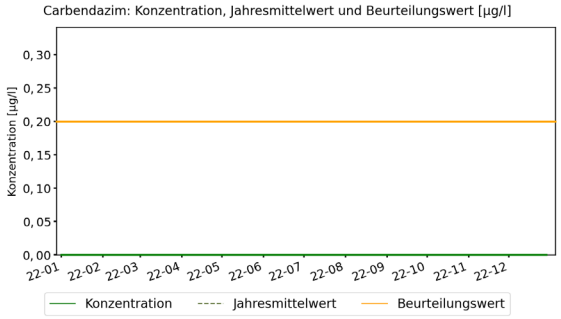
Beurteilungswert: 0,2 µg/l (Anhang D4)	Bestimmungsgrenze (BG): 0,025 µg/l

Messkonzentration 2021: Viller Mühle



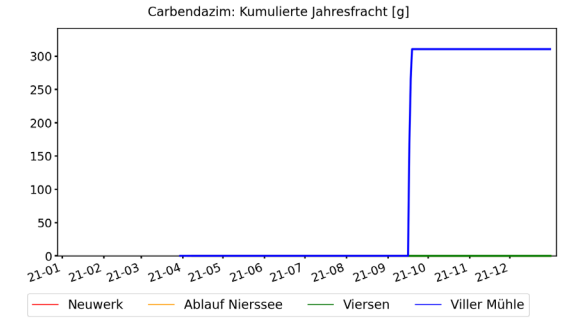
Jahresmittelwert:	0,00307 µg/l
Anzahl Messungen:	101
Anzahl Positivbefunde:	1

Messkonzentration 2022: Viller Mühle



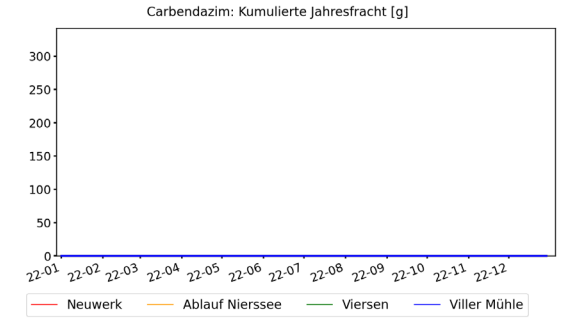
Jahresmittelwert:	0 µg/l
Anzahl Messungen:	264
Anzahl Positivbefunde:	0

Kum. Jahresfracht 2021: alle Bilanzräume



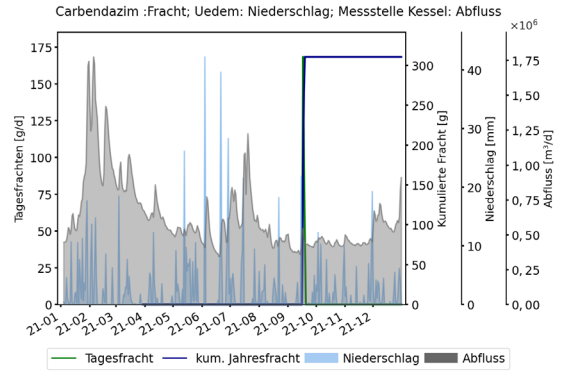
Jahresfracht Neuwerk:	0 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	0 g
Jahresfracht Viersen:	0 g
Jahresfracht Viller Mühle:	311 g

Kum. Jahresfracht 2022: alle Bilanzräume

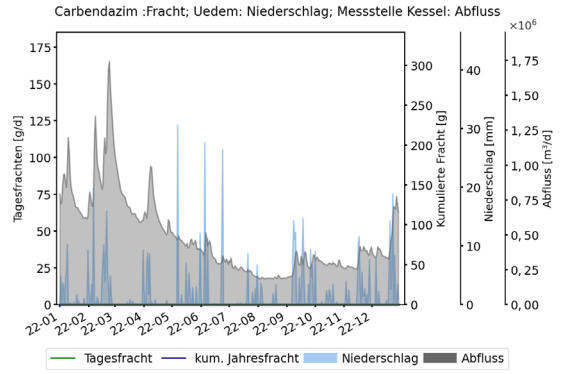


Jahresfracht Neuwerk:	0 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	0 g
Jahresfracht Viersen:	0 g
Jahresfracht Viller Mühle:	0 g

Kum. Jahresfracht 2021: Viller Mühle



Kum. Jahresfracht 2022: Viller Mühle

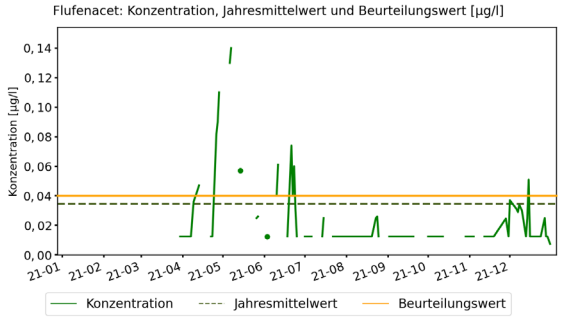


© Niersverband & FiW e.V. 2024

9.4.23 Flufenacet

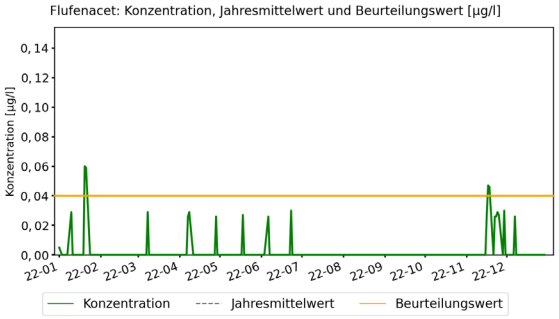
Beurteilungswert: 0,04 µg/l (Anhang D4)	Bestimmungsgrenze (BG): 0,025 µg/l

Messkonzentration 2021: Viller Mühle



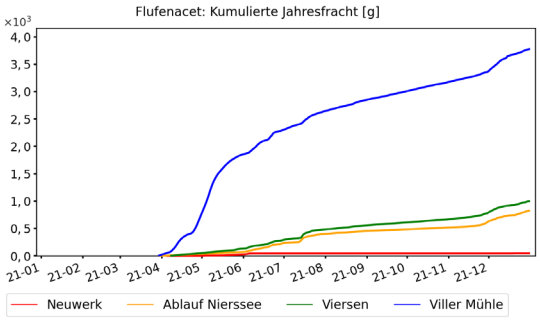
Jahresmittelwert:	0,0234 µg/l
Anzahl Messungen:	101
Anzahl Positivbefunde:	29

Messkonzentration 2022: Viller Mühle



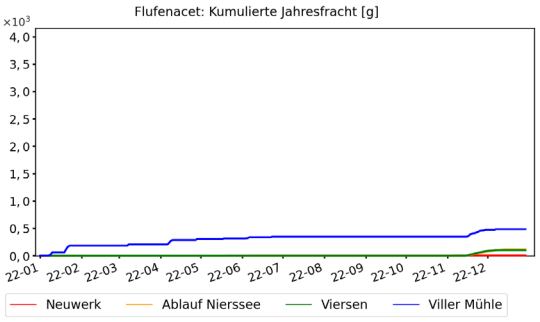
Jahresmittelwert:	0,00237 µg/l
Anzahl Messungen:	264
Anzahl Positivbefunde:	19

Kum. Jahresfracht 2021: alle Bilanzräume



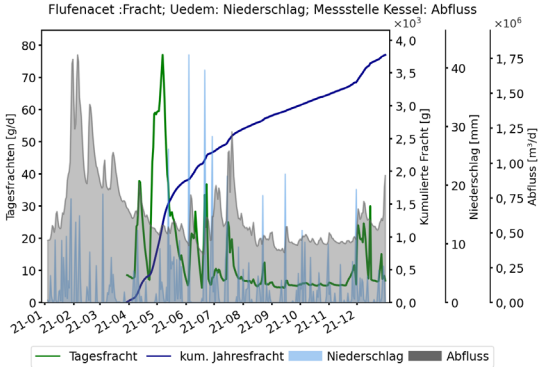
Jahresfracht Neuwerk:	48,46 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	826 g
Jahresfracht Viersen:	999 g
Jahresfracht Viller Mühle:	3,78×10³ g

Kum. Jahresfracht 2022: alle Bilanzräume

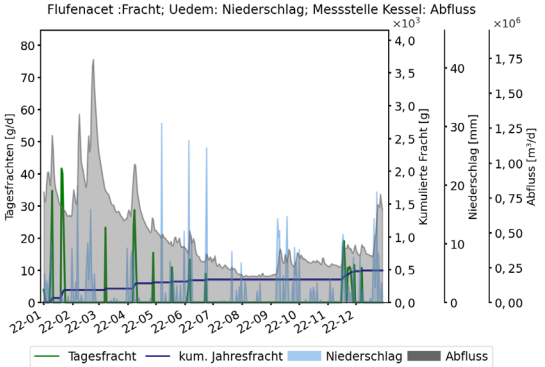


Jahresfracht Neuwerk:	8,53 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	115 g
Jahresfracht Viersen:	107 g
Jahresfracht Viller Mühle:	488 g

Kum. Jahresfracht 2021: Viller Mühle



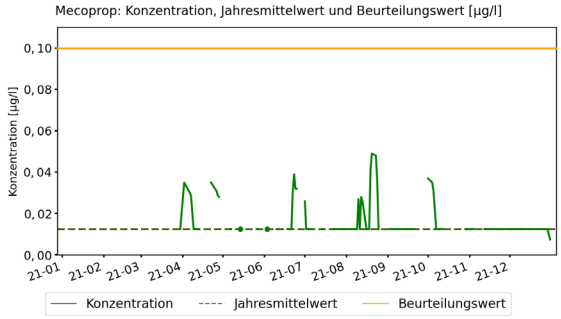
Kum. Jahresfracht 2022: Viller Mühle



9.4.24 Mecoprop

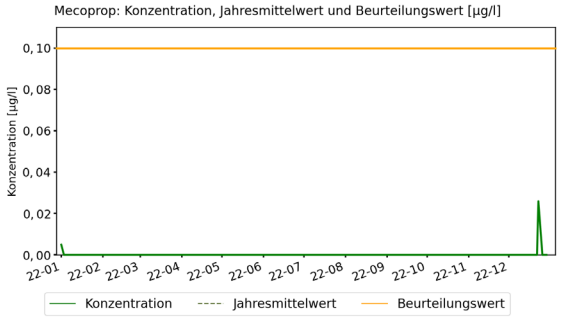
Beurteilungswert: 0,1 µg/l (Anhang D4)	Bestimmungsgrenze (BG): 0,025 µg/l

Messkonzentration 2021: Viller Mühle



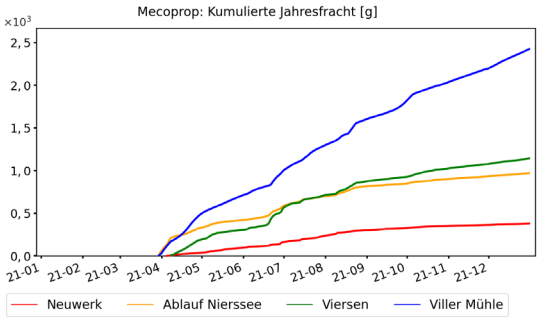
Jahresmittelwert:	0,0171 µg/l
Anzahl Messungen:	101
Anzahl Positivbefunde:	22

Messkonzentration 2022: Viller Mühle



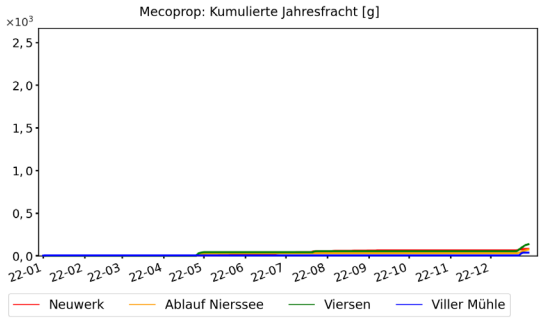
Jahresmittelwert:	$9{,}85\times10^{-05}$ µg/l
Anzahl Messungen:	264
Anzahl Positivbefunde:	1

Kum. Jahresfracht 2021: alle Bilanzräume



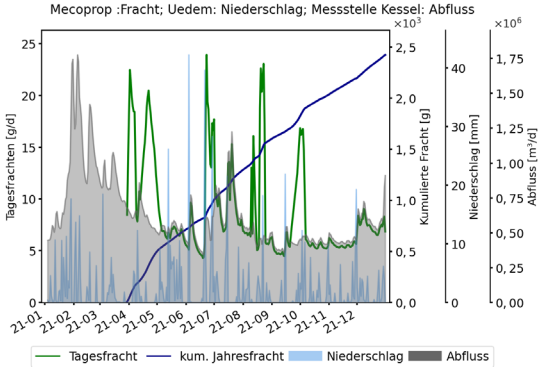
Jahresfracht Neuwerk:	381 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	971 g
Jahresfracht Viersen:	$1{,}14\times10^{3}$ g
Jahresfracht Viller Mühle:	$2{,}43\times10^{3}$ g

Kum. Jahresfracht 2022: alle Bilanzräume

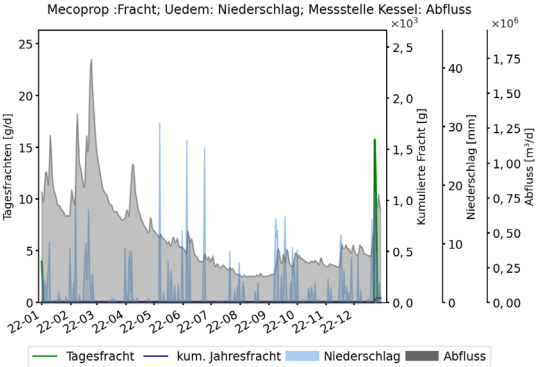


Jahresfracht Neuwerk:	81,8 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	73,4 g
Jahresfracht Viersen:	138 g
Jahresfracht Viller Mühle:	39,7 g

Kum. Jahresfracht 2021: Viller Mühle



Kum. Jahresfracht 2022: Viller Mühle

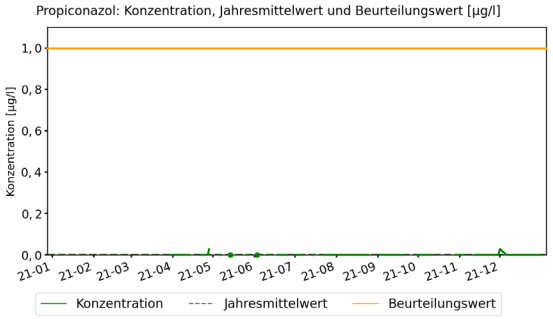


© Niersverband & FiW e.V. 2024

9.4.25 Propiconazol

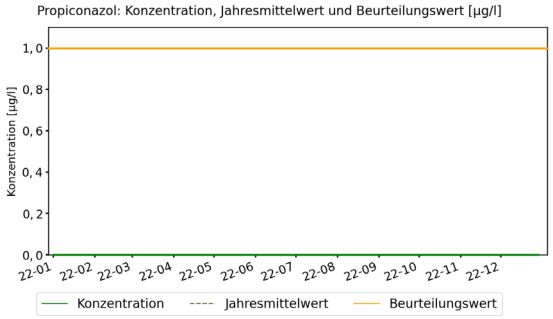
Beurteilungswert: 1 µg/l (Anhang D4)	Bestimmungsgrenze (BG): 0,025 µg/l

Messkonzentration 2021: Viller Mühle



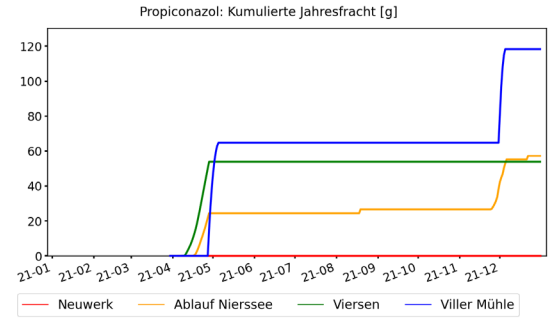
Jahresmittelwert:	0,000564 µg/l
Anzahl Messungen:	101
Anzahl Positivbefunde:	2

Messkonzentration 2022: Viller Mühle



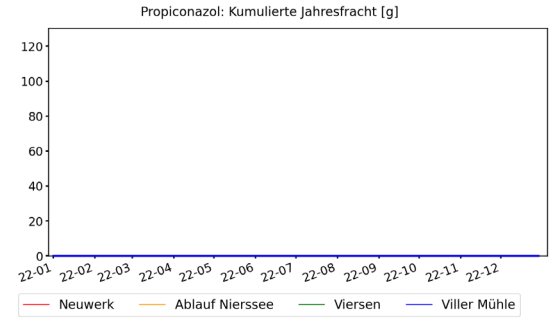
Jahresmittelwert:	0 µg/l
Anzahl Messungen:	264
Anzahl Positivbefunde:	0

Kum. Jahresfracht 2021: alle Bilanzräume



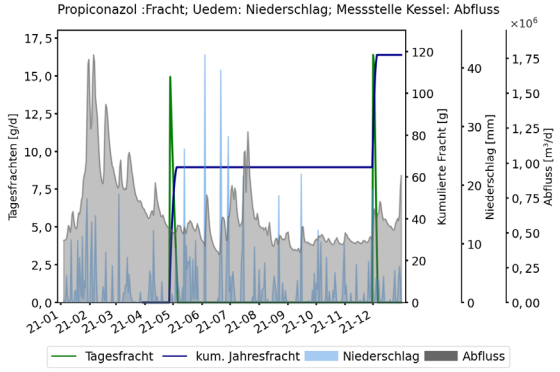
Jahresfracht Neuwerk:	0 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	57,2 g
Jahresfracht Viersen:	53,9 g
Jahresfracht Viller Mühle:	118 g

Kum. Jahresfracht 2022: alle Bilanzräume

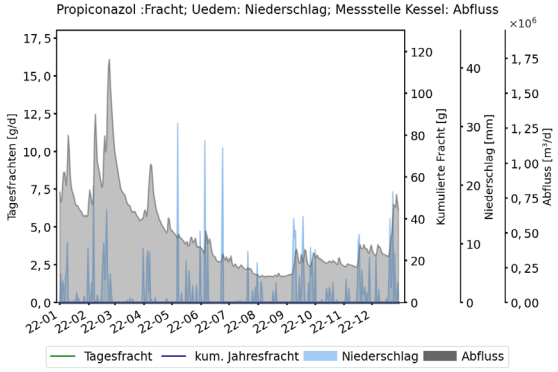


Jahresfracht Neuwerk:	0 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	0 g
Jahresfracht Viersen:	0 g
Jahresfracht Viller Mühle:	0 g

Kum. Jahresfracht 2021: Viller Mühle



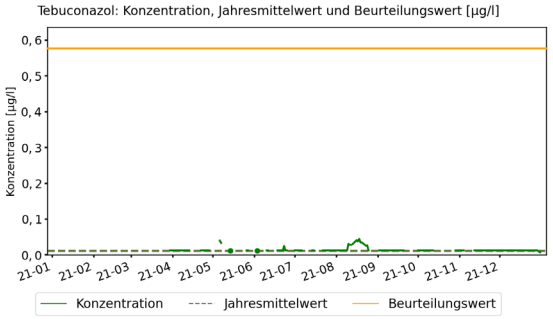
Kum. Jahresfracht 2022: Viller Mühle



9.4.26 Tebuconazol

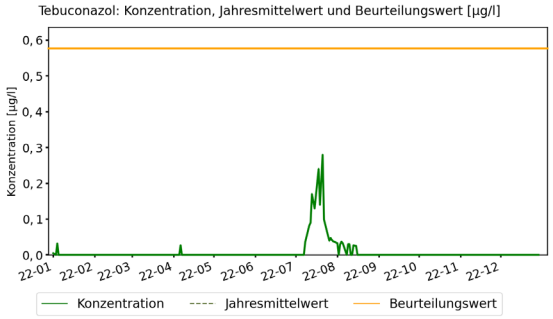
Beurteilungswert: 0,578 µg/l (Anhang D4)	Bestimmungsgrenze (BG): 0,025 µg/l

Messkonzentration 2021: Viller Mühle



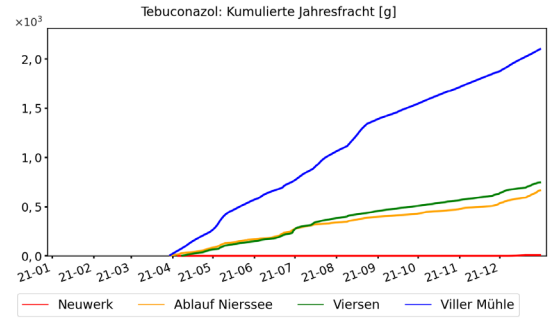
Jahresmittelwert:	0,0154 µg/l
Anzahl Messungen:	101
Anzahl Positivbefunde:	14

Messkonzentration 2022: Viller Mühle



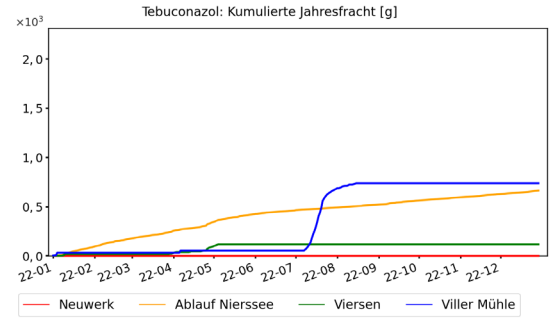
Jahresmittelwert:	0,00745 µg/l
Anzahl Messungen:	264
Anzahl Positivbefunde:	26

Kum. Jahresfracht 2021: alle Bilanzräume



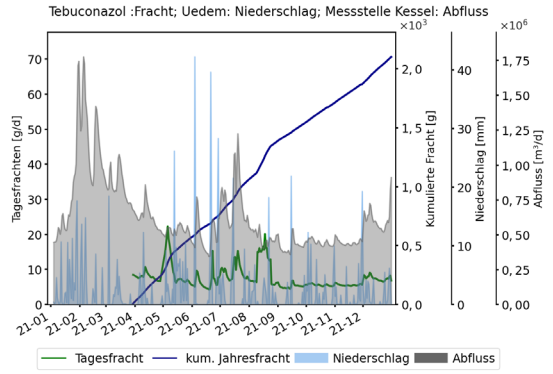
Jahresfracht Neuwerk:	9,35 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	666 g
Jahresfracht Viersen:	747 g
Jahresfracht Viller Mühle:	2,1×10³ g

Kum. Jahresfracht 2022: alle Bilanzräume

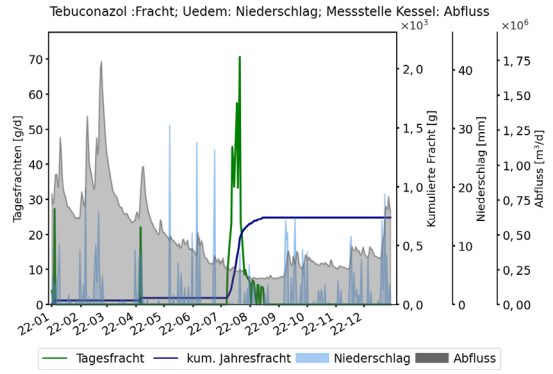


Jahresfracht Neuwerk:	0 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	664 g
Jahresfracht Viersen:	118 g
Jahresfracht Viller Mühle:	739 g

Kum. Jahresfracht 2021: Viller Mühle



Kum. Jahresfracht 2022: Viller Mühle



© Niersverband & FiW e.V. 2024

9.5 Steckbriefe der Per- und Polyfluorierten Alkylsubstanzen (PFAS)

Die Bestimmung ausgewählter PFC erfolgte nach DIN 38407-42 (Bestimmung ausgewählter polyfluorierter Verbindungen (PFC) in Wasser - Verfahren mittels Hochleistungs-Flüssigkeits-chromatographie und massenspektrometrischer Detektion (HPLC-MS/MS) nach Fest-Flüssig-Extraktion (F 42)).

Hierfür wird ein Probenvolumen von 25 ml 1:1 mit Reinstwasser verdünnt und ggf. der pH-Wert mit Schwefelsäure oder Natronlauge auf einen Wert von 6-8 eingestellt. Nach der Zugabe der internen Standards wird die Probe an einer Festphase angereichert und anschließend mit ammoniakhaltigem Methanol eluiert (SPE). Das Eluat wird anschließend im Stickstoffstrom bis zur Trockene eingeengt und der Rückstand in 1,5 mL (30 % Methanol in Wasser) gelöst und in ein Vial überführt. Die Vermessung und Quantifizierung erfolgen mittels Hochleistungs-Flüssigchromatographie mit anschließender Tandem-Massenspektrometrie (HPLC-MS/MS). Die relevantesten Informationen zu der Probenvorbereitung und zum Messsystem sind in den folgenden Tabellen aufgeführt.

