



# **Überwachung von Fließgewässern im Saarland**

## **Oster**

**in Wiebelskirchen**

**November 2021 bis März 2023**

**Dipl.-Geogr. Angelika Meyer, Dipl.-Ing. (FH) Elisabeth Fünfrocken,  
Prof. Dr. Guido Kickelbick, Prof. Dr. Ralf Kautenburger, Prof. Dr. Horst P. Beck**

**Universität des Saarlandes**

**Institut für Anorganische Festkörperchemie**

**Postfach 15 11 50**

**66041 Saarbrücken**

**Tel.: 0681-302-4230**

**[www.gewaesser-monitoring.de](http://www.gewaesser-monitoring.de)**

**Im Auftrag des Ministeriums für Umwelt, Klima, Mobilität, Agrar und Verbraucherschutz**

**Referat E/2 Wasser und Abwasser**

# INHALT

<b>1. EINLEITUNG</b>	<b>1</b>
<b>2. GRUNDLAGEN</b>	<b>2</b>
<b>2.1 TECHNISCHE GRUNDLAGEN</b>	<b>2</b>
<b>2.2 UNTERSUCHUNGSRAUM UND STANDORT</b>	<b>3</b>
<b>2.3 METHODEN FÜR DIE BEWERTUNG UND DEN VERGLEICH DER ERGEBNISSE</b>	<b>6</b>
2.3.1 VERGLEICH DER MESSDATEN 2014 UND 2022	6
2.3.2 VERGLEICH MIT DEN GESETZLICHEN ANFORDERUNGEN	6
2.3.3 QUANTIFIZIERUNG DER FRACHTEN	7
2.3.4 KATEGORISIERUNG DER BELASTUNGSQUELLEN	8
2.3.5 ERMITTLUNG LANGFRISTIGER TRENDS	9
<b>3. ERGEBNISSE UND DISKUSSION</b>	<b>10</b>
<b>3.1 ERGEBNISSE DER MESSUNGEN 2022/2023</b>	<b>11</b>
3.1.1 KONZENTRATIONEN DER NÄHRSTOFFE	11
3.1.2 CHEMISCH-PHYSIKALISCHE MESSGRÖßEN	21
3.1.3 VERGLEICH DER MESSWERTE MIT DEN GESETZLICHEN ANFORDERUNGEN	25
3.1.4 FRACHTEN DER NÄHRSTOFFE	27
<b>3.2 VERGLEICH DER MESSUNGEN 2014 UND 2022</b>	<b>29</b>
3.2.1 VERGLEICH DER WETTER- UND ABFLUSSBEDINGUNGEN	29
3.2.2 VERGLEICH DER KONZENTRATIONEN UND DER ELEKTROCHEMISCHEN PARAMETER	31
3.2.3 VERGLEICH DER FRACHTEN	40
3.2.4 ABSCHÄTZUNG DER BELASTUNGSQUELLEN	44
<b>3.3 TRENDBETRACHTUNG ANHAND DER DURCH DAS LUA ERHOBENEN MESSWERTE</b>	<b>46</b>
<b>4. ZUSAMMENFASSUNG</b>	<b>49</b>
<b>5. LITERATUR</b>	<b>50</b>
<b>6. ANHANG</b>	<b>51</b>

## VERZEICHNIS DER ABBILDUNGEN UND TABELLEN

Abb. 2.1-1: Schematische Darstellung einer mobilen Messstation

Abb. 2.2-1: Einzugsgebiet Oster (Quelle: MUKMAV)

Abb. 2.2-2: Standorte der Messstation (oben, Maßstab ca. 1:2.000) und Lages des Pegels in Hangard (unten, Maßstab ca. 1:32.000) (Quelle: Zora)

Abb. 3.1.1-1: Tageszyklen der Konzentrationen von Gesamt-Phosphor und ortho-Phosphat (Messstation *Wiebelskirchen*), Abfluss (Pegel *Hangard* angepasst) (04. bis 16.08.2022)

Abb. 3.1.1-2: Eintrag von Gesamt-Phosphor, partikelgebundenem Phosphor und TOC (Messstation *Wiebelskirchen*), Abfluss (Pegel *Hangard* angepasst) (18.12.2022 bis 04.01.2023)

Abb. 3.1.1-3: Konzentration von ortho-Phosphat gegen Konzentration von Gesamt-Phosphor (oben) und Konzentration von Gesamt-Phosphor gegen den Abfluss (unten) (Messstation *Wiebelskirchen*), Abfluss (Pegel *Hangard* angepasst) gesamter Messzeitraum)

Abb. 3.1.1-4: Konzentration von ortho-Phosphat und Gesamt-Phosphor (Messstation *Wiebelskirchen*), Abfluss (Pegel *Hangard* angepasst), Niederschläge (Wetterstation Ottweiler) (gesamter Messzeitraum)

Abb. 3.1.1-5: Konzentrationen von Ammonium und ortho-Phosphat (Messstation *Wiebelskirchen*), Abfluss (Pegel *Hangard* angepasst), Niederschläge (Wetterstation Ottweiler) (02. bis 14.05.2022)

Abb. 3.1.1-6: Konzentrationen von Ammonium, TOC, Gesamt-Phosphor und ortho-Phosphat (Messstation *Wiebelskirchen*), Abfluss (Pegel *Hangard* angepasst) Niederschläge (Wetterstation Ottweiler) (17. bis 25.12.2022)

Abb. 3.1.1-7: Konzentrationen von Ammonium (Messstation *Wiebelskirchen*), Abfluss (Pegel *Hangard* angepasst), Niederschläge (Wetterstation Ottweiler) (gesamter Messzeitraum)

Abb. 3.1.1-8: Konzentrationen von Ammoniak, Ammonium, Temperatur und pH-Wert (Messstation *Wiebelskirchen*) (gesamter Messzeitraum)

Abb. 3.1.1-9: Konzentrationen von Nitrat (Messstation *Wiebelskirchen*), Abfluss (Pegel *Hangard* angepasst), Niederschläge (Wetterstation Ottweiler) (13.10. bis 02.12.2022)

Abb. 3.1.1-10: Konzentrationen von TOC (Messstation *Wiebelskirchen*), Abfluss (Pegel *Hangard* angepasst), Niederschläge (Wetterstation Ottweiler) (gesamter Messzeitraum)

Abb. 3.1.1-11: Konzentration von TOC (Messstation *Wiebelskirchen*) gegen den Abfluss (Pegel *Hangard* angepasst) gesamter Messzeitraum)

Abb. 3.1.2-1: Wassertemperaturen und Konzentrationen von Sauerstoff (Messstation *Wiebelskirchen*), Abfluss (Pegel *Hangard* angepasst), Niederschläge (Wetterstation Ottweiler) (gesamter Messzeitraum)

Abb. 3.1.2-2: Konzentrationen von Sauerstoff, Temperatur und pH-Wert (Messstation *Wiebelskirchen*), Abfluss (Pegel *Hangard* angepasst), Niederschläge (Wetterstation *Ottweiler*) (20.04. bis 22.05.2022)

Abb. 3.1.2-3: Konzentration von Sauerstoff, Temperatur und Trübung (Messstation *Wiebelskirchen*), Abfluss (Pegel *Hangard* angepasst), Niederschläge (Wetterstation *Ottweiler*) (20.04. bis 22.05.2022)

Abb. 3.1.2-4: Konzentrationen von Sauerstoff gegen Temperatur (Messstation *Wiebelskirchen*) (gesamter Messzeitraum)

Abb. 3.1.2-5: Leitfähigkeit und Konzentrationen an TIC (Messstation *Wiebelskirchen*), Abfluss (Pegel *Hangard* angepasst), Niederschläge (Wetterstation *Ottweiler*) (gesamter Messzeitraum)

Abb. 3.1.4-1: Frachten von Gesamt-Phosphor und ortho-Phosphat (Messstation *Wiebelskirchen*), Abfluss (Pegel *Hangard* angepasst), Niederschläge (Wetterstation *Ottweiler*) (gesamter Messzeitraum)

Abb. 3.2.1-1: Vergleich des Abflusses (Pegel *Hangard* angepasst), der Niederschläge (Wetterstation *Ottweiler*) und der Lufttemperaturen (Wetterstation *Waldmohr*) (08.03. bis 29.10.2014 und 2022)

Abb. 3.2.2-1: Vergleich der Temperaturen (Messstation *Wiebelskirchen*) und der Abflüsse (Pegel *Hangard* angepasst) (08.03. bis 29.10.2014 und 2022)

Abb. 3.2.2-2: Vergleich der Konzentrationen von Ammonium (Messstation *Wiebelskirchen*) und der Abflüsse (Pegel *Hangard* angepasst) (08.03. bis 29.10.2014 und 2022)

Abb. 3.2.2-3: Konzentrationen von ortho-Phosphat gegen Gesamt-Phosphor (Messstation *Wiebelskirchen*) und der Abflüsse (Pegel *Hangard* angepasst) (08.03. bis 29.10.2014 und 2022)

Abb. 3.2.2-4: Vergleich der Konzentrationen von Gesamt-Phosphor und ortho-Phosphat (Messstation *Wiebelskirchen*) und der Abflüsse (Pegel *Hangard* angepasst) (08.03. bis 29.10.2014 und 2022)

Abb. 3.2.2-5: Vergleich der Konzentrationen von Nitrat (Messstation *Wiebelskirchen*) und der Abflüsse (Pegel *Hangard* angepasst) (08.03. bis 29.10.2014 und 2022)

Abb. 3.2.2-6: Vergleich von Einträgen von Nitrat über Zwischenabfluss (Messstation *Wiebelskirchen*) und der Abflüsse (Pegel *Hangard* angepasst) (08.03. bis 29.10.2014 und 2022)

Abb. 3.2.2-7: Vergleich der Konzentrationen von TOC (Messstation *Wiebelskirchen*) und der Abflüsse (Pegel *Hangard* angepasst) und Niederschläge (Wetterstation *Ottweiler*) (08.03. bis 29.10.2014 und 2022)

Abb. 3.2.2-8: Vergleich der Sauerstoff-Konzentrationen (Messstation *Wiebelskirchen*), der Abflüsse (Pegel *Hangard* angepasst) und der Niederschläge (Wetterstation *Ottweiler*) (08.03. bis 29.10.2014 und 2022)

Abb. 3.2.2-9: Konzentrationen von Sauerstoff gegen Temperatur (Messstation *Wiebelskirchen*)

Abb. 3.2.2-10: Vergleich der pH-Werte (Messstation *Wiebelskirchen*) und der Abflüsse (Pegel *Hangard* angepasst) und der Niederschläge (Wetterstation Ottweiler) (08.03. bis 29.10.2014 und 2022)

Abb. 3.2.2-11: Vergleich der Leitfähigkeit (Messstation *Wiebelskirchen*) und der Abflüsse (Pegel *Hangard* angepasst) und der Niederschläge (Wetterstation Ottweiler) (08.03. bis 29.10.2014 und 2022)

Abb. 3.2.2-12: prozentuale Überschreitung (bei Sauerstoff: Unterschreitungen) der jeweiligen Orientierungswerte der OGewV [8] bzw. des Schwellenwertes des Methodenhandbuchs für Nitrat [9] für Fließgewässertyp 09.1 in beiden Messzeiträumen (08.03 bis 30.10.2014 bzw. 2022)

Abb. 3.2.3-1: Vergleich der Frachten von Gesamt-Phosphor und ortho-Phosphat (Messstation *Wiebelskirchen*) und der Abflüsse (Pegel *Hangard* angepasst) (08.03. bis 29.10.2014 und 2022)

Abb. 3.2.3-2: Vergleich der Frachten von TOC (Messstation *Wiebelskirchen*) und der Abflüsse (Pegel *Hangard* angepasst) (08.03. bis 29.10.2014 und 2022)

Abb. 3.2.3-3: Vergleich der Frachten von Nitrat (Messstation *Wiebelskirchen*) und der Abflüsse (Pegel *Hangard* angepasst) (08.03. bis 29.10.2014 und 2022)

Abb. 3.2.3-4: Vergleich der Frachten von Ammonium (Messstation *Wiebelskirchen*) und der Abflüsse (Pegel *Hangard* angepasst) (08.03. bis 29.10.2014 und 2022)

Abb. 3.2.4-1: Vergleich der Grund-, Niederschlags- und Gesamt-Frachten in *Wiebelskirchen* (08.03. bis 29.10.2014 und 2022)

Abb. 3.2.4-2: Vergleich der Frachten der einzelnen Kläranlagen: Gesamt-Stickstoff (links) und Gesamt-Phosphor (rechts) (08.03. bis 29.10.2014 und 2022)

Abb. 3.3-1: Jahres-Mediane (nicht normalverteilt) von Chrom und Natrium an der Oster (links) (*Wiebelskirchen* am Festplatz, Landes-Messstelle Nr. 4039) sowie von Chrom und Nickel am Selchenbach (rechts) (*Hauwersweiler*, Landes-Messstelle Nr. 4001) (manuelle Beprobungen durch das LUA2014 bis 2022)

Abb. 3.3-2: Gehalte an Sauerstoff, Temperatur, pH-Wert und Leitfähigkeit (Stichprobenmessungen durch das LUA in *Wiebelskirchen* am Festplatz, Landes-Messstelle Nr. 4039, 2014 bis 2022)

Abb. 3.3-3: Gehalte an Gesamt-Phosphor, ortho-Phosphat und TOC (Stichprobenmessungen durch das LUA in *Wiebelskirchen* am Festplatz, Landes-Messstelle Nr. 4039, 2014 bis 2022)

Abb. 3.3-4: Gehalte an Ammonium und Nitrat (Stichprobenmessungen durch das LUA in *Wiebelskirchen* am Festplatz, Landes-Messstelle Nr. 4039, 2014 bis 2022)

Abb. 6-1: Standort der Messstation in *Wiebelskirchen* auf dem Gelände des Jugendtreffs und Lage der Mischwasserentlastungsbauwerke (Maßstab ca. 1:8.000; Quelle: Zora)

Abb. 6-2: Box-Whisker-Plots der Stundenmittelwerte der Konzentrationen der Oster in *Wiebelskirchen* (gesamter Messzeitraum) Leitfähigkeit (oben), pH-Wert, Sauerstoff und Temperatur

(Mitte links), Ammonium, Gesamt-Phosphor und ortho-Phosphat (Mitte rechts), Nitrat und TIC (unten links), TOC (unten rechts)

Abb. 6-3: Frachten von Nitrat (Messstation *Wiebelskirchen*), Abfluss (Pegel *Hangard* angepasst) (gesamter Messzeitraum)

Abb. 6-4: Frachten von Ammonium (Messstation *Wiebelskirchen*), Abfluss (Pegel *Hangard* angepasst) (gesamter Messzeitraum)

Abb. 6-5: Frachten von TOC (Messstation *Wiebelskirchen*), Abfluss (Pegel *Hangard* angepasst) (gesamter Messzeitraum)

Abb. 6-6: Frachten von TIC ((Messstation *Wiebelskirchen*), Abfluss (Pegel *Hangard* angepasst) (gesamter Messzeitraum)

Abb. 6-7: Box-Whisker-Plots der Stundenmittelwerte der Frachten der Oster in *Wiebelskirchen* (gesamter Messzeitraum): Ammonium, Nitrat und Ammoniak (oben links), TOC und TIC (oben rechts), Gesamt-Phosphor und ortho-Phosphat (unten)

Abb. 6-8: Vergleich der Grund- und Niederschlagsfrachten in *Wiebelskirchen* (08.03. bis 29.10.2014 und 2022)

Abb. 6-9: Verteilung der Frachten an Gesamt-Stickstoff (oben) und Gesamt-Phosphor (unten) der einzelnen Kläranlagen im Einzugsgebiet der Oster über die Jahre 2014 bis 2022

Abb. 6-10: Summe der Frachten an Gesamt-Stickstoff und Gesamt-Phosphor (oben) sowie an Nitrat-N, Ammonium-N und Nitrit-N der Kläranlagen im Einzugsgebiet der Oster über die Jahre 2014 bis 2022

Tabelle 2.3.4-1: Theoretische Unterteilung der Nährstoff-Frachten in die einzelnen Kategorien (Anteile aus Kläranlagen, Mischwasserentlastung, Landwirtschaft und Grundwasser)

Tabelle 3.1.3-1: Mittelwerte, Mediane, Minima und Maxima der online erhobenen Stundenmittelwerte (Teil a und b) sowie der Stichprobenmessungen (Teil c) der Oster in *Wiebelskirchen*, jeweilige Orientierungswerte der OGewV [8] bzw. Schwellenwert des Methodenhandbuchs (MHB) [9] für Nitrat bei Fließgewässertyp 09.1 sowie Anzahl der zugrundeliegenden Stundenmittelwerte (gesamter Messzeitraum)

Tabelle 3.1.4-1a: Mittelwerte, Mediane, Minima und Maxima der Nährstoff-Frachten (auf Basis der Stundenmittelwerte) und des Abflusses der Oster in *Wiebelskirchen* (01.11.2021 bis 27.03.2023)

Tabelle 3.1.4-1b: Gesamtfracht der Nährstoffe Oster in *Wiebelskirchen* im Messzeitraum (01.11.2021 bis 27.03.2023), 1: fett gedruckt ohne Berücksichtigung der Messausfallzeiten sowie 2: mit Kompensation der Messausfälle vom 04.01. bis 04.03.2022 und vom 12. bis 19.04.2022)

Tabelle 3.2.1-1: Vergleich der Mittelwerte, der Mediane, Minima und Maxima der Abflüsse (Pegel *Hangard* angepasst), der Niederschläge (Wetterstation *Ottweiler*) sowie der Lufttemperaturen und der Globalstrahlung (Wetterstation *Waldmohr*) (08.03. bis 29.10.2014 und 2022)

Tabelle 3.2.2-1: Vergleich der Mittelwerte, der Mediane, Minima und Maxima der Stundenmittelwerte in *Wiebelskirchen* (08.03. bis 29.10.2014 und 2022)

Tabelle 3.2.3-1: Vergleich der Mittelwerte, der Mediane, Minima und Maxima der Stundenmittelwerte der Nährstoff-Frachten in *Wiebelskirchen* (08.03. bis 29.10.2014 und 2022)

Tabelle 3.2.4-1: Vergleich der Grund-, „Niederschlags“ und Gesamtfrachten in *Wiebelskirchen* (08.03. bis 29.10.2014 und 2022)

Tabelle 3.2.4-2: Herkunft der Belastungen an Gesamt-Stickstoff (oben) und Gesamt-Phosphor (unten) in t und in Prozentanteil an der Gesamtfracht des jeweiligen Zeitraums (in Klammern) (Messstation *Wiebelskirchen*) (08.03. bis 29.10.2014 und 2022)

Tabelle 6-1: Messparameter, Messbereiche und -methoden in den Messstationen

Tabelle 6-2: Statistische Kenngrößen bzw. Summen der Abflüsse (Pegel *Hangard* angepasst mit Gebietsfaktor 1,04), der Niederschlags-Daten (Wetterstation *Ottweiler*) sowie der Werte der Lufttemperaturen und der Globalstrahlung (Wetterstation *Waldmohr*) während des gesamten Messzeitraumes (01.11.2021 bis 27.03.2023)

Tabelle 6-3: Frachten an Gesamt-Stickstoff und Gesamt-Phosphor der einzelnen Kläranlagen im Einzugsgebiet der Oster im Vergleichszeitraum 2014 und 2022

Tabelle 6-4: Test der durch das LUA in den Jahren 2014 bis 2022 erhobenen der Datensätze (Jahresmediane) auf Normalverteilung (Shapiro-Wilk-Test, Signifikanzniveau: 0,05) für die Oster Mündung in *Wiebelskirchen* Festplatz (Messstellennummer 4039) (erstellt mit Origin)

Tabelle 6-5: Test der durch das LUA in den Jahren 2014 bis 2022 erhobenen der Datensätze (Jahresmediane) auf Normalverteilung (Shapiro-Wilk-Test, Signifikanzniveau: 0,05) für den Selchenbach Mündung in *Haupersweiler* (Messstellennummer 4001) (erstellt mit Origin)

***Wir möchten an dieser Stelle denjenigen recht herzlich danken,  
die uns während des Messzeitraumes fachlich und praktisch  
bei der Durchführung des Projektes unterstützt haben:***

*Herrn Dr. Götzinger, Frau Dr. Stief und Herrn Becker  
vom Ministerium für Umwelt, Klima, Mobilität, Agrar und Verbraucherschutz;*

*Herrn Dr. Haybach, Frau Kaiser, Herrn Stoffels und Herrn Rigoll  
vom Landesamt für Umwelt - und Arbeitsschutz;*

*der Diakonie Saar und den Mitarbeitern des Jugendtreffs Wiebelskirchen;*

*dem Entsorgungsverband Saar*

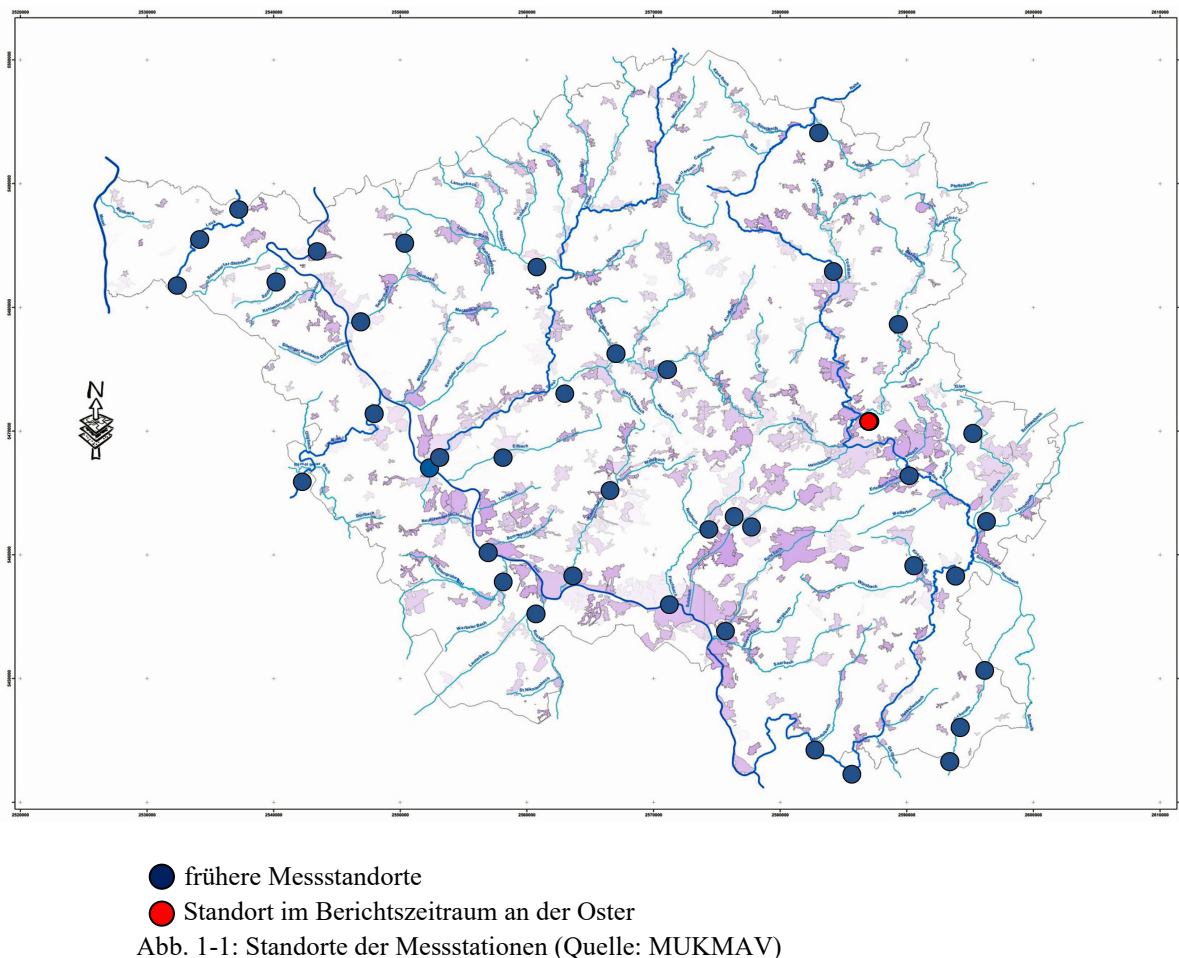


## 1. Einleitung

Zeitlich hoch aufgelöste Messungen, welche Messdaten in einer Frequenz von wenigen Minuten liefern, erlauben nicht nur die Erstellung eines genauen Abbilds der Konzentrationsverläufe in einem Fließgewässer. Sie ermöglichen zudem eine Differenzierung zwischen punktuellen und diffusen Einträgen sowie die Ermittlung ihrer Eintragspfade.

Mit Hilfe der von der Arbeitsgruppe GEWÄSSERMONITORING der Universität des Saarlandes im Rahmen eines EU-LIFE-Projektes<sup>1</sup> konzipierten mobilen Messstationen können Nährstoffparameter wie Phosphor, TOC und Stickstoff in Form von Nitrat und Ammonium sowie weitere Messgrößen wie Wassertemperatur, pH-Wert, Sauerstoffgehalt, Leitfähigkeit und Trübung in sehr hoher zeitlicher Auflösung ermittelt werden. Diese Stationen werden seither in Ergänzung der Überwachungsprogramme zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) im Auftrag des Ministeriums für Umwelt, Klima, Mobilität, Agrar und Verbraucherschutz (MUKMAV) in Zusammenarbeit mit dem Landesamt für Umwelt und Arbeitsschutz des Saarlandes (LUA) im Rahmen eines investigativen Monitorings eingesetzt.

Die im Folgenden dargestellte Karte des Saarlandes (Abb. 1-1) zeigt die Standorte, an denen bereits gemessen wurde (blau), sowie den Messstandort des aktuellen Berichtszeitraumes an der Oster (rot).



<sup>1</sup> LIFE00 ENV/D/000337: „Ferngesteuerte Kontrolle des eutrophierenden Eintrags aus diffusen Quellen in der Region SAAR-LOR-LUX“ (EUTROPH MONITOR) in den Betrachtungsräumen Nied und Attert (2001 – 2004)

## 2. Grundlagen

### 2.1 Technische Grundlagen

Die Messstationen sind als mobile Anhänger konzipiert, in denen sich verschiedene Messgeräte zur Erfassung der Gewässergüte befinden.

Eine Tauchpumpe, welche in das Gewässer gelegt wird, fördert kontinuierlich Flusswasser in den in der Messstation befindlichen Probestopf; über ein weiteres Rohrsystem wird der Überlauf des Probestopfes ins Gewässer zurückgeleitet (Abb. 2.1-1). Im Probestopf selbst befinden sich die Messsonden zur Erfassung von Nitrat, Trübung, Temperatur, Sauerstoff, pH-Wert und Leitfähigkeit sowie die Entnahme-Einheiten der online-Photometer für die Bestimmung der Konzentrationen von Ammonium, Phosphor als ortho-Phosphat und Gesamt-Phosphor sowie TOC (Total Organic Carbon, Gesamter organischer Kohlenstoff) und TIC (Total Inorganic Carbon, Gesamter anorganischer Kohlenstoff). Eine Übersicht über die Parameter, Messmethoden und Nachweisgrenzen findet sich in Tabelle 6-1 im Anhang.

Je nach Messmethode können sehr kurze Messintervalle zwischen wenigen Sekunden und zehn Minuten realisiert werden. Die Messwerte werden im Fünfminuten-Rhythmus von einem Datenlogger erfasst und können von dort über ein Mobilfunk-Modem abgerufen werden.

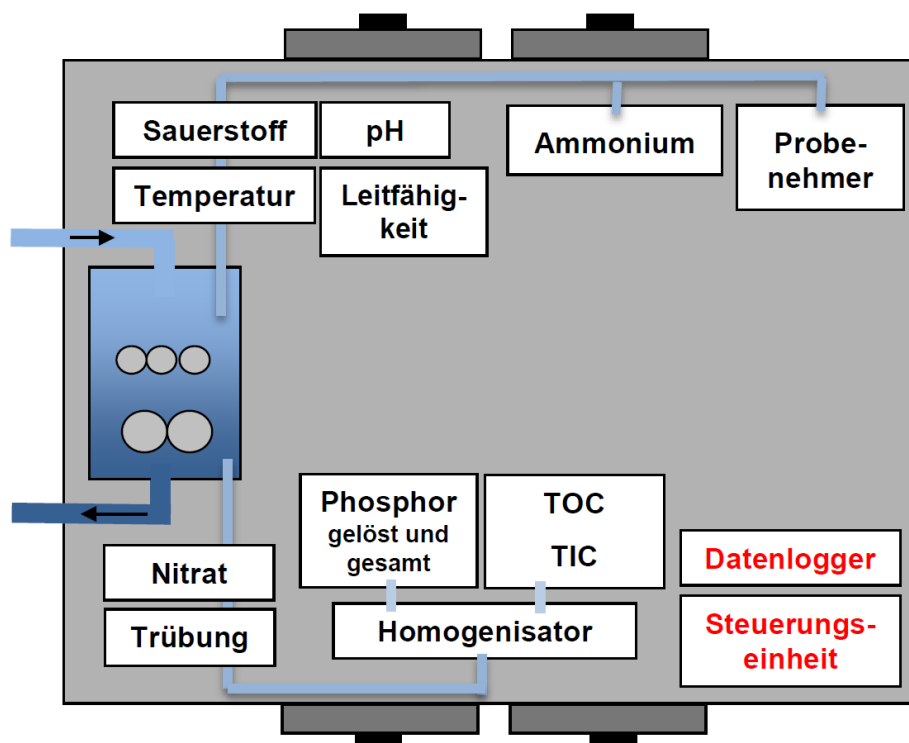


Abb. 2.1-1: Schematische Darstellung einer mobilen Messstation

Um die Funktionalität der einzelnen Messgeräte zu überprüfen, werden wöchentlich Vergleichsproben entnommen. Darin werden vor Ort Temperatur, Sauerstoff, pH-Wert und Leitfähigkeit gemessen sowie mit photometrischen Schnelltests Ammonium, ortho-Phosphat und Nitrat bestimmt und die Ergebnisse mit den online-Werten abgeglichen. Zudem werden die Proben im Labor mittels Ionenchromatographie (IC) auf verschiedene Ionen, darunter Nitrit, Sulfat, Chlorid, Kalium, Calcium, Magnesium und Natrium, untersucht.

Abschließend erfolgt eine Interpretation der gewonnenen Datenreihen unter Berücksichtigung von Klimadaten und Abflüssen sowie von Informationen über die geologische Ausstattung des Einzugsgebietes, Landnutzung, Einleiter etc.

## 2.2 Untersuchungsraum und Standort

Die Oster entspringt in der Nähe von *Freisen-Oberkirchen* im Landkreis *St. Wendel*. Sie mündet nach etwa 31 km in *Wiebelskirchen* in die Blies und entwässert dabei ein Einzugsgebiet von ca. 117 km<sup>2</sup> [1]. Der Mittlere Abfluss (MQ) am Pegel Hangard beläuft sich auf 1,57 m<sup>3</sup>/s (1963-2022) [2].

Das Einzugsgebiet der Oster ist zu über einem Drittel mit Wald bedeckt, 19% sind Ackerflächen, 27% Grünland, und auf etwa 8% der Fläche befinden sich Siedlungen<sup>2</sup>. Die größten Zuflüsse zur Oster (über 10 km<sup>2</sup> Einzugsgebiet) sind Wilmesbach (Mündung in die Oster in *Haupersweiler*), Betzelbach und Ulmbach (beide in *Marth*), Dombach und Bubbach (beide in *Niederkirchen*), Tiefenbach (nördl. von *Werschweiler*), Werschweiler Lautenbach und Dankelsbach (beide in *Werschweiler*), Labach (südl. von *Dörrenbach*), Selchenbach und Himmelwaldbach (beide in *Fürth*) sowie Lautenbach (südl. von *Steinbach*) [MUKMAV].

Die Oster war in den Bewirtschaftungszyklen 2009 und 2015 zunächst dem Gewässertyp 05.1 zugeordnet worden, dann „erfolgte im Zuge der Aktualisierung der LAWA-Fließgewässertypen im Saarland nach Auswertung der bis 2018 vorliegenden ökologischen Daten und nach Sichtung aktueller Fachliteratur zur Gewässertypologie“ eine Umtypisierung zu Fließgewässertyp 09.1 [3] [karbonatische, fein- bis grobmaterialreiche Mittelgebirgsflüsse [4]]. Zudem wird das Gewässer der Fischregion der salmonidengeprägten Gewässer des Metarhithrals (Sa-MR) zugeordnet [5].

Im Rahmen der Umsetzung der WRRL wurde die Oster als Oberflächenwasserkörper (OWK) II.4-1.1 kategorisiert. In den Bewirtschaftungsplänen 2009 und 2015 wurde die ökologische Bewertung mit „schlecht“ vorgenommen, das Erreichen des guten Zustandes (chemisch und ökologisch) war bis 2021 geplant. Dieses Ziel konnte zwar für den chemischen Zustand erreicht werden, für die Erreichung des guten ökologischen Zustands (und somit für einen insgesamt guten Zustand der Oster) ist nun im 3. Bewirtschaftungsplan das Jahr 2033 avisiert [1].

In den 30er und 60er Jahren wurde der Fluss im Bereich des Ober- und Mittellaufes auf weiten Strecken begradigt, um Ackerland zu gewinnen. Von 1990 bis 2004 wurden dann im Rahmen des Projektes "Osterrenaturierung" weitreichende Maßnahmen zur Optimierung des natürlichen Selbstreinigungsvermögens und der Ökosystemqualitäten vorgenommen. Durch die naturnahe bauliche Umgestaltung konnte dabei die Lauflänge der Oster um rund 30% erhöht und die Durchfließzeit verdoppelt werden. Auch andere Maßnahmen wie z.B. die Verbesserungen in der Abwasserreinigung und Veränderungen der landwirtschaftlichen Nutzung wurden durchgeführt [6, 7]. Derzeit gibt es im Einzugsgebiet der Oster insgesamt 15 kommunale Kläranlagen verschiedener Bauart in Ausbaugrößen zwischen 30 und 4000 Einwohnerwerten (EW) mit einer Gesamt-Anzahl von 20448 EW (Abb. 2.2-1). Des Weiteren existieren 25 Mischwasser-Direkteinleiter, davon 4 Stauraumkanäle, 10 Regenüberläufe und 11 Regenüberlaufbauwerke [MUKMAV].

In jüngerer Zeit wurden an 5 Stellen<sup>3</sup> Maßnahmen zur Fremdwasserentflechtung vorgenommen. Zudem wurde die Kläranlage Lautenbach, die mit 3500 EW zweitgrößte Kläranlage im Einzugsgebiet ist, im Zyklus des 2. Bewirtschaftungsplanes (2015 bis 2021) bereits saniert. Für die meisten anderen Kläranlagen im Einzugsgebiet der Oster bestehen bereits konkrete Pläne zur Sanierung bzw. Optimierung der Reinigungsleistung, welche in den kommenden Jahren umgesetzt werden sollen.

---

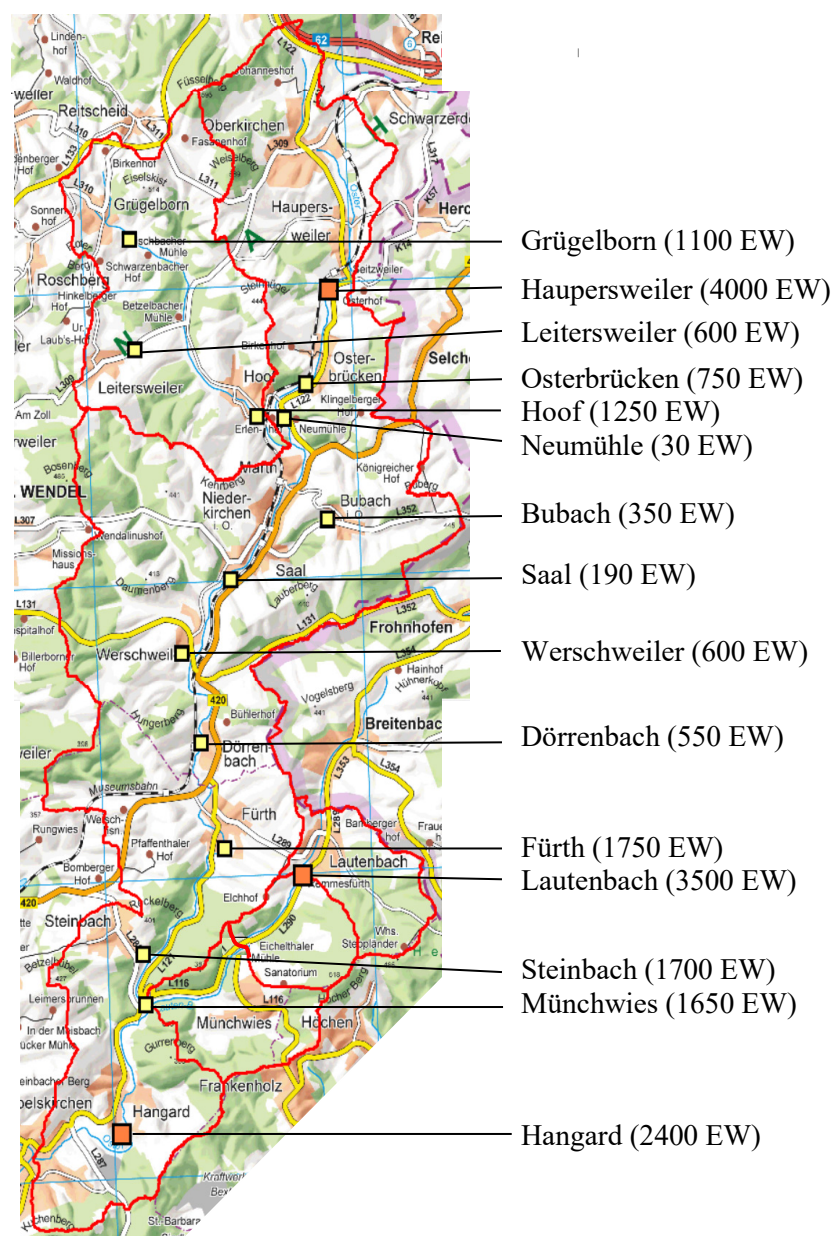
<sup>2</sup> Rest: Gehölz, Industrie und Gewerbe; Wasser, Sonstiges

<sup>3</sup> Jeweils 2 in *Oberkirchen* und *Saal* sowie eine in *Grügelborn*

Um den aktuellen Zustand sowie etwaige der Gewässergüte Veränderungen feststellen zu können, wurde eine Messstation vom 1. November 2021 bis 27. März 2023 in *Wiebelskirchen* (Koordinaten: R 2586355 H 5471269) kurz vor der Mündung in die Blies installiert (Abb. 2.2-1 und 2.2-2). Zu Beginn der Messkampagne befand sich die Station auf dem Festplatz, da dieser aber im Januar und im April 2022 überflutet wurde, wurde die Messstation ca. 200 m flussaufwärts auf das Gelände des Jugendtreffs *Wiebelskirchen* gebracht (Koordinaten: R 2586470 H 5471251) (siehe Kapitel 2.3).

Zur Interpretation der Messdaten wurden die durch das Landesamt für Umwelt- und Arbeitsschutz des Saarlandes (LUA) erhobenen Niederschlags-Daten der Wetterstation in *Ottweiler* und die Daten zu Lufttemperaturen und Globalstrahlung der Wetterstation in *Waldmohr* herangezogen.

Abflussmenge und Wasserstand werden durch das LUA am Pegel in *Hangard* gemessen. Aufgrund der Entfernung des Pegels zu den Messstationen (jeweils ca. 3 km) wurden zur Berechnung des jeweiligen Abflusses der vom LUA ermittelte Faktor von 1,04 für den Standort in *Wiebelskirchen* (LUA-Messstelle Nr. 4039) auf die in *Hangard* erhobenen Abflussdaten angewandt, daher werden diese Abflussdaten in den folgenden Abbildungen als „Pegel *Hangard* angepasst“ bezeichnet.



● Standort der Messstation in *Wiebelskirchen*

Abb. 2.2-1: Einzugsgebiet der Oster mit Standorten der Kläranlagen (Quelle: Zora)



Standorte der Messstation: ● auf dem Festplatz und ● auf dem Gelände des Jugendtreffs

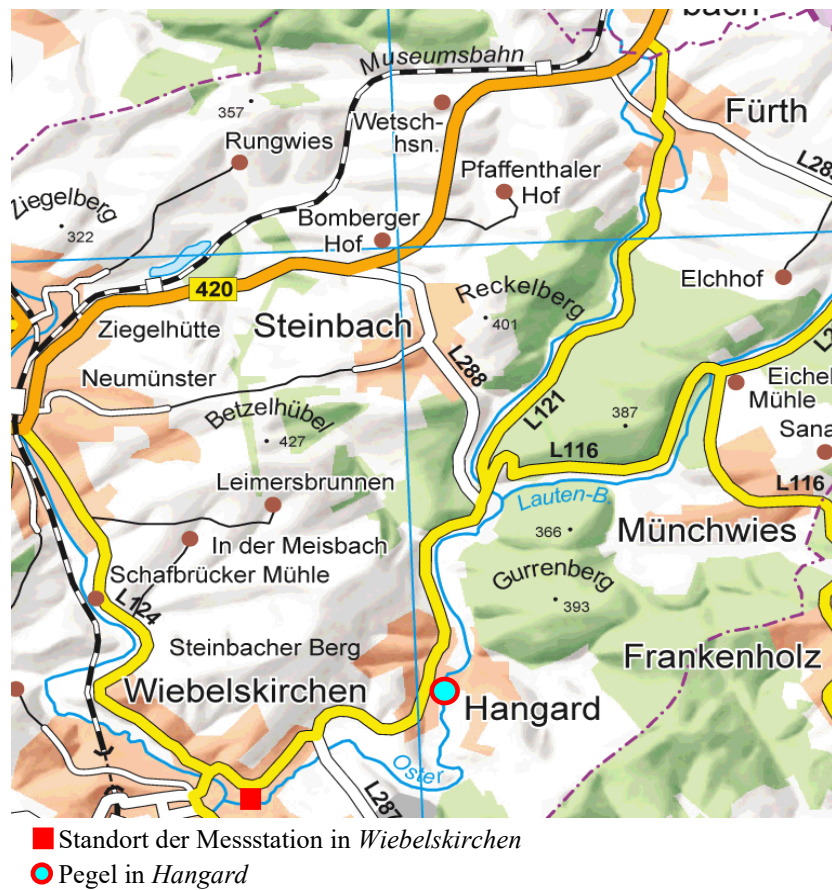


Abb. 2.2-2: Standorte der Messstation (oben, Maßstab ca. 1:2.000) und Lages des Pegels in *Hangard* (unten, Maßstab ca. 1:32.000) (Quelle: Zora)

## 2.3 Methoden für die Bewertung und den Vergleich der Ergebnisse

Infolge von Hochwasserereignissen musste die Messstation am 4. Januar sowie am 12. April 2022 vom Festplatz in *Wiebelskirchen* entfernt werden. Im Januar hatten der Verteilerkasten der Stadtwerke sowie der zur Messstation gehörende Baustromverteiler großen Schaden genommen. Daher dauerte es bis zum 4. März 2022, bis der Messbetrieb wieder aufgenommen werden konnte. Nach der Überflutung des Festplatzes am 12. April 2022 wurde die Station dann einige Tage später ca. 200 m flussaufwärts auf dem Gelände des Jugendtreffs *Wiebelskirchen* installiert.

Somit ergaben sich Messausfälle vom 4. Januar bis 4. März 2022 sowie vom 12. bis 19. April 2022.

### 2.3.1 Vergleich der Messdaten 2014 und 2022

Um nicht nur den aktuellen Zustand der Gewässerchemie, sondern auch deren Veränderungen beurteilen zu können, wurden die aktuell erhobenen Messdaten den Daten gegenübergestellt, die im Jahr 2014 an derselben Stelle in *Wiebelskirchen* erhoben wurden. Die jeweiligen Vergleiche der Konzentrationen, Frachten und Ereignisse sowie auch der entsprechenden Wetterdaten beziehen sich dabei auf den Zeitraum vom 8. März bis zum 29. Oktober 2014 und 2022, da dieser Zeitraum für beide Jahre deckungsgleich ist.

Es zeigen sich deutliche Differenzen in der Verteilung der Wassermengen und Abflüsse der beiden Jahre 2014 und 2022, die bei der Interpretation der Daten berücksichtigt werden müssen. Um aber auch feststellen zu können, ob die Luft- bzw. Wassertemperaturen der beiden Jahre einen entscheidenden Einfluss auf die Unterschiede der Messparameter haben, muss zunächst abgeklärt werden, ob sich jeweils beide Datensätze (Lufttemperaturen von 2014 und 2022 bzw. Wassertemperaturen von 2014 und 2022) grundsätzlich voneinander unterscheiden. Dafür wurden die Datensätze zunächst mit dem Kolmogorov-Smirnov-Test bei einem Signifikanz-Niveau von 0,05 auf Normalverteilung geprüft. Erwartungsgemäß sind die Datensätze nicht normalverteilt. Daher wurde im Anschluss ein Mann-Whitney-Test durchgeführt (Signifikanz-Niveau 0,05). Dieser ergab, dass sich die jeweiligen Datensätze signifikant unterscheiden.

### 2.3.2 Vergleich mit den gesetzlichen Anforderungen

In den Kapiteln 3.1.3 und 3.2.2 werden die online erhobenen Messwerte sowie die durch die Stichproben gewonnenen Daten denjenigen Anforderungen gegenübergestellt, welche in der Oberflächengewässerverordnung (OGewV) [8] für den guten ökologischen Zustand und das gute ökologische Potenzial in Bezug auf die jeweiligen Parameter festgelegt wurden. Für Nitrat-N, Chlorid und Sulfat<sup>4</sup> gelten die Werte von 2,48 mg/l Nitrat-N, 50 mg/l Chlorid und 220 mg/l Sulfat (in karbonatischen Gewässern), welche im aktuellen Bewirtschaftungsplan für das Saarland<sup>5</sup> (Anhang VI – Methodenhandbuch, [9]) als Schwellenwerte der ökologischen Zustandsklasse 2 („gut“) als unterstützende Qualitätskomponente für die Auswertung des ökologischen Zustands definiert wurden. Auch die Messergebnisse der Stichproben aus dem aktuellen Betrachtungszeitraum werden in Bezug zu den Orientierungswerten aus [9], wenn vorhanden, gesetzt.