Tabelle 10: Geräte / Parameter zur Vorbereitung der PFC

Geräte/Parameter	Werte/Einstellungen
pH-Einstellung Probe	Schwefelsäure 0,25 M z.A. (Fa.: Supelco) Natronlauge 0,1 M (Fa.: Kraft)
SPE-Phase	schwacher Anionenaustauscher auf Polymerbasis, HR-XAW, 45µm, 60 mg, 3 ml (Fa.: Macherey-Nagel)
Konditionierung	2 ml Ammoniaklösung 0,1 % z.A. (Fa.: Supelco) in Methanol gradient grade (Fa.: Roth) 2 ml Methanol gradient grade (Fa.: Roth) 2 ml Reinstwasser
Probenanreicherung	max. 5 ml/min
Spüllösung SPE	2 ml Reinstwasser 2 ml Ameisensäure 1 % (Fa. Fluka / Honeywell) in Aceton für HPLC (Fa.: Honeywell / Riedel de) / Acetonitril gradient grade (Fa.: Merck / Roth) (50:50) 2 ml Methanol gradient grade (Fa.: Roth)
Elutionsmittel	2 ml Ammoniaklösung 0,1 % z.A. (Fa.: Supelco) in Methanol gradient grade (Fa.: Roth)
Trockentemperiersystem	TCS / 40 °C / N2 (Fa.: Barkey)
Standard Quantifizierung	PFT-Mix 7, 10 µg/ml (Fa.: Neochema) PFT-Mix 3, 10 µg/ml (Fa.: Neochema) 6:2-Fluortelomersulfonsäure (H_4PFOS), 50µg/ml (Fa.: Neochema)
Standard intern	PFT Isotopen-Mix, 2 µg/ml (Fa.: Wellington Laboratories)

© Niersverband & FiW e.V. 2024

Tabelle 11: Informationen zum Messsystem HPLC-MS/MS zur Bestimmung der PFC

Geräte/Parameter	Werte/Einstellungen
HPLC-MS/MS System	8050 (Fa.: Shimadzu)
Eluenten	A: 5mmol/l Ammoniumacetat in Wasser (Fa.: Fluka) B: 0,05 % Essigsäure in Methanol (Fa.: Merck / Roth)
Eluentenprogramm	0 min – 30 % B 1 min – 30 % B 2,5 min – 60 % B 9 min – 100 % B 14 min – 100% B 15 min – 30% B 21 min – 30 % B
Fluss	0,25 ml/min
Injektionsvolumen	50 µl
Trennsäule	Synergi, 4 µm, Fusion-RP, 150 x 2 mm (Fa.: Phenomenex)
Säulentemperatur	40 °C
Interface	ESI negativ
Messmodus	MRM

© Niersverband & FiW e.V. 2024

Tabelle 12: Übersicht der Untersuchungsparameter der Stoffgruppe PFC

Stoff	BG [µg/l]	CAS-Nummer
6:2-Fluortelomersulfonsäure (H4PFOS)	0,01	27619-97-2
Perfluor(-n-)butansäure (PFBA)	0,01	375-22-4
Perfluorbutansulfonsäure (PFBS)	0,01	375-73-5
Perfluordecansäure (PFDA)	0,01	335-76-2
Perfluorheptansäure (PFHpA)	0,01	375-85-9
Perfluorhexansäure (PFHxA)	0,01	307-24-4
Perfluorhexansulfonsäure (PFHxS)	0,01	355-46-4
Perfluornonansäure (PFNA)	0,01	375-95-1
Perfluoroctansäure (PFOA)	0,01	335-67-1
Perfluoroctansulfonsäure (PFOS)	0,01	1763-23-1
Perfluorpentansäure (PFPeA)	0,01	2706-90-3

Folgende Beurteilungswerte werden zur Bewertung der gemessenen Gewässerkonzentrationen herangezogen:

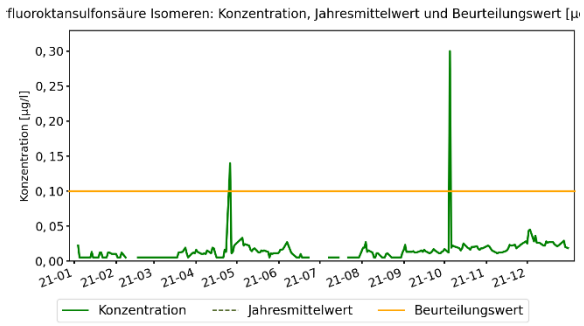
- Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer, Anlage 8 (OGewV 2016)
- Monitoringleitfaden Oberflächengewässer – Anhang D4 (MULNV 2018)

© Niersverband & FiW e.V. 2024

9.5.1 H4PFOS

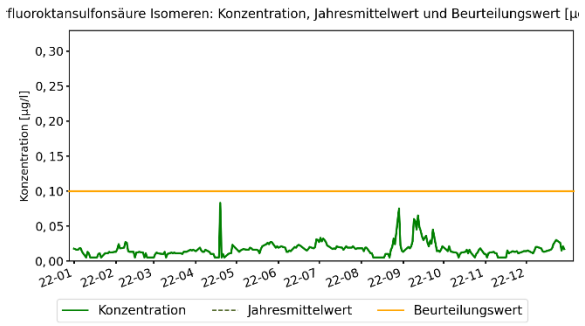
Beurteilungswert: 0,1 µg/l (Anhang D4)	Bestimmungsgrenze (BG): 0,01 µg/l

Messkonzentration 2021: Viller Mühle



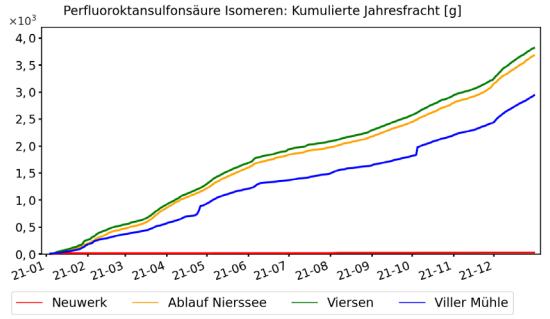
Jahresmittelwert:	0,0152 µg/l
Anzahl Messungen:	227
Anzahl Positivbefunde:	157

Messkonzentration 2022: Viller Mühle



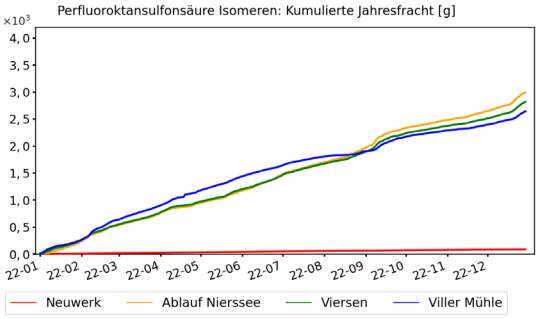
Jahresmittelwert:	0,0166 µg/l
Anzahl Messungen:	263
Anzahl Positivbefunde:	228

Kum. Jahresfracht 2021: alle Bilanzräume



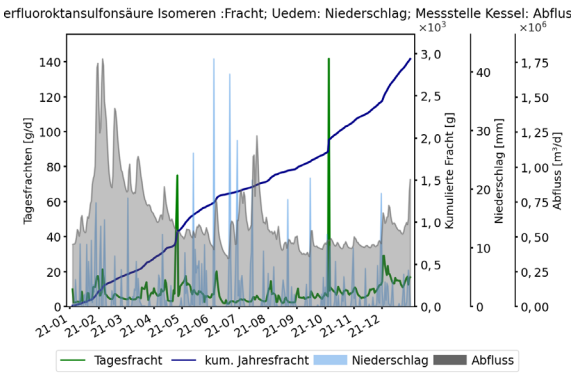
Jahresfracht Neuwerk:	29,5 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	3,68×10³ g
Jahresfracht Viersen:	3,82×10³ g
Jahresfracht Viller Mühle:	2,94×10³ g

Kum. Jahresfracht 2022: alle Bilanzräume

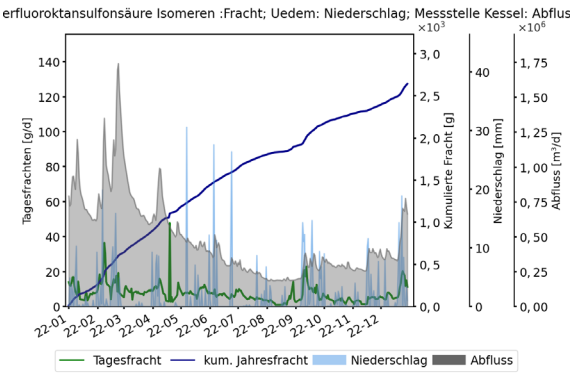


Jahresfracht Neuwerk:	88,2 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	2,99×10³ g
Jahresfracht Viersen:	2,82×10³ g
Jahresfracht Viller Mühle:	2,64×10³ g

Kum. Jahresfracht 2021: Viller Mühle

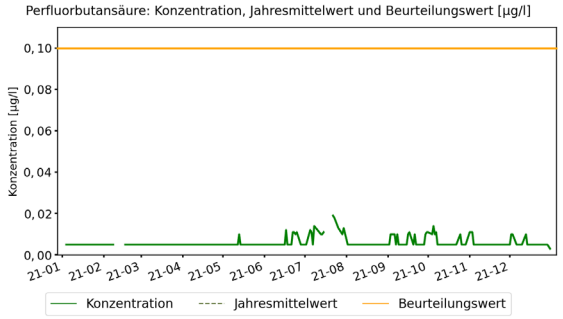
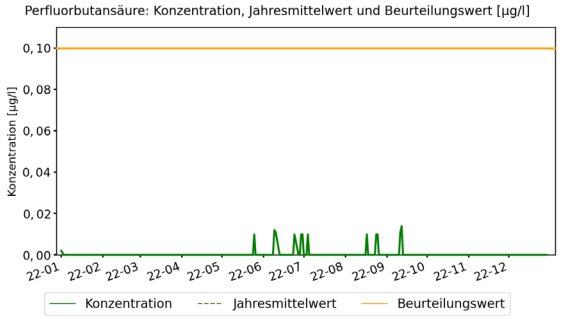
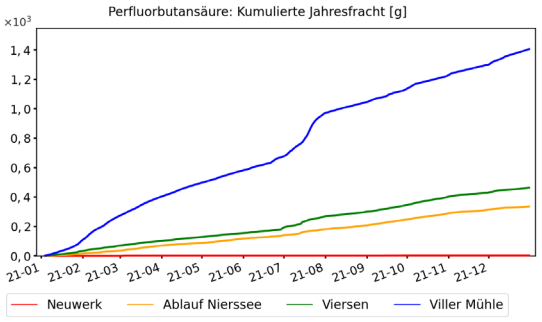
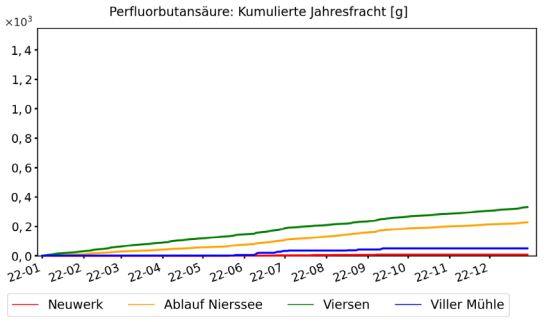
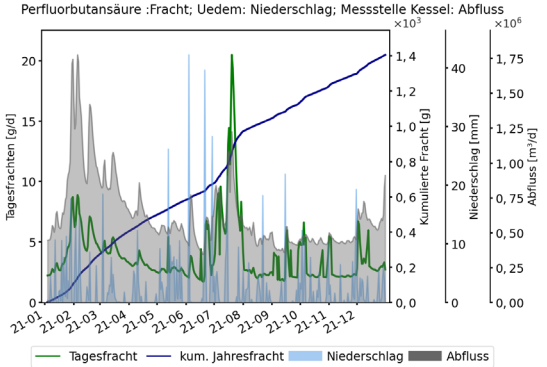
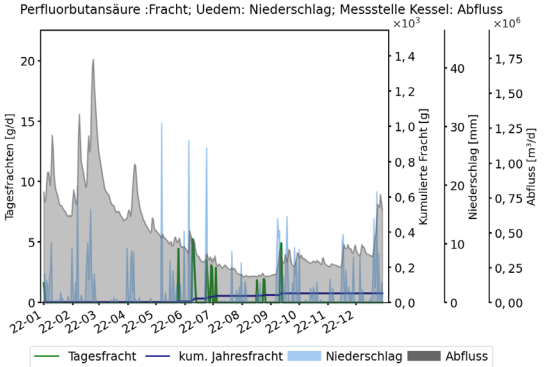


Kum. Jahresfracht 2022: Viller Mühle

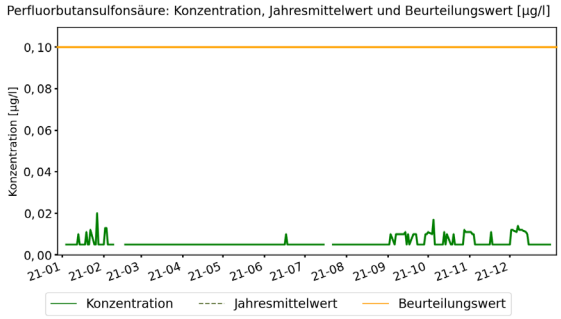
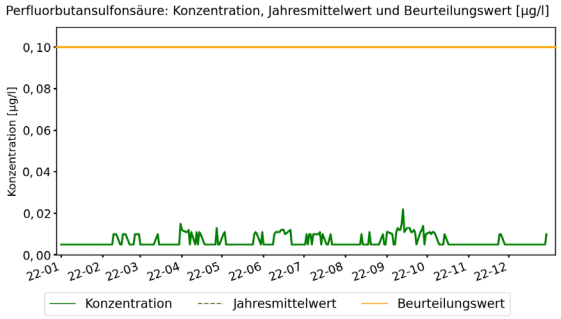
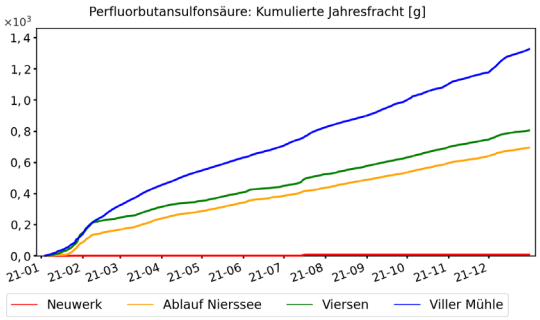
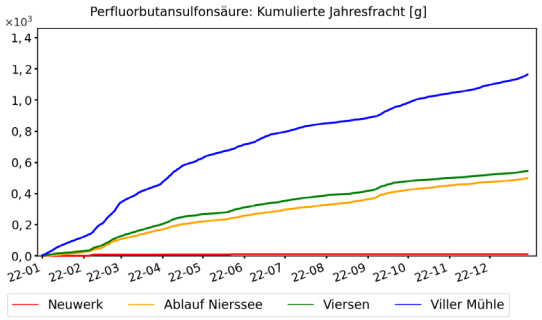
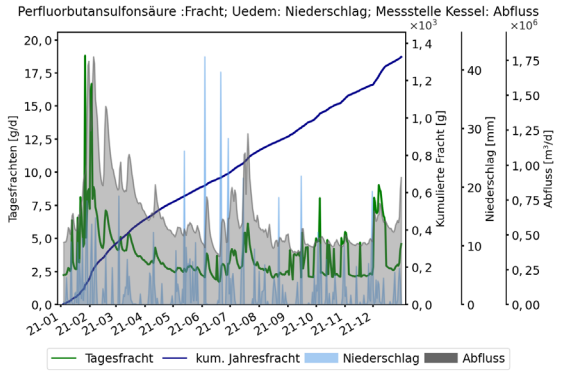
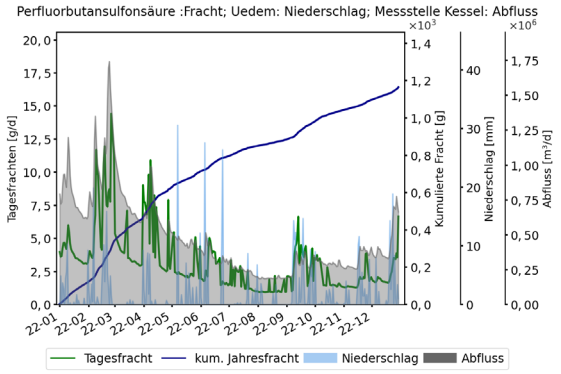


© Niersverband & FiW e.V. 2024

9.5.2 PFBA

Beurteilungswert: 0,1 µg/l (Anhang D4)	Bestimmungsgrenze (BG): 0,01 µg/l
Messkonzentration 2021: Viller Mühle	**Messkonzentration 2022: Viller Mühle**
	
Jahresmittelwert: 0,00601 µg/l Anzahl Messungen: 235 Anzahl Positivbefunde: 38	Jahresmittelwert: 0,000485 µg/l Anzahl Messungen: 264 Anzahl Positivbefunde: 12
Kum. Jahresfracht 2021: alle Bilanzräume	**Kum. Jahresfracht 2022: alle Bilanzräume**
	
Jahresfracht Neuwerk: 3,03 g Jahresfracht Ablauf Nierssee: 336 g Jahresfracht Viersen: 464 g Jahresfracht Viller Mühle: 1,41×10³ g	Jahresfracht Neuwerk: 9,54 g Jahresfracht Ablauf Nierssee: 227 g Jahresfracht Viersen: 332 g Jahresfracht Viller Mühle: 52,058016 g
Kum. Jahresfracht 2021: Viller Mühle	**Kum. Jahresfracht 2022: Viller Mühle**
	

9.5.3 PFBS

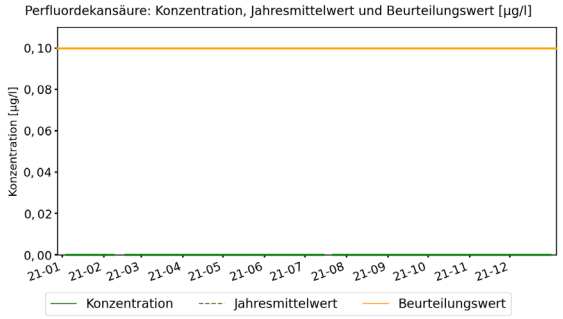
Beurteilungswert: 0,1 µg/l (Anhang D4)	Bestimmungsgrenze (BG): 0,01 µg/l
Messkonzentration 2021: Viller Mühle	**Messkonzentration 2022: Viller Mühle**
	
Jahresmittelwert: 0,00608 µg/l Anzahl Messungen: 235 Anzahl Positivbefunde: 41	Jahresmittelwert: 0,00673 µg/l Anzahl Messungen: 264 Anzahl Positivbefunde: 75
Kum. Jahresfracht 2021: alle Bilanzräume	**Kum. Jahresfracht 2022: alle Bilanzräume**
	
Jahresfracht Neuwerk: 8,91 g Jahresfracht Ablauf Nierssee: 694 g Jahresfracht Viersen: 805 g Jahresfracht Viller Mühle: 1,33×10³ g	Jahresfracht Neuwerk: 12 g Jahresfracht Ablauf Nierssee: 498 g Jahresfracht Viersen: 545 g Jahresfracht Viller Mühle: 1,16×10³ g
Kum. Jahresfracht 2021: Viller Mühle	**Kum. Jahresfracht 2022: Viller Mühle**
	

© Niersverband & FiW e.V. 2024

9.5.4 PFDA

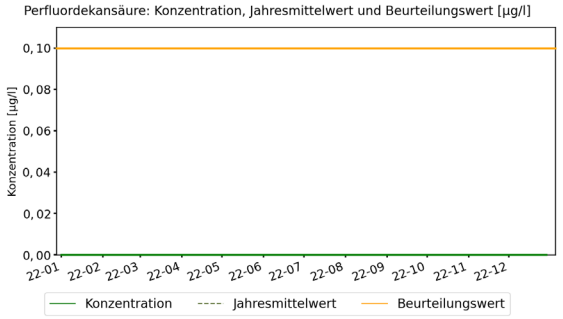
Beurteilungswert: 0,1 µg/l (Anhang D4)	Bestimmungsgrenze (BG): 0,01 µg/l

Messkonzentration 2021: Viller Mühle



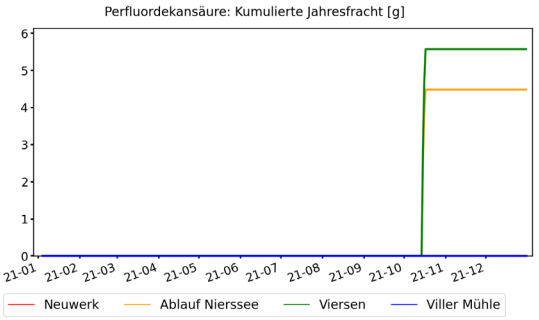
Jahresmittelwert:	0 µg/l
Anzahl Messungen:	235
Anzahl Positivbefunde:	0

Messkonzentration 2022: Viller Mühle



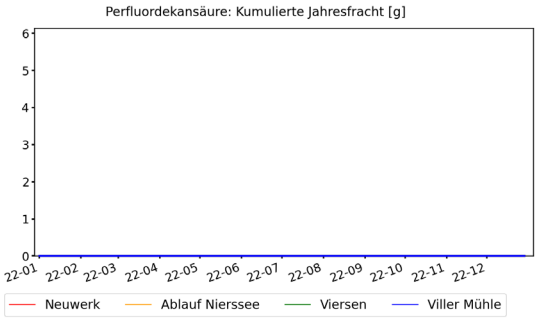
Jahresmittelwert:	0 µg/l
Anzahl Messungen:	264
Anzahl Positivbefunde:	0

Kum. Jahresfracht 2021: alle Bilanzräume



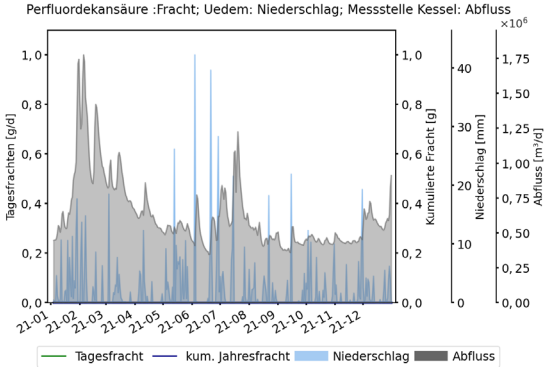
Jahresfracht Neuwerk:	0 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	4,48 g
Jahresfracht Viersen:	5,58 g
Jahresfracht Viller Mühle:	0 g

Kum. Jahresfracht 2022: alle Bilanzräume

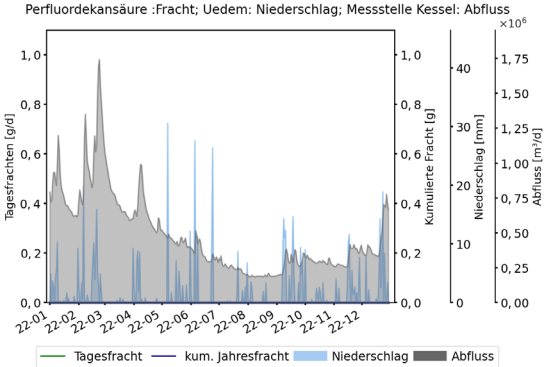


Jahresfracht Neuwerk:	0 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	0 g
Jahresfracht Viersen:	0 g
Jahresfracht Viller Mühle:	0 g

Kum. Jahresfracht 2021: Viller Mühle



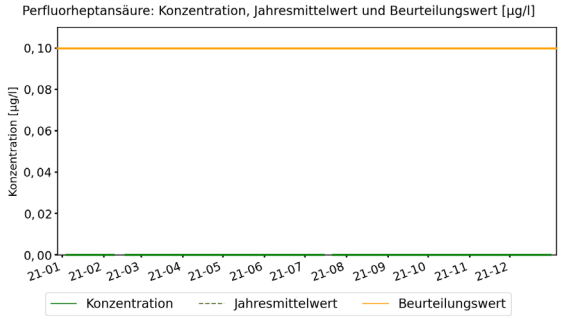
Kum. Jahresfracht 2022: Viller Mühle



9.5.5 PFHpA

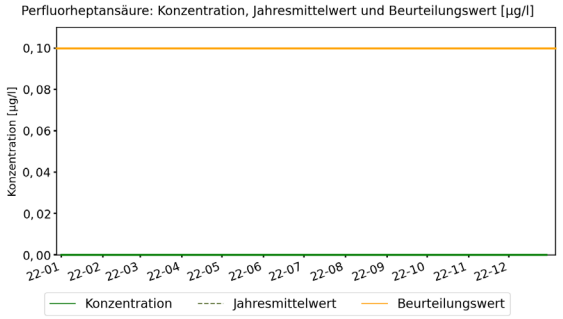
Beurteilungswert: 0,1 µg/l (Anhang D4)	Bestimmungsgrenze (BG): 0,01 µg/l