Zur Bewertung der Wassertemperatur wird das absolute Maximum der Messwerte zum Vergleich mit den Orientierungswerten angewandt. Für die verschiedenen Fischregionen bestehen unterschiedliche Anforderungen (Oster: Sa-MR), zudem wird zwischen Sommer- und Wintermonaten differenziert<sup>6</sup>. Zur Bewertung der Sauerstoffgehalte ist generell der niedrigste, beim pH-Wert der niedrigste und der

<sup>4</sup> für die Messwerte von Chlorid und Sulfat im aktuellen Zeitraum

<sup>5</sup> Dieser Wert geht auf die Klassifizierung der LAWA 1998 für die GK II KG zu II-III zurück (11 mg/l NO<sub>3</sub>)

<sup>6</sup> Sommer: April bis November, Winter: Dezember bis März

höchste gemessene Wert zum Vergleich mit den Orientierungswerten heranzuziehen. Für die übrigen Parameter ist der Mittelwert entscheidend. Die ausschlaggebenden Kriterien sind in der Tabelle 3.1.3-1 jeweils fett gedruckt, Über-/Unterschreitungen der Orientierungswerte erscheinen in roter Schrift. Für Leitfähigkeit, TIC sowie Kalium, Calcium, Magnesium und Natrium<sup>7</sup> sind keine Anforderungen definiert. Die Werte für Ammoniak wurden rechnerisch aus dem jeweiligen Konzentrationswert von Ammonium, der Wassertemperatur und dem pH-Wert berechnet und sind daher kursiv geschrieben.

„Im Rahmen von Immissionsbetrachtungen sind beim Ammonium-Stickstoff (...) Jahresmittelwerte häufig nicht zielführend, deshalb wird hier als Überwachungswert zusätzlich das 90er Perzentil angegeben“ [9], für Sauerstoff werden ebenfalls die entscheidenden Perzentile (90er und 10er) im Text angeführt. Für Ammoniak wird gemäß OGeWV in der Regel das arithmetische Mittel aus den Jahresminimalwerten von maximal drei aufeinander folgenden Kalenderjahren als Maßstab herangezogen. Im vorliegenden Fall liegt dem Vergleich jedoch der Mittelwert des Messzeitraumes zugrunde.

Obwohl während der 1. Messkampagne 2014 zum Teil weniger scharfe Anforderungen galten, wurden in Kapitel 3.2.2 für beide Messkampagnen die derzeit aktuellen Anforderungen durch die OGeWV (2016) als Bewertungsgrundlage herangezogen, um einen direkten Vergleich der beiden Datensätze zu ermöglichen.

### 2.3.3 Quantifizierung der Frachten

Die Frachten wurden auf Basis der Stundenwerte als Produkt des Abflusses und der Konzentration des jeweiligen Stoffes (Ammonium, Nitrat, Ammoniak, ortho-Phosphat, Gesamt-Phosphor, TOC und TIC) berechnet. Fehlende Konzentrationsangaben<sup>8</sup> wurden dabei durch Eingabe des Mittelwertes des jeweiligen Datensatzes (s. Tabelle 3.1.3-1) kompensiert und dieser Wert dann mit dem betreffenden Abflusswert multipliziert<sup>9</sup>. Somit können im Gegensatz zu Frachten, die auf Basis manueller Einzelproben abgeschätzt werden müssen, dank der online-Messungen die Mengen an transportierten Nährstoffen präzise und stundengenau berechnet werden (Angabe in kg/h). Die stündlichen Frachten wurden in eine Gesamtfracht über den entsprechenden Messzeitraum aufaddiert (Angabe in t).

Zur weiteren Bestimmung der Herkunft der Belastungen (vgl. Kapitel 2.3.4) wurden zusätzlich die vom Kläranlagen-Betreiber Entsorgungsverband Saar (EVS) zur Verfügung gestellten Emissionsdaten der Jahre 2014 bis 2022 von 9 der 15 im Einzugsgebiet befindlichen Kläranlagen herangezogen. Entsprechend der geltenden Eigenkontrollverordnung werden für diese kleinen Kläranlagen in wöchentlichen bzw. 2-wöchentlichen Stichproben unter anderem die Konzentrationen Gesamt-Stickstoff, Ammonium, Nitrit, Nitrat und Gesamt-Phosphor im Auslauf<sup>10</sup> der Kläranlage erfasst. Da jede Kläranlage über eine kontinuierliche Abwasserdurchflussmessung verfügt, kann für alle Anlagen jeweils die täglich ins Gewässer abgegebene Wassermenge bestimmt werden. Zur Berechnung der aus den Kläranlagen emittierten Frachten wurde analog zur Quantifizierung der Frachten im Gewässer vorgegangen (s.o.). Für jede Kläranlage wurde aus den vorhandenen Konzentrationsangaben (Stichproben des Kläranlagenablaufs) der Mittelwert des betreffenden Parameters für jedes einzelne Jahr ermittelt<sup>11</sup>. Dieser Wert wurde dann für die nicht beprobten Tage des entsprechenden Jahres eingesetzt und mit der jeweils real erfassten Wassermenge zu einer Tagesfracht verrechnet und daraus

<sup>7</sup> Kalium, Calcium, Magnesium und Natrium wurden im Rahmen der Qualitätssicherung in der IC miterfasst.

<sup>8</sup> zum Beispiel aufgrund eines Ausfalls des entsprechenden Messgerätes

<sup>9</sup> Die Abflussdaten liegen ohne Messausfälle vor, so dass durch die beschriebene Vorgehensweise der Berechnungsfehler so gering wie möglich gehalten werden kann.

<sup>10</sup> Bei manchen Parametern auch im Zulauf

<sup>11</sup> Zum Beispiel: Mittelwert für Gesamt-Phosphor des Jahres 2016 der Kläranlage Hangard oder Mittelwert für Gesamt-Stickstoff für das Jahr 2020 der Kläranlage Steinbach.

die Fracht über den Messzeitraum pro Parameter und Kläranlage sowie auch für den Vergleichszeitraum (8. März bis 29. Oktober 2014 und 2022, vgl. Kapitel 2.3.1) ermittelt.

#### 2.3.4 Kategorisierung der Belastungsquellen

Zudem wurde der Frage nach der Herkunft der Nährstoff-Mengen nachgegangen. Dabei muss zunächst differenziert werden, welche Mengen einer Substanz an einem Messpunkt im Basisabfluss in einem Gewässer transportiert werden (Grundfracht) und welche Mengen infolge von Niederschlagsereignissen zusätzlich dazu eingetragen werden (im Folgenden der Einfachheit halber als Niederschlagsfracht bezeichnet). Zu diesem Zweck wird im Allgemeinen der jeweilige Abfluss-Median zur Abgrenzung von Basis- und „Niederschlags“-Abfluss herangezogen (Moatar et al., 2017; [10]). Da davon ausgegangen wird, dass die Grundfracht einer anthropogen eingetragenen Substanz auch dann in einem Gewässer vorhanden ist, wenn durch Niederschläge zusätzlich weitere Mengen dieses Stoffes eingetragen werden, wurde für den vorliegenden Bericht folgende Vorgehensweise zur Ermittlung der Grundfracht gewählt: es wurde zunächst die Summe der Stundenwerte derjenigen Frachten, die bei Abflüssen unterhalb des Abfluss-Medianes<sup>12</sup> erfasst wurden, berechnet. Diese Zahl wurde dann durch die Anzahl der betreffenden Stunden dividiert, um eine mittlere Grundfracht pro Stunde zu erhalten. Dieses Ergebnis wurde anschließend mit der Anzahl aller gemessenen Stunden multipliziert. Die Differenz zwischen Gesamtfracht und Grundfracht ist dann die Niederschlagsfracht. Anhand dieser Werte wurde eine erste theoretische Kategorisierung der Frachten in die aus der Landwirtschaft, aus Kläranlagen, aus Mischwasserentlastung und aus dem Grundwasser<sup>13</sup> stammenden Anteile vorgenommen (Tabelle 2.3.4-1).

Es ist offensichtlich, dass sich dabei vor allem für den Stickstoff-Anteil Unsicherheiten bei der exakten Zuordnung ergeben, da z.B. Ammonium als ein Indikator für Kläranlagen-Emissionen (im Grundabfluss) und für Mischwasserentlastung (im „Niederschlags-Abfluss“) intensiven Umbau-Prozessen im Gewässer unterworfen ist, oder da die Unterscheidung zwischen Nitrat-Einträgen über das Grundwasser und solchen aus Kläranlagen nur anhand der online erhobenen Messdaten nicht ohne Weiteres getroffen werden kann.

Daher wurden zur genauen Herkunftsermittlung der Frachten zusätzlich die vom Kläranlagen-Betreiber Entsorgungsverband Saar (EVS) zur Verfügung gestellten Emissionsdaten der Jahre 2014 bis 2022 von 9 der 11 im Einzugsgebiet befindlichen Kläranlagen herangezogen (vgl. Kapitel 2.3.3). Für die Kategorisierung der Herkunft der Belastungen wurden die Parameter Gesamt-Stickstoff und Gesamt-Phosphor berücksichtigt. Zum Vergleich mit den online in der Messstation in Wiebelskirchen erhobenen Daten wurden die entsprechenden Kläranlagen-Frachten für dieselben Zeiträume zugrunde gelegt (8. März bis 29. Oktober 2014 und 2022).

In Bezug auf Phosphor muss darauf hingewiesen werden, dass bei der Bilanzierung Sedimentations- und Remobilisierungs-Vorgänge nicht berücksichtigt werden können. Einträge von größeren Mengen an Phosphor aus dem Grundwasser können im Einzugsgebiet der Oster ausgeschlossen werden. Diese Kategorie wird nur auf den Gesamt-Stickstoff angewandt und beschreibt den Nitrat-Anteil der Grundfracht im Gewässer abzüglich der Emissionen an Gesamt-Stickstoff aus den Kläranlagen. Grundsätzlich ist aber auch immer eine geringe Menge an Stickstoff, in der Regel als Nitrat, im Gewässer vorhanden, der an dieser Stelle nicht berücksichtigt werden kann.

---

<sup>12</sup> Median der jeweiligen Abfluss-Messreihe des betreffenden Standortes über den gemeinsamen Messzeitraum

<sup>13</sup> Der Grundwasseranteil wurde nur für Gesamt-Stickstoff angenommen, da die Konzentrationen von Gesamt-Phosphor (in Form von ortho-Phosphat) im Grundwasser im Einzugsgebiet der Oster vernachlässigbar sind.



Somit ergibt sich die in Tabelle 2.3.4-1 dargestellte Zuordnung der Nährstoff-Frachten zu den einzelnen Kategorien. Der Anteil der in der Tabelle genannten Frachten wurde dann jeweils auf Gesamt-Stickstoff und Gesamt-Phosphor bezogen.

Tabelle 2.3.4-1: Theoretische Unterteilung der Nährstoff-Frachten in die einzelnen Kategorien (Anteile aus Kläranlagen, Mischwasserentlastung, Landwirtschaft und Grundwasser)

Kategorie	Landwirtschaft	Kläranlagen	Mischwasserentlastungen	Grundwasser
<b>Gesamt-Stickstoff</b>	<b>Niederschlagsfracht Nitrat</b> (hier ergibt sich durch den Zeitversatz zwischen Konzentrations- und Abfluss-Kurven eine gewisse Ungenauigkeit)	<i>wird mit Hilfe der Emissionsdaten der Kläranlagen ermittelt</i>	<b>Niederschlagsfracht Ammonium</b>	<b>Grundfracht Nitrat</b> <i>abzüglich der Anteile der Kläranlagen-emissionen</i>
<b>Gesamt-Phosphor</b>	<b>Niederschlagsfracht partikelgebundener Phosphor</b> (die geringen Mengen an ortho-Phosphat werden vernachlässigt; s. „Mischwasserentlastung“)	<b>Grundfracht Gesamt-Phosphat</b>	<b>Niederschlagsfracht ortho-Phosphat</b> (die geringen Mengen an partikelgebundenem Phosphor werden vernachlässigt; s. „Landwirtschaft“)	<b>Nicht relevant</b> im Einzugsgebiet der Oster

### 2.3.5 Ermittlung langfristiger Trends

Um langfristige, statistisch abgesicherte Aussagen über die Entwicklung ausgewählter Substanzen an der Oster treffen zu können, wurden darüber hinaus Trendermittlungen durchgeführt.

Dieser Trendermittlung liegen die Daten, die durch das LUA, in den Jahren 2014 bis 2022 an den beiden Überwachungsmessstellen in *Wiebelskirchen* am Festplatz (Landes-Messstelle Nr. 4039) sowie am Selchenbach in *Hauwersweiler*, kurz vor dessen Mündung in die Oster (Landes-Messstelle Nr. 4001) monatlich erhoben wurden (Kapitel 3.3 zugrunde).

Die Trendermittlung wurde analog der in der OGeWV [8] festgelegten Methode durchgeführt, wobei sich diese in der OGeWV lediglich auf Biota, Sedimente und Schwebstoffe bezieht.

Als Grundlage für die Berechnung dient dabei jeweils das fünfzigste Perzentil der Messwerte eines Jahres (Median), wobei Werte aus mindestens fünf Jahren erforderlich sind. Diese Daten sind zunächst mit dem Shapiro-Wilk-Test auf Normalverteilung zu prüfen. Liegt für einen Parameter eine Normalverteilung vor, so kann der Trend mit Hilfe der linearen Regression bestimmt werden. Sind die Werte des Datensatzes nicht normalverteilt, dann wird der Trend anhand des Mann-Kendall-Trendtests ermittelt. Das Signifikanzniveau beträgt in beiden Fällen  $\alpha = 0,05$  (d.h. die Irrtumswahrscheinlichkeit liegt bei maximal 5 %).

Diese Methode wurde analog auf die Frachten angewandt, welche anhand der vom EVS zur Verfügung gestellten Ablaufdaten der einzelnen Kläranlagen über die Jahre 2014 bis 2022 berechnet wurden, um auch eine Aussage über den Trend der von den Kläranlagen emittierten Frachten treffen zu können (Kapitel 3.2.4).

### 3. Ergebnisse und Diskussion

Im folgenden Kapitel 3.1 werden einige signifikante Beobachtungen beschrieben, die vom 1. November 2021 bis 27. März 2023 gewonnen werden konnten.

Infolge von Hochwasser kam es vom 4. Januar bis 4. März 2022 und vom 12. bis 19. April 2022 zu Messausfällen (siehe Kapitel 2.3). In Kapitel 3 ist der Messausfall vom 4. Januar bis 4. März 2022 in den Abbildungen, die den gesamten Messzeitraum darstellen, mit einem roten vertikalen Balken gekennzeichnet.

Den Abbildungen liegen, soweit nicht anders vermerkt, die Stundenmittelwerte der erhobenen Messdaten zugrunde, da sich diese direkt mit den vom LUA zur Verfügung gestellten Stundenmittelwerten der Abflüsse sowie den Stundensummen der Niederschläge vergleichen lassen und zudem ein hoch aufgelöstes Bild der Konzentrationsverläufe wiedergeben.

Aus Gründen der Übersichtlichkeit wird in die Kapitel „Nährstoffe“ und „chemisch-physikalische Messgrößen“ untergliedert. Die Betrachtungen erfolgen dabei jedoch keineswegs losgelöst voneinander, sondern immer auch im Hinblick auf die Veränderungen der übrigen, gleichzeitig erhobenen Messgrößen sowie der Abflusssituationen, Niederschläge etc. (s.o.).

Die ermittelten Frachten werden in Kapitel 3.1.4 betrachtet.

In Kapitel 3.2 werden dann die während der beiden Messzeiträume 2014 und 2022 erhobenen Messdaten, aber auch die Wetter- und Abflussbedingungen der beiden Jahre verglichen.

Zuletzt werden die Ergebnisse der monatlichen Beprobung durch das LUA sowie eine Trendanalyse dieser Messwerte dargestellt (Kapitel 3.3).

### 3.1 Ergebnisse der Messungen 2022/2023

#### 3.1.1 Konzentrationen der Nährstoffe

Bei der Betrachtung der Konzentrationen fällt auf, dass die Grundgehalte an ortho-Phosphat (und somit auch an Gesamt-Phosphor) in Wiebelskirchen sehr hoch sind und überschreiten im Mittelwert aller Messungen im Beobachtungszeitraum die Orientierungswerte (OW) der OGewV um den Faktor 2,5 (Gesamt-Phosphor, OW: 0,1 mg/l) bzw. 2,9 (ortho-Phosphat, OW: 0,07 mg/l). Dies zeigt sich besonders während Niedrigwasserphasen (Abb. 3.1.1-1). Zudem treten dann sehr ausgeprägte Tagesamplituden der Phosphor-Fractionen auf, weshalb diese Belastungen eindeutig auf Einträge aus Kläranlagen zurückgeführt werden können.

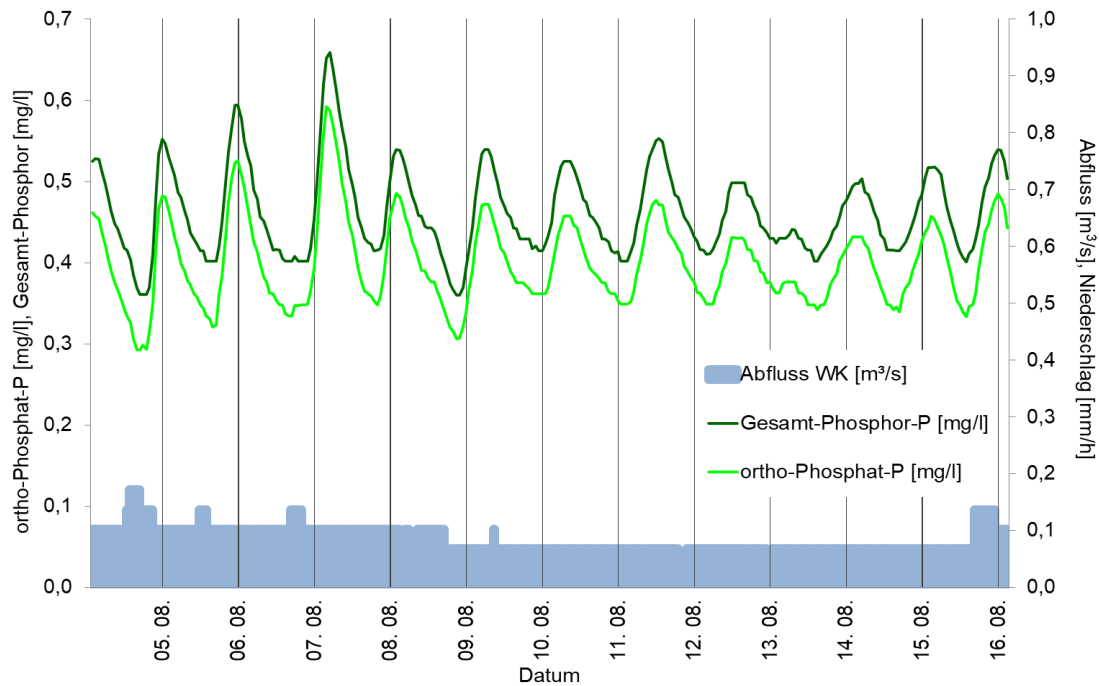


Abb. 3.1.1-1: Tageszyklen der Konzentrationen von Gesamt-Phosphor und ortho-Phosphat (Messstation *Wiebelskirchen*), Abfluss (Pegel *Hangard* angepasst) (04. bis 16.08.2022)

Hingegen wurden nur sehr selten Einträge größerer Mengen an partikelgebundenem Phosphor beobachtet. Der Anteil an partikelgebundenem Phosphor wird durch die Differenz an Gesamt-Phosphor und dem gelösten ortho-Phosphat berechnet (Abb. 3.1.1-2). Dieser Anteil an Phosphor wird vornehmlich bei Regenfällen durch Erosion in die Gewässer eingetragen. Große Anteile des Phosphors stammen dabei aus überschüssigen Düngemitteln, die auf die Felder aufgebracht wurden. Parallel steigt auch die Konzentration von TOC an, da bei derartigen Ereignissen kohlenstoffhaltige Pflanzenreste, aber auch gelöste Kohlenstoffe, wie z.B. Huminsäuren, mit in die Gewässer gespült werden.

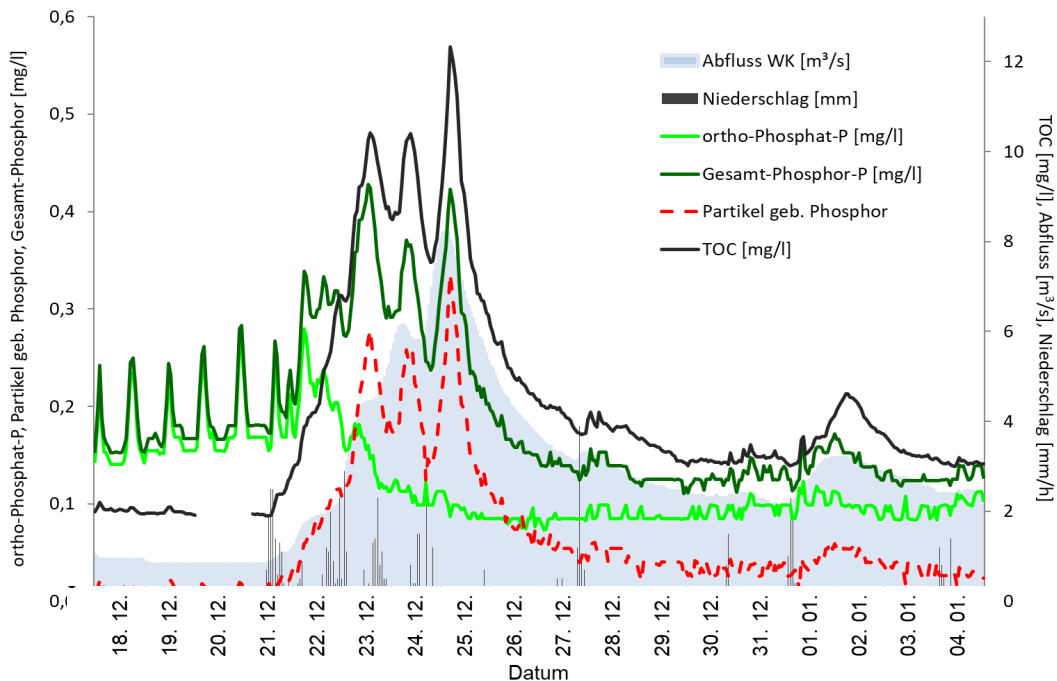


Abb. 3.1.1-2: Eintrag von Gesamt-Phosphor, partikelgebundenem Phosphor und TOC (Messstation *Wiebelskirchen*), Abfluss (Pegel *Hangard* angepasst) (18.12.2022 bis 04.01.2023)

Betrachtet man den Zusammenhang zwischen Gesamt-Phosphor und ortho-Phosphat über den gesamten Messzeitraum (Abb. 3.1.1-3 a), so zeigt sich eine signifikante Korrelation ( $R^2 = 0,915$ ) für die beiden Phosphor-Fractionen. Dies bedeutet, dass der überwiegende Teil des Gesamt-Phosphor aus gelöstem Phosphat besteht, welches in der Regel aus Kläranlagen in das Gewässer emittiert wird. Hingegen ergibt die Auftragung der Konzentration an Gesamt-Phosphor gegen den Abfluss keine Korrelation ( $R^2 = 0,120$ ) (Abb. 3.1.1-3 b). Die Phosphor-Einträge sind also kaum abhängig vom Abfluss.

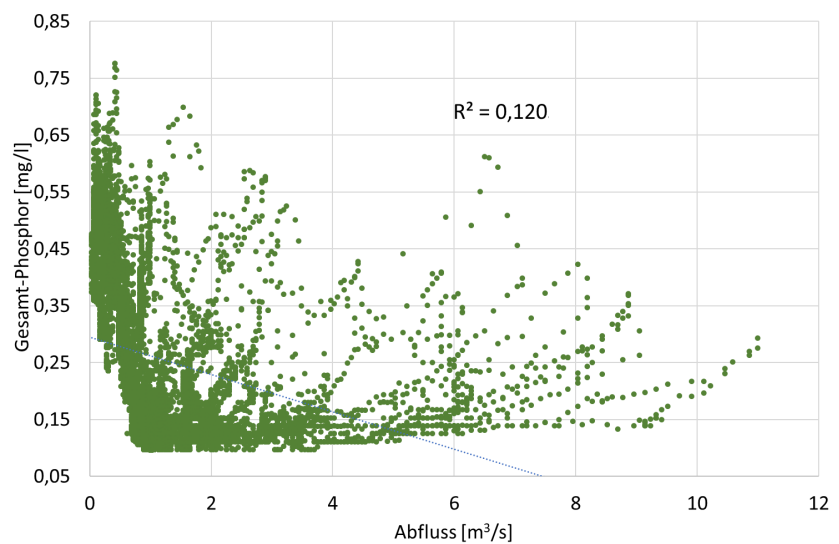
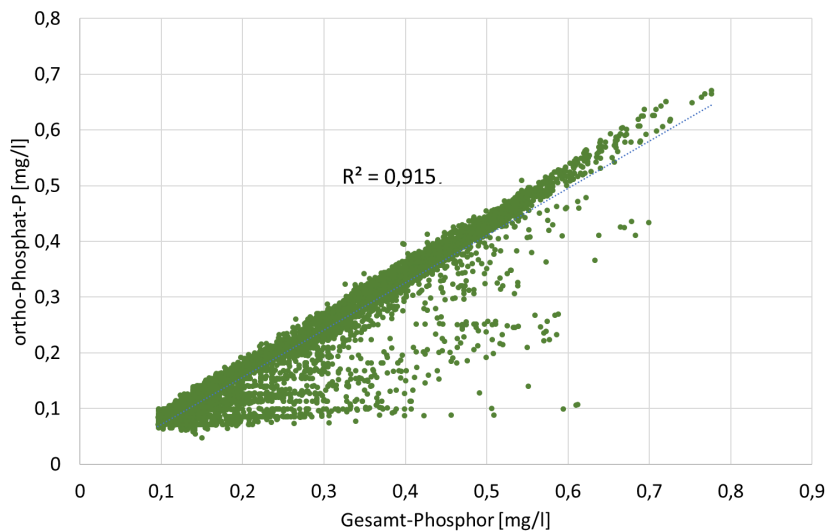


Abb. 3.1.1-3: Konzentration von ortho-Phosphat gegen Konzentration von Gesamt-Phosphor (oben) und Konzentration von Gesamt-Phosphor gegen den Abfluss (unten) (Messstation *Wiebelskirchen*), Abfluss (Pegel *Hangard* angepasst) gesamter Messzeitraum)

Rückläufige Wasserstände im Sommer führen zu einem kontinuierlichen Anstieg der Phosphorkonzentrationen, da die Kläranlagen nahezu gleichbleibende Mengen an Phosphor in die Vorfluter abgeben, welche im Gewässer jedoch immer weniger verdünnt werden (Abb. 3.1.1-4). Durch die Zunahme des Wasserstandes infolge einsetzender Regenfälle nehmen die Konzentrationen wieder ab.

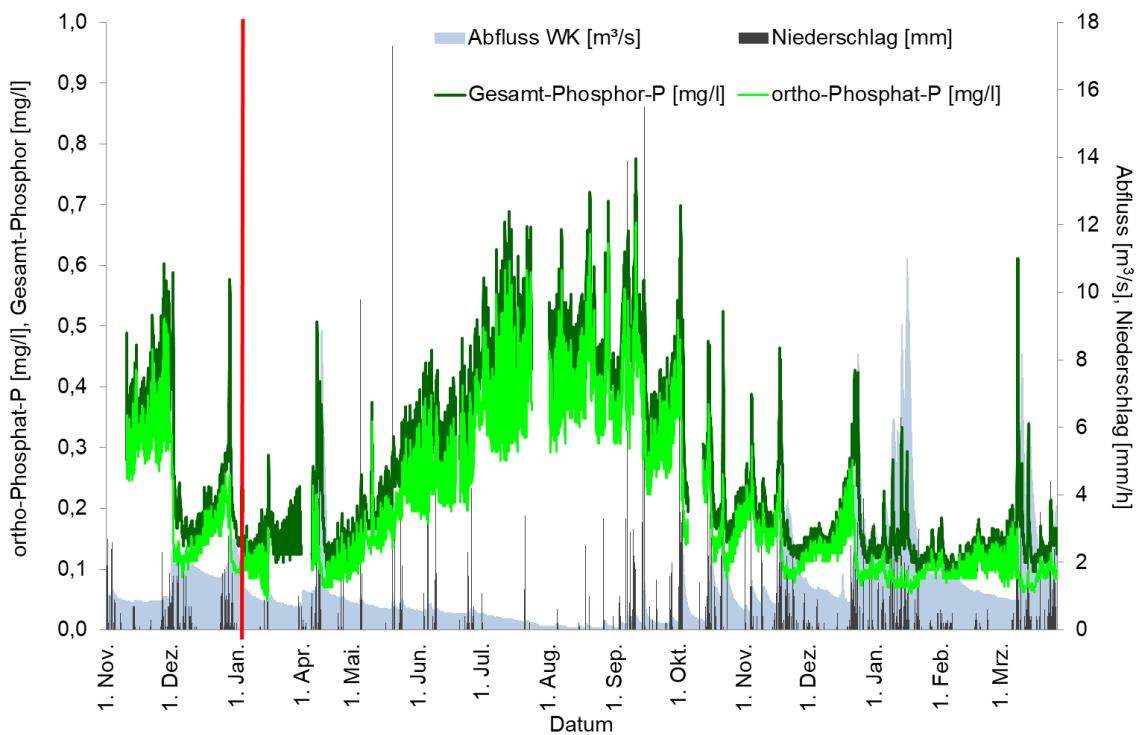


Abb. 3.1.1-4: Konzentration von ortho-Phosphat und Gesamt-Phosphor (Messstation *Wiebelskirchen*), Abfluss (Pegel *Hangard* angepasst), Niederschläge (Wetterstation *Ottweiler*) (gesamter Messzeitraum)

Gravierende Einträge aus Mischwasserentlastung konnten kaum und nur in geringer Ausprägung beobachtet werden, wobei diese Ereignisse generell je nach Wetterlage und Dauer der Einleitung deutlich variieren können. Als Indikator für derartige Einträge dient neben ortho-Phosphat v.a. Ammonium, welches in ungeklärtem Abwasser in hoher Konzentration vorhanden ist. Es muss allerdings erwähnt werden, dass sich die nächstgelegenen Mischwasserentlastungsbauwerke etwa 2,5 km flussaufwärts befinden und daher Abschlüsse aus diesen Bauwerken bis zum Messpunkt stark verdünnt werden können (Abb. 6-1 im Anhang). Bisweilen traten auch sprunghafte Konzentrationsanstiege von Ammonium und ortho-Phosphat auf, die zwar typisch sind für Einträge aus der Mischwasserentlastung, jedoch nicht mit Niederschlägen oder einem Wasseranstieg in Zusammenhang gebracht werden können. Die in Abbildung 3.1.1-5 dargestellten Konzentrationsspitzen vom 4. bis 6. Mai treten nach Regenfällen und parallel zum Wasseranstieg auf, dies gilt jedoch nicht für die darauffolgenden Einträge. Es kann nicht ausgeschlossen werden, dass diese Belastungen auf eine Direkteinleitung von Abwasser oder Gülle zurückzuführen sind.

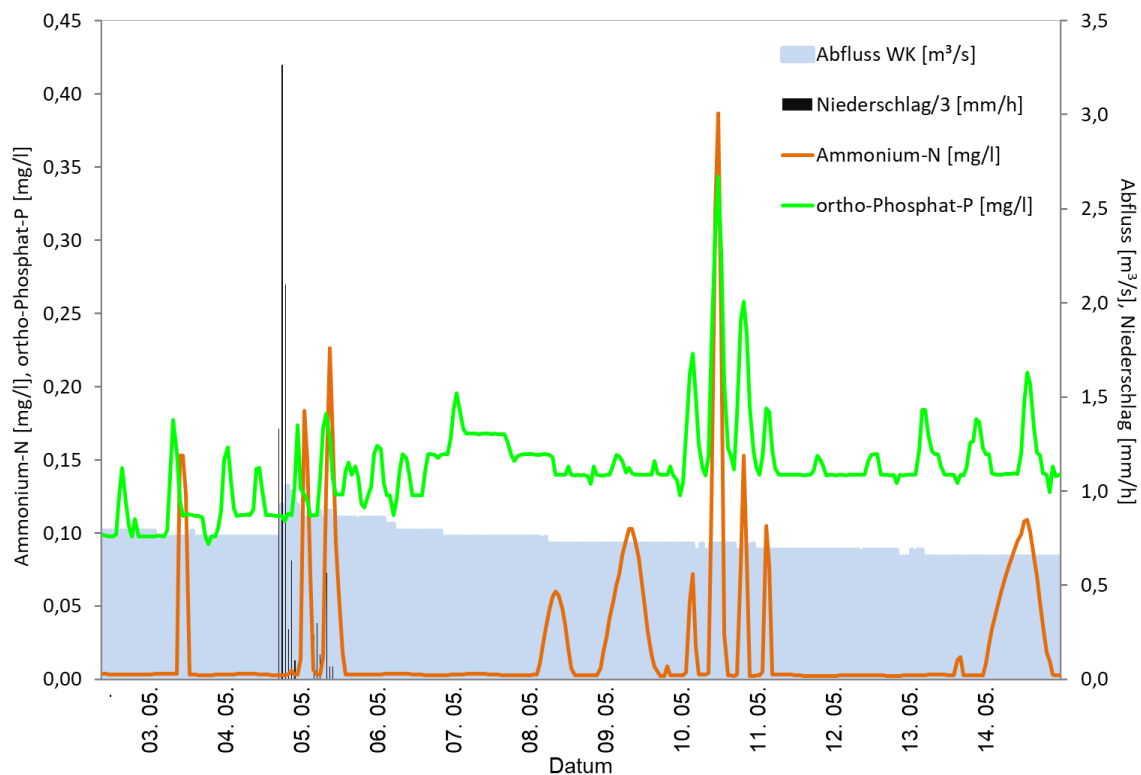


Abb. 3.1.1-5: Konzentrationen von Ammonium und ortho-Phosphat (Messstation Wiebelskirchen), Abfluss (Pegel Hangard angepasst) Niederschläge (Wetterstation Ottweiler) (02. bis 14.05.2022)

Der Einfluss von Mischwasserentlastungen wird jedoch an dieser Stelle vermutlich unterschätzt, da sich die Messstation am Gebietsauslass des Gewässers befindet und somit die Einträge im gesamten Einzugsgebiet erfasst. Daher überlagern sich verschiedene Eintragskomponenten, wie in Abbildung 3.1.1-6 zu sehen. In dem mit 1 gekennzeichneten Zeitabschnitt dominieren in der Trockenwetterphase die Kläranlageemissionen. Durch einsetzende Regenfälle kommt es dann zu Mischwasserentlastungen (2), die später durch flächenhafte Einspülungen überlagert werden, wobei Ammonium und ortho-Phosphat verdünnt werden (3).

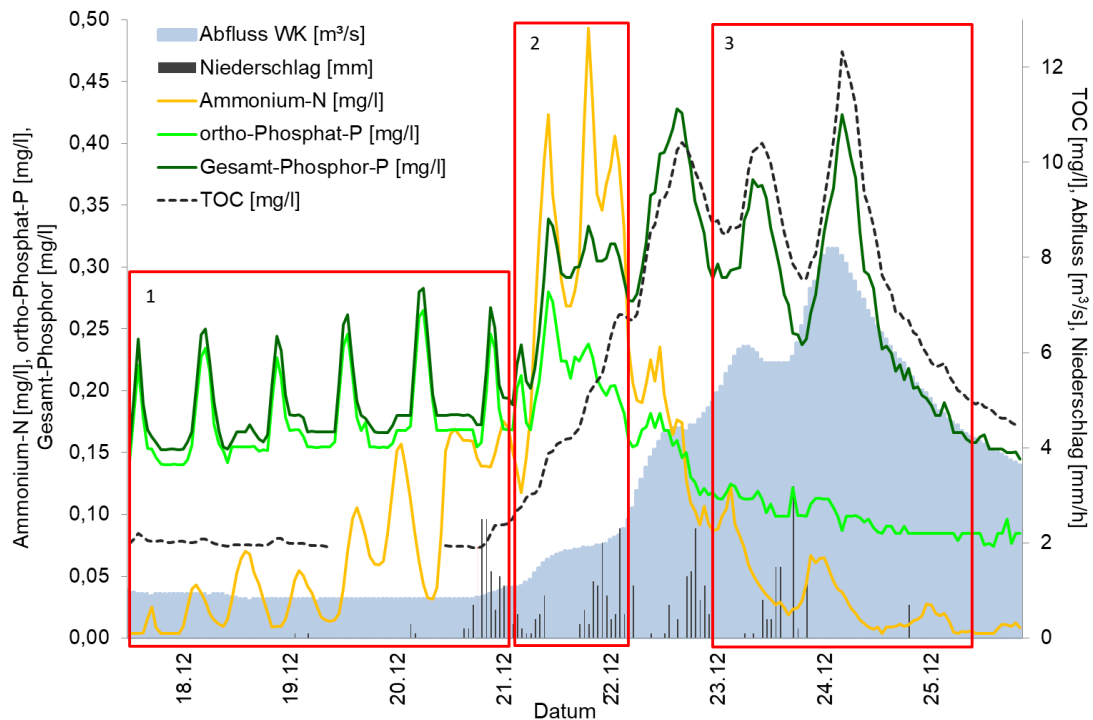


Abb. 3.1.1-6: Konzentrationen von Ammonium, TOC, Gesamt-Phosphor und ortho-Phosphat (Messstation Wiebelskirchen), Abfluss (Pegel Hangard angepasst) Niederschläge (Wetterstation Ottweiler) (17. bis 25.12.2022)



Eine Grundbelastung an Ammonium wird in Abbildung 3.1.1.-7 ersichtlich. Der Orientierungswert von 0,1 mg/l Ammonium-N gemäß OGWV [8] wird gelegentlich überschritten, wobei das Maximum im Messzeitraum 0,493 mg/l betrug, ein im Vergleich mit anderen Gewässern bzw. Messstandorten geringer Wert.

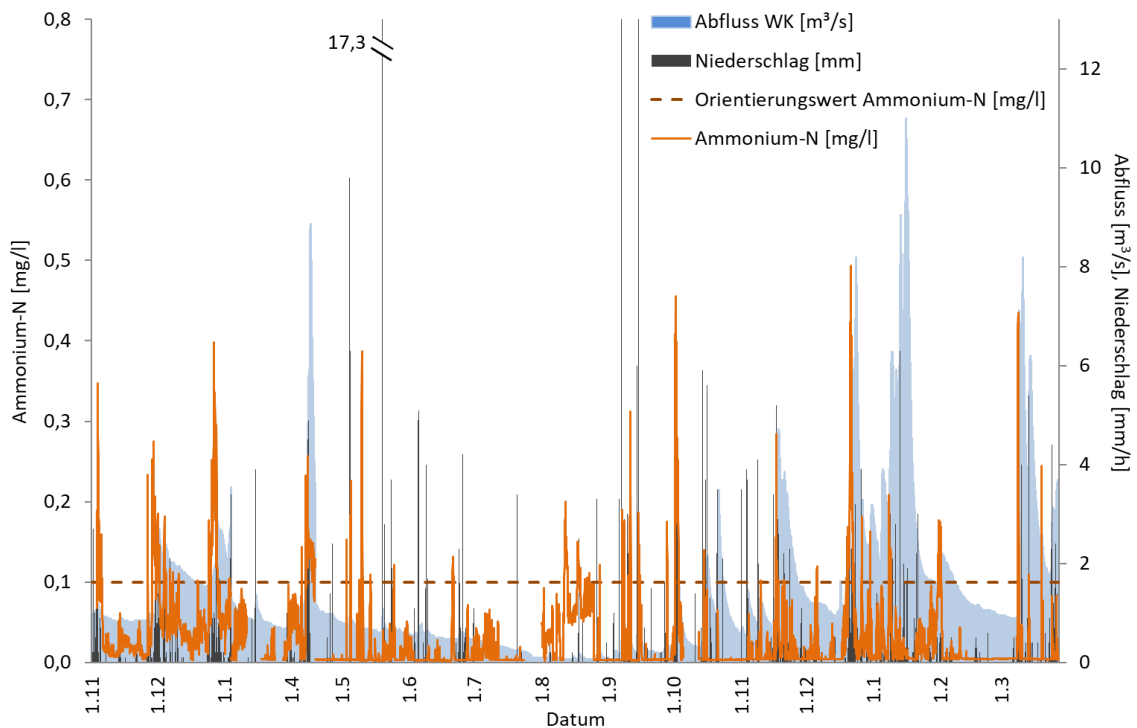


Abb. 3.1.1.-7: Konzentrationen von Ammonium (Messstation *Wiebelskirchen*), Abfluss (Pegel *Hangard* angepasst), Niederschläge (Wetterstation *Ottweiler*) (gesamter Messzeitraum)

Erhöhte Ammonium-Belastungen in Gewässern können zur Bildung von Ammoniak (nicht ionisiertes Ammonium) führen. Zwischen Ammonium und dem fischtoxischen Ammoniak besteht ein Gleichgewicht, welches von den Wassertemperaturen und den pH-Werten abhängig ist. Je höher die Wassertemperaturen und die pH-Werte sind, desto mehr verschiebt sich dieses Gleichgewicht in Richtung Ammoniak. Die Ammoniak-Gehalte werden rein rechnerisch aus der jeweiligen Ammonium-Konzentration, der Wassertemperatur sowie dem pH-Wert ermittelt. Aufgrund seiner hohen Toxizität gegenüber Fischen gilt für Ammoniak ein Orientierungswert von 2 µg/l [8]. In der Oster konnten keine gravierenden Ammoniak-Belastungen aufgezeichnet werden, zumal sich die pH-Werte in der Oster meist im neutralen bis nur leicht basischen Bereich bewegen. Der Orientierungswert wurde nur selten überschritten, im Maximum lagen die Konzentrationen bei 3,77 µg/l Ammoniak-N und bewegte sich damit noch unter dem Richtwert für Salmonidengewässer von 5µg/l aus der Fischgewässerrichtlinie [5] (Abb. 3.1.1-8).

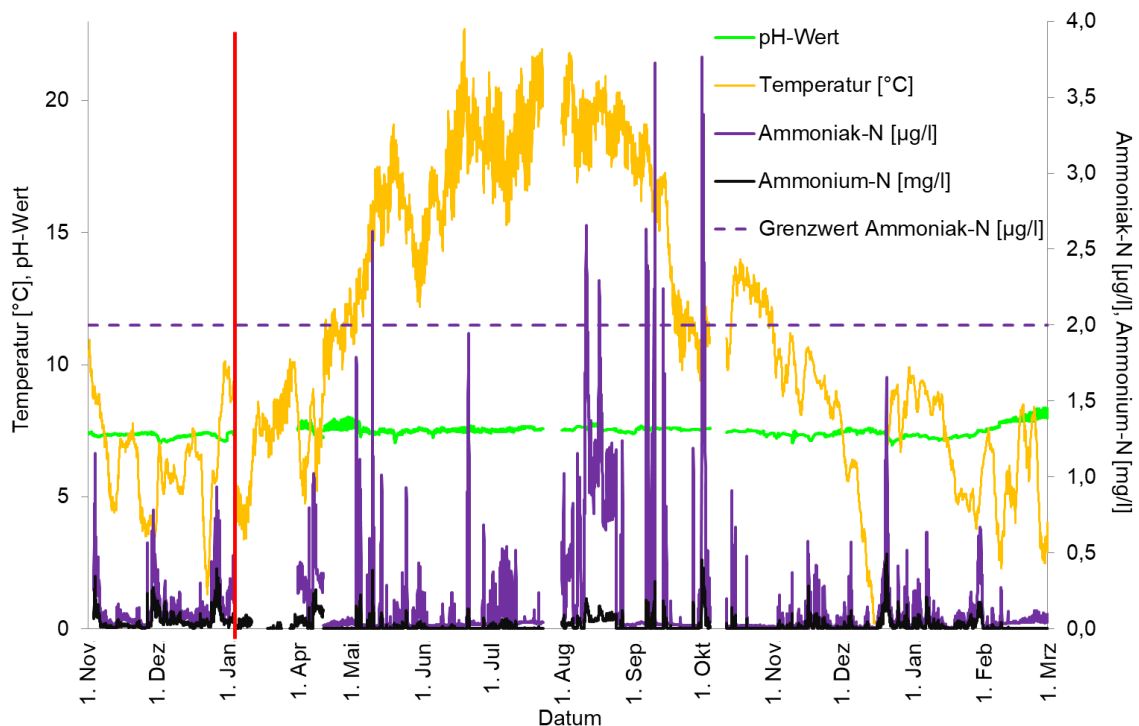


Abb. 3.1.1-8: Konzentrationen von Ammoniak, Ammonium, Temperatur und pH-Wert (Messstation *Wiebelskirchen*) (gesamter Messzeitraum)

Im Herbst wurden bei Regenfällen Nitrat-Einträge über Zwischenabfluss beobachtet. Da das leicht lösliche Nitrat zunächst mit dem Regenwasser lateral in den Boden einsickert und erst mit dem Bodenwasser in das Gewässer gelangt, kommt es – im Gegensatz zu Einträgen über Oberflächenabfluss – zu einem deutlichen Zeitversatz zwischen dem Maximum des Abflusses und dem der Nitrat-Konzentration (Abb. 3.1.1-9). Das Nitrat wird dabei aus der Landschaft in das Gewässer verlagert, ein großer Anteil stammt dabei aus landwirtschaftlich genutzten Flächen. In der Folge steigen auch die Grundgehalte von Nitrat an. Während der Mittelwert der von Mai bis September gemessenen Nitrat-Konzentrationen bei 1,95 mg/l Nitrat-N liegt, beläuft sich der Mittelwert für die Herbst- und Wintermonate auf 3,68 mg/l Nitrat-N.