Messkonzentration 2021: Viller Mühle



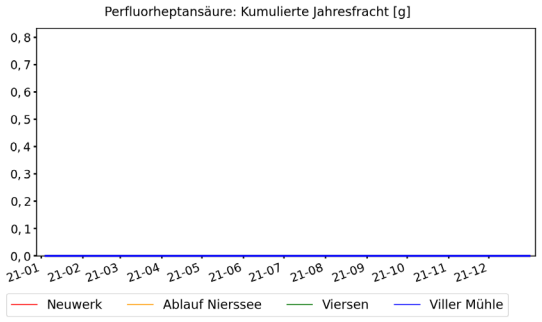
Jahresmittelwert:	0 µg/l
Anzahl Messungen:	235
Anzahl Positivbefunde:	0

Messkonzentration 2022: Viller Mühle



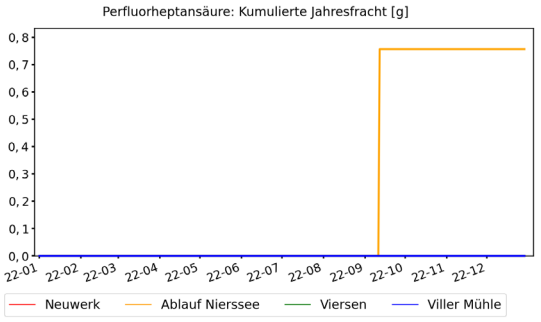
Jahresmittelwert:	0 µg/l
Anzahl Messungen:	264
Anzahl Positivbefunde:	0

Kum. Jahresfracht 2021: alle Bilanzräume



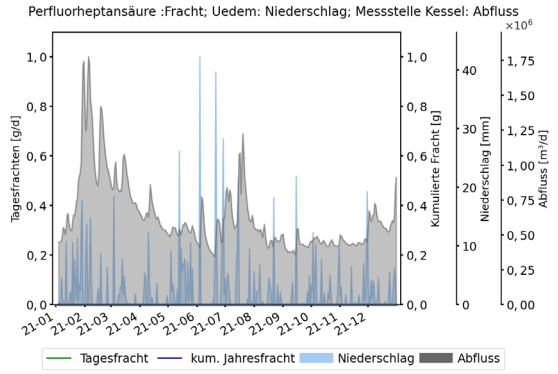
Jahresfracht Neuwerk:	0 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	0 g
Jahresfracht Viersen:	0 g
Jahresfracht Viller Mühle:	0 g

Kum. Jahresfracht 2022: alle Bilanzräume

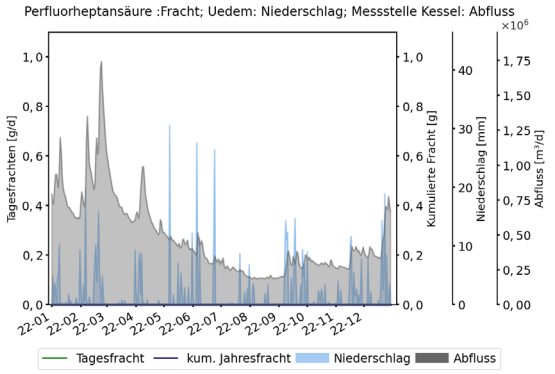


Jahresfracht Neuwerk:	0 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	0,756 g
Jahresfracht Viersen:	0 g
Jahresfracht Viller Mühle:	0 g

Kum. Jahresfracht 2021: Viller Mühle



Kum. Jahresfracht 2022: Viller Mühle

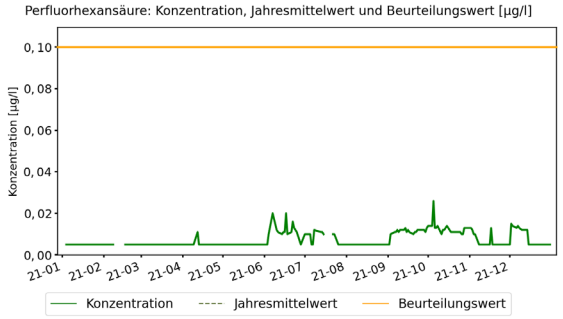


© Niersverband & FiW e.V. 2024

9.5.6 PFHxA

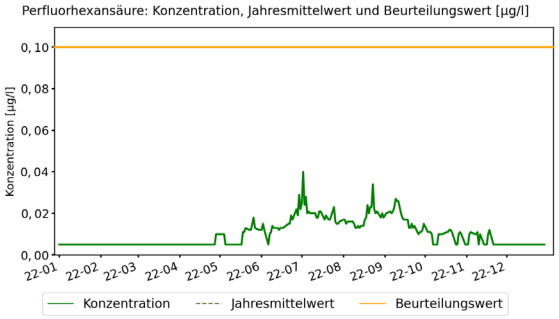
Beurteilungswert: 0,1 µg/l (Anhang D4)	Bestimmungsgrenze (BG): 0,01 µg/l

Messkonzentration 2021: Viller Mühle



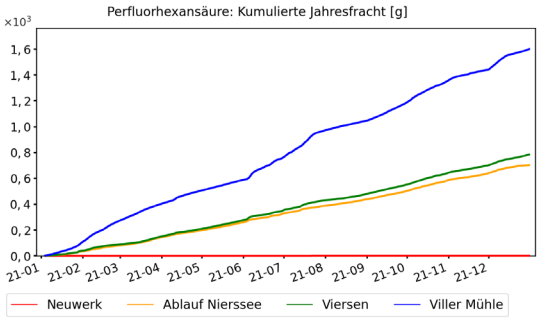
Jahresmittelwert:	0,00739 µg/l
Anzahl Messungen:	235
Anzahl Positivbefunde:	79

Messkonzentration 2022: Viller Mühle



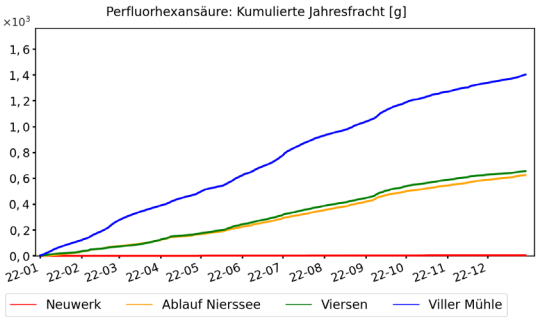
Jahresmittelwert:	0,0105 µg/l
Anzahl Messungen:	264
Anzahl Positivbefunde:	133

Kum. Jahresfracht 2021: alle Bilanzräume



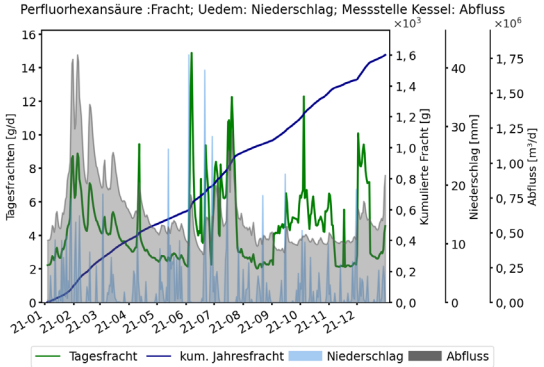
Jahresfracht Neuwerk:	0,946 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	703 g
Jahresfracht Viersen:	785 g
Jahresfracht Viller Mühle:	1,6×10³ g

Kum. Jahresfracht 2022: alle Bilanzräume

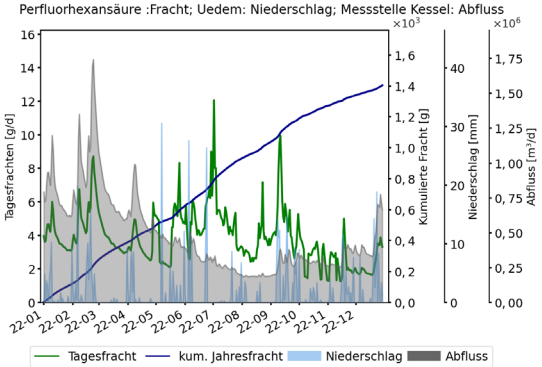


Jahresfracht Neuwerk:	4,864 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	626 g
Jahresfracht Viersen:	657 g
Jahresfracht Viller Mühle:	1,4×10³ g

Kum. Jahresfracht 2021: Viller Mühle



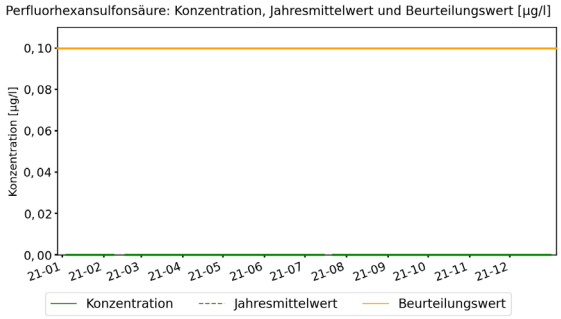
Kum. Jahresfracht 2022: Viller Mühle



9.5.7 PFHxS

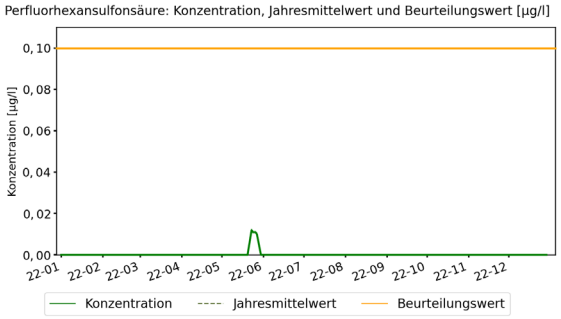
Beurteilungswert: 0,1 µg/l (Anhang D4)	Bestimmungsgrenze (BG): 0,01 µg/l

Messkonzentration 2021: Viller Mühle



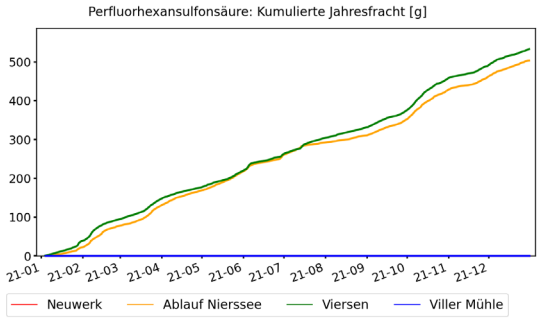
Jahresmittelwert:	0 µg/l
Anzahl Messungen:	235
Anzahl Positivbefunde:	0

Messkonzentration 2022: Viller Mühle



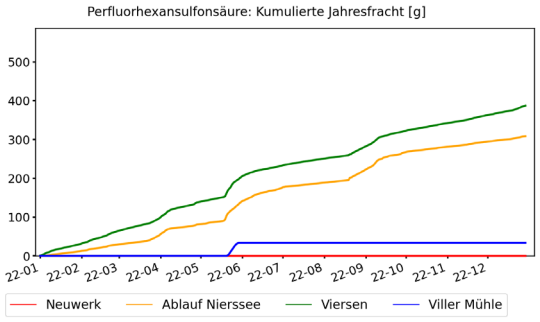
Jahresmittelwert:	0,000208 µg/l
Anzahl Messungen:	264
Anzahl Positivbefunde:	5

Kum. Jahresfracht 2021: alle Bilanzräume



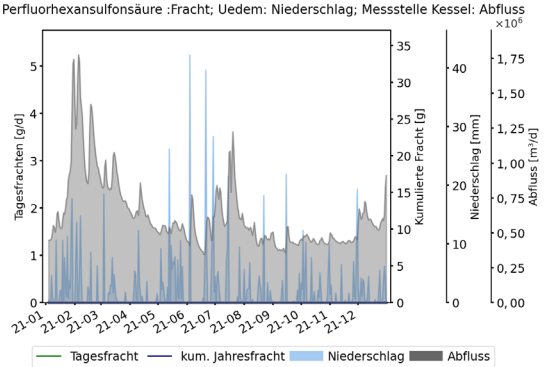
Jahresfracht Neuwerk:	0 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	503 g
Jahresfracht Viersen:	533 g
Jahresfracht Viller Mühle:	0 g

Kum. Jahresfracht 2022: alle Bilanzräume

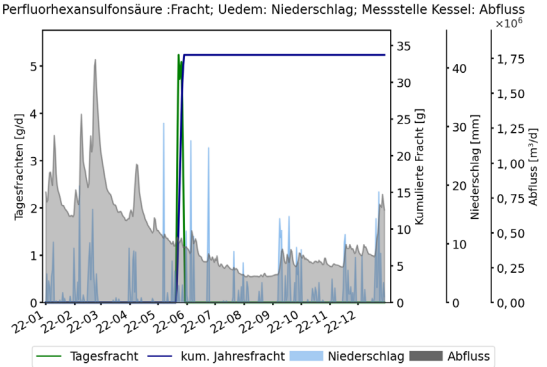


Jahresfracht Neuwerk:	0 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	308 g
Jahresfracht Viersen:	387 g
Jahresfracht Viller Mühle:	33,7 g

Kum. Jahresfracht 2021: Viller Mühle

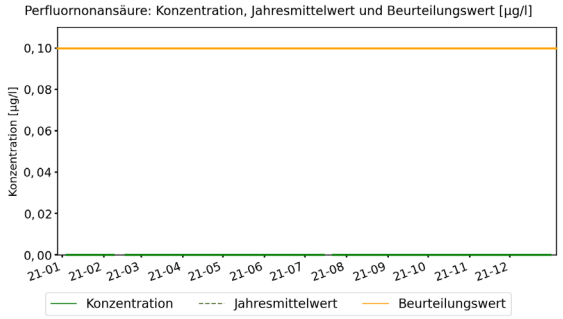
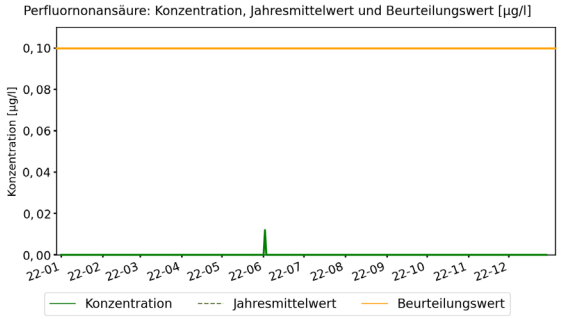
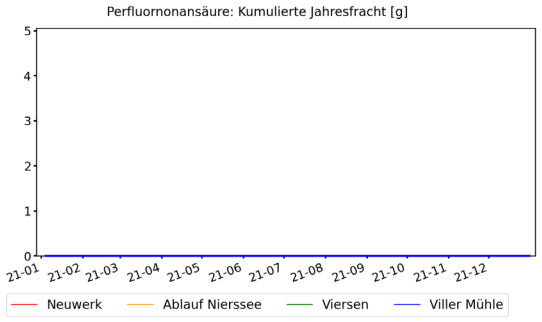
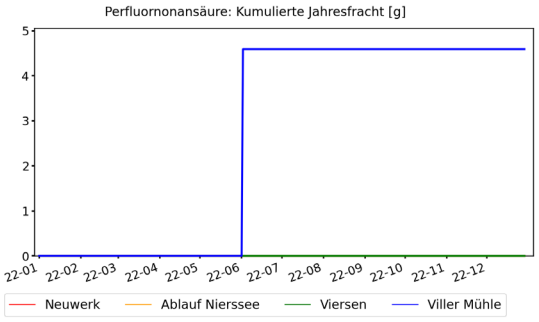
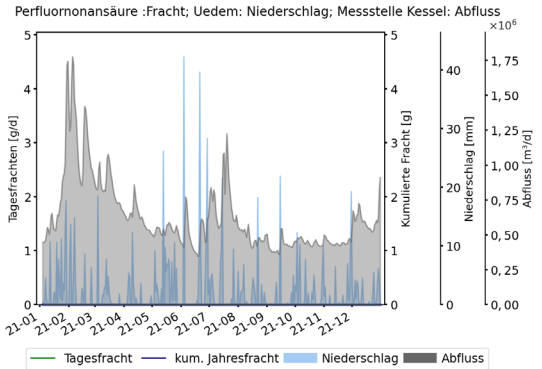
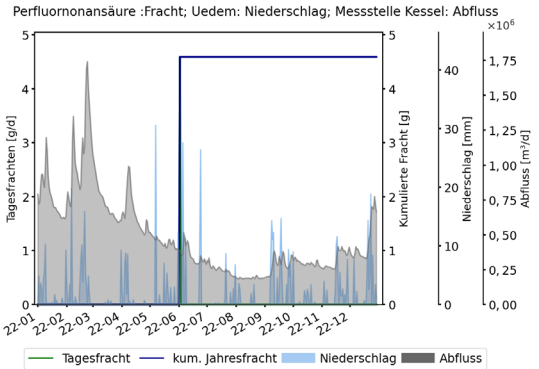


Kum. Jahresfracht 2022: Viller Mühle



© Niersverband & FiW e.V. 2024

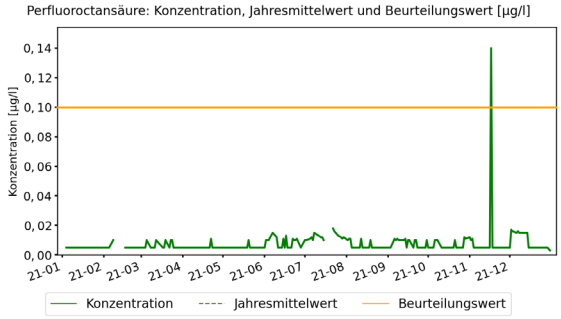
9.5.8 PFNA

Beurteilungswert: 0,1 µg/l (Anhang D4)	Bestimmungsgrenze (BG): 0,01 µg/l
Messkonzentration 2021: Viller Mühle	**Messkonzentration 2022: Viller Mühle**
	
Jahresmittelwert: 0 µg/l Anzahl Messungen: 235 Anzahl Positivbefunde: 0	Jahresmittelwert: $4{,}55\times10^{-05}$ µg/l Anzahl Messungen: 264 Anzahl Positivbefunde: 1
Kum. Jahresfracht 2021: alle Bilanzräume	**Kum. Jahresfracht 2022: alle Bilanzräume**
	
Jahresfracht Neuwerk: 0 g Jahresfracht Ablauf Nierssee: 0 g Jahresfracht Viersen: 0 g Jahresfracht Viller Mühle: 0 g	Jahresfracht Neuwerk: 0 g Jahresfracht Ablauf Nierssee: 0 g Jahresfracht Viersen: 0 g Jahresfracht Viller Mühle: 4,59 g
Kum. Jahresfracht 2021: Viller Mühle	**Kum. Jahresfracht 2022: Viller Mühle**
	

9.5.9 PFOA

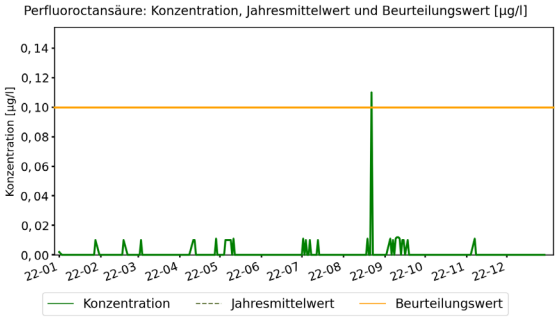
Beurteilungswert: 0,1 µg/l (Anhang D4)	Bestimmungsgrenze (BG): 0,01 µg/l

Messkonzentration 2021: Viller Mühle



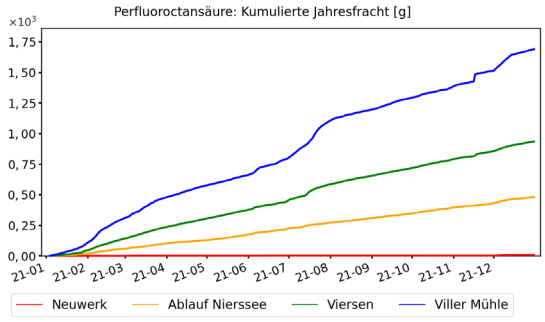
Jahresmittelwert:	0,00746 µg/l
Anzahl Messungen:	235
Anzahl Positivbefunde:	69

Messkonzentration 2022: Viller Mühle



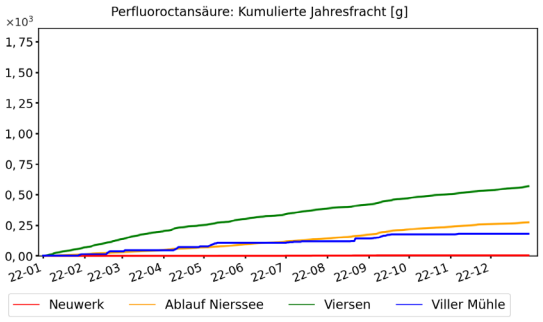
Jahresmittelwert:	0,00141 µg/l
Anzahl Messungen:	264
Anzahl Positivbefunde:	26

Kum. Jahresfracht 2021: alle Bilanzräume



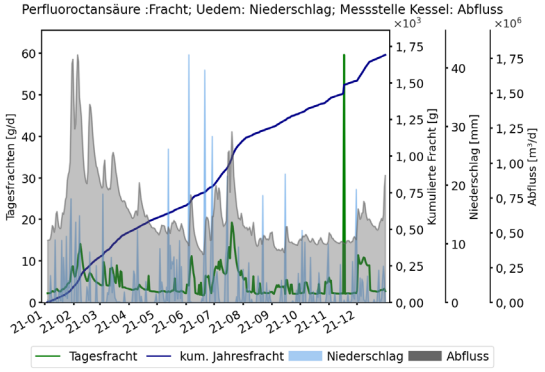
Jahresfracht Neuwerk:	8,49 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	482 g
Jahresfracht Viersen:	936 g
Jahresfracht Viller Mühle:	1,69×10³ g

Kum. Jahresfracht 2022: alle Bilanzräume

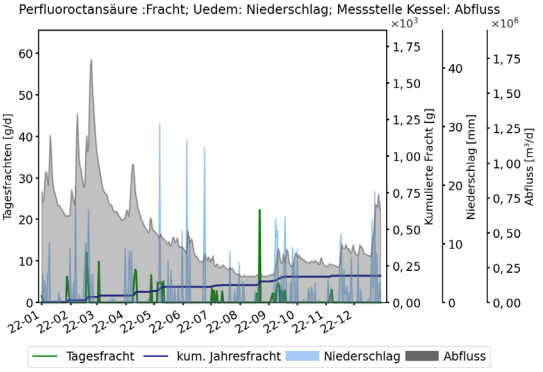


Jahresfracht Neuwerk:	4,22 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	274 g
Jahresfracht Viersen:	570 g
Jahresfracht Viller Mühle:	182 g

Kum. Jahresfracht 2021: Viller Mühle



Kum. Jahresfracht 2022: Viller Mühle

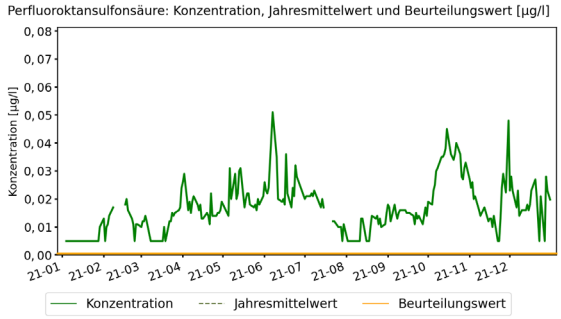


© Niersverband & FiW e.V. 2024

9.5.10 PFOS

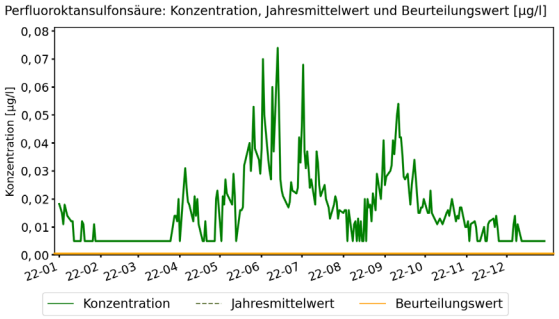
Beurteilungswert: 0,00065 µg/l (Anhang D4)	Bestimmungsgrenze (BG): 0,01 µg/l

Messkonzentration 2021: Viller Mühle



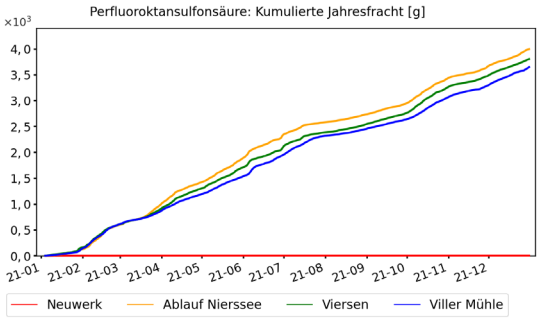
Jahresmittelwert:	0,0168 µg/l
Anzahl Messungen:	235
Anzahl Positivbefunde:	191

Messkonzentration 2022: Viller Mühle



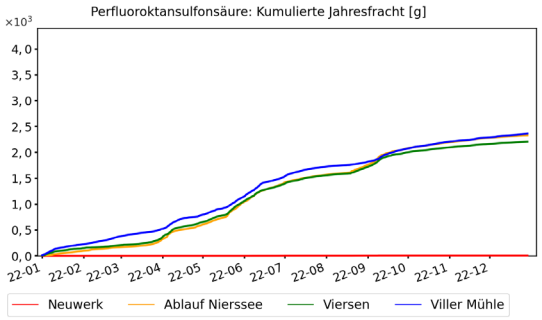
Jahresmittelwert:	0,0167 µg/l
Anzahl Messungen:	264
Anzahl Positivbefunde:	171

Kum. Jahresfracht 2021: alle Bilanzräume



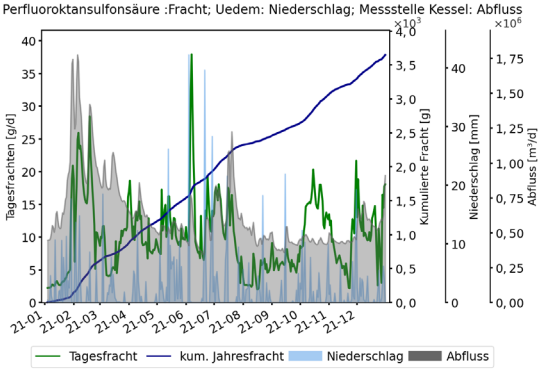
Jahresfracht Neuwerk:	5,40 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	4,00×10³ g
Jahresfracht Viersen:	3,80×10³ g
Jahresfracht Viller Mühle:	3,65×10³ g

Kum. Jahresfracht 2022: alle Bilanzräume

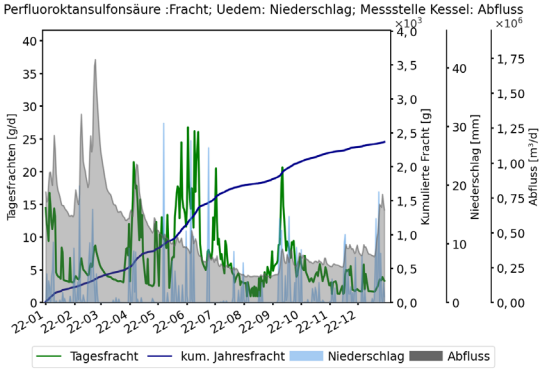


Jahresfracht Neuwerk:	6,55 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	2,33×10³ g
Jahresfracht Viersen:	2,21×10³ g
Jahresfracht Viller Mühle:	2,37×10³ g

Kum. Jahresfracht 2021: Viller Mühle



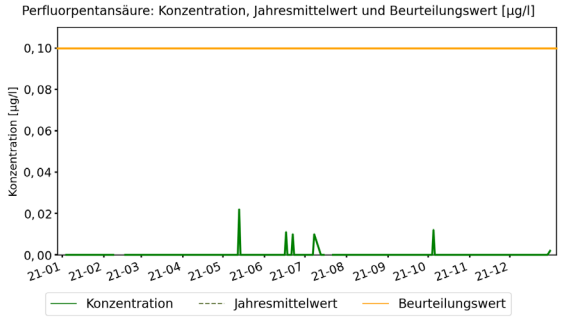
Kum. Jahresfracht 2022: Viller Mühle



9.5.11 PFPeA

Beurteilungswert: 0,1 µg/l (Anhang D4)	Bestimmungsgrenze (BG): 0,01 µg/l

Messkonzentration 2021: Viller Mühle

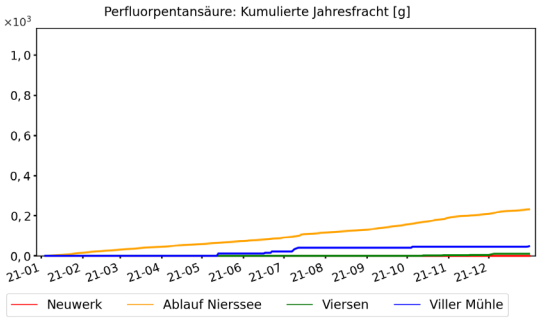


Jahresmittelwert:	0,000277 µg/l
Anzahl Messungen:	235
Anzahl Positivbefunde:	5

Messkonzentration 2022: Viller Mühle

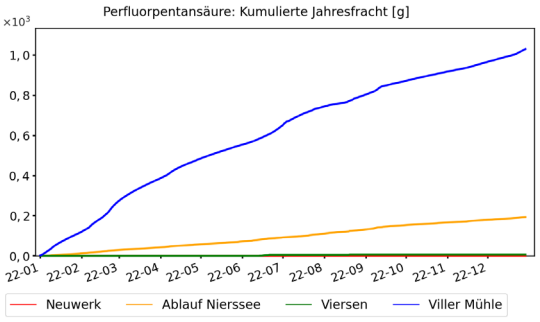
Jahresmittelwert:	0,00676 µg/l
Anzahl Messungen:	264
Anzahl Positivbefunde:	59

Kum. Jahresfracht 2021: alle Bilanzräume



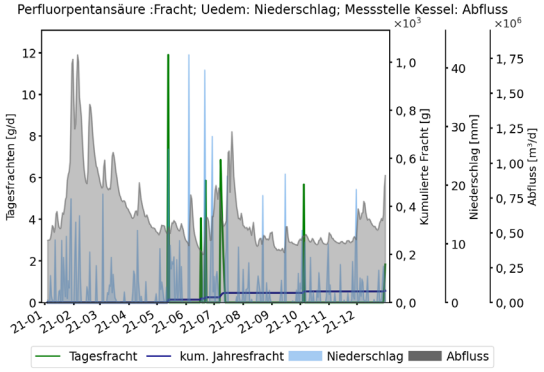
Jahresfracht Neuwerk:	0 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	232 g
Jahresfracht Viersen:	10,92 g
Jahresfracht Viller Mühle:	48,7 g

Kum. Jahresfracht 2022: alle Bilanzräume

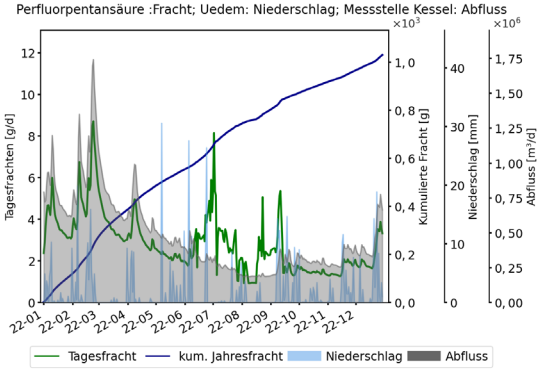


Jahresfracht Neuwerk:	0,427 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	194 g
Jahresfracht Viersen:	7,09 g
Jahresfracht Viller Mühle:	1,03×10³ g

Kum. Jahresfracht 2021: Viller Mühle



Kum. Jahresfracht 2022: Viller Mühle



© Niersverband & FiW e.V. 2024

9.6 Steckbriefe der Kationen

Die Analytik der Kationen erfolgte nach DIN EN ISO 11885 (Wasserbeschaffenheit - Bestimmung von ausgewählten Elementen durch induktiv gekoppelte Plasma-Atom-Emissionsspektlometrie (ICP-OES))

und DIN EN ISO 17294-2 (Wasserbeschaffenheit - Anwendung der induktiv gekoppelten Plasma-Massenspektrometrie (ICP-MS) - Teil 2: Bestimmung von ausgewählten Elementen einschließlich Uran-Isotope).

Für die Element-Analytik wird ein mittels konditioniertem Spritzenfilter filtriertes Probenvolumen von 25 ml mit 0,25 ml Salpetersäure stabilisiert, anschließend an einem ICP-System vermessen und quantifiziert. Es wurde ein ICP-OES für die Elemente Al, Ba, Ca und Mn, sowie das empfindlichere ICP-MS für die Elemente Pb, B, Cd, Fe, Cu, Ni, Se, Ag, Tl und Zn verwendet. Die relevantesten Informationen zu der Probenvorbereitung und zu den Messsystemen sind in den folgenden Tabellen aufgeführt.

Tabelle 13: Geräte / Parameter zur Vorbereitung der Kationen

Geräte/Parameter	Werte/Einstellungen
Spritzenfilter	Chromafil Xtra H-PTFE, 0,45 µm, 25 mm (Fa.: Macherey-Nagel)
Konservierung	Salpetersäure, 65 %, p.a. (Fa.: Honeywell)
Standard Quantifizierung	ICP-MS Calibration Standard IMS-120 (Fa.: Agilent) ICP multi-element standard VI (Fa. Merck)
Standard intern	^{45}Sc, ICP-021 (Fa. Agilent) ^{72}Ge, ICP-032 (Fa. Agilent) ^{115}In, ICP-049 (Fa. Ultra Scientific) ^{159}Tb, ICP-065 (Fa. Agilent) ^{193}Ir, ICP-077 (Fa. Ultra Scientific) ^{175}Lu, ICP-071 (Fa. Ultra Scientific)

Tabelle 14: Informationen zum ICP-Messsystem zur Bestimmung der Kationen

Geräte/Parameter	Werte/Einstellungen
ICP-OES	iCap 7400 (Fa.: Thermo Fisher Scientific) ▪ RF Power: 1350 W ▪ Nebulizer Gas: 0,5 L/min ▪ Auxiliary Gas: 0,5 L/min ▪ Cool Gas: 12 L/min ▪ Messmodus Elemente: • Al: 396,152 nm, axial • Ba: 455,403 nm, axial • Ca: 317,933 nm, radial • Mn: 257,610 nm, axial

© Niersverband & FiW e.V. 2024

ICP-MS	ICP-MS 820 (Fa.: Varian/Analytik Jena) ▪ RF Power: 1450 W ▪ Nebulizer Gas: 1,0 L/min ▪ Auxiliary Gas: 1,8 L/min ▪ Cool Gas: 18 L/min ▪ Zerstäuberkammer: 3,0 °C ▪ Kollisions- / Reaktionsgase: He, H2 ▪ Linsenstellung: Autotune ▪ Messmodus Elemente: • Pb: 206-208 u / He • B: 11 u • Cd: 112 u • Fe: 56 u / He • Cu: 63 u / He • Ni: 60 u / He • Se: 78 u / H2 • Ag: 107 u • Tl: 205 u • Zn: 66 u ICP-MS iCAP RQ (Fa.: Thermo Fisher Scientific) ▪ RF Power: 1550 W ▪ Nebulizer Gas: 1,08 L/min ▪ Auxiliary Gas: 0,65 L/min ▪ Cool Gas: 14 L/min ▪ Zerstäuberkammer: 2,7 °C ▪ Kollisions- / Reaktionsgase: He, H2 ▪ Linsenstellung: Autotune ▪ Messmodus Elemente: • Pb: 206-208 u / He • B: 11 u • Cd: 111 u / He • Fe: 56 u / He • Cu: 63 u / He • Ni: 60 u / He • Se: 78 u / H2 • Ag: 107 u / He • Tl: 205 u / He • Zn: 66 u / He

© Niersverband & FiW e.V. 2024

Tabelle 15: Übersicht der Untersuchungsparameter der Kationen

Stoff	BG [µg/l]	CAS-Nummer
Aluminium	20	7429-90-5
Barium	1	7440-39-3
Blei	0,01	7439-92-1
Bor	20	7440-42-8
Cadmium	0,01	7440-43-9
Calcium	400	7440-70-2
Eisen	14	7439-89-6
Kupfer	0,1	7440-50-8
Mangan	5	7439-96-5
Nickel	0,06	7440-02-0
Selen	0,3	7782-49-2
Silber	0,006	7440-22-4
Thallium	0,007	7440-28-0
Zink	3	7440-66-6

Bei den Elementen Cadmium und Silber kam es im Projektzeitraum bei einzelnen Werten zu einer Störung der Messtechnik. Daher mussten bei einzelnen Proben die Messwerte für Cadmium und Silber mit „nicht auswertbar“ angegeben werden. Durch einen Wechsel der Messtechnik wurde während des Projektzeitraums Selen mit unterschiedlichen Bestimmungsgrenzen angegeben. Die Messwerte für Selen lagen während des gesamten Projektzeitraum unterhalb der JD-UQN der OGewV von 3 µg/l.

Folgende Beurteilungswerte werden zur Bewertung der gemessenen Gewässer-konzentrationen herangezogen:

- Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer, Anlage 8 (OGewV 2016)
- Monitoringleitfaden Oberflächengewässer – Anhang D4 (MULNV 2018)

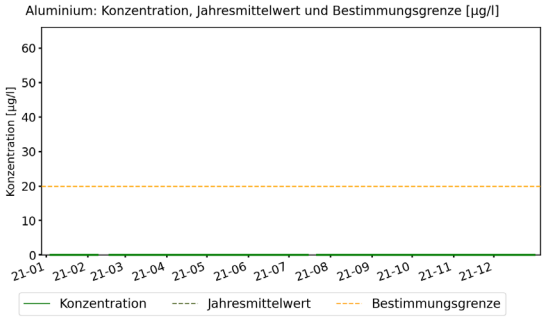
Hinweis: Für einige Stoffe existiert kein anwendbarer Beurteilungswert. Im entsprechenden Graphen wurde stattdessen die Bestimmungsgrenze gestrichelt eingezeichnet.

© Niersverband & FiW e.V. 2024

9.6.1 Aluminium

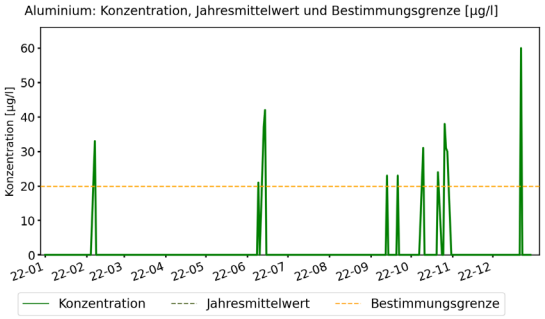
Beurteilungswert: --	Bestimmungsgrenze (BG): 20 µg/l

Messkonzentration 2021: Viller Mühle



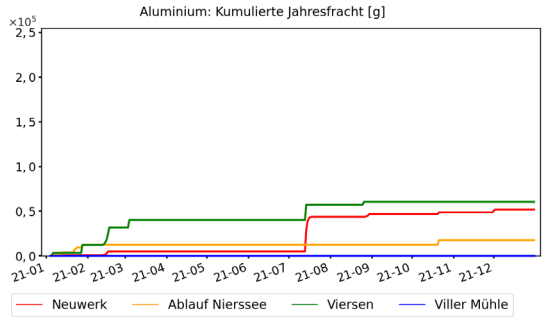
Jahresmittelwert:	0 µg/l
Anzahl Messungen:	236
Anzahl Positivbefunde:	0

Messkonzentration 2022: Viller Mühle



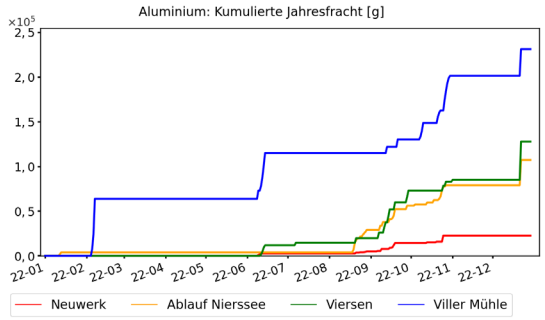
Jahresmittelwert:	1,5 µg/l
Anzahl Messungen:	262
Anzahl Positivbefunde:	0

Kum. Jahresfracht 2021: alle Bilanzräume



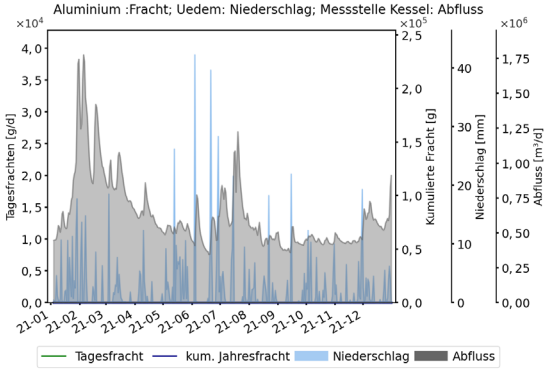
Jahresfracht Neuwerk:	5,17×10⁴ g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	1,78×10⁴ g
Jahresfracht Viersen:	6,06×10⁴ g
Jahresfracht Viller Mühle:	0 g

Kum. Jahresfracht 2022: alle Bilanzräume

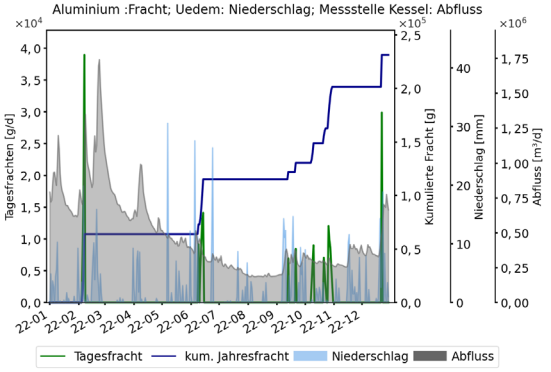


Jahresfracht Neuwerk:	2,29×10⁴ g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	1,07×10⁵ g
Jahresfracht Viersen:	1,28×10⁵ g
Jahresfracht Viller Mühle:	2,31×10⁵ g

Kum. Jahresfracht 2021: Viller Mühle



Kum. Jahresfracht 2022: Viller Mühle

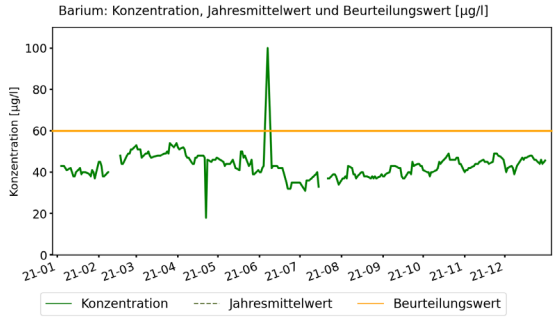


© Niersverband & FiW e.V. 2024

9.6.2 Barium

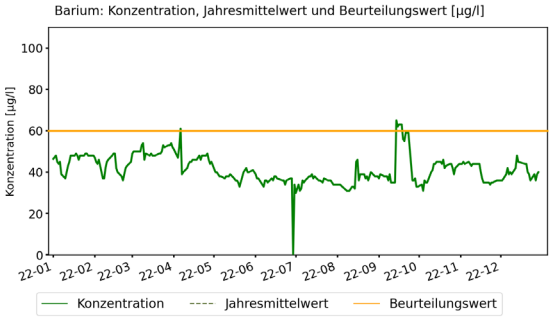
Beurteilungswert: 60 µg/l (Anhang D4)	Bestimmungsgrenze (BG): 1 µg/l

Messkonzentration 2021: Viller Mühle



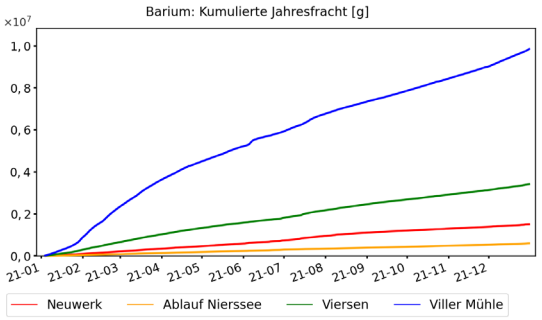
Jahresmittelwert:	43,2 µg/l
Anzahl Messungen:	236
Anzahl Positivbefunde:	236

Messkonzentration 2022: Viller Mühle



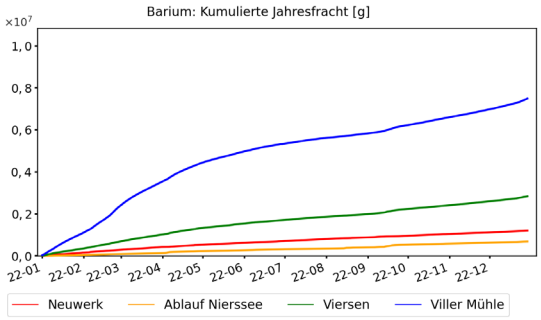
Jahresmittelwert:	41,4 µg/l
Anzahl Messungen:	262
Anzahl Positivbefunde:	261

Kum. Jahresfracht 2021: alle Bilanzräume



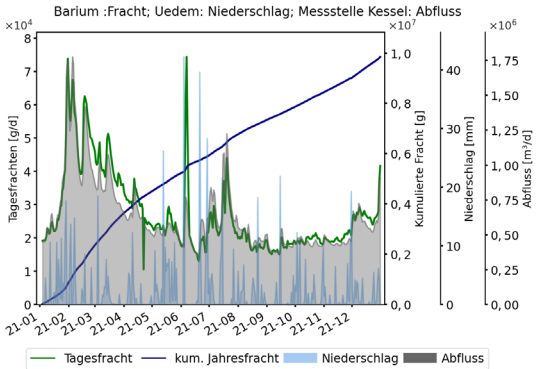
Jahresfracht Neuwerk:	1,51×10⁶ g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	6,00×10⁵ g
Jahresfracht Viersen:	3,42×10⁶ g
Jahresfracht Viller Mühle:	9,85×10⁶ g

Kum. Jahresfracht 2022: alle Bilanzräume

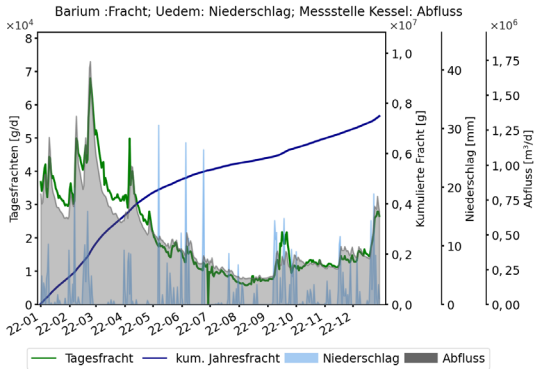


Jahresfracht Neuwerk:	1,20×10⁶ g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	6,88×10⁵ g
Jahresfracht Viersen:	2,84×10⁶ g
Jahresfracht Viller Mühle:	7,49×10⁶ g

Kum. Jahresfracht 2021: Viller Mühle



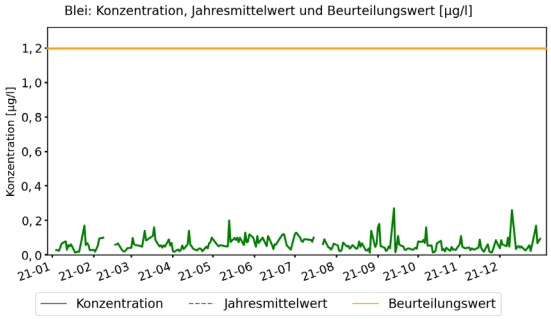
Kum. Jahresfracht 2022: Viller Mühle



9.6.3 Blei

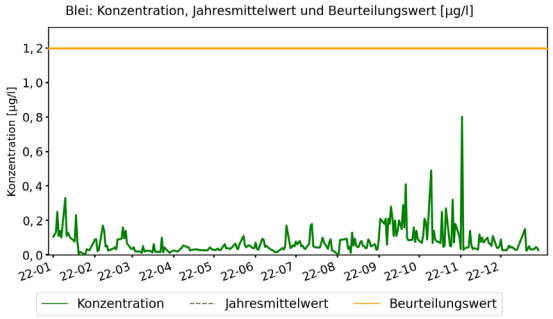
Beurteilungswert: 1,2 µg/l (OGewV)	Bestimmungsgrenze (BG): 0,01 µg/l

Messkonzentration 2021: Viller Mühle



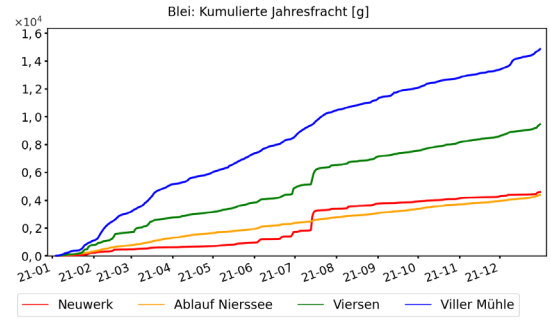
Jahresmittelwert:	0,0609 µg/l
Anzahl Messungen:	236
Anzahl Positivbefunde:	236

Messkonzentration 2022: Viller Mühle



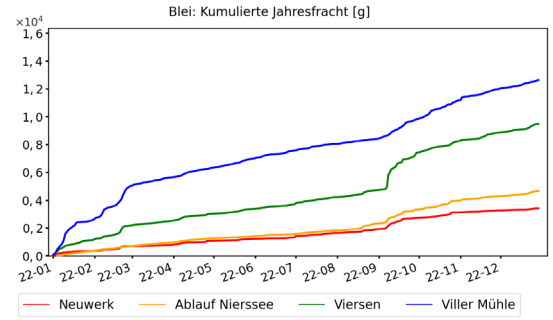
Jahresmittelwert:	0,0767 µg/l
Anzahl Messungen:	262
Anzahl Positivbefunde:	257