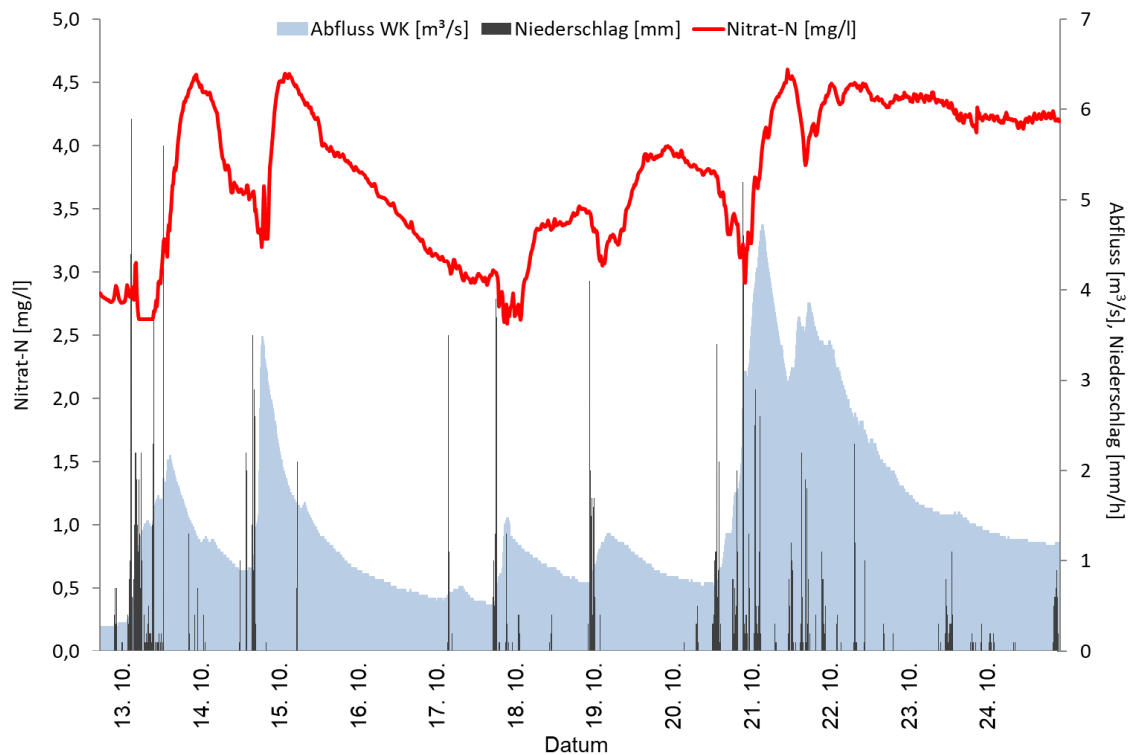


Abb. 3.1.1-9: Konzentrationen von Nitrat (Messstation *Wiebelskirchen*), Abfluss (Pegel *Hangard* angepasst), Niederschläge (Wetterstation *Ottweiler*) (13. bis 24.10.2022)

Die Gehalte an TOC nehmen im Sommer bei abnehmenden Wasserständen zu, was analog zum ortho-Phosphat ein Anzeichen für Einleitungen aus technischen Anlagen ist (Abb. 3.1.1-10). Darüber hinaus zeigen sich Konzentrationsspitzen im Zusammenhang mit Niederschlägen.

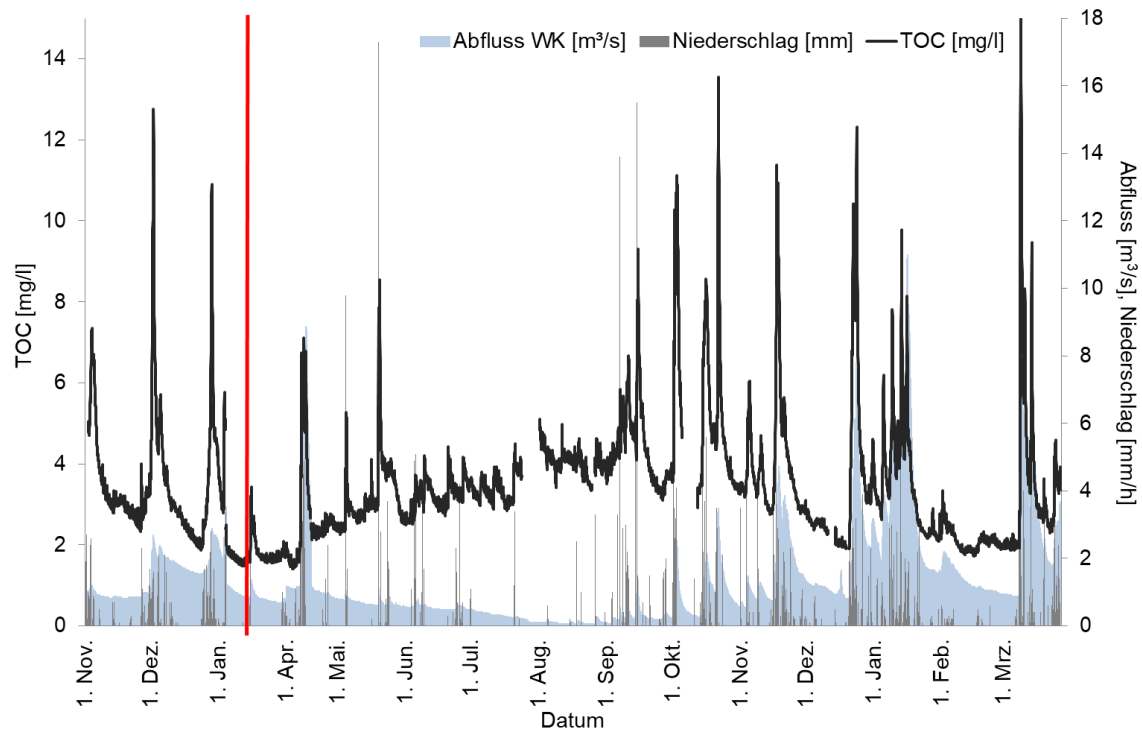


Abb. 3.1.1-10: Konzentrationen von TOC (Messstation *Wiebelskirchen*), Abfluss (Pegel *Hangard* angepasst), Niederschläge (Wetterstation *Ottweiler*) (gesamter Messzeitraum)

Wie gering der Einfluss der über Oberflächeneinträge eingebrachten TOC an der Gesamtmenge ist, zeigt sich bei der Betrachtung der TOC-Konzentrationen in Abhängigkeit vom Abfluss, mit einem  $R^2$  von 0,141 besteht keinerlei statistischer Zusammenhang zwischen den beiden Parametern (Abb. 3.1.1-11).

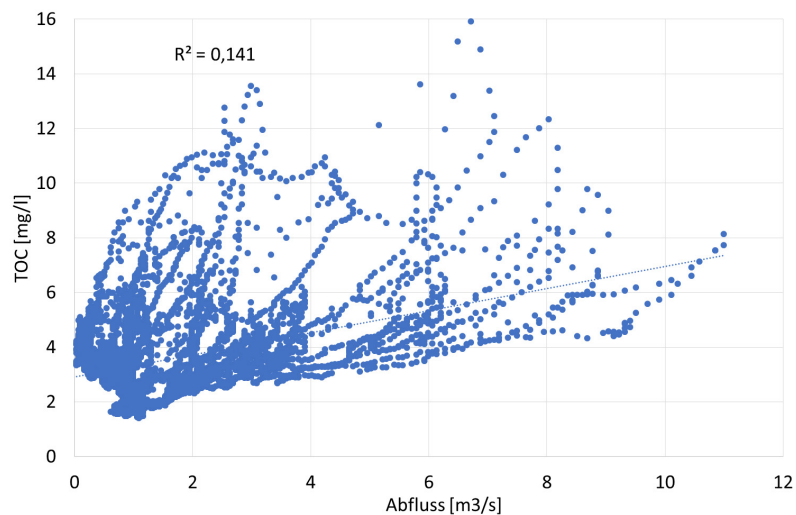


Abb. 3.1.1-11: Konzentration von TOC (Messstation *Wiebelskirchen*) gegen den Abfluss (Pegel *Hangard* angepasst) gesamter Messzeitraum)

### 3.1.2 Chemisch-physikalische Messgrößen

Die Sauerstoff-Gehalte in der Oster in *Wiebelskirchen* waren in den Wintermonaten sehr stabil, bewegten sich aber in den Sommermonaten bisweilen unter dem Orientierungswert von 7 mg/l (Abb. 3.1.2-1). Dies ist sicherlich auf die extremen Wetterbedingungen im Sommer 2022 zurückzuführen, welche geringe Abflüsse und hohe Wassertemperaturen bedingten. Sprunghafte Defizite, wie sie infolge von Einleitungen aus Mischwasserentlastungen auftreten, konnten nicht beobachtet werden.

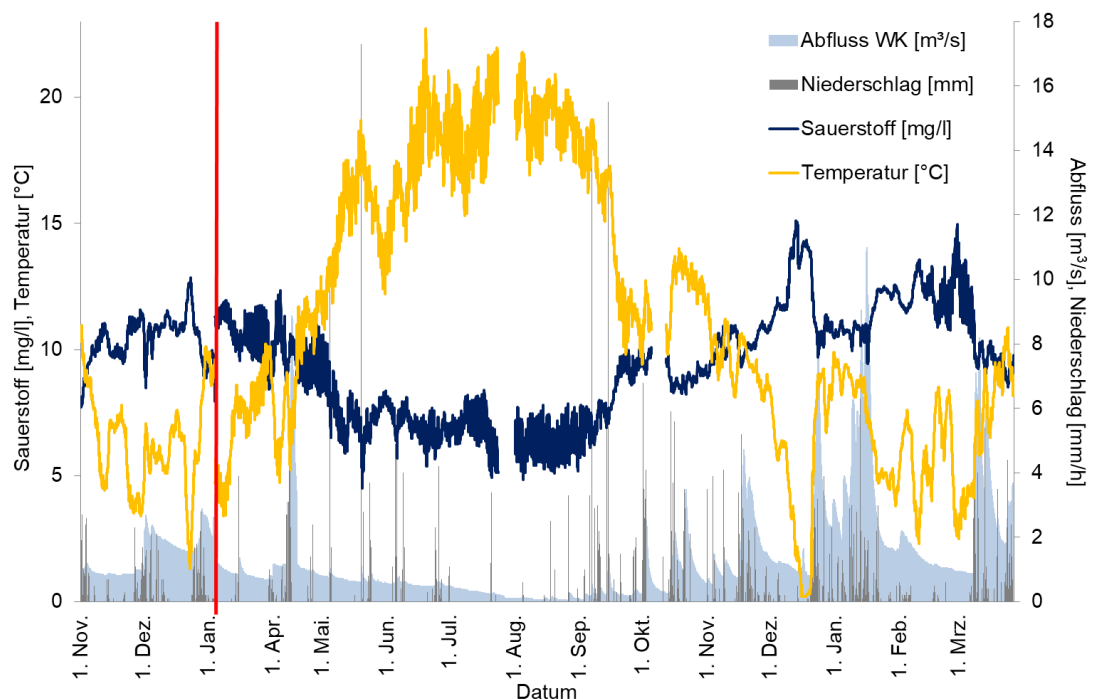


Abb. 3.1.2-1: Wassertemperaturen und Konzentrationen von Sauerstoff (Messstation *Wiebelskirchen*), Abfluss (Pegel *Hangard* angepasst), Niederschläge (Wetterstation *Ottweiler*) (gesamter Messzeitraum)

Neben den täglichen Temperaturschwankungen im Frühjahr bilden sich auch Tagesamplituden im Sauerstoffgehalt und beim pH-Wert aus, welche durch die Photosynthese-Aktivität der Algen und Grünpflanzen im Gewässer verursacht wird (Abb. 3.1.2-2)

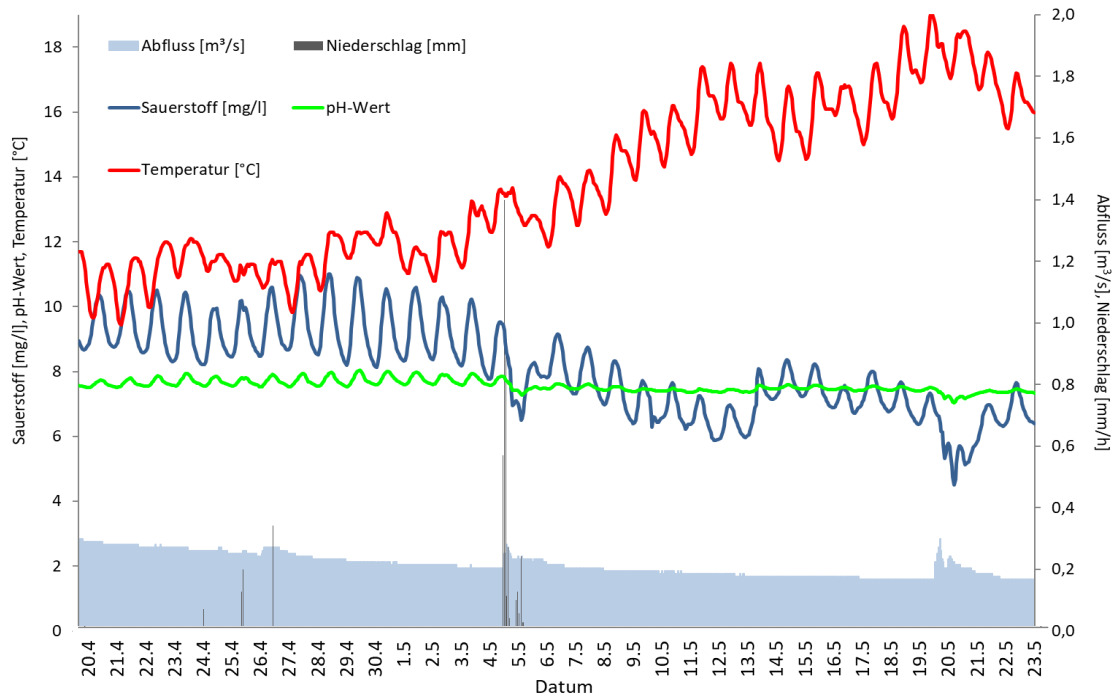


Abb. 3.1.2-2: Konzentration von Sauerstoff, Temperatur und pH-Wert (Messstation *Wiebelskirchen*), Abfluss (Pegel *Hangard* angepasst), Niederschläge (Wetterstation *Ottweiler*) (20.04. bis 22.05.2022)

Weder am 5. noch 20. Mai konnten zum Zeitpunkt der Abnahme der Sauerstoff-Konzentrationen nennenswerte Zunahmen der Ammonium- oder ortho-Phosphat-Gehalte aufgezeichnet werden, welche auf einen Eintrag aus Mischwasserentlastung, also auf eine Verdünnung der Sauerstoff-Konzentration durch Abwasser und/oder Sauerstoff-Zehrung durch Abbau des eingetragenen Materials, hindeuten würden. Allerdings wurde zu den entsprechenden Zeitpunkten ein starker Anstieg der Trübung festgestellt (Abb. 3.1.2-3). Dies lässt darauf schließen, dass durch die Eintrübung des Wassers die Photosynthese verringert und somit die Sauerstoff-Produktion im Gewässer herabgesetzt wurde. Zudem zeigen sich auch in den Messwerten der Trübung sehr deutliche Tagesamplituden, welche jedoch gegensätzlich zur Sauerstoff-Kurve verlaufen. Dies bedeutet, dass die höchsten Trübungswerte dann auftreten, wenn die geringste Sonneneinstrahlung herrscht.

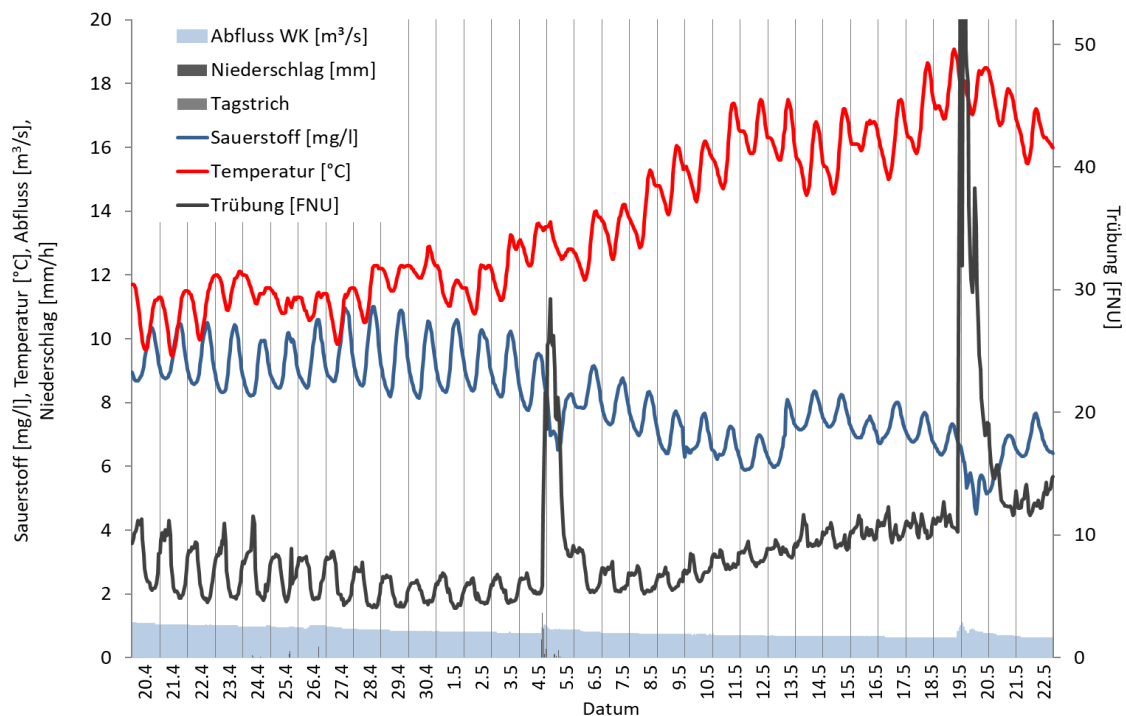


Abb. 3.1.2-3: Konzentration von Sauerstoff, Temperatur und Trübung (Messstation Wiebelskirchen), Abfluss (Pegel Hangard angepasst), Niederschläge (Wetterstation Ottweiler) (20.04. bis 22.05.2022)

Trägt man die Konzentrationen an Sauerstoff gegen die Wassertemperaturen auf und vergleicht diesen Verlauf mit der theoretischen Sauerstoff-Sättigung in Wasser bei Normaldruck, wird deutlich, wie sehr die Sauerstoff-Gehalte gerade im Sommer (bei hohen Temperaturen) von der Sättigungskurve abweichen (Abb. 3.1.2-4). Trotz der hohen Grundgehalte an bioverfügbarem ortho-Phosphat, welches ein übermäßiges Algenwachstum begünstigt, zeigen sich kaum Anzeichen von Eutrophierung, die an anderen Gewässern bzw. Messpunkten im Tagesverlauf zu bisweilen starken Übersättigungen des Wassers mit Sauerstoff führen. Eine leichte Sauerstoff-Übersättigung konnte nur an vereinzelten Tagen im Winter mit geringen Wassertemperaturen aufgezeichnet werden.

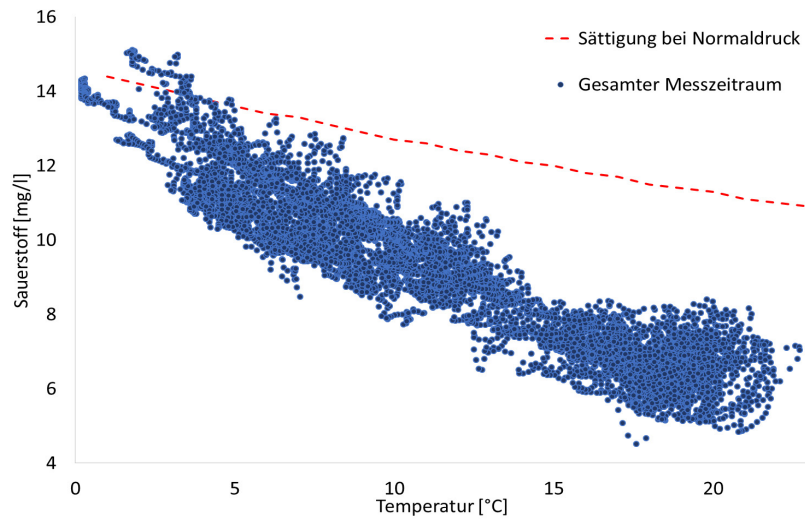


Abb. 3.1.2-4: Konzentrationen von Sauerstoff gegen Temperatur (Messstation *Wiebelskirchen*) (gesamter Messzeitraum)



Die Leitfähigkeit als Indikator für die Salz- und Carbonatgehalte des Wassers bewegt sich zwischen 150 und 400  $\mu\text{S}/\text{cm}$  und wird unter anderem vom TIC, welcher wiederum vornehmlich die Carbonat-Konzentrationen widerspiegelt, beeinflusst. Die Salz- und Carbonatgehalte werden durch Regenfälle verdünnt und nehmen bei rückläufigen Wasserständen zu (Abb. 3.1.2-5)

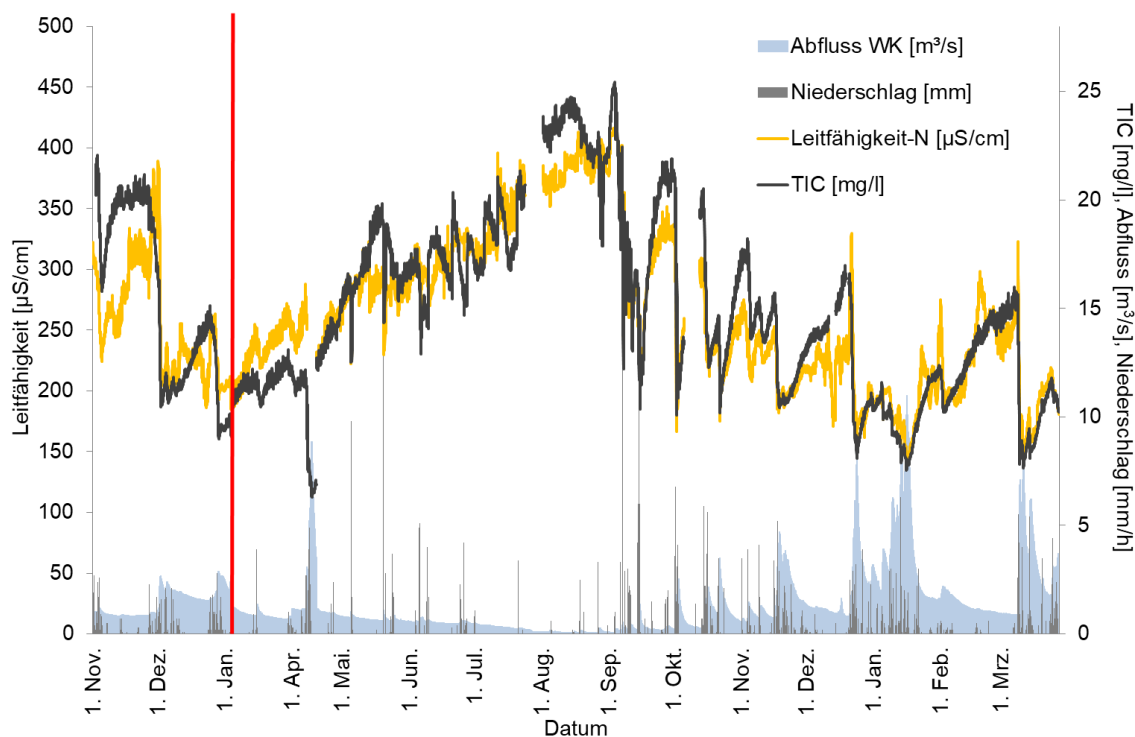


Abb. 3.1.2-5: Leitfähigkeit und Konzentrationen an TIC (Messstation *Wiebelskirchen*), Abfluss (Pegel *Hangard* angepasst), Niederschläge (Wetterstation *Ottweiler*) (gesamter Messzeitraum)

### 3.1.3 Vergleich der Messwerte mit den gesetzlichen Anforderungen

In den folgenden beiden Tabellen sind die Mittelwerte, die Mediane, Minima und Maxima der online-Messdaten (Stundenmittelwerte) (Tabelle 3.3-1a und b) sowie der Stichprobenmessungen (Tabelle 3.3-1c), die jeweils während des Messzeitraumes vom 1. November 2021 bis 27. März 2023 an der Oster in *Wiebelskirchen* erhoben wurden, aufgeführt. Die entsprechenden Werte werden im jeweiligen Text mit den Anforderungen verglichen. Die den Berechnungen zugrundeliegende Vorgehensweise ist in Kapitel 2.3.1 erläutert.

Während des Messzeitraumes lagen die Gehalte von Gesamt-Phosphor und ortho-Phosphat am Standort in *Wiebelskirchen* fast immer über den Orientierungswerten der OGewV, die Werte für Nitrat überschritten in zwei Drittel der Messungen den Schwellenwert gemäß Methodenhandbuch (s. Tabelle 3.1.3-1). Die TOC-Gehalte überschritten in lediglich 4%, die Ammoniak-Konzentrationen in 8% und die Ammonium-Konzentrationen nur in 7% der Messungen (90er Perzentil: 0,073 mg/l  $\text{NH}_4\text{-N}$ ) die jeweilige Orientierungswerte.

Die Temperaturen lagen in den Wintermonaten (s.o.) nur vereinzelt über dem in der OGewV geforderten Maximum von 10°C, im Sommer in 5% der Fälle über dem Orientierungswert von 20°C. Die pH-Werte bewegten sich immer innerhalb des geforderten Bereiches. Hingegen lagen die Sauerstoff-Konzentrationen in 17% der Messungen unter dem Orientierungswert (7 mg/l). Das 90er-Perzentil (P90) der Sauerstoff-Gehalte beträgt 12,1 mg/l, das 10er-Perzentil (P10) 5,46 mg/l.

Bei den durch Stichproben erhaltenen Messwerten konnten nur drei Mal eine leichte Überschreitung bei Nitrit festgestellt werden.

Tabelle 3.1.3-1: Mittelwerte, Mediane, Minima und Maxima der online erhobenen Stundenmittelwerte (Teil a und b) sowie der Stichprobenmessungen (Teil c) der Oster in *Wiebelskirchen*, jeweilige Orientierungswert (OW) der OGewV [8] bzw. Schwellenwert des Methodenhandbuchs (MHB) [9] für Nitrat bei Fließgewässertyp 09.1 sowie Anzahl der zugrundeliegenden Stundenmittelwerte (gesamter Messzeitraum)

a	Nitrat-N [mg/l]	Ammonium-N [mg/l]	ortho-Phosphat-P [mg/l]	Gesamt-Phosphor [mg/l]	TOC [mg/l]	TIC [mg/l]	Ammoniak-N [µg/l]
Mittelwert	<b>3,08</b>	<b>0,027</b>	<b>0,202</b>	<b>0,250</b>	<b>3,46</b>	14,9	<b>0,160</b>
Median	2,97	0,005	0,154	0,194	3,19	14,3	0,042
Minimum	1,01	n.n.	0,048	0,096	1,40	2,34	n.n.
Maximum	5,45	0,493	0,671	0,776	16,0	25,4	3,77
Anzahl Werte	10072	10007	10082	10082	10154	10154	9627
OW OGewV / Schwellenwert MHB	≤ <b>2,48</b>	≤ <b>0,1</b>	≤ <b>0,07</b>	≤ <b>0,1</b>	≤ 7	-	≤ 2

b	pH- Wert	Sauerstoff [mg/l]	Temperatur [°C]	Leitfähigkeit [µS/cm]
Mittelwert	7,49	9,48	10,2	261
Median	7,49	9,73	8,8	244
Minimum	<b>6,97</b>	<b>4,51</b>	0,20	138
Maximum	<b>8,48</b>	15,1	<b>22,7</b>	427
Anzahl Werte	9877	10302	10341	10266
OW OGewV	<b>7 – 8,5</b>	> 7	≤ 20	-

c	Nitrit-N [mg/l]	Sulfat [mg/l]	Chlorid [mg/l]	Kalium [mg/l]	Calcium [mg/l]	Magnesium [mg/l]	Natrium [mg/l]
Mittelwert	<b>0,027</b>	<b>28,1</b>	<b>21,7</b>	4,21	26,3	9,14	15,4
Median	0,026	23,9	20,9	3,49	25,8	8,75	13,2
Minimum	0,008	17,9	11,6	2,28	19,3	6,02	8,79
Maximum	0,074	116	35,0	7,30	33,7	12,6	24,8
Anzahl Werte	50	37	37	37	37	37	37
OW OGewV / Schwellenwert MHB	≤ <b>0,05</b>	≤ 220 (bedingt durch Einleitung)	< 200 (bedingt durch Einleitung) bzw. ≤ 50 (unterstüt. Qualitätskomponente)	-	-	-	-

Im Anhang finden sich eine Darstellung der Messdaten in Form von Box- Whisker-Plots (Abb. 6-2) sowie eine tabellarische Aufstellung der statistischen Daten des Abflusses, der Niederschläge sowie weiterer Wetterdaten (Tabelle 6-2).

### 3.1.4 Frachten der Nährstoffe

Aufgrund der hohen Abflussspitzen wurden während der Frühjahres- und Wintermonate kurzfristig sehr große Frachten an Nährstoffen in der Oster transportiert. Ein Beispiel dafür ist in Abbildung 3.1.4-1 anhand der Phosphor-Frachten dargestellt.

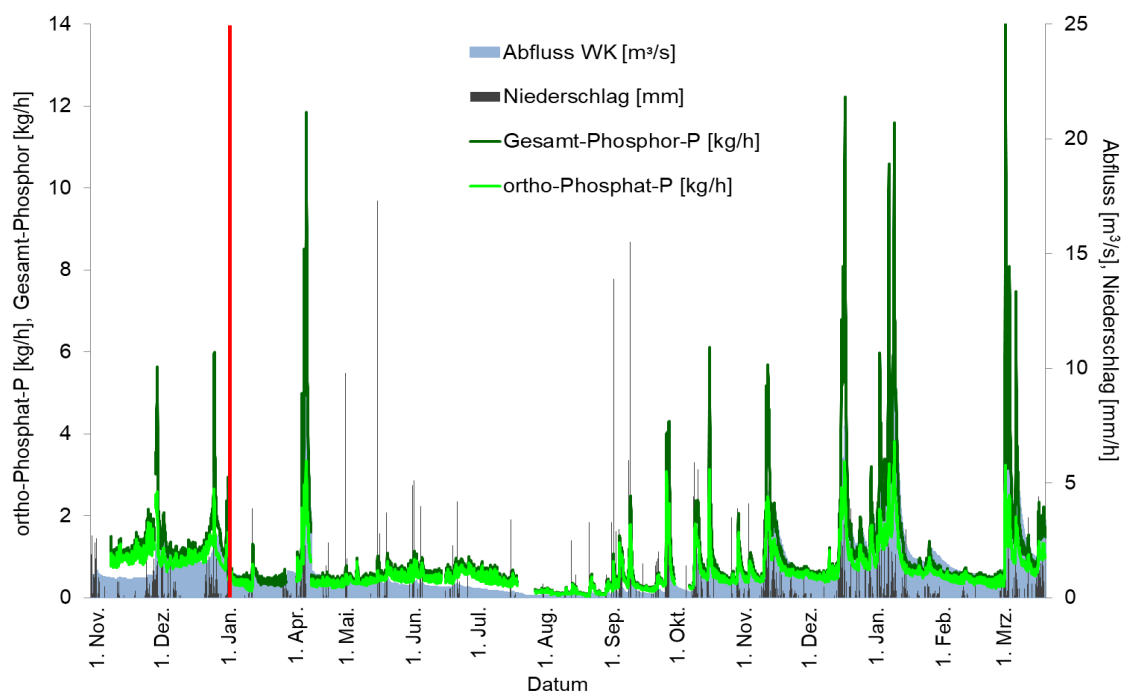


Abb. 3.1.4-1: Frachten von Gesamt-Phosphor und ortho-Phosphat (Messstation *Wiebelskirchen*), Abfluss (Pegel *Hangard* angepasst), Niederschläge (Wetterstation *Ottweiler*) (gesamter Messzeitraum)

Die Abbildungen der Frachten von Ammonium, Nitrat, TOC und TIC finden sich im Anhang (Abb. 6-3 bis 6-6).

Eine Übersicht über die Mittelwerte, Mediane, Minima und Maxima der Frachten der Nährstoffe, die für den Messzeitraum Oster in *Wiebelskirchen* ermittelt wurden, ist in den Tabellen 3.1.4-1a und 3.1.4-1b sowie im Anhang in Form von Box-Whisker-Plots (Abb. 6-7) zusammengestellt.

Tabelle 3.1.4-1a: Mittelwerte, Mediane, Minima und Maxima der Nährstoff-Frachten (auf Basis der Stundenmittelwerte) und des Abflusses der Oster in *Wiebelskirchen* (01.11.2021 bis 27.03.2023)

Frachten	Nitrat-N [kg/h]	Ammonium-N [kg/h]	ortho-Phosphat-P [kg/h]	Gesamt-Phosphor [kg/h]	TOC [kg/h]	TIC [kg/h]	Ammoniak-N [g/h]	Abfluss [m³/h]
Mittelwert	16,7	0,162	0,665	0,983	20,0	58,3	0,646	1,32
Median	10,3	0,025	0,527	0,614	8,49	48,9	0,171	0,891
Minimum	0,173	n.n.	0,039	0,046	0,413	2,683	n.n.	0,034
Maximum	145	6,57	3,82	14,4	385	300	44,9	11,0

Um die Gesamtfracht über den Messzeitraum zu erhalten, wurden, wie in Kapitel 2.3.3 beschrieben, fehlende Konzentrationsangaben durch den Mittelwert des jeweiligen Datensatzes (s. Tabelle 3.1.3-1) des betreffenden Parameters ausgeglichen und mit dem entsprechenden Abflusswert verrechnet.

Aufgrund von Hochwasser kam es vom 4. Januar bis 4. März 2022 und vom 12. bis 19. April 2022 zu einem Ausfall des gesamten Systems, es können daher keine validen Angaben über reale Frachten gemacht werden (siehe Kapitel 2.3) und wurden daher zunächst außer Acht gelassen.

Um dennoch eine Abschätzung der Gesamtfrachten unter Berücksichtigung der Messausfallzeiten vornehmen zu können, sind in der folgenden Tabelle zwei unterschiedliche Gesamtfrachten angegeben: die Gesamtfracht 1 ohne Berücksichtigung der betreffenden Zeiträume sowie die Gesamtfracht 2, für welche die Messausfälle analog zu der in Kapitel 2.3.3 beschriebenen Vorgehensweise rechnerisch kompensiert und zu der Gesamtfracht 1 hinzuaddiert wurden. Die Gesamtfracht 2 ist somit nur als Näherungswert zu verstehen.

Betrachtet man die Abflusswerte entsprechend zur Gesamtfracht 2, so beträgt der Mittelwert des Abflusses 1,48 m<sup>3</sup>/s (im Vergleich zur Gesamtfracht 1 von 1,32 m<sup>3</sup>/s), das erfasste Abflussmaximum liegt bei 23,5 m<sup>3</sup>/s (im Vergleich zur Gesamtfracht 1 mit 11 m<sup>3</sup>/s).

Tabelle 3.1.4-1b: Gesamtfracht der Nährstoffe Oster in *Wiebelskirchen* im Messzeitraum (01.11.2021 bis 27.03.2023), 1: fett gedruckt ohne Berücksichtigung der Messausfallzeiten sowie 2: mit Kompensation der Messausfälle vom 04.01. bis 04.03.2022 und vom 12. bis 19.04.2022

<b>Gesamtfracht</b>	<b>Nitrat-N [t]</b>	<b>Ammonium-N [t]</b>	<b>ortho-Phosphat-P [t]</b>	<b>Gesamt-P [t]</b>	<b>TOC [t]</b>	<b>TIC [t]</b>	<b>Ammoniak-N [kg]</b>
<b>1</b>	<b>184</b>	<b>1,74</b>	<b>6,92</b>	<b>10,2</b>	<b>206</b>	<b>606</b>	<b>6,64</b>
2	230	2,13	9,88	13,9	257	824	9,51

### 3.1.5 Abschätzung der Belastungsquellen

Zur Abschätzung der Herkunft der Belastungen wurde die in Kapitel 2.3.4 beschriebene Vorgehensweise angewandt. Der Median des betreffenden Abfluss-Datensatzes dient dabei als Kriterium zur Unterteilung der Gesamtfrachten in eine Grund- und eine sog. Niederschlagsfracht. Somit ergibt sich die in Tabelle 3.1.5.-1 gezeigte Verteilung der Frachten.

Tabelle 3.1.5-1: Vergleich der Grund-, „Niederschlags“ und Gesamtfrachten über den gesamten Messzeitraum (Messstation *Wiebelskirchen*) (Messzeitraum (01.11.2021 bis 27.03.2023))

Fracht [t]	<b>Nitrat-N</b>	<b>Ammonium-N</b>	<b>Gesamt-Phosphor</b>	<b>ortho-Phosphat-P</b>	<b>TOC</b>
Grund-	48,8	0,30	5,1	4,39	58,1
Niederschlags-	135	1,44	5,1	2,53	148
Gesamt-	184	1,74	10,2	6,92	206

Analog zu der Einteilung in Kapitel 2.3.4 wurden die Frachten aus den unterschiedlichen Belastungsquellen für den Messzeitraum kategorisiert. Unter Berücksichtigung der von den Kläranlage im Einzugsgebiet emittierten Frachten ergibt sich die in Tabelle 3.1.5-2 aufgeschlüsselte Verteilung.

Tabelle 3.1.5-2: Herkunft der Belastungen an Gesamt-Stickstoff (oben) und Gesamt-Phosphor (unten) in t (und in Prozentanteil in Klammern) an der Gesamtfracht über den gesamten Messzeitraum (Messstation *Wiebelskirchen*) (Messzeitraum (01.11.2021 bis 27.03.2023))

Gesamt-Stickstoff [t] (%)	Landwirtschaft	Kläranlagen	Mischwasser- entlastung	Grundwasser
		136 (73)	12,4 (7)	1,44 (1)

Gesamt-Phosphor [t] (%)	Landwirtschaft	Kläranlagen	Mischwasserentlastung
		2,57 (25)	3,79 (37)

Der Fehlbetrag von 13% für Phosphor kann darauf zurückgeführt werden, dass bei der Bilanzierung Sedimentations- und Remobilisierungs-Vorgänge nicht berücksichtigt werden können. Einträge von größeren Mengen an Phosphor aus dem Grundwasser können im Einzugsgebiet der Oster ausgeschlossen werden.

### 3.2 Vergleich der Messungen 2014 und 2022

Da ein Fokus dieser Studie auf der Abschätzung der Veränderung der chemischen Wasserqualität an der Oster liegt, werden in den folgenden Kapiteln die aktuell erhobenen Messdaten denjenigen Daten gegenübergestellt, die im Jahr 2014 am gleichen Standort in *Wiebelskirchen* erfasst wurden. Die jeweiligen Vergleiche der Konzentrationen, Frachten und Ereignisse sowie auch der entsprechenden Wetterdaten beziehen sich dabei auf den Zeitraum vom 8. März bis zum 29. Oktober 2014 und 2022, da dieser Zeitraum für beide Jahre deckungsgleich ist. Eine Beschreibung der konkreten Vorgehensweise findet sich in Kapitel 2.3.

#### 3.2.1 Vergleich der Wetter- und Abflussbedingungen

Um die Ergebnisse der beiden Messphasen entsprechend einstufen zu können, müssen auch die Abfluss- und Wetterbedingungen beider Zeiträume berücksichtigt werden. Bei der Gegenüberstellung der Abflusskurven und Niederschlagswerte fällt auf, dass die Wassermengen im Jahr 2014 gleichmäßiger verteilt waren als im Jahr 2022. Im aktuellen Zeitraum wurden im Frühjahr und Winter mehrere hohe Niederschlags- und Abflussspitzen, im Sommer Phasen ohne Niederschlag und entsprechend sehr geringe Abflüsse aufgezeichnet (Abb. 3.2.1-1 oben und Mitte). Die Lufttemperaturen waren im Spätsommer 2022 über längere Phasen sehr viel höher als 2014 (Abb. 3.2.1-1 unten).

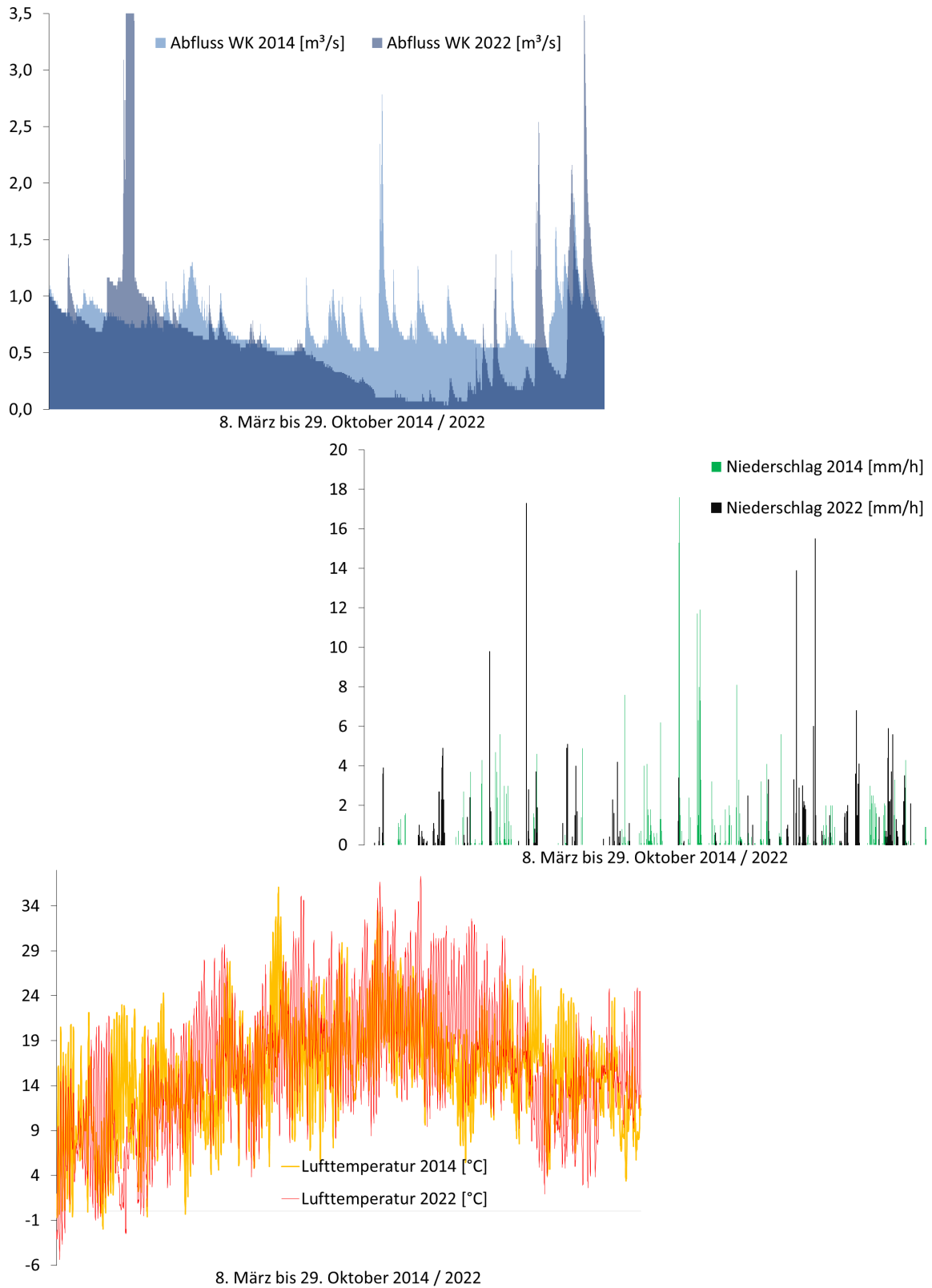


Abb. 3.2.1-1: Vergleich des Abflusses (Pegel *Hangard* angepasst) (oben), der Niederschläge (Wetterstation *Ottweiler*) (Mitte) und der Lufttemperaturen (Wetterstation *Waldmohr*) (unten) (08.03. bis 29.10.2014 und 2022)

In Tabelle 3.2.1-1 sind die statistischen Kenngrößen der oben dargestellten Parameter zusammengefasst. Es wird v.a. im Maximum der Abflüsse und im Mittelwert der Lufttemperaturen der Unterschied zwischen beiden Betrachtungszeiträumen noch einmal deutlich.

Tabelle 3.2.1-1: Vergleich der Mittelwerte, der Mediane, Minima und Maxima der Abflüsse (Pegel *Hangard* angepasst), der Niederschläge (Wetterstation *Ottweiler*) sowie der Lufttemperaturen und der Globalstrahlung (Wetterstation *Waldmohr*) (08.03. bis 29.10. 2014 und 2022)

	Abfluss [m <sup>3</sup> /s]		Niederschlag [mm/h]		Lufttemperatur [°C]		Globalstrahlung [W/m <sup>2</sup> ]	
	2014	2022	2014	2022	2014	2022	2014	2022
<b>Mittelwert</b>	0,756	0,648	0,99	1,21	15,2	16,0	188	309
<b>Median</b>	0,720	0,531	0,40	0,60	15,3	15,8	35	225
<b>Minimum</b>	0,445	0,034			-2,00	-5,40		
<b>Maximum</b>	2,79	8,87	17,6	17,3	36,1	37,3	1076	1059

Die Abflussmenge der Oster in *Wiebelskirchen* war im Jahr 2022 um etwa 13% geringer als im Jahr 2014. Die Niederschläge betragen in Summe 481 mm (2014) und 446 mm (2022), was einer Differenz von ca. 7% entspricht; für die Globalstrahlung konnte eine leichte Zunahme ermittelt werden (in Summe 1030 kW/m<sup>2</sup> im Jahr 2014 bzw. 1070 kW/m<sup>2</sup> im Jahr 2022). Zudem ergab die statistische Überprüfung gemäß der in Kapitel 2.3.1 erläuterten Vorgehensweise, dass sich die Verläufe der Lufttemperaturen der beiden Jahre signifikant voneinander unterscheiden.

### 3.2.2 Vergleich der Konzentrationen und der elektrochemischen Parameter

Analog zur statistischen Überprüfung der Lufttemperaturen wurden auch die Wassertemperaturen einem Vergleichstest unterzogen (vgl. auch Kapitel 2.3.1). Dieser zeigte ebenso einen signifikanten Unterschied für die beiden Datensätze, wobei die Wassertemperaturen 2022 ebenfalls höher waren als 2014 (Tab. 3.2.2-1).