Kum. Jahresfracht 2021: alle Bilanzräume



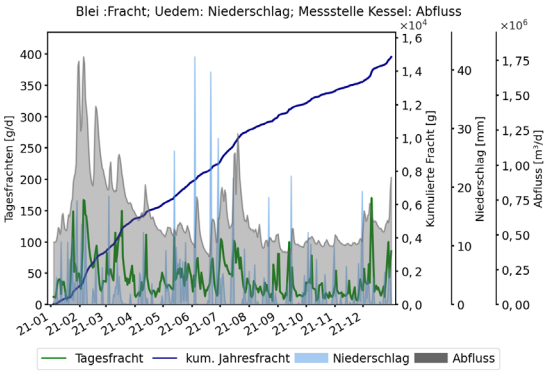
Jahresfracht Neuwerk:	4,60×10³ g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	4,38×10³ g
Jahresfracht Viersen:	9,46×10³ g
Jahresfracht Viller Mühle:	1,49×10⁴ g

Kum. Jahresfracht 2022: alle Bilanzräume

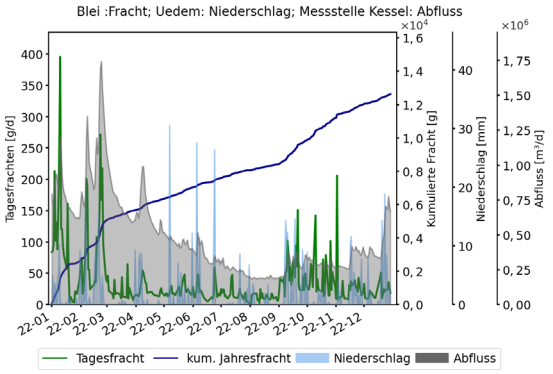


Jahresfracht Neuwerk:	3,42×10³ g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	4,66×10³ g
Jahresfracht Viersen:	9,48×10³ g
Jahresfracht Viller Mühle:	1,26×10⁴ g

Kum. Jahresfracht 2021: Viller Mühle



Kum. Jahresfracht 2022: Viller Mühle

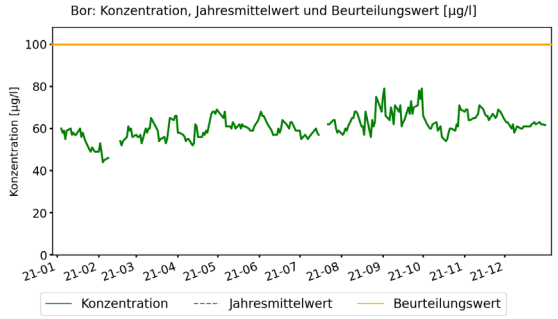


© Niersverband & FiW e.V. 2024

9.6.4 Bor

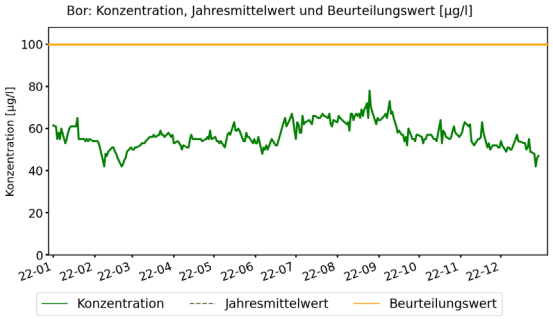
Beurteilungswert: 100 µg/l (Anhang D4)	Bestimmungsgrenze (BG): 20 µg/l

Messkonzentration 2021: Viller Mühle



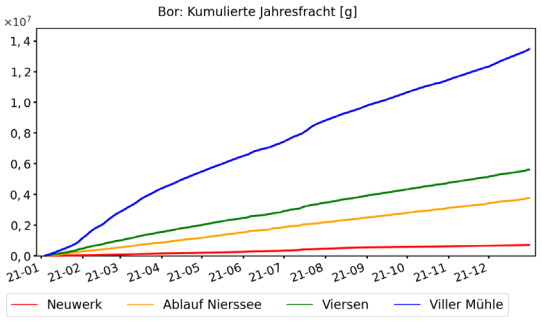
Jahresmittelwert:	61,2 µg/l
Anzahl Messungen:	236
Anzahl Positivbefunde:	0

Messkonzentration 2022: Viller Mühle



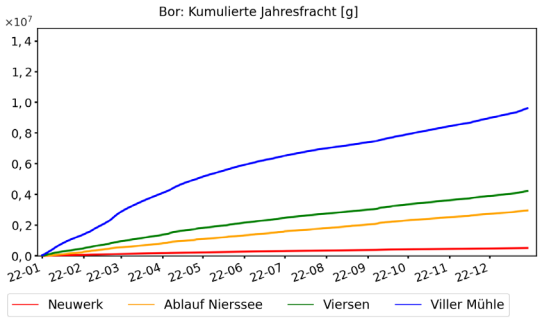
Jahresmittelwert:	57 µg/l
Anzahl Messungen:	262
Anzahl Positivbefunde:	0

Kum. Jahresfracht 2021: alle Bilanzräume



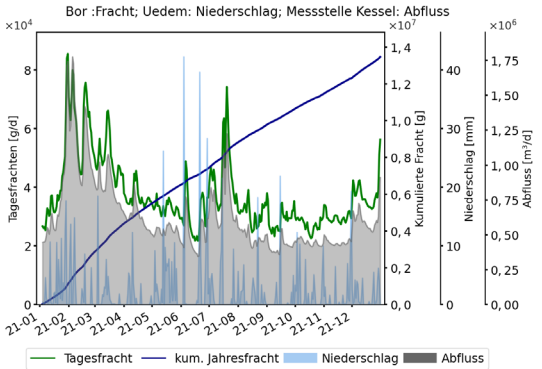
Jahresfracht Neuwerk:	$7{,}13\times10^{5}$ g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	$3{,}78\times10^{6}$ g
Jahresfracht Viersen:	$5{,}62\times10^{6}$ g
Jahresfracht Viller Mühle:	$1{,}35\times10^{7}$ g

Kum. Jahresfracht 2022: alle Bilanzräume

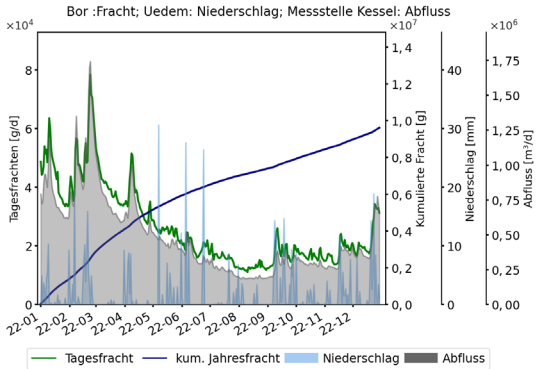


Jahresfracht Neuwerk:	$5{,}16\times10^{5}$ g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	$2{,}97\times10^{6}$ g
Jahresfracht Viersen:	$4{,}22\times10^{6}$ g
Jahresfracht Viller Mühle:	$9{,}62\times10^{6}$ g

Kum. Jahresfracht 2021: Viller Mühle



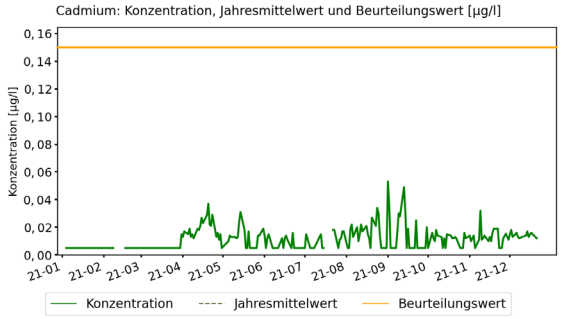
Kum. Jahresfracht 2022: Viller Mühle



9.6.5 Cadmium

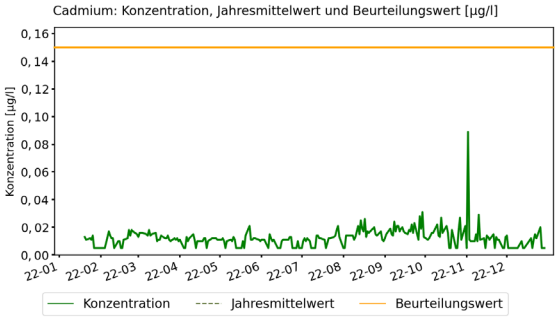
Beurteilungswert: 0,15 µg/l (OGewV)	Bestimmungsgrenze (BG): 0,01 µg/l

Messkonzentration 2021: Viller Mühle



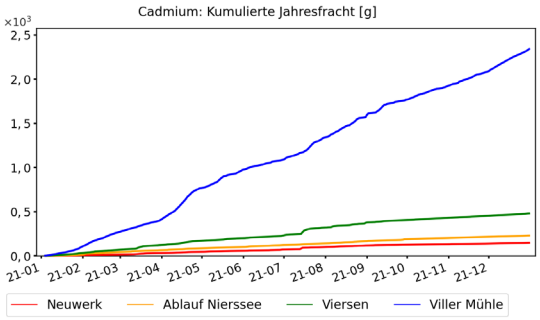
Jahresmittelwert:	0,0116 µg/l
Anzahl Messungen:	231
Anzahl Positivbefunde:	124

Messkonzentration 2022: Viller Mühle



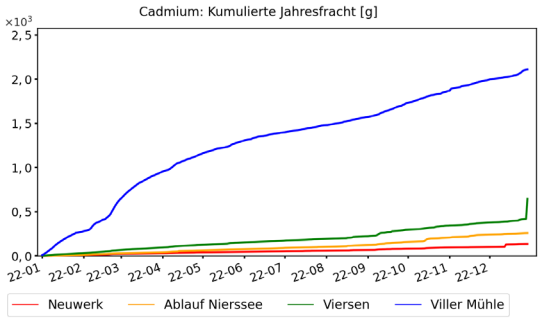
Jahresmittelwert:	0,0125 µg/l
Anzahl Messungen:	249
Anzahl Positivbefunde:	195

Kum. Jahresfracht 2021: alle Bilanzräume



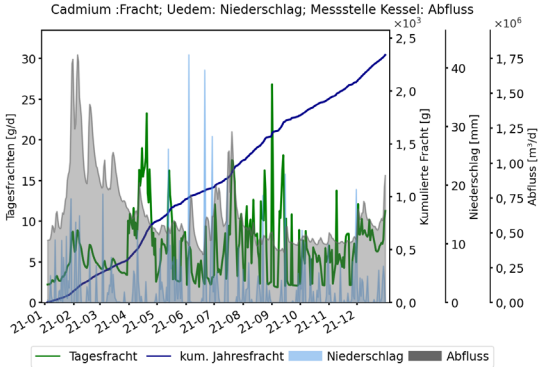
Jahresfracht Neuwerk:	148 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	232 g
Jahresfracht Viersen:	481 g
Jahresfracht Viller Mühle:	2,34×10³ g

Kum. Jahresfracht 2022: alle Bilanzräume

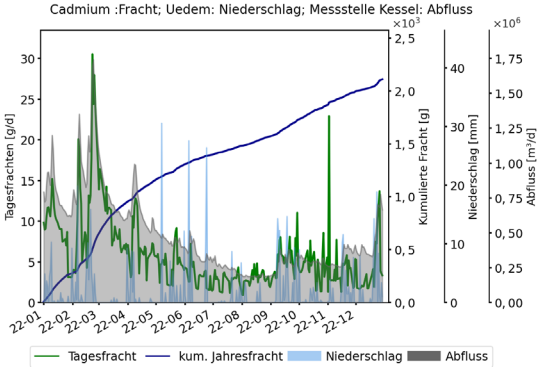


Jahresfracht Neuwerk:	137 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	259 g
Jahresfracht Viersen:	646 g
Jahresfracht Viller Mühle:	2,11×10³ g

Kum. Jahresfracht 2021: Viller Mühle



Kum. Jahresfracht 2022: Viller Mühle

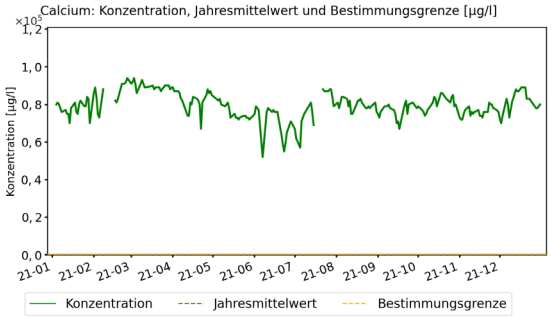


© Niersverband & FiW e.V. 2024

9.6.6 Calcium

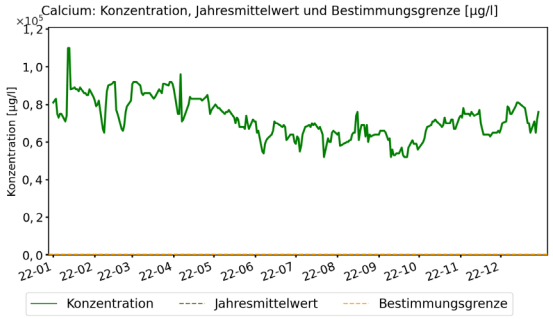
Beurteilungswert: --	Bestimmungsgrenze (BG): 400 µg/l

Messkonzentration 2021: Viller Mühle



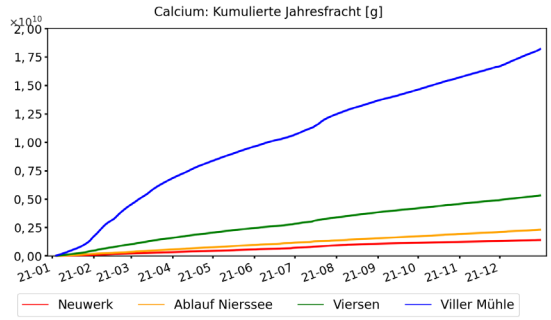
Jahresmittelwert:	7,95×10⁴ µg/l
Anzahl Messungen:	236
Anzahl Positivbefunde:	0

Messkonzentration 2022: Viller Mühle



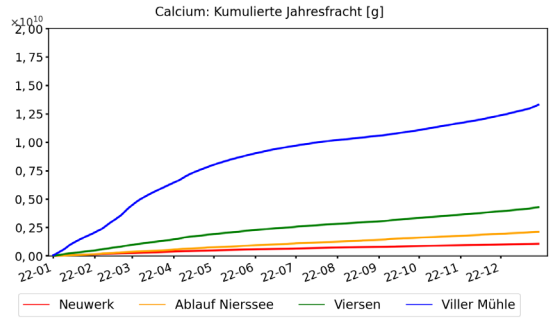
Jahresmittelwert:	7,22×10⁴ µg/l
Anzahl Messungen:	262
Anzahl Positivbefunde:	0

Kum. Jahresfracht 2021: alle Bilanzräume



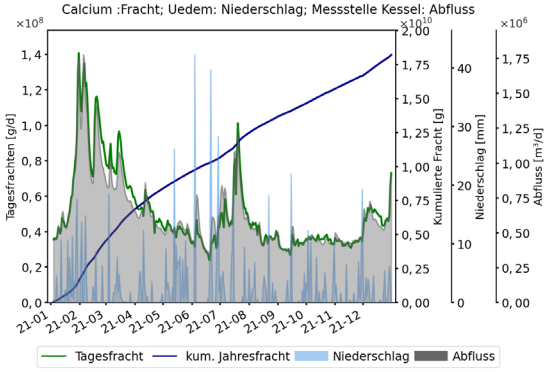
Jahresfracht Neuwerk:	1,41×10⁹ g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	2,32×10⁹ g
Jahresfracht Viersen:	5,33×10⁹ g
Jahresfracht Viller Mühle:	1,82×10¹⁰ g

Kum. Jahresfracht 2022: alle Bilanzräume

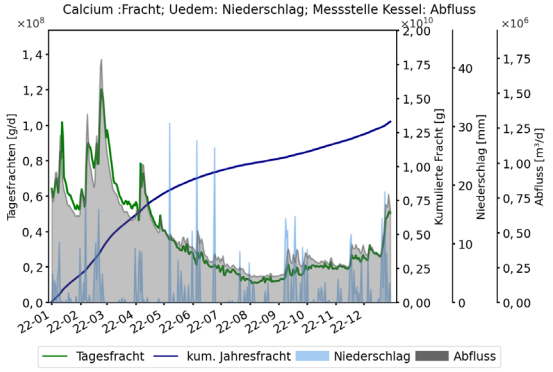


Jahresfracht Neuwerk:	1,08×10⁹ g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	2,13×10⁹ g
Jahresfracht Viersen:	4,29×10⁹ g
Jahresfracht Viller Mühle:	1,33×10¹⁰ g

Kum. Jahresfracht 2021: Viller Mühle



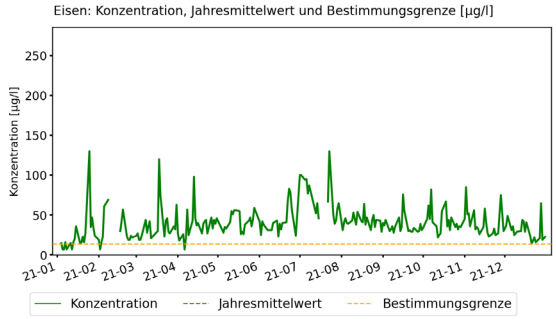
Kum. Jahresfracht 2022: Viller Mühle



9.6.7 Eisen

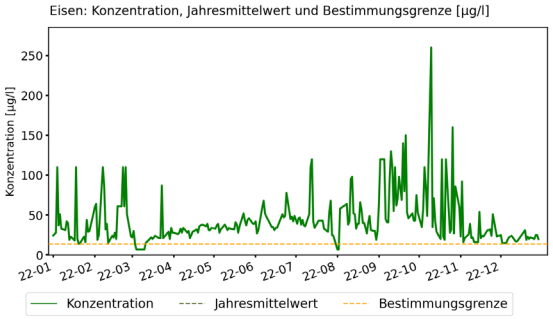
Beurteilungswert: --	Bestimmungsgrenze (BG): 14 µg/l

Messkonzentration 2021: Viller Mühle



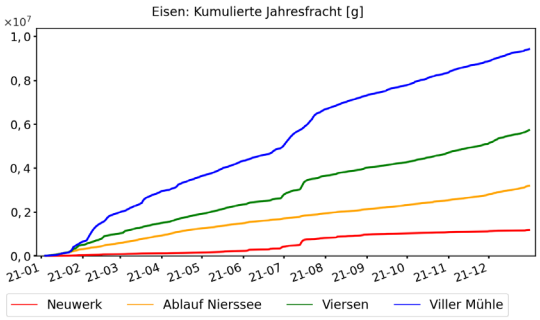
Jahresmittelwert:	40,1 µg/l
Anzahl Messungen:	236
Anzahl Positivbefunde:	0

Messkonzentration 2022: Viller Mühle



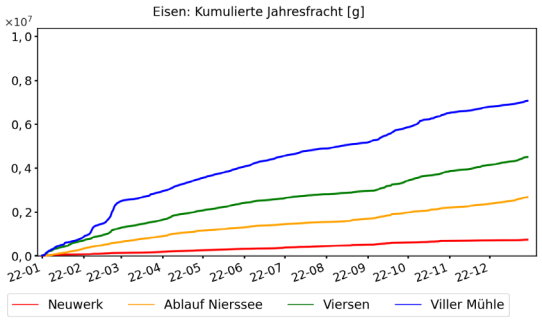
Jahresmittelwert:	43,4 µg/l
Anzahl Messungen:	262
Anzahl Positivbefunde:	0

Kum. Jahresfracht 2021: alle Bilanzräume



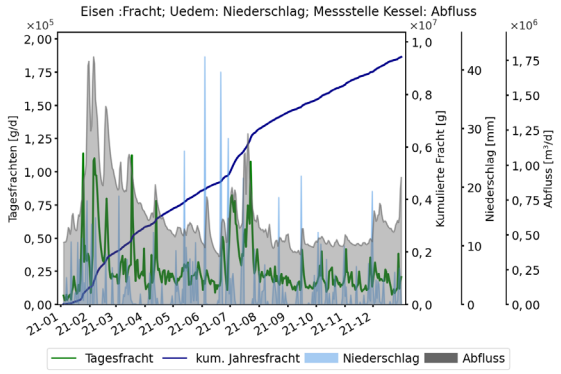
Jahresfracht Neuwerk:	1,18×10⁶ g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	3,20×10⁶ g
Jahresfracht Viersen:	5,73×10⁶ g
Jahresfracht Viller Mühle:	9,43×10⁶ g

Kum. Jahresfracht 2022: alle Bilanzräume

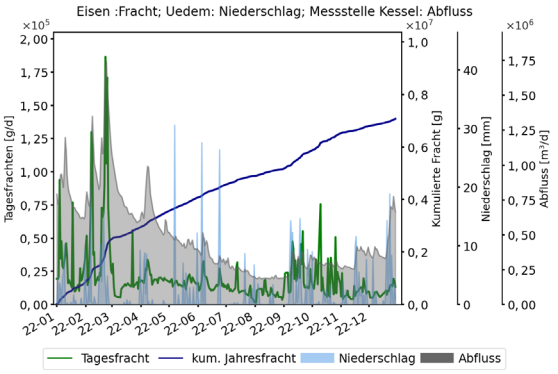


Jahresfracht Neuwerk:	7,40×10⁵ g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	2,68×10⁶ g
Jahresfracht Viersen:	4,51×10⁶ g
Jahresfracht Viller Mühle:	7,07×10⁶ g

Kum. Jahresfracht 2021: Viller Mühle



Kum. Jahresfracht 2022: Viller Mühle

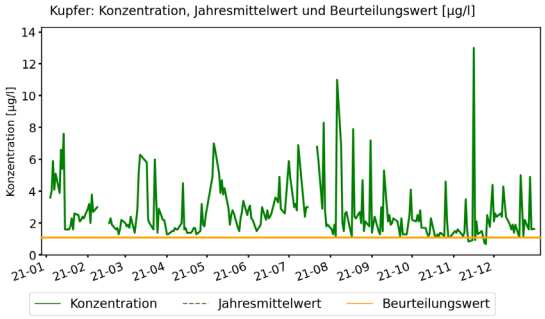


© Niersverband & FiW e.V. 2024

9.6.8 Kupfer

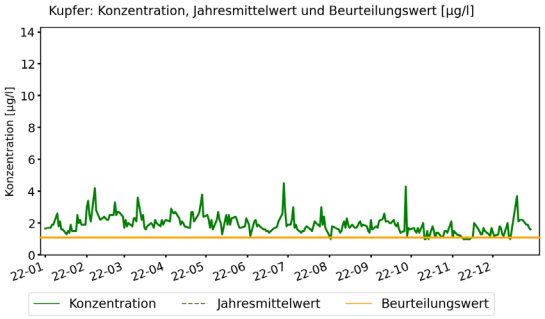
Beurteilungswert: 1,1 µg/l (Anhang D4)	Bestimmungsgrenze (BG): 0,1 µg/l

Messkonzentration 2021: Viller Mühle



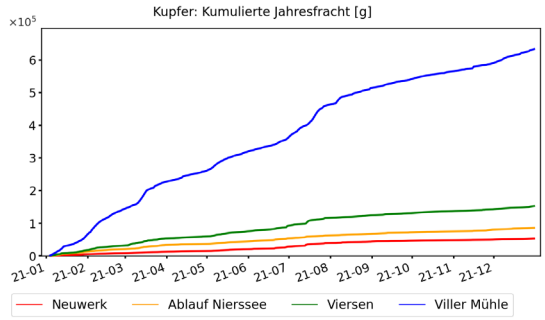
Jahresmittelwert:	2,67 µg/l
Anzahl Messungen:	236
Anzahl Positivbefunde:	236

Messkonzentration 2022: Viller Mühle



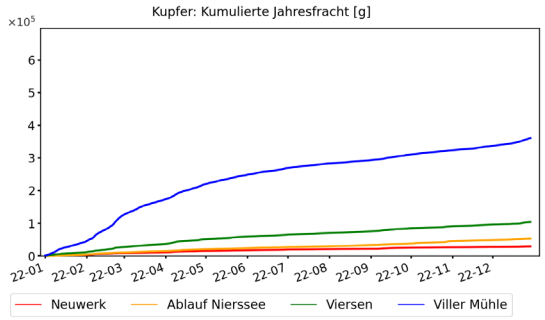
Jahresmittelwert:	1,93 µg/l
Anzahl Messungen:	262
Anzahl Positivbefunde:	262

Kum. Jahresfracht 2021: alle Bilanzräume



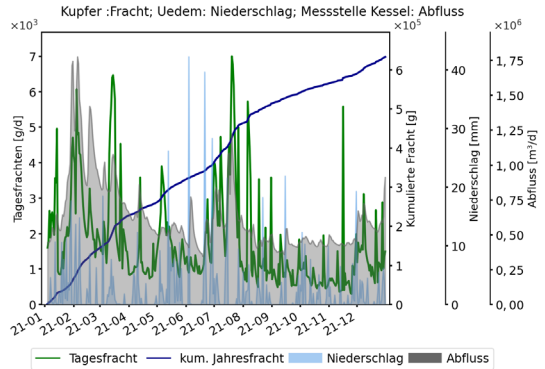
Jahresfracht Neuwerk:	5,32×10⁴ g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	8,59×10⁴ g
Jahresfracht Viersen:	1,53×10⁵ g
Jahresfracht Viller Mühle:	6,33×10⁵ g

Kum. Jahresfracht 2022: alle Bilanzräume

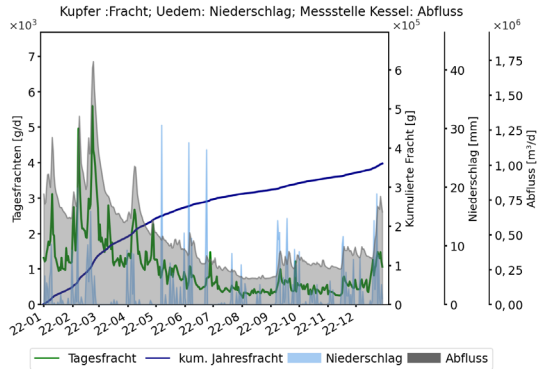


Jahresfracht Neuwerk:	2,95×10⁴ g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	5,31×10⁴ g
Jahresfracht Viersen:	1,04×10⁵ g
Jahresfracht Viller Mühle:	3,61×10⁵ g

Kum. Jahresfracht 2021: Viller Mühle



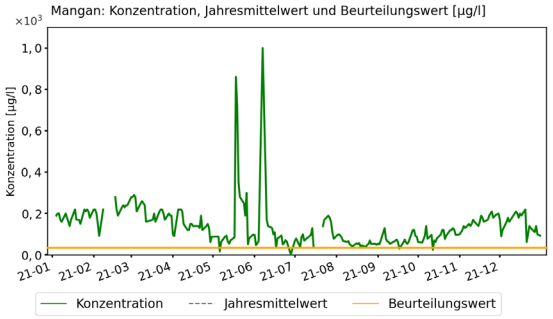
Kum. Jahresfracht 2022: Viller Mühle



9.6.9 Mangan

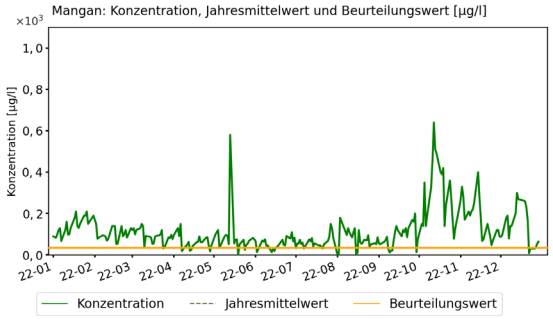
Beurteilungswert: 35 µg/l (Anhang D4)	Bestimmungsgrenze (BG): 5 µg/l

Messkonzentration 2021: Viller Mühle



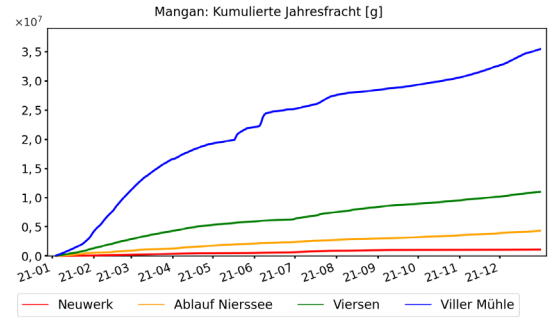
Jahresmittelwert:	143 µg/l
Anzahl Messungen:	236
Anzahl Positivbefunde:	0

Messkonzentration 2022: Viller Mühle



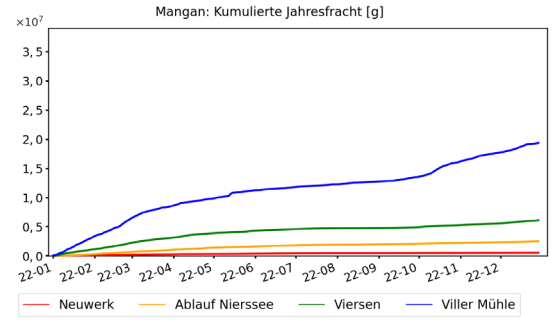
Jahresmittelwert:	114 µg/l
Anzahl Messungen:	262
Anzahl Positivbefunde:	0

Kum. Jahresfracht 2021: alle Bilanzräume



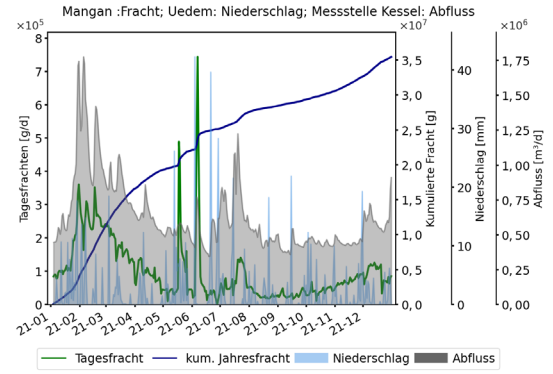
Jahresfracht Neuwerk:	1,08×10⁶ g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	4,30×10⁶ g
Jahresfracht Viersen:	1,10×10⁷ g
Jahresfracht Viller Mühle:	3,55×10⁷ g

Kum. Jahresfracht 2022: alle Bilanzräume

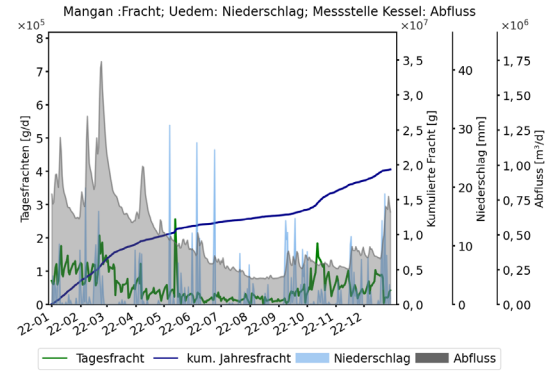


Jahresfracht Neuwerk:	5,61×10⁵ g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	2,49×10⁶ g
Jahresfracht Viersen:	6,12×10⁶ g
Jahresfracht Viller Mühle:	1,94×10⁷ g

Kum. Jahresfracht 2021: Viller Mühle



Kum. Jahresfracht 2022: Viller Mühle

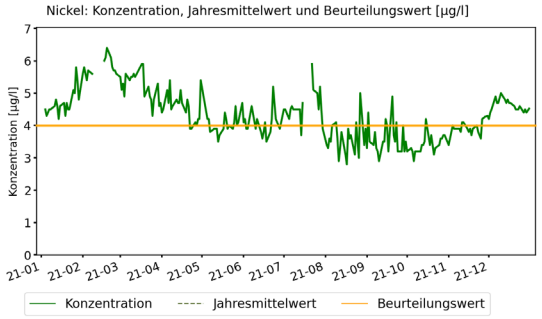


© Niersverband & FiW e.V. 2024

9.6.10 Nickel

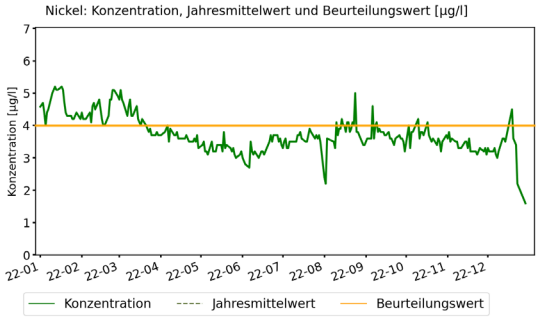
Beurteilungswert: 4 µg/l (OGewV)	Bestimmungsgrenze (BG): 0,06 µg/l

Messkonzentration 2021: Viller Mühle



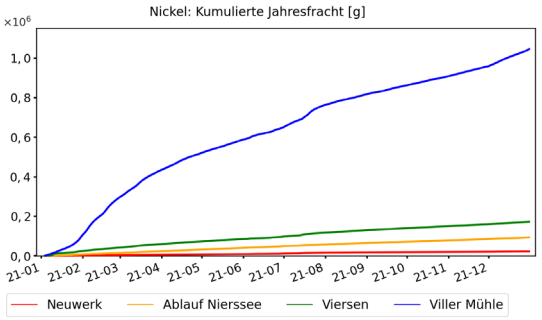
Jahresmittelwert:	4,29 µg/l
Anzahl Messungen:	236
Anzahl Positivbefunde:	236

Messkonzentration 2022: Viller Mühle



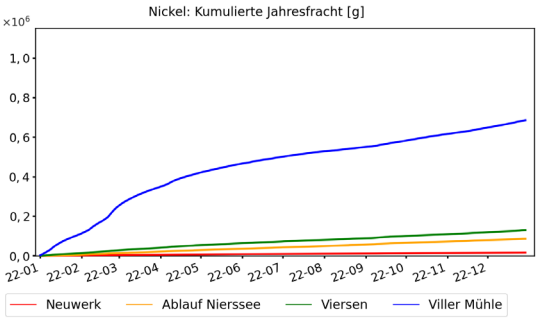
Jahresmittelwert:	3,72 µg/l
Anzahl Messungen:	262
Anzahl Positivbefunde:	262

Kum. Jahresfracht 2021: alle Bilanzräume



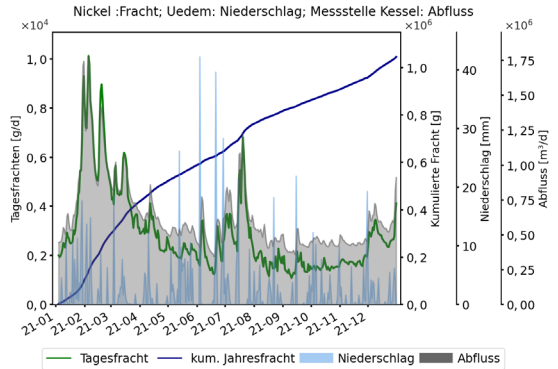
Jahresfracht Neuwerk:	2,29×10⁴ g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	9,39×10⁴ g
Jahresfracht Viersen:	1,73×10⁵ g
Jahresfracht Viller Mühle:	1,05×10⁶ g

Kum. Jahresfracht 2022: alle Bilanzräume

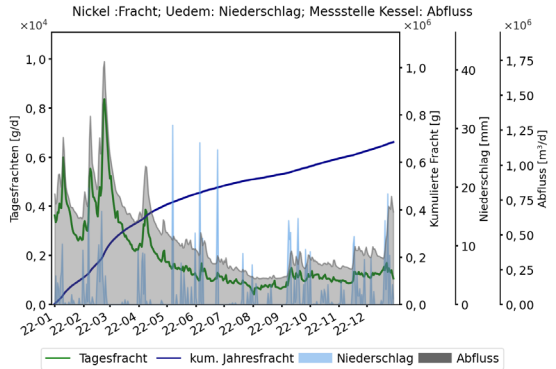


Jahresfracht Neuwerk:	1,75×10⁴ g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	8,66×10⁴ g
Jahresfracht Viersen:	1,30×10⁵ g
Jahresfracht Viller Mühle:	6,86×10⁵ g

Kum. Jahresfracht 2021: Viller Mühle



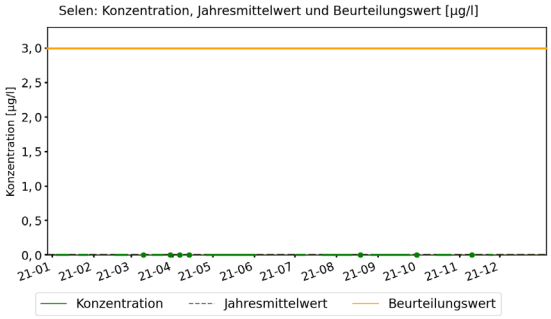
Kum. Jahresfracht 2022: Viller Mühle



9.6.11 Selen

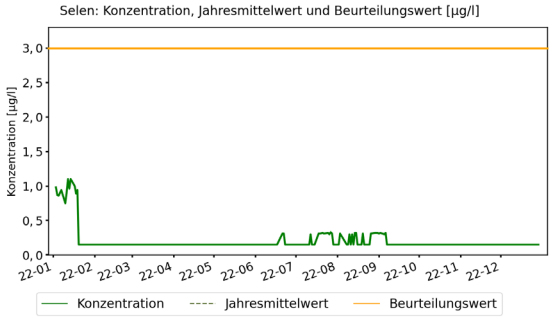
Beurteilungswert: 3 µg/l (Anhang D4)	Bestimmungsgrenze (BG) 2021: 2 µg/l Bestimmungsgrenze (BG) 2022: 0,3 µg/l

Messkonzentration 2021: Viller Mühle



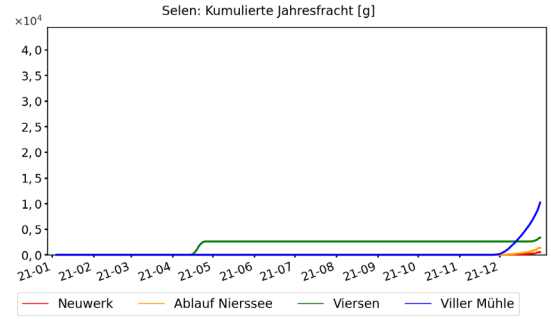
Jahresmittelwert:	0 µg/l
Anzahl Messungen:	87
Anzahl Positivbefunde:	0

Messkonzentration 2022: Viller Mühle



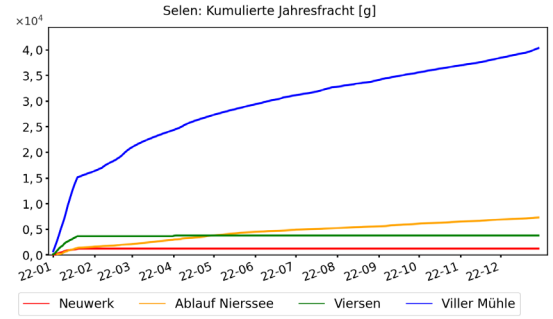
Jahresmittelwert:	0,205 µg/l
Anzahl Messungen:	262
Anzahl Positivbefunde:	38

Kum. Jahresfracht 2021: alle Bilanzräume



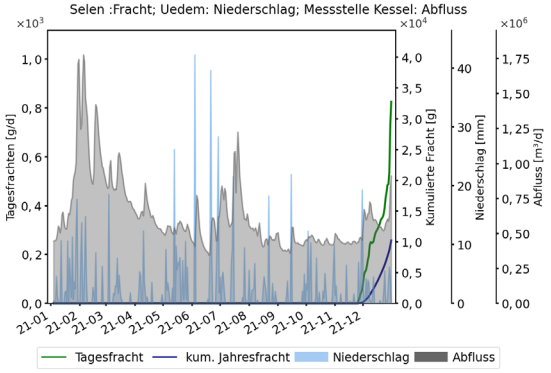
Jahresfracht Neuwerk:	547 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	1,41×10³ g
Jahresfracht Viersen:	3,38×10³ g
Jahresfracht Viller Mühle:	1,02×10⁴ g

Kum. Jahresfracht 2022: alle Bilanzräume

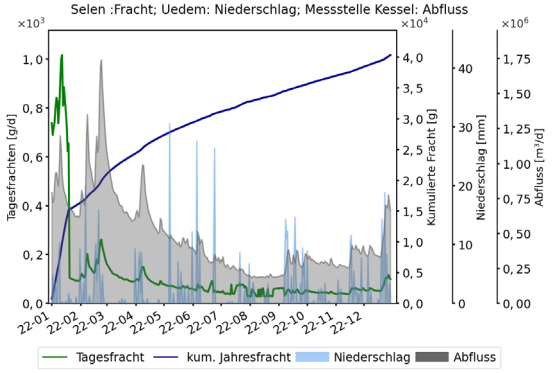


Jahresfracht Neuwerk:	1,22×10³ g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	7,31×10³ g
Jahresfracht Viersen:	3,79×10³ g
Jahresfracht Viller Mühle:	4,04×10⁴ g

Kum. Jahresfracht 2021: Viller Mühle



Kum. Jahresfracht 2022: Viller Mühle

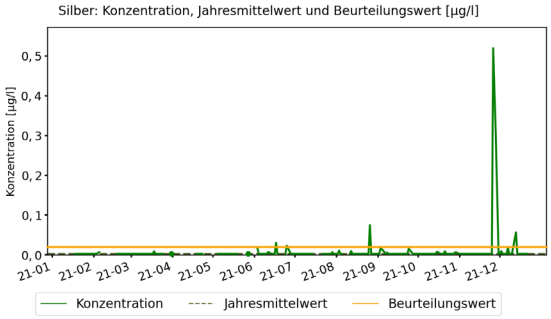


© Niersverband & FiW e.V. 2024

9.6.12 Silber

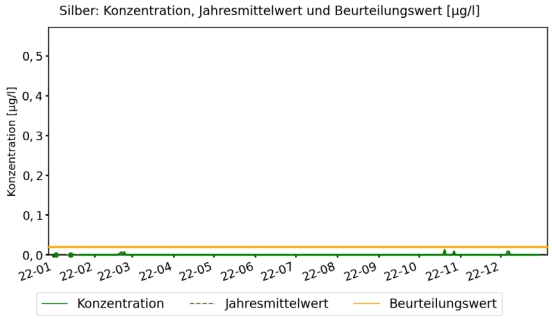
Beurteilungswert: 0,02 µg/l (OGewV)	Bestimmungsgrenze (BG): 0,006 µg/l

Messkonzentration 2021: Viller Mühle



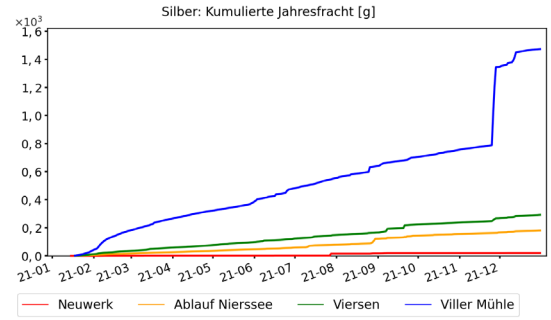
Jahresmittelwert:	0,00917 µg/l
Anzahl Messungen:	160
Anzahl Positivbefunde:	21

Messkonzentration 2022: Viller Mühle



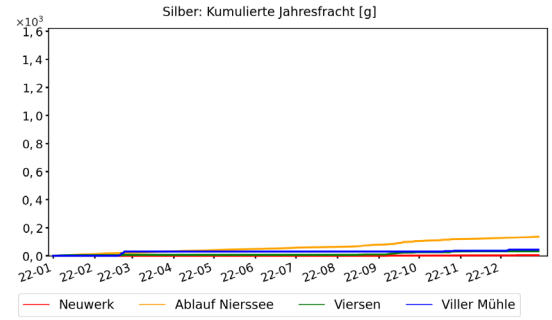
Jahresmittelwert:	0,000209 µg/l
Anzahl Messungen:	251
Anzahl Positivbefunde:	6

Kum. Jahresfracht 2021: alle Bilanzräume



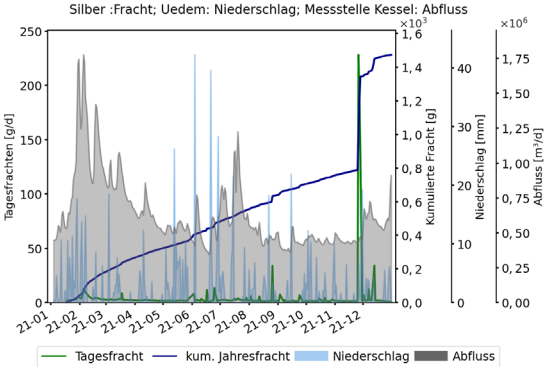
Jahresfracht Neuwerk:	21,0 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	181 g
Jahresfracht Viersen:	293 g
Jahresfracht Viller Mühle:	1,47×10³ g

Kum. Jahresfracht 2022: alle Bilanzräume

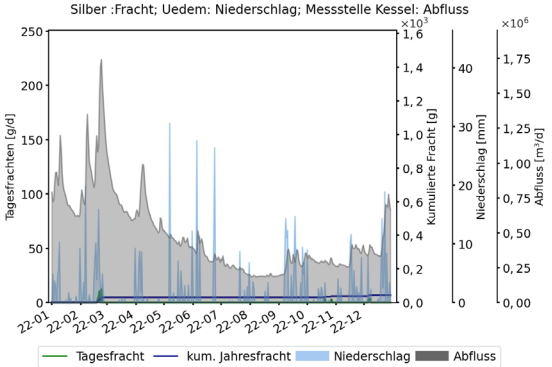


Jahresfracht Neuwerk:	5,34 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	137 g
Jahresfracht Viersen:	33,0 g
Jahresfracht Viller Mühle:	44,1 g

Kum. Jahresfracht 2021: Viller Mühle



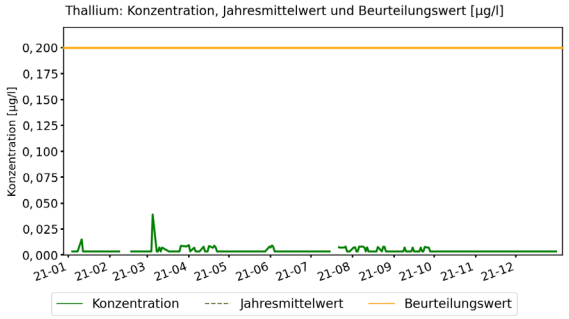
Kum. Jahresfracht 2022: Viller Mühle



9.6.13 Thallium

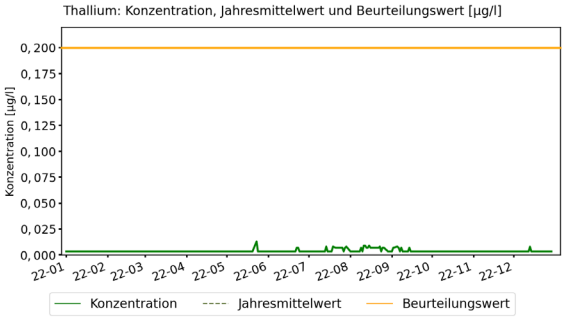
Beurteilungswert: 0,2 µg/l (Anhang D4)	Bestimmungsgrenze (BG): 0,007 µg/l

Messkonzentration 2021: Viller Mühle



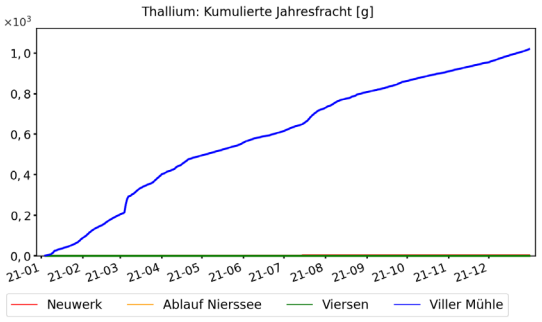
Jahresmittelwert:	0,00433 µg/l
Anzahl Messungen:	236
Anzahl Positivbefunde:	37

Messkonzentration 2022: Viller Mühle



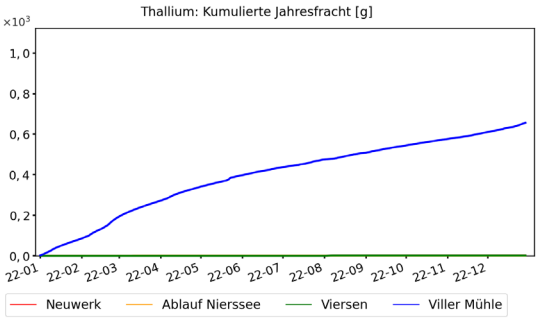
Jahresmittelwert:	0,00401 µg/l
Anzahl Messungen:	262
Anzahl Positivbefunde:	33

Kum. Jahresfracht 2021: alle Bilanzräume



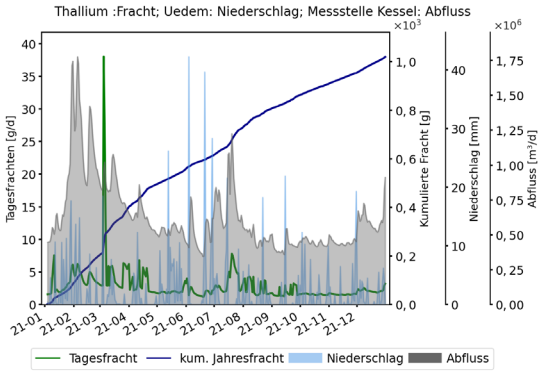
Jahresfracht Neuwerk:	2,59 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	0 g
Jahresfracht Viersen:	0 g
Jahresfracht Viller Mühle:	1,02×10³ g

Kum. Jahresfracht 2022: alle Bilanzräume

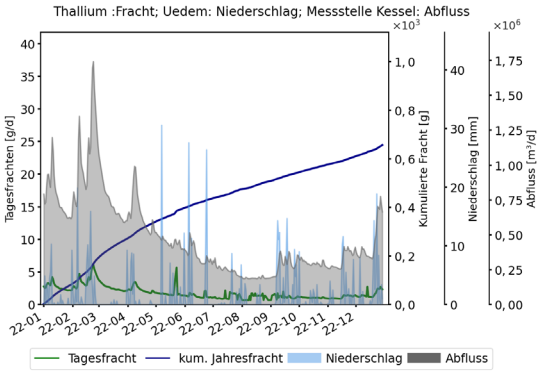


Jahresfracht Neuwerk:	2,09 g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	1,05 g
Jahresfracht Viersen:	2,00 g
Jahresfracht Viller Mühle:	657 g