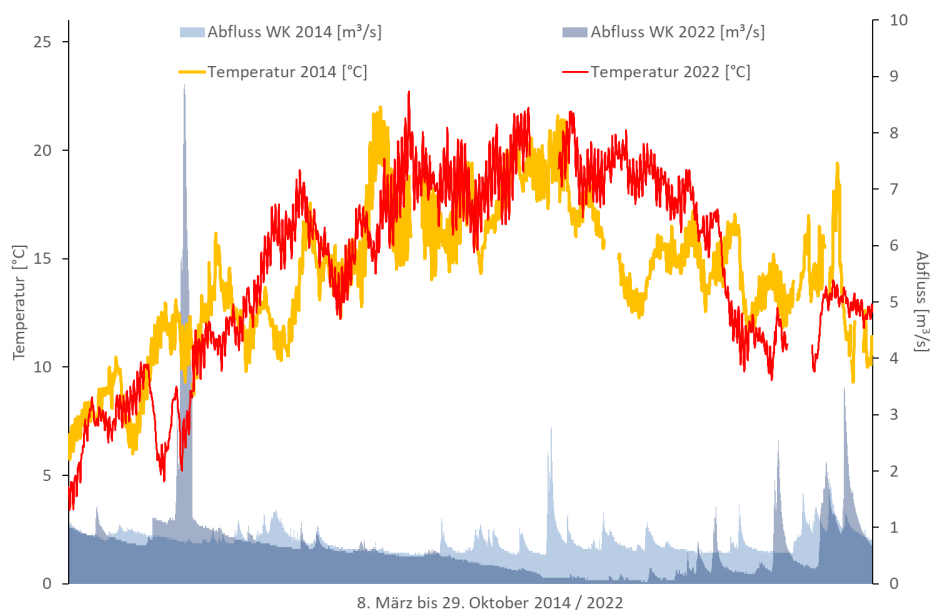


Abb. 3.2.2-1: Vergleich der Wassertemperaturen (Messstation *Wiebelskirchen*) und der Abflüsse (Pegel *Hangard* angepasst) (08.03. bis 29.10.2014 und 2022)

Die Ammonium-Werte sind in Bezug auf die Grundbelastungen beider Jahre vergleichbar, der Mittelwert für das Jahr 2014 wird allerdings deutlich negativ beeinflusst durch das Ereignis im Juni 2014 (Abb. 3.2.2-2). Dieses wurde vermutlich durch einen Defekt in einer der zur Messstation nächstgelegenen Mischwasserentlastungsanlage verursacht, wodurch nach einem regulären Abschlag über einen längeren Zeitraum weiterhin ungeklärtes Abwasser aus dem Kanal direkt in das Gewässer gelangen konnte. Zu bedenken ist auch, dass die Ammonium-Gehalte im Jahr 2022 aufgrund der höheren Temperaturen in den Kläranlagen und im Gewässer selbst schneller abgebaut werden konnten.

Im Jahr 2014 wurden während des 8-monatigen Messzeitraumes am Standort in *Wiebelskirchen* 8-mal Einleitungen aus Mischwasserentlastungsanlagen mit Konzentrationsspitzen an Ammonium, ortho-Phosphat und TOC festgestellt, im Vergleichszeitraum des Jahres 2022 hingegen nur 2 Mal.

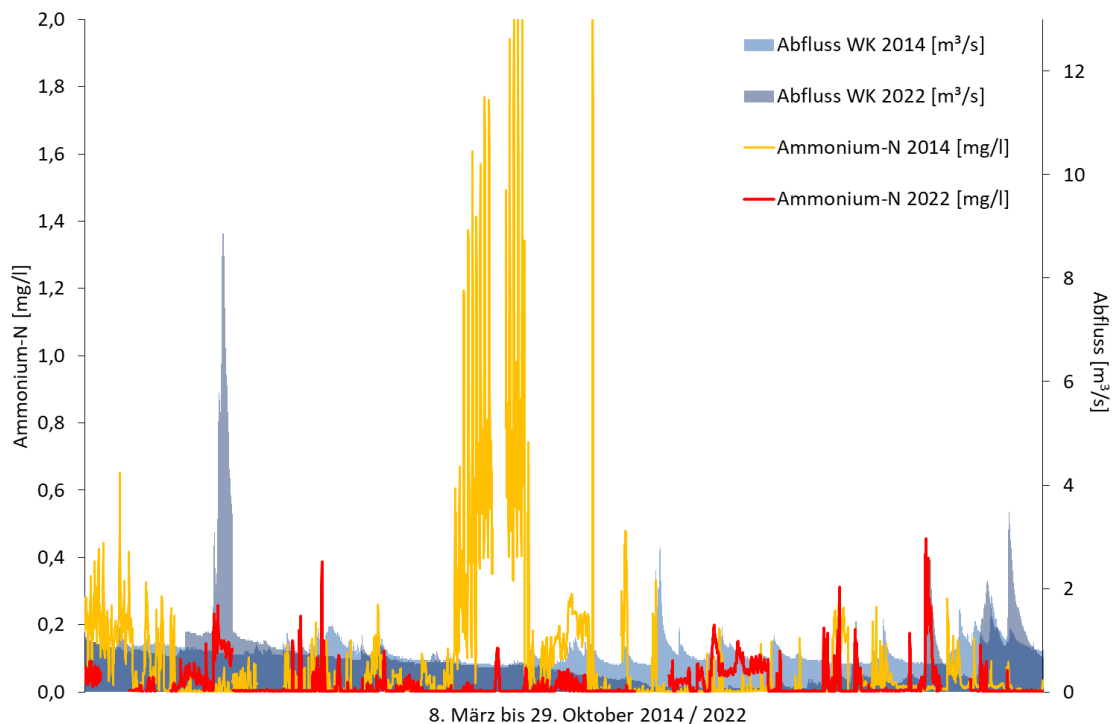


Abb. 3.2.2-2: Vergleich der Konzentrationen von Ammonium (Messstation *Wiebelskirchen*) und der Abflüsse (Pegel *Hangard* angepasst) (08.03. bis 29.10.2014 und 2022)



Wie für die Phosphor-Konzentrationen des Jahres 2022 (vgl. Kapitel 3.1.1) kann für die Gesamt-Phosphor- und ortho-Phosphat-Gehalte 2014 eine sehr hohe Korrelation festgestellt werden (jeweiliger Bezugszeitraum 2014:  $R^2 = 0,943$ , 2022:  $R^2 = 0,974$ ); der bei Weitem größte Anteil an Gesamt-Phosphor wurde also auch im Jahr 2014 als gelöstes ortho-Phosphat und somit über kommunales Abwasser in das Gewässer eingetragen (Abb. 3.2.2-3). Einträge über Erosion, also aus sog. diffusen Quellen, waren in beiden Jahren selten.

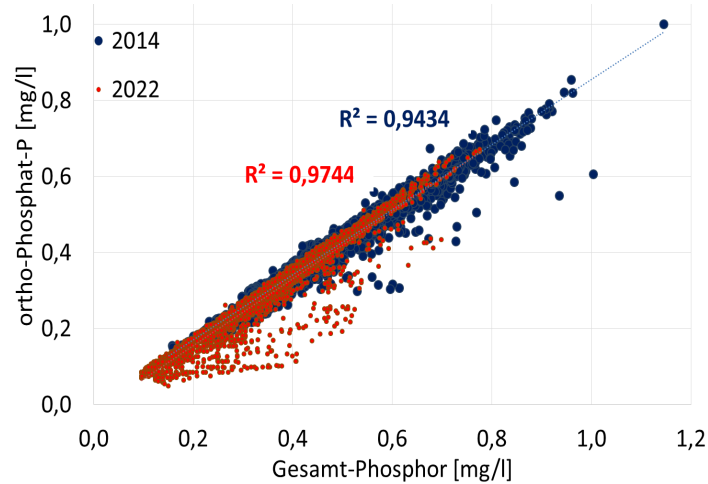


Abb. 3.2.2-3: Konzentrationen von ortho-Phosphat gegen Gesamt-Phosphor (Messstation *Wiebelskirchen*) und der Abflüsse (Pegel *Hangard* angepasst) (08.03. bis 29.10.2014 und 2022)

Insgesamt waren die Phosphor-Konzentrationen trotz niedrigerer Abflüsse im Jahr 2022 etwas geringer als 2014 (Abb. 3.2.2-4, vgl. auch Tabelle 3.2.2-1). In beiden Jahren kommt es bei rückläufigen Wasserständen zu einem Anstieg der Phosphor-Gehalte, da die Kläranlagen im Einzugsgebiet kontinuierliche Mengen an Phosphor emittieren, diese jedoch im Gewässer weniger stark verdünnt werden.

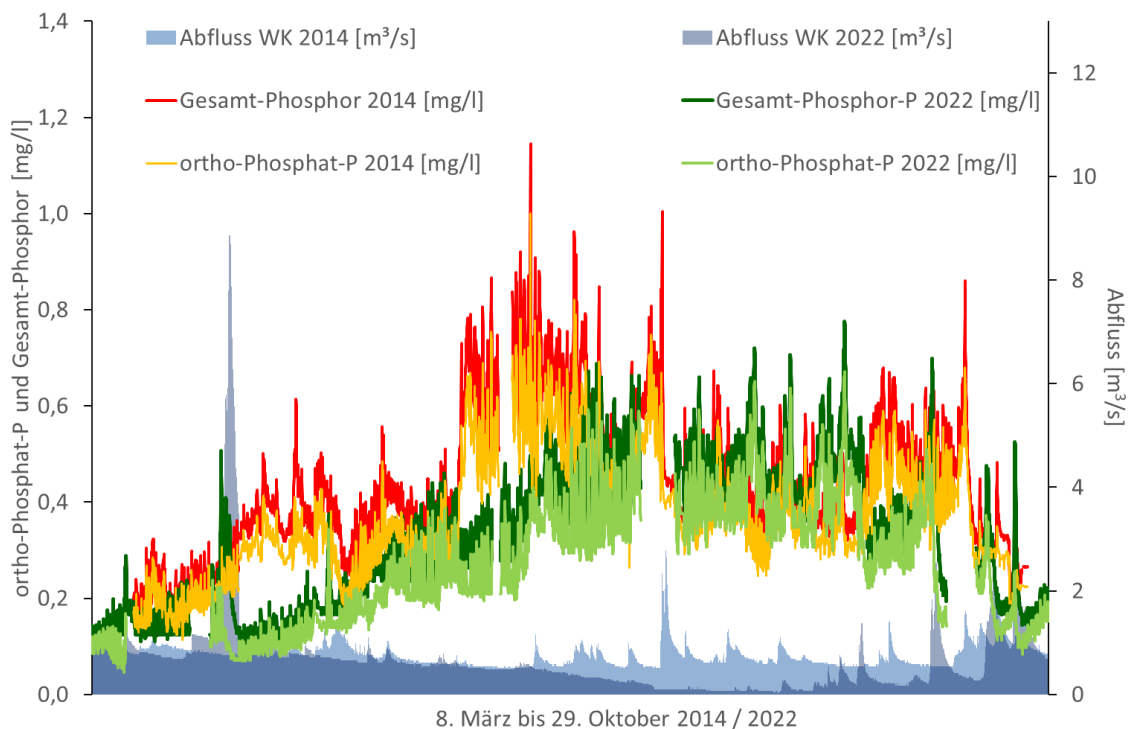


Abb. 3.2.2-4: Vergleich der Konzentrationen von Gesamt-Phosphor und ortho-Phosphat (Messstation *Wiebelskirchen*) und der Abflüsse (Pegel *Hangard* angepasst) (08.03. bis 29.10.2014 und 2022)

Die Grundgehalte von Nitrat waren im aktuellen Messzeitraum deutlich geringer als im Jahr 2014 (Abb. 3.2.2-5). Da die Nitrat-Emissionen der Kläranlagen im Einzugsgebiet in etwa gleichgeblieben sind (vgl. Kapitel (3.2.4)), könnte dies an einem verringerten Nitrat-Eintrag aus dem Grundwasser liegen. Eine nähere Betrachtung der Herkunft der einzelnen Stoffe sowie deren Unterschiede in den beiden Vergleichsjahren findet sich in Kapitel 3.2.4.

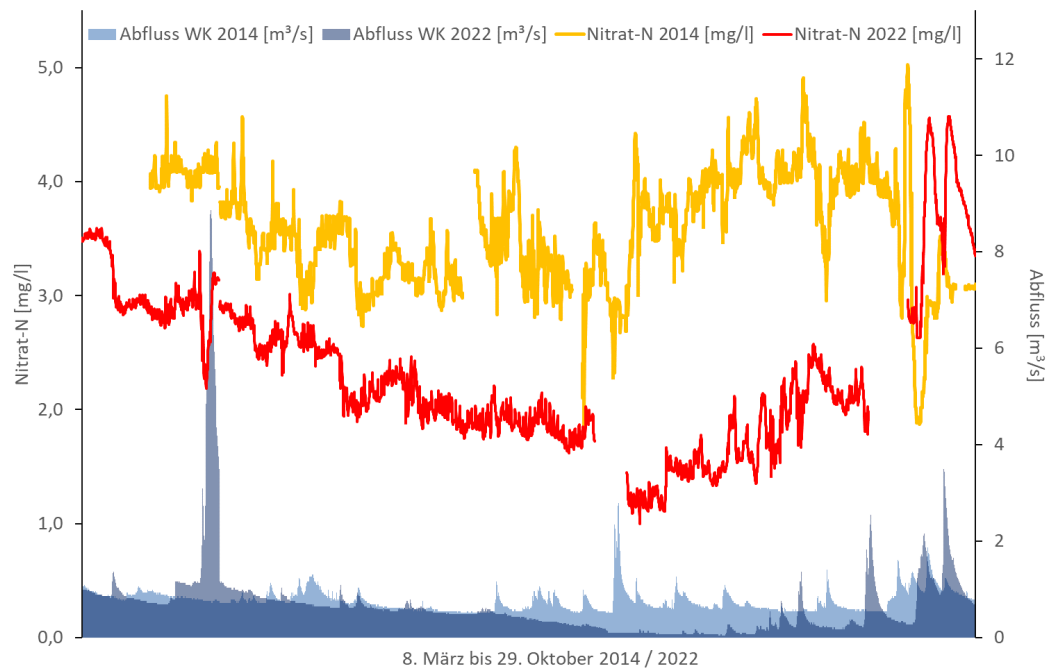


Abb. 3.2.2-5: Vergleich der Konzentrationen von Nitrat (Messstation *Wiebelskirchen*) und der Abflüsse (Pegel *Hangard* angepasst) (08.03. bis 29.10.2014 und 2022)

In beiden Jahren konnten, vor allem im Herbst, Nitrat-Einträge über Zwischenabfluss beobachtet werden. In Abb. 3.2.2-6 sind einige solcher Ereignisse dargestellt, diese variieren je nach Wetterbedingungen, Intensität und Ort des Niederschlages sowie vorausgegangenen Auswaschungseignissen.

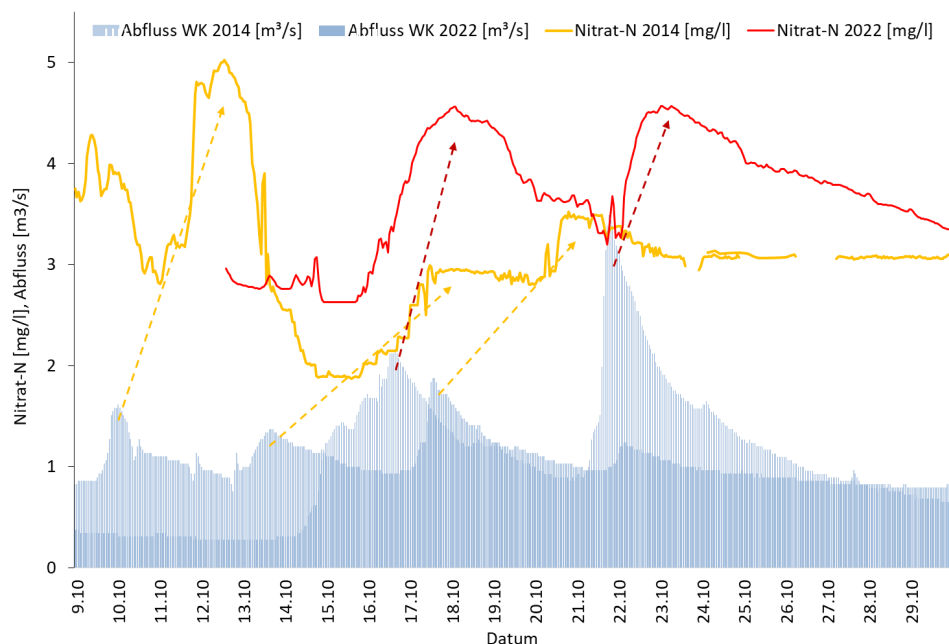


Abb. 3.2.2-6: Vergleich von Einträgen von Nitrat über Zwischenabfluss (Messstation *Wiebelskirchen*) und der Abflüsse (Pegel *Hangard* angepasst) (08.03. bis 29.10.2014 und 2022)

Bei TOC zeigen sich im Jahr 2014 ebenfalls deutlich höhere Grundgehalte als im aktuellen Messzeitraum, ebenso waren die Konzentrationsspitzen bei einer Zunahme des Abflusses im Jahr 2014 ausgeprägter (Abb. 3.2.2-7). Dies könnte auf die geringeren Temperaturen und den dadurch geringeren Umsatz an Kohlenstoffen im Gewässer zurückzuführen sein. Dem widerspricht allerdings die Vermutung, dass im Jahr 2022 der Eutrophierungsgrad des Gewässers am Standort in *Wiebelskirchen* geringer war als 2014 (siehe unten).

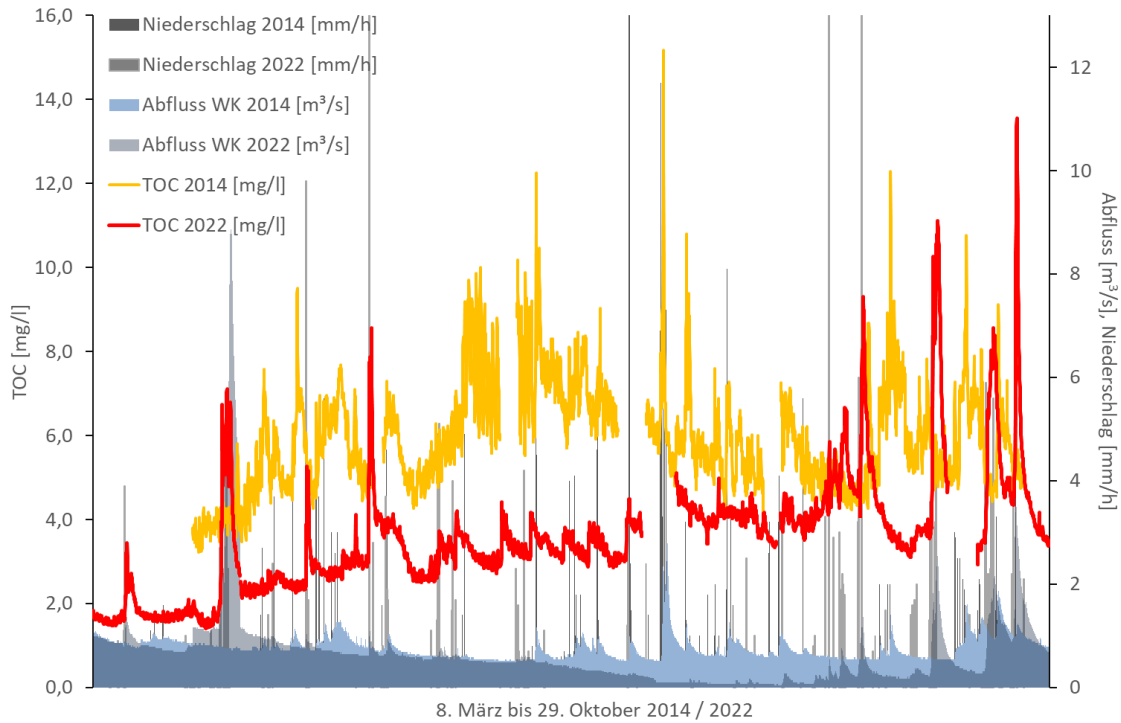


Abb. 3.2.2-7: Vergleich der Konzentrationen von TOC (Messstation *Wiebelskirchen*) und der Abflüsse (Pegel *Hangard* angepasst) und Niederschläge (Wetterstation *Ottweiler*) (08.03. bis 29.10.2014 und 2022)

Allerdings waren im Jahr 2022 auch die Grundgehalte an Sauerstoff niedriger und lagen öfter unter dem geforderten Minimum von 7 mg/l (Abb. 3.2.2-8); es treten hingegen keine extremen Sauerstoff-Defizite auf wie 2014.

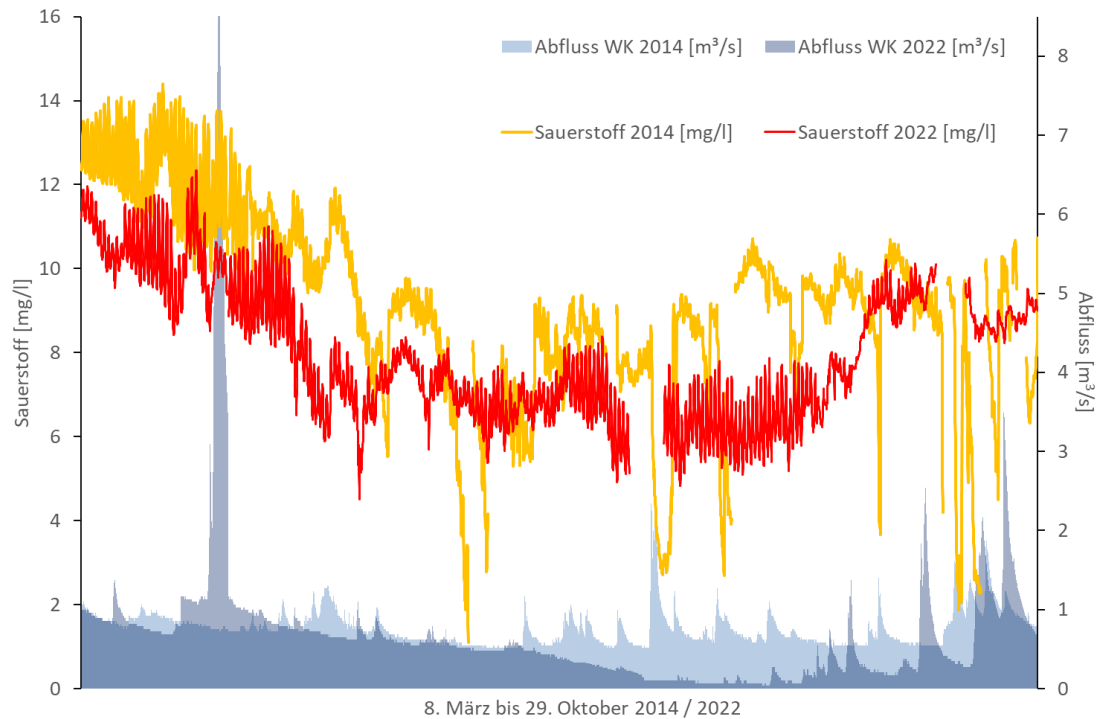


Abb. 3.2.2-8: Vergleich der Sauerstoff-Konzentrationen (Messstation *Wiebelskirchen*), der Abflüsse (Pegel *Hangard* angepasst) und Niederschläge (Wetterstation *Ottweiler*) (08.03. bis 29.10.2014 und 2022)

Betrachtet man die Sauerstoff-Konzentrationen in Abhängigkeit von der Temperatur und im Vergleich mit der Sättigungskurve, so zeigt sich, dass auch die Phasen der Übersättigung gegenüber 2014 abgenommen haben (Abb. 3.2.2-9). Dies ist ein Hinweis auf die Abnahme der Eutrophierung an diesem Standort (vgl. Kapitel 3.1.2).