Kum. Jahresfracht 2021: Viller Mühle



Kum. Jahresfracht 2022: Viller Mühle

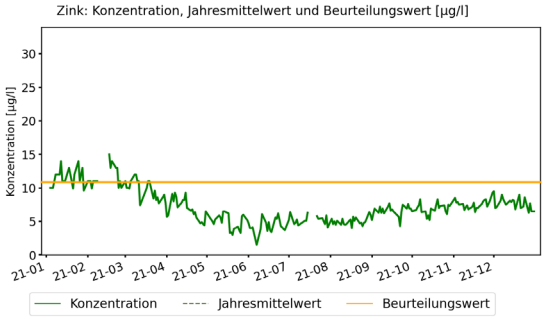


© Niersverband & FiW e.V. 2024

9.6.14 Zink

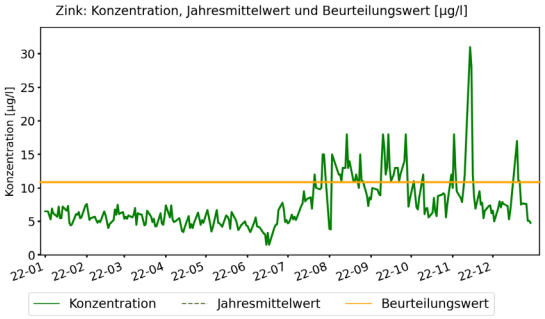
Beurteilungswert: 10,9 µg/l (Anhang D4)	Bestimmungsgrenze (BG): 3 µg/l

Messkonzentration 2021: Viller Mühle



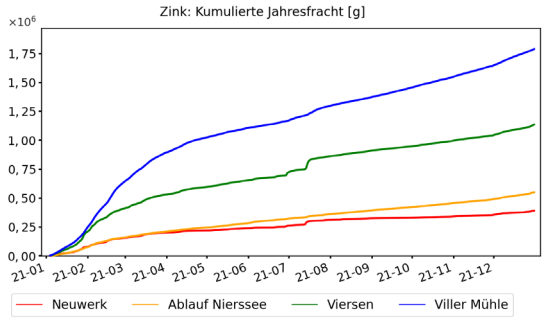
Jahresmittelwert:	7,28 µg/l
Anzahl Messungen:	236
Anzahl Positivbefunde:	0

Messkonzentration 2022: Viller Mühle



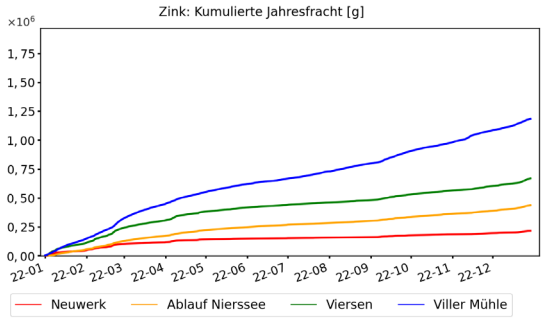
Jahresmittelwert:	7,66 µg/l
Anzahl Messungen:	262
Anzahl Positivbefunde:	0

Kum. Jahresfracht 2021: alle Bilanzräume



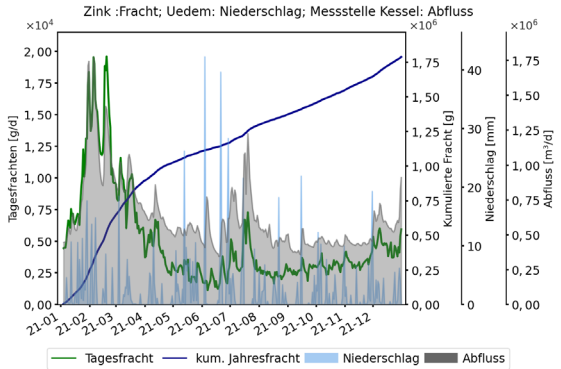
Jahresfracht Neuwerk:	3,91×10⁵ g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	5,50×10⁵ g
Jahresfracht Viersen:	1,14×10⁶ g
Jahresfracht Viller Mühle:	1,79×10⁶ g

Kum. Jahresfracht 2022: alle Bilanzräume

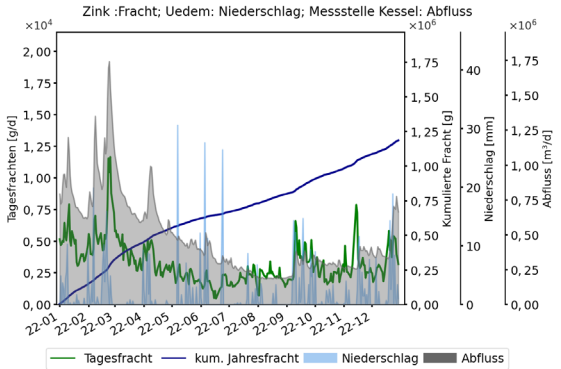


Jahresfracht Neuwerk:	2,16×10⁵ g
Jahresfracht Ablauf Nierssee:	4,38×10⁵ g
Jahresfracht Viersen:	6,70×10⁵ g
Jahresfracht Viller Mühle:	1,19×10⁶ g

Kum. Jahresfracht 2021: Viller Mühle



Kum. Jahresfracht 2022: Viller Mühle

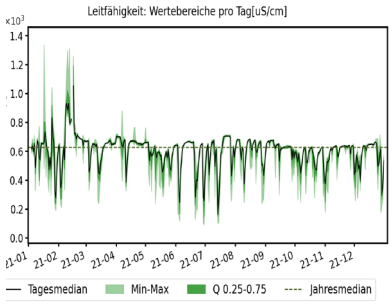


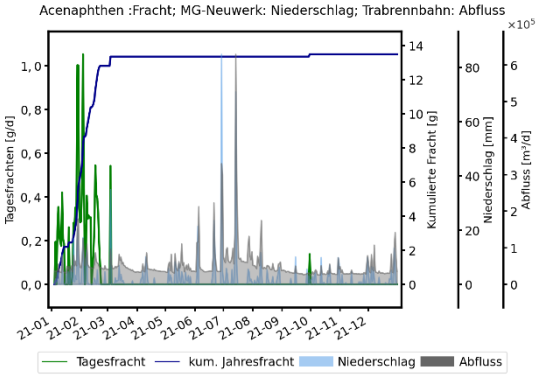
9.7 Bilanzraum 1: Einträge aus der Ableitung von Niederschlagswasser

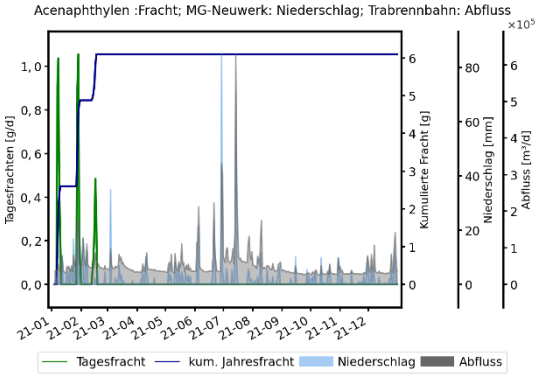
Im Folgenden sind Auswertungen zum Quantifizierung von PAK-Einträge in Bilanzraum 1 und ihr zeitliches Verhalten in Bezug zu Niederschlagsereignissen und Abfluss dargestellt. Im Vergleich zu den ebenfalls dargestellten Indikatorsubstanzen Diclofenac und Ibuprofen, die als charakteristisch für die Einträge aus Mischwasserabschlägen herangezogen werden, wird die Bedeutung von PAK-Einträge aus der Ableitung von Niederschlagswasser im Trennsystem verdeutlicht. Dargestellt sind elektrische Leitfähigkeit [µS/cm] sowie Tagesfrachten aller untersuchten PAK an der Messstation Neuwerk (grün) und berechnete kumulierte Jahresfrachten (dunkelblau) in Abhängigkeit von Niederschlagsereignissen an Messstation Trabrennbahn (hellblau) und Abfluss (grau).

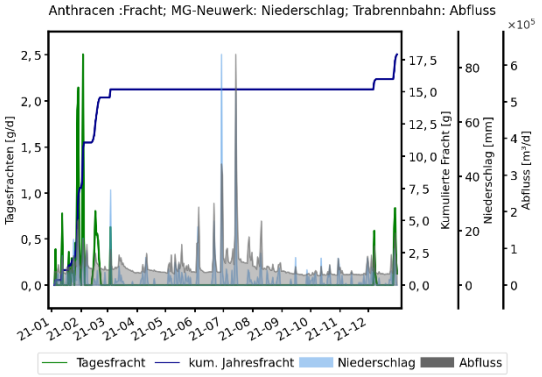
© Niersverband & FiW e.V. 2024

PAK in Bilanzraum 1: Messjahr 2021 (Stellvertreter Fluoranthen)

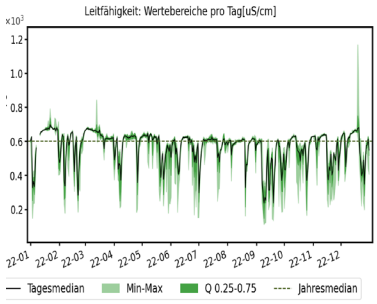


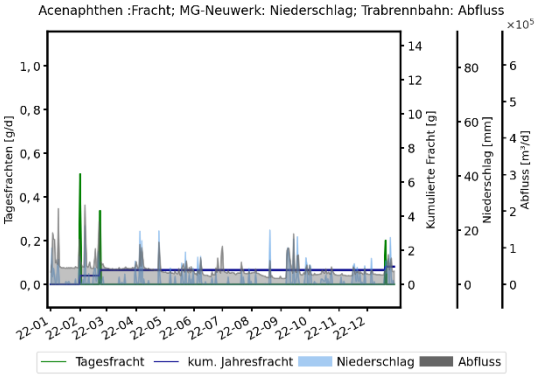


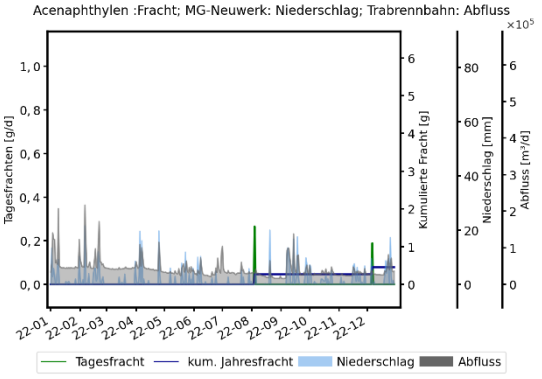


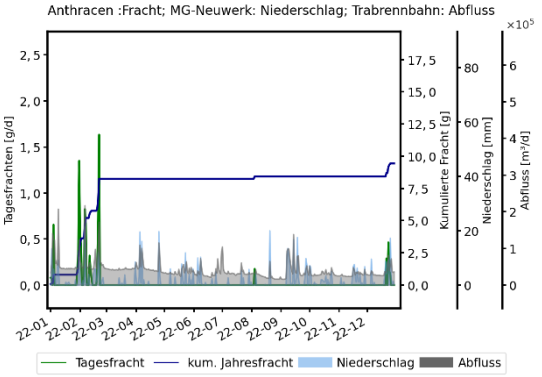


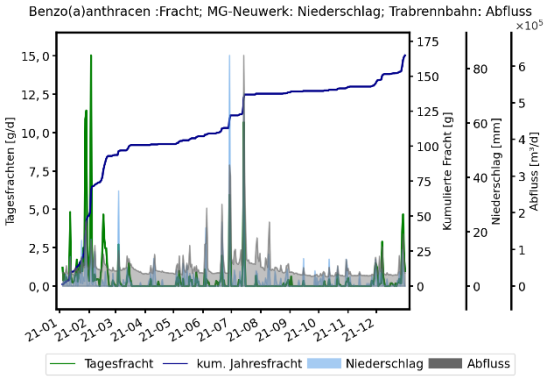
PAK in Bilanzraum 1: Messjahr 2022 (Stellvertreter Fluoranthen)

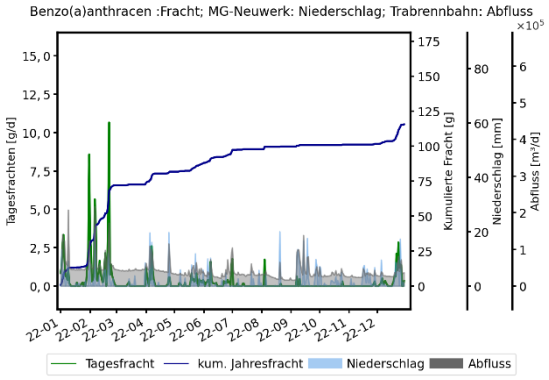


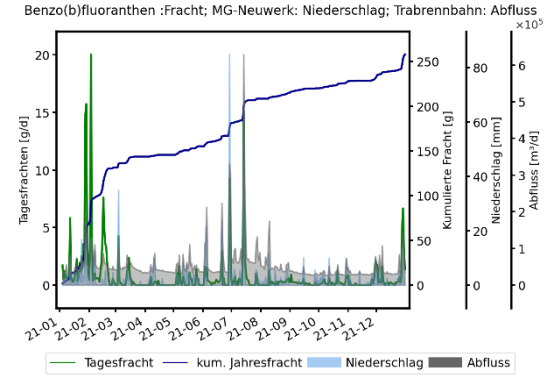


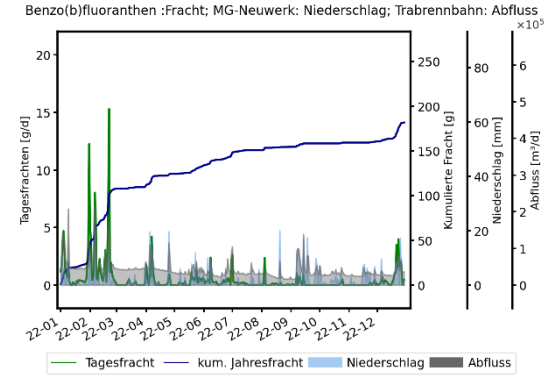


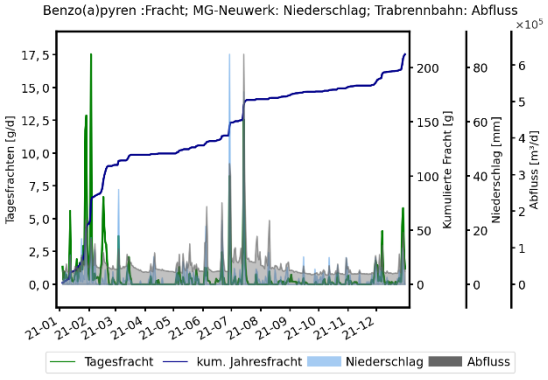


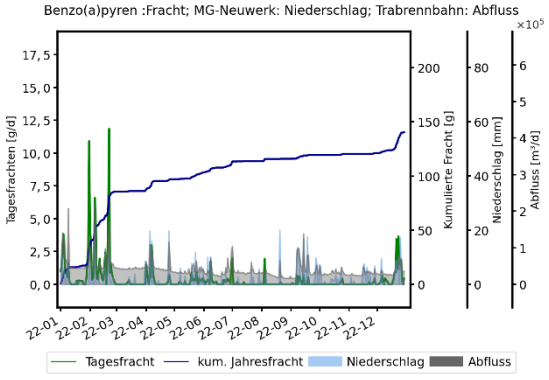


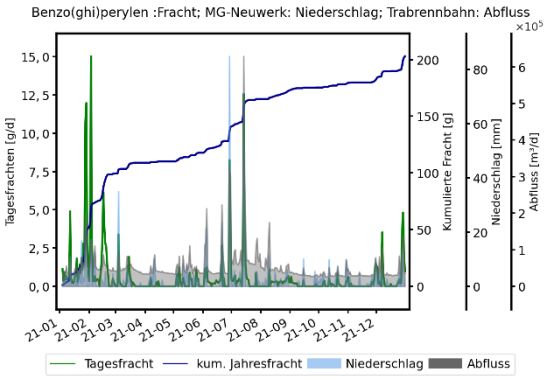


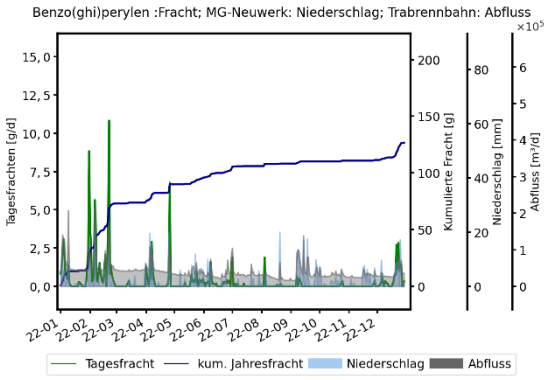




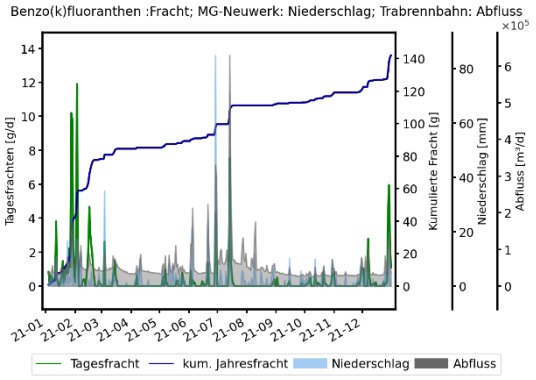


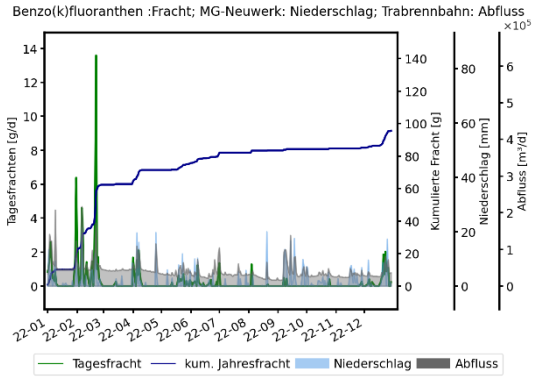


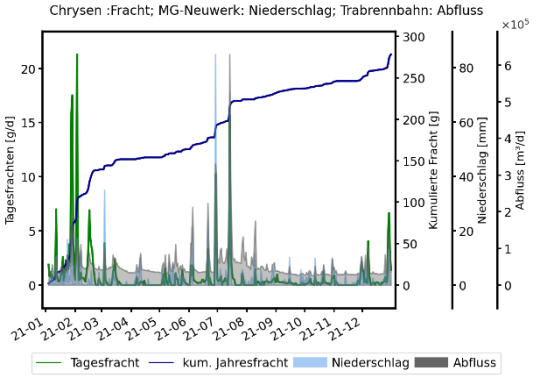


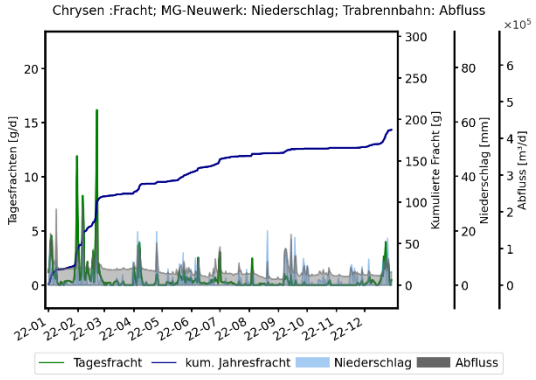


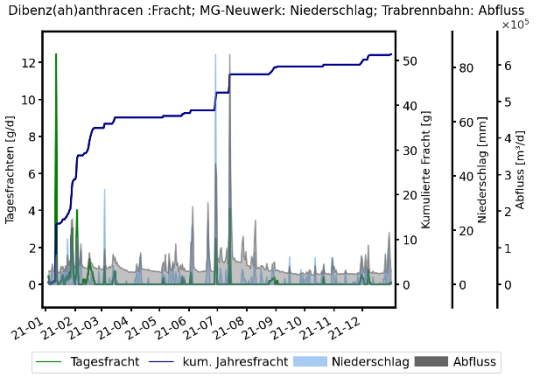
© Niersverband & FiW e.V. 2024

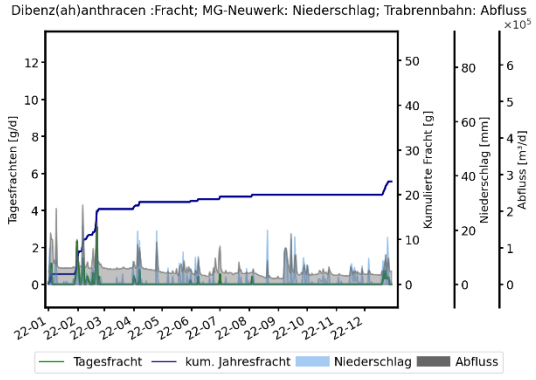


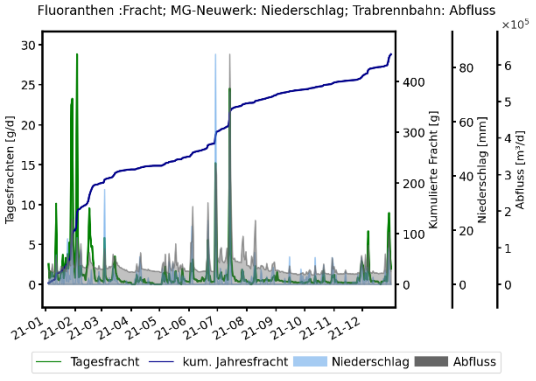


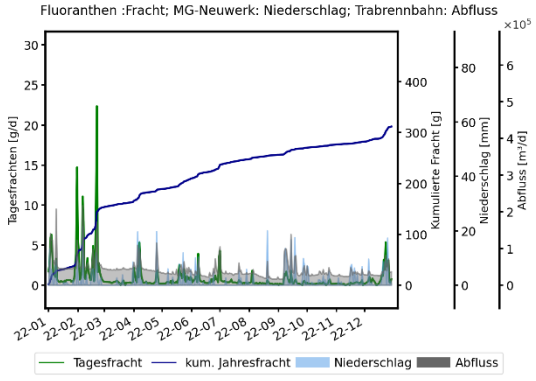




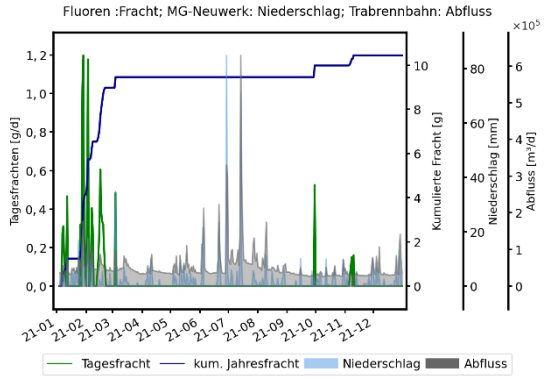


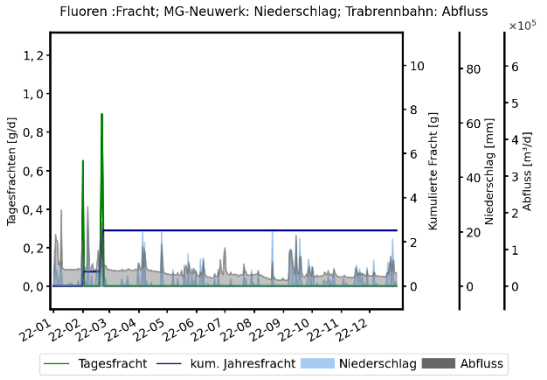


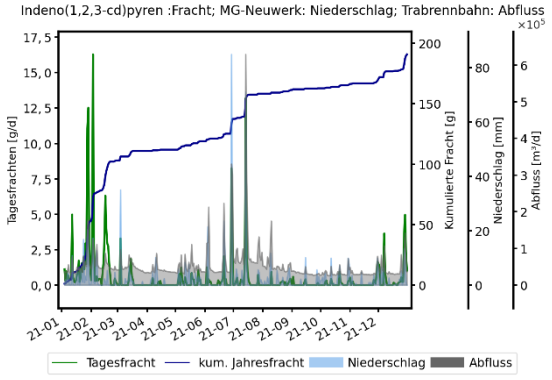


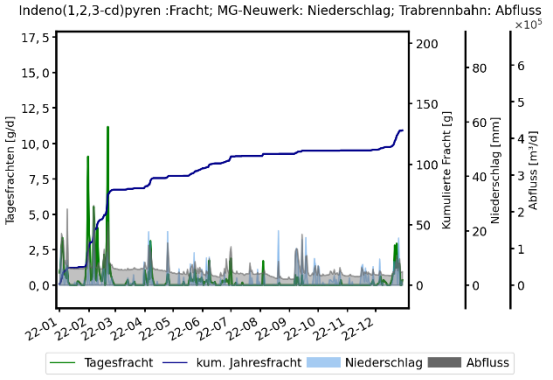


© Niersverband & FiW e.V. 2024

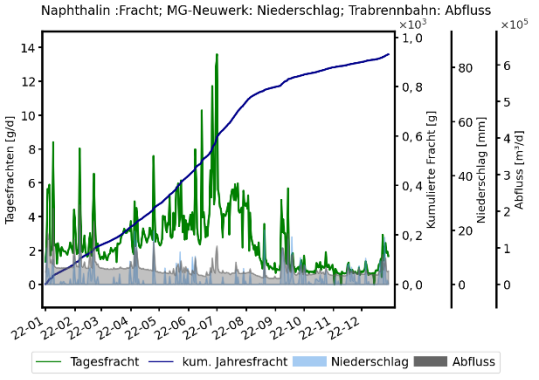


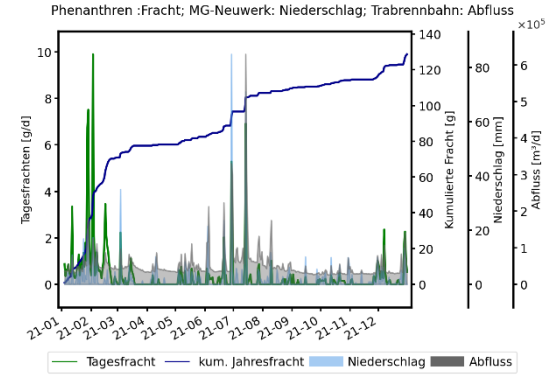


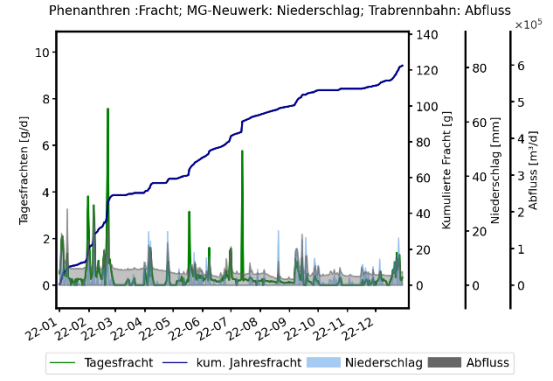




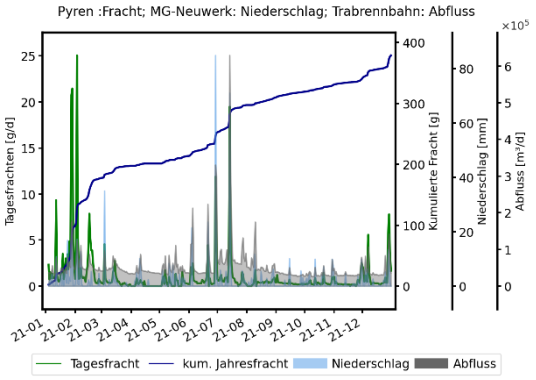
Naphtalin, keine Datenauswertung für 2021 wegen Blindwertproblematik