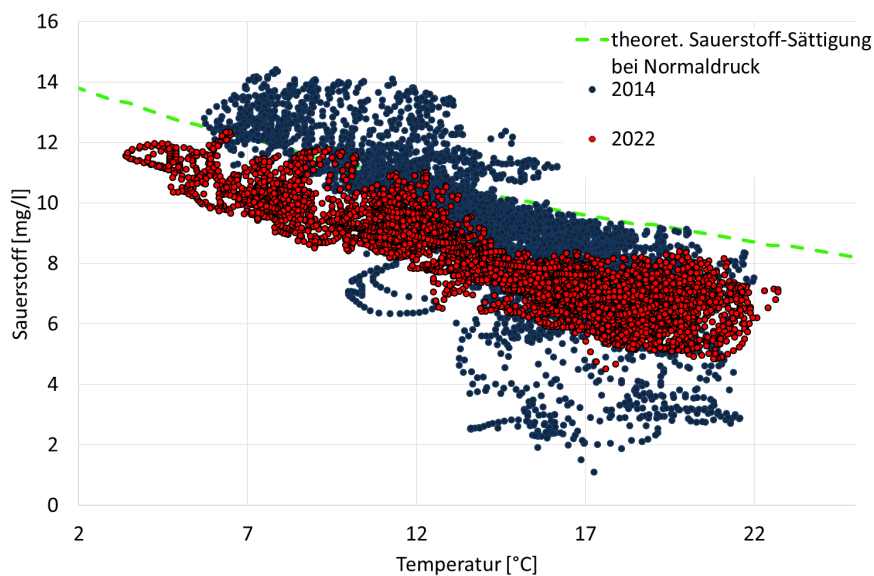


Abb. 3.2.2-9: Konzentrationen von Sauerstoff gegen Temperatur (Messstation *Wiebelskirchen*) (gesamter Messzeitraum) (08.03. bis 29.10.2014 und 2022)

Dies spiegelt sich auch im pH-Werten wider, da dieser ebenfalls von der Photosynthese, also dem Algengehalt, im Gewässer beeinflusst wird. In Abbildung 3.2.2-10 sind die großen Tagesamplituden im Frühjahr 2014 zu erkennen, im Jahr 2022 sind diese weniger stark ausgeprägt. Zudem verlief der pH-Wert im Jahr 2022 stabiler, und es waren seltener Abnahmen des pH-Wertes zu verzeichnen.

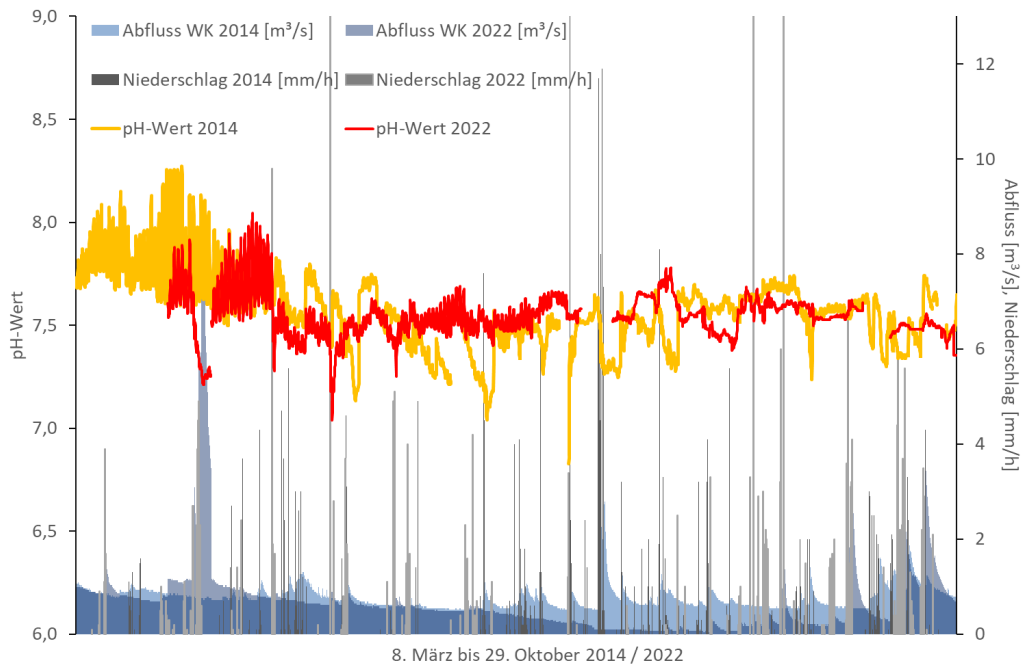


Abb. 3.2.2-10: Vergleich der pH-Werte (Messstation *Wiebelskirchen*) und der Abflüsse (Pegel *Hangard* angepasst) und der Niederschläge (Wetterstation *Ottweiler*) (08.03. bis 29.10.2014 und 2022)

Da die Leitfähigkeit mit rückläufigen Wasserständen zunimmt, traten im trockenen Sommer 2022 höhere Leitfähigkeitswerte auf als im Vergleichszeitraum 2014 (Abb. 3.2.2-11). Abgesehen davon bewegten sich die Werte in einem vergleichbaren Rahmen.

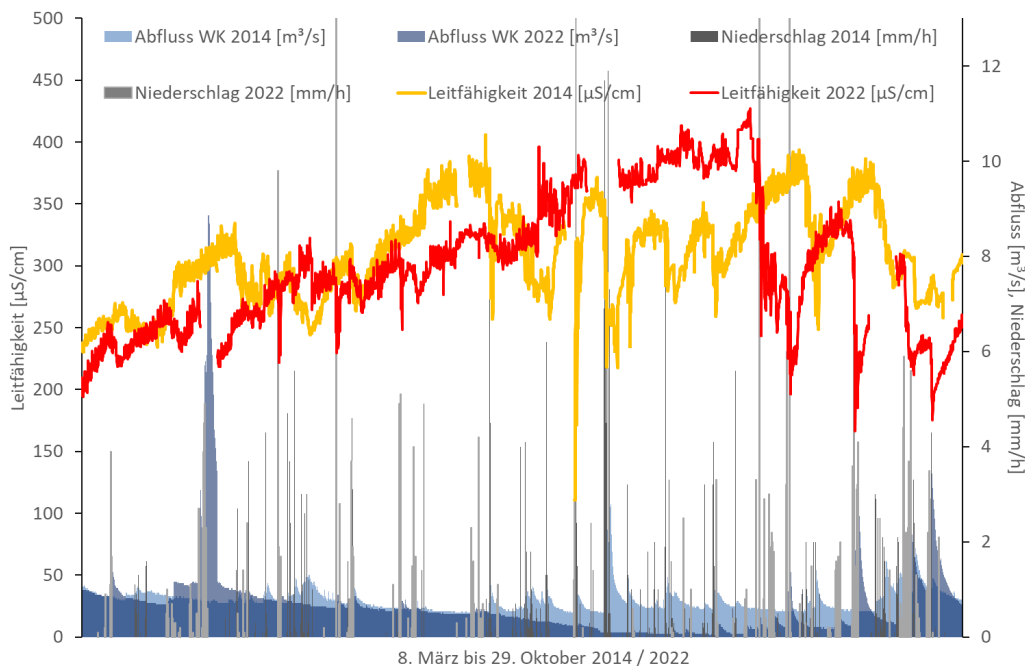


Abb. 3.2.2-11: Vergleich der Leitfähigkeit (Messstation *Wiebelskirchen*) und der Abflüsse (Pegel *Hangard* angepasst) und der Niederschläge (Wetterstation *Ottweiler*) (08.03. bis 29.10.2014 und 2022)

In Tabelle 3.2.2-1 sind die statistischen Kenngrößen für die erhobenen Parameter der beiden Vergleichszeiträume zusammengefasst. Bei den Nährstoffen, aber auch bei Sauerstoff fallen die großen Unterschiede auf, welche für das Jahr 2014 deutlich über denen des Jahres 2022 liegen.

Tabelle 3.2.2-1: Vergleich der Mittelwerte, der Mediane, Minima und Maxima der Stundenmittelwerte in *Wiebelskirchen* (08.03. bis 29.10.2014 und 2022)

	Nitrat-N [mg/l]		Ammonium-N [mg/l]		<i>Ammoniak-N</i> [µg/l]	
	2014	2022	2014	2022	2014	2022
<b>Mittelwert</b>	<b>3,59</b>	2,32	0,086	0,023	0,701	0,216
<b>Median</b>	3,63	2,15	0,015	0,004	0,114	0,034
<b>Minimum</b>	1,85	1,01	n.n.	n.n.	n.n.	n.n.
<b>Maximum</b>	5,03	4,57	2,01	0,46	15,28	3,77

	Gesamt-Phosphor [mg/l]		ortho-Phosphat-P [mg/l]		TOC [mg/l]	
	2014	2022	2014	2022	2014	2022
<b>Mittelwert</b>	<b>0,431</b>	<b>0,316</b>	<b>0,367</b>	<b>0,269</b>	5,90	3,53
<b>Median</b>	0,408	0,306	0,351	0,265	5,73	3,43
<b>Minimum</b>	0,152	0,096	0,113	0,048	3,22	1,40
<b>Maximum</b>	1,15	0,780	1,00	0,671	15,2	13,6

	pH-Wert		Sauerstoff [mg/l]		Temperatur [°C]		Leitfähigkeit [µS/cm]	
	2014	2022	2014	2022	2014	2022	2014	2022
<b>Mittelwert</b>	7,58	7,54	9,12	7,96	14,1	14,6	308	299
<b>Median</b>	7,57	7,54	9,26	7,61	14,3	15,6	307	295
<b>Minimum</b>	<b>6,83</b>	<b>7,04</b>	<b>1,10</b>	<b>4,51</b>	5,72	3,40	111	167
<b>Maximum</b>	<b>8,27</b>	<b>8,04</b>	14,4	12,3	<b>21,9</b>	<b>22,7</b>	406	427

Entsprechend ist für das Jahr 2014 die Quote der Überschreitung der Anforderungen viel größer, wenn auch für Gesamt-Phosphor und ortho-Phosphat nur mit einem marginalen Unterschied (Abb. 3.2.2-12). Die Sauerstoff-Gehalte hingegen lagen im Jahr 2022 sehr viel öfter unter dem geforderten Minimum von 7 mg/l.

Es muss angemerkt werden, dass diese Unterschreitungen natürlich hauptsächlich im Sommer auftraten und durch die hohen Temperaturen und die geringen Wasserstände bedingt waren, wobei im Minimum keine kritischen Konzentrationen unter 4 mg/l oder gar 2 mg/l wie im Jahr 2014 auftraten. Zudem erstreckt sich der Vergleichszeitraum von den Frühjahrs- bis zu den Herbstmonaten, so dass die für den Sauerstoff-Gehalt positive Winterphase in der Berechnung nicht berücksichtigt und so der Pessimalebereich abgebildet wurde.

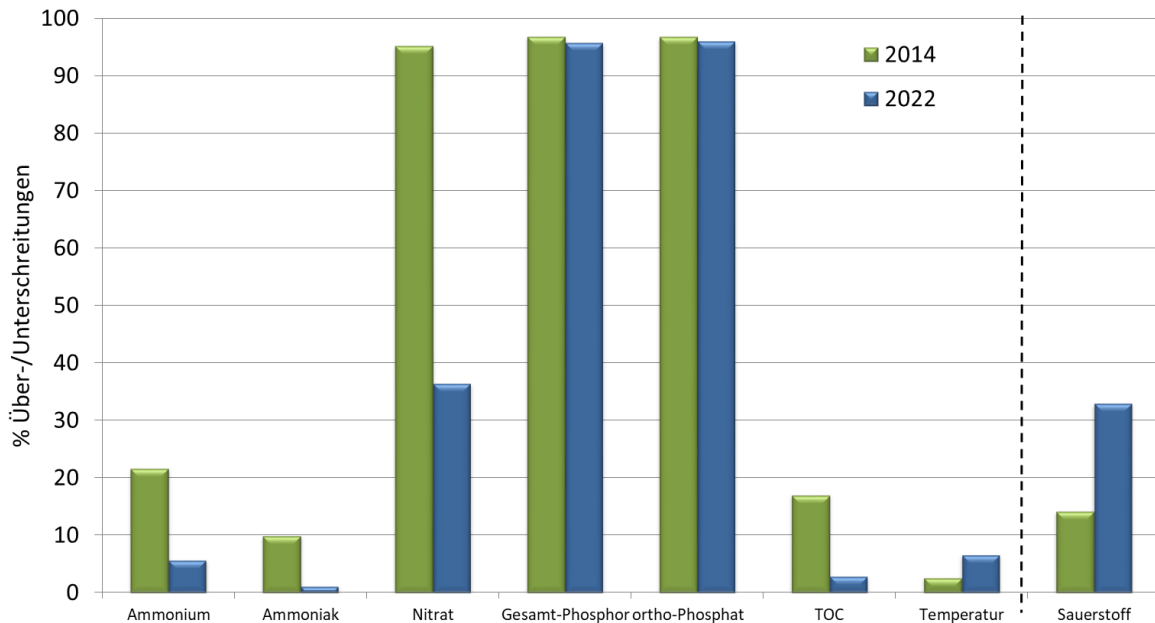


Abb. 3.2.2-12: prozentuale Überschreitung (bei Sauerstoff: Unterschreitungen) der jeweiligen Orientierungswerte der OGewV [8] bzw. des Schwellenwertes des Methodenhandbuchs für Nitrat [9] für Fließgewässertyp 09.1 in beiden Messzeiträumen (08.03 bis 30.10.2014 bzw. 2022)

### 3.2.3 Vergleich der Frachten

Bei der Betrachtung der Frachten der Nährstoffe über beide Messzeiträume fällt auf, dass die Maxima der Phosphor-, der TOC- sowie der Nitrat-Frachten im Jahr 2022 sehr viel höher sind als die des Jahres 2014. Da Gesamt-Phosphor und TOC abflussgebunden eingetragen werden, ist dies auf das Abflussmaximum des Jahres 2022 zurückzuführen (Abb. 3.2.3-1 und 3.2.3-2 sowie Tab. 3.2.3-1), welches mit  $8,87 \text{ m}^3/\text{s}$  um ein Dreifaches höher ist als das Abflussmaximum des Vergleichszeitraumes 2014.

Die im Bezugszeitraum 2022 transportierten Gesamt-Frachten sind allerdings sehr viel geringer als die des Vergleichszeitraums 2014, lediglich im Herbst und bei den o.g. Extremereignissen wurden bei steigender Wassermenge vereinzelt höhere Frachten aufgezeichnet.

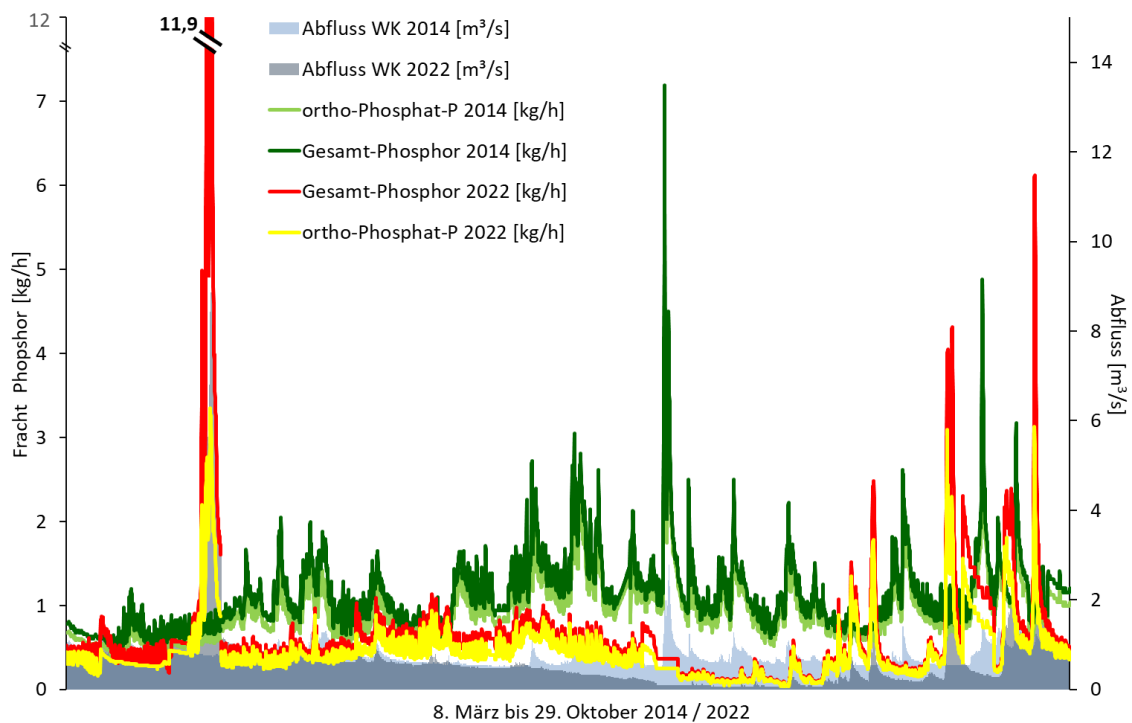


Abb. 3.2.3-1: Vergleich der Frachten von Gesamt-Phosphor und ortho-Phosphat (Messstation *Wiebelskirchen*) und der Abflüsse (Pegel *Hangard* angepasst) (08.03. bis 29.10.2014 und 2022)



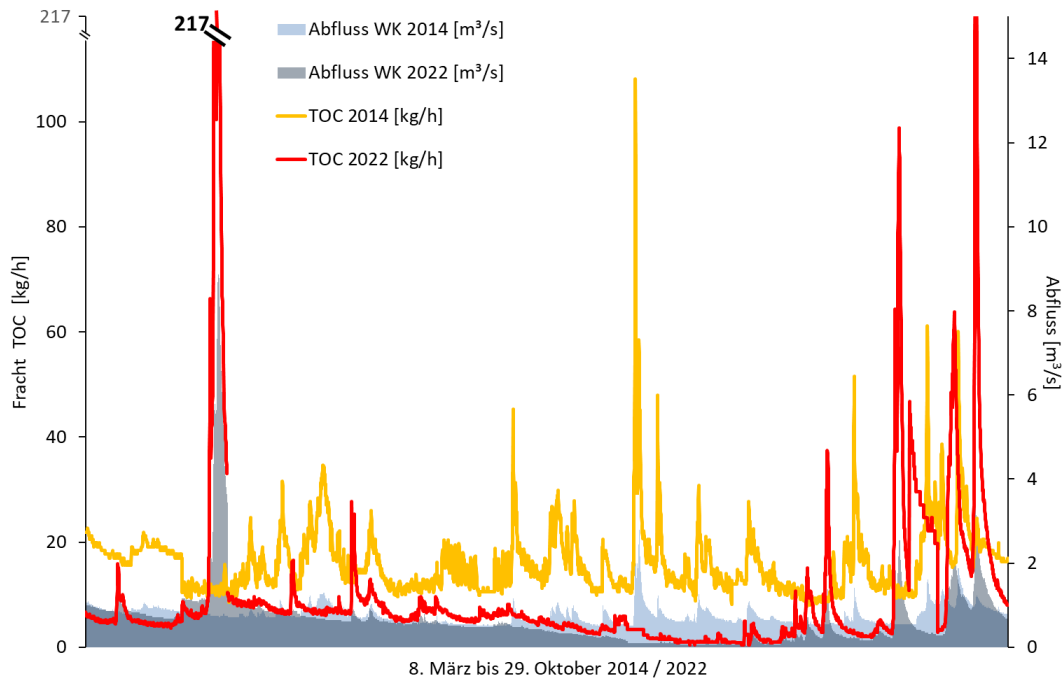


Abb. 3.2.3-2: Vergleich der Frachten von TOC (Messstation *Wiebelskirchen*) und der Abflüsse (Pegel *Hangard* angepasst) (08.03. bis 29.10.2014 und 2022)

Auch bei den Nitrat-Daten wird deutlich, dass v.a. im trockenen Sommer 2022 die in der Oster transportierten Frachten sehr viel geringer waren als 2014 (Abb. 3.2.3-3 und Tab. 3.2.3-1). Die maximale Nitrat-Fracht wurde zu Beginn des Herbstes 2022 gemessen und ist mit einem Wert von 153 kg/h sehr hoch. Es ist davon auszugehen, dass aufgrund der sommerlichen Trockenheit ein großer Teil des Stickstoffs aus den ausgebrachten Düngemitteln von den Pflanzen nicht verbraucht wurde bzw. viel Nitrat in der Landschaft verblieben war und mit den ersten Regenfällen im Herbst ausgewaschen und in das Gewässer transportiert wurde.

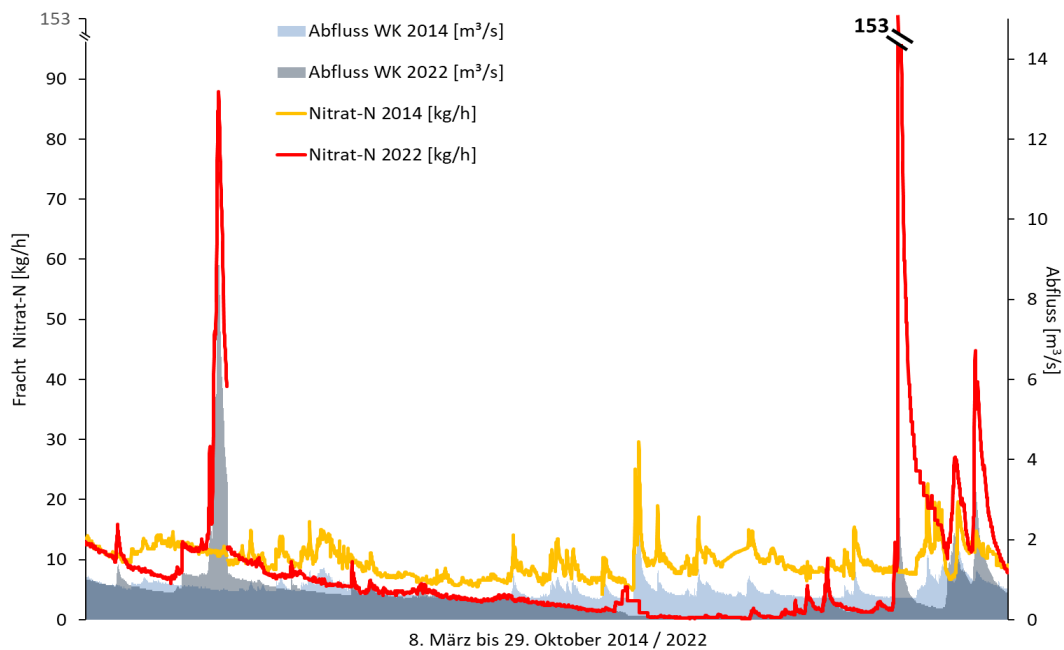


Abb. 3.2.3-3: Vergleich der Frachten von Nitrat (Messstation *Wiebelskirchen*) und der Abflüsse (Pegel *Hangard* angepasst) (08.03. bis 29.10.2014 und 2022)

Im Gegensatz dazu wurde 2014 die höchste Ammonium-Fracht ermittelt (Abb