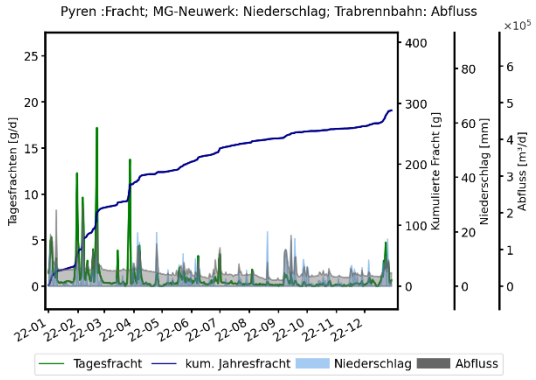




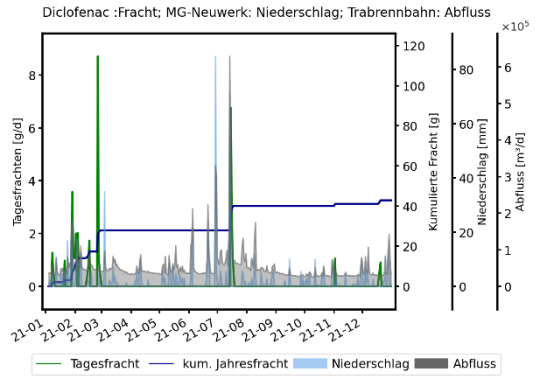


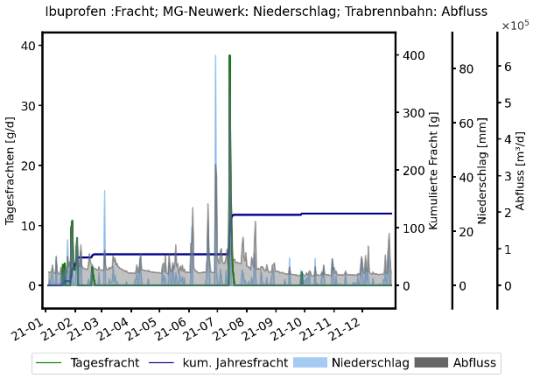
© Niersverband & FiW e.V. 2024



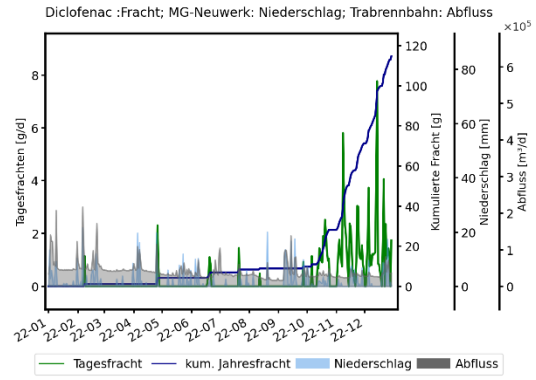


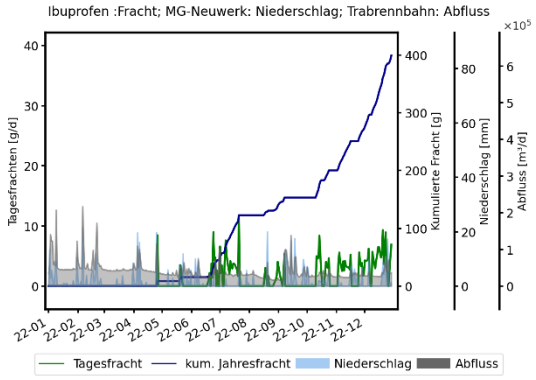
Indikatorparameter für Mischwasserentlastung in Bilanzraum 1: Messjahr 2021 (Diclofenac und Ibuprofen)





Indikatorparameter für Mischwasserentlastung in Bilanzraum 1: Messjahr 2022 (Diclofenac und Ibuprofen)





© Niersverband & FiW e.V. 2024

9.8 Bilanzraum 3: Jahresfrachten am Standort Viller Mühle

Die folgende Übersicht ist je Spurenstoffgruppe nach Frachtanteilen im Jahr 2022 sortiert.

	2021		2022	
	absolut	relativ	absolut	relativ
Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK)	**1,42×10⁴ g**	**100 %**	**7,55×10³ g**	**100 %**
Fluoranthen	2,58×10³ g	18,2 %	1,47×10³ g	19,4 %
Pyren	2,1×10³ g	14,8 %	1,27×10³ g	16,8 %
Chrysen	1,52×10³ g	10,7 %	826 g	10,9 %
Phenanthren	1,28×10³ g	9,1 %	792 g	10,5 %
Benzo(b)fluoranthen	1,37×10³ g	9,7 %	771 g	10,2 %
Naphthalin	≥ 624 g	≥ 4,4 %	698 g	9,3 %
Benzo(a)pyren	1,31×10³ g	9,2 %	639 g	8,5 %
Indeno(1,2,3-cd)pyren	584 g	4,1 %	590 g	7,8 %
Benzo(a)anthracen	690 g	4,9 %	191 g	2,5 %
Benzo(ghi)perylen	1,14×10³ g	8,0 %	189 g	2,5 %
Benzo(k)fluoranthen	488 g	3,4 %	109 g	1,4 %
Dibenzo(a,h)anthrace	149 g	1,1 %	5,47 g	0,1 %
Anthracen	208 g	1,5 %	4,97 g	0,1 %
Acenaphthen	40,3 g	0,3 %	0 g	0 %
Acenaphthylen	35,1 g	0,2 %	0 g	0 %
Fluoren	56,4 g	0,4 %	0 g	0 %
Arzneimittel	**1,01×10⁶ g**	**100 %**	**7,42×10⁵ g**	**100 %**
Benzotriazol	6,3×10⁵ g	62,2 %	4,39×10⁵ g	59,2 %
Diclofenac	9,04×10⁴ g	8,9 %	7,22×10⁴ g	9,7 %
Iopromid	6,21×10⁴ g	6,1 %	4,92×10⁴ g	6,6 %
Metoprolol	6,22×10⁴ g	6,1 %	4,41×10⁴ g	6,0 %
Iopamidol	4,58×10⁴ g	4,5 %	3,9×10⁴ g	5,3 %
Carbamazepin	3,78×10⁴ g	3,7 %	3,32×10⁴ g	4,4 %
Sulfamethoxazol	2,11×10⁴ g	2,1 %	1,94×10⁴ g	2,6 %
Bisoprolol	1,76×10⁴ g	1,7 %	1,49×10⁴ g	2,0 %
Naproxen	7,82×10³ g	0,8 %	6,16×10³ g	0,8 %
Ibuprofen	1,26×10⁴ g	1,3 %	6,06×10³ g	0,8 %
Oxazepam	5,09×10³ g	0,5 %	4,57×10³ g	0,6 %
Sotalol	5,23×10³ g	0,5 %	4,21×10³ g	0,6 %
Clarithromycin	4,81×10³ g	0,5 %	3,75×10³ g	0,5 %
Erythromycin	2,5×10³ g	0,3 %	2,3×10³ g	0,3 %
Trimethoprim	3,57×10³ g	0,4 %	2,22×10³ g	0,3 %
Azithromycin	33,5 g	0,0 %	545 g	0,1 %
Bezafibrat	3,23×10³ g	0,3 %	438 g	0,1 %
Atenolol	256 g	0,0 %	350 g	0,1 %
Roxithromycin	0 g	0 %	263 g	0,0 %
Ciprofloxacin	149 g	0,0 %	91,8 g	0,0 %
Clofibrinsäure	0 g	0 %	0 g	0 %
Sulfamethazin	0 g	0 %	0 g	0 %
Pestizide	**5,02×10⁴ g**	**100,0 %**	**5,87×10⁴ g**	**100,0 %**
Metribuzin	1,16×10⁴ g	23,1 %	4,79×10⁴ g	81,7 %
Chlortoluron	6,28×10³ g	12,5 %	4,99×10³ g	8,5 %
Terbutylazin	6,86×10³ g	13,7 %	2,62×10³ g	4,5 %
Ethofumesat	9,53×10³ g	19,0 %	1,12×10³ g	1,9 %
Tebuconazol	≥ 2,1×10³ g	≥ 4,2 %	739 g	1,3 %
Flufenacet	≥ 3,78×10³ g	≥ 7,5 %	488 g	0,8 %
Metamitron	268 g	0,5 %	199 g	0,3 %
Metolachlor	1,66×10³ g	3,3 %	131 g	0,2 %
Terbutryn	0 g	0 %	130 g	0,2 %
Boscalid	4,89×10³ g	9,7 %	103 g	0,2 %
Linuron	48,9 g	0,1 %	88,9 g	0,2 %
Metazachlor	0 g	0 %	52,4 g	0,1 %
Isoproturon	61,9 g	0,1 %	48,5 g	0,1 %
Mecoprop	≥ 2,43×10³ g	≥ 4,8 %	39,7 g	0,1 %
Atrazin	0 g	0 %	0 g	0 %
Bromacil	0 g	0 %	0 g	0 %
Chloridazon	150 g	0,3 %	0 g	0 %

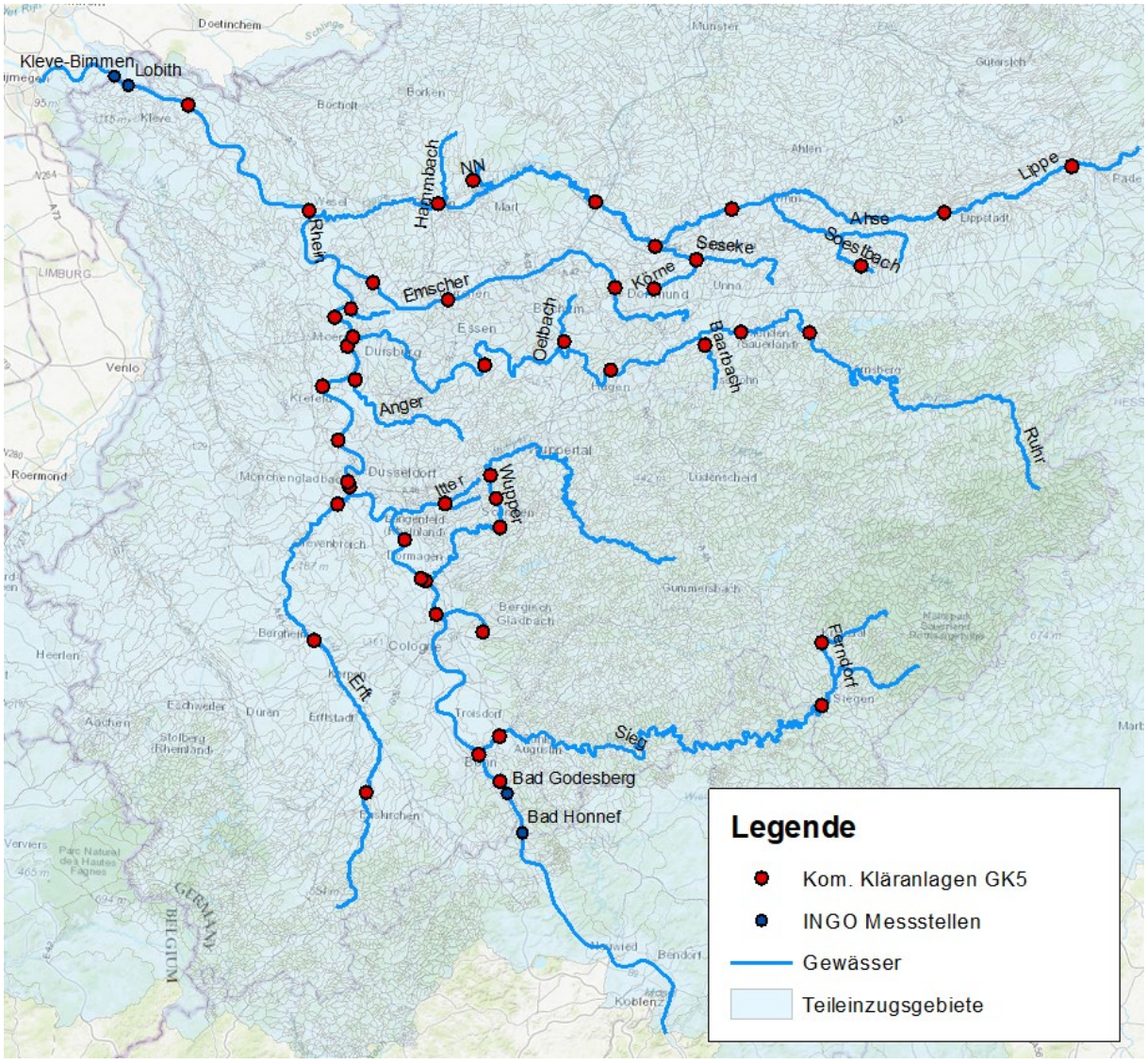
© Niersverband & FiW e.V. 2024

Cybutryn (Irgarol)	0 g	0 %	0 g	0 %
Desethylatrazin	0 g	0 %	0 g	0 %
Desisopropylatrazin	0 g	0 %	0 g	0 %
Diuron	132 g	0,3 %	0 g	0 %
Imidacloprid	0 g	0 %	0 g	0 %
Propazin	0 g	0 %	0 g	0 %
Simazin	0 g	0 %	0 g	0 %
Carbendazim	≥ 311 g	≥ 0,6 %	0 g	0 %
Propiconazol	≥ 118 g	≥ 0,2 %	0 g	0 %
Per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen (PFAS)	**$1{,}27\times10^{4}$ g**	**100 %**	**$8{,}88\times10^{3}$ g**	**100 %**
H4PFOS	$2{,}94\times10^{3}$ g	23,2 %	$2{,}64\times10^{3}$ g	29,8 %
PFOS	$3{,}65\times10^{3}$ g	28,8 %	$2{,}37\times10^{3}$ g	26,6 %
PFHxA	$1{,}6\times10^{3}$ g	12,6 %	$1{,}4\times10^{3}$ g	15,8 %
PFBS	$1{,}33\times10^{3}$ g	10,5 %	$1{,}16\times10^{3}$ g	13,1 %
PFPeA	48,7 g	0,385 %	$1{,}03\times10^{3}$ g	11,6 %
PFOA	$1{,}69\times10^{3}$ g	13,36 %	182 g	2,1 %
PFBA	$1{,}41\times10^{3}$ g	11,101 %	52,1 g	0,6 %
PFHxS	0 g	0 %	33,7 g	0,5 %
PFNA	0 g	0 %	4,59 g	0,1 %
PFDA	0 g	0 %	0 g	0 %
PFHpA	0 g	0 %	0 g	0 %
Kationen	**$1{,}83\times10^{10}$ g**	**100 %**	**$1{,}34\times10^{10}$ g**	**100 %**
Calcium	$1{,}82\times10^{10}$ g	99,6 %	$1{,}33\times10^{10}$ g	99,7 %
Mangan	$3{,}55\times10^{7}$ g	0,2 %	$1{,}94\times10^{7}$ g	0,1 %
Bor	$1{,}35\times10^{7}$ g	0,1 %	$9{,}62\times10^{6}$ g	0,1 %
Barium	$9{,}85\times10^{6}$ g	0,1 %	$7{,}49\times10^{6}$ g	0,1 %
Eisen	$9{,}43\times10^{6}$ g	0,1 %	$7{,}07\times10^{6}$ g	0,1 %
Zink	$1{,}79\times10^{6}$ g	0,0 %	$1{,}19\times10^{6}$ g	0,0 %
Nickel	$1{,}05\times10^{6}$ g	0,0 %	$6{,}86\times10^{5}$ g	0,0 %
Kupfer	$6{,}33\times10^{5}$ g	0,0 %	$3{,}61\times10^{5}$ g	0,0 %
Aluminium	0 g	0 %	$2{,}31\times10^{5}$ g	0,0 %
Selen	$1{,}02\times10^{4}$ g	0,0 %	$4{,}04\times10^{4}$ g	0,0 %
Blei	$1{,}49\times10^{4}$ g	0,0 %	$1{,}26\times10^{4}$ g	0,0 %
Cadmium	$2{,}34\times10^{3}$ g	0,0 %	$2{,}11\times10^{3}$ g	0,0 %
Thallium	$1{,}02\times10^{3}$ g	0,0 %	657 g	0,0 %
Silber	$1{,}47\times10^{3}$ g	0,0 %	44,1 g	0,0 %

© Niersverband & FiW e.V. 2024

9.9 Nutzung von Monitoringdaten zur Validierung von Stoffstrommodellen: Prüfung der Übertragbarkeit auf das NRW Rheineinzugsgebiet

Betrachtete kommunale Kläranlagen im Rhein-Einzugsgebiet der Größenklasse GK 5 im Rhein-Einzugsgebiet in Nordrhein-Westfallen und INGO Messstellen im Unterlauf und Oberlauf des untersuchten Rhein-Einzugsgebiets.



© Niersverband & FiW e.V. 2024

Emissionen und Abbauverluste nach GREAT-ER der betrachteten kommunalen Kläranlagen der Größenklasse GK 5 im Rhein-Einzugsgebiet in Nordrhein-Westfallen: Beispiel Carbamazepin

Kommunale Kläranlage	angeschl. Einwohner	Jahres-abwasser-menge	Emissionen nach GREAT-ER	Fließweg bis Lobith / Kleve-Bimmen	Fließzeit bei MQ geschätzt	Fracht in Kleve-Bimmen / Lobith nach Photokat. Abbau
	[E]	[m³/a]	[kg/a]	[Fluss-km]	[h]	[kg/a]
Bonn Bad Godesberg	84.902	7.517.793	**8,6**	211,06	**32,82**	6,2
Bonn Salierweg	182.779	17.159.500	**18,5**	204,21	**31,82**	13,5
Köln Stammheim	861.371	80.406.660	**87,1**	166,15	**26,11**	67,1
Leverkusen-Bürrig	271.573	25.241.770	**27,5**	158,72	**25,03**	21,4
Köln Langel	70.898	6.222.827	**7,2**	157,75	**24,89**	5,6
Monheim	103.256	7.962.835	**10,4**	146,68	**23,27**	8,3
Düsseldorf-Süd	340.577	33.029.240	**34,5**	125,01	**19,95**	28,2
Neuss-Ost	83.428	11.080.620	**8,4**	124,02	**19,80**	6,9
Düsseldorf-Nord	333.122	33.053.710	**33,7**	109,90	**17,73**	28,2
Krefeld	234.475	26.303.970	**23,7**	96,41	**15,86**	20,2
Duisburg-Rheinhausen	124.902	9.930.560	**12,6**	84,24	**14,10**	11,0
Moers-Gerdt	117.800	8.995.642	**11,9**	76,94	**12,99**	10,5
Wesel	68.185	5.956.790	**6,9**	47,20	**8,40**	6,3
Emmerich	29.097	4.434.123	**2,9**	11,75	**2,04**	2,9
St. Augustin Menden	130.000	12.907.810	**13,2**	211,34	**33,93**	9,4
Siegen	55.658	9.681.274	**5,6**	330,63	**78,64**	2,6
Neuss-Süd	72.715	4.493.924	**7,4**	138,50	**23,61**	5,8
Bergheim Kenten	98.898	7.933.478	**10,0**	175,16	**33,25**	7,2
Kessenich	69.496	8.766.820	**7,0**	209,49	**40,49**	4,7
Duisburg-Kaßlerfeld	257.802	36.371.560	**26,1**	82,61	**13,95**	22,7
KA Essen-Süd	121.145	13.545.240	**12,3**	120,76	**362,38**	0,3
Hagen Vorhalle	185.159	28.659.430	**18,7**	167,71	**15.130,90**	0,0
Menden	66.196	11.617.040	**6,7**	196,85	**18.445,70**	0,0
Arnsberg-Neheim	52.016	10.186.960	**5,3**	216,08	**18.453,33**	0,0
Dattelner-Mühlenbach	65.802	13.385.200	**6,7**	125,10	**41,67**	4,4
Hamm-West	134.289	21.743.910	**13,6**	165,78	**57,73**	7,6
Lippstadt	67.897	7.329.570	**6,9**	273,21	**113,02**	2,2
Paderborn, Sande	155.620	16.286.210	**15,7**	228,34	**86,74**	6,6
Solingen-Burg	60.666	6.470.844	**6,1**	184,80	**36,33**	4,3
Wuppertal-Kohlfurth	109.780	17.162.420	**11,1**	193,54	**40,67**	7,4
Wuppertal-Buchenhofen	316.275	47.068.520	**32,0**	198,60	**43,10**	20,8
Solingen-Ohligs	88.703	12.935.420	**9,0**	151,55	**29,95**	6,7
Duisburg-Huckingen	95.967	9.009.791	**9,7**	91,97	**15,60**	8,3
Emscherkläranlage	906.280	342.771.900	**91,7**	71,34	**14,48**	79,3
Bottrop	733.001	127.379.300	**74,2**	87,97	**23,55**	58,6
Dortmund-Deusen	399.700	49.134.160	**40,4**	125,54	**44,41**	25,9
Kreuztal	23.725	7.485.900	**2,4**	345,54	**38,77**	1,6
Bergisch-Gladbach	114.778	8.974.608	**11,6**	178,39	**36,53**	8,1
Iserlohn Baarbachtal	67.514	9.255.162	**6,8**	242,81	**18.464,14**	0,0
Bochum-Oelbachtal	187.611	24.234.810	**19,0**	151,72	**14.933,89**	0,0
Lünen-Sesekemuendung	139.358	18.264.820	**14,1**	144,47	**48,43**	8,7
Kamen-Körnebach	105.032	11.698.960	**10,6**	153,43	**53,47**	6,2
Dorsten	56.855	5.281.414	**5,8**	79,50	**21,34**	4,6
Duisburg-alte Emscher	242.050	34.210.310	**24,5**	73,98	**13,11**	21,5
Soest	51.640	5.513.550	**5,2**	249,91	**117,48**	1,6
Dortmund-Scharnhorst	113.357	12.721.940	**11,5**	164,49	**61,10**	6,2
Dorsten-Wulfen	19.621	2.702.960	**2,0**	97,74	**8,41**	1,8
Summe	**8.270.971,00**	**1.232.481.255,00**	**836,82**			**581,46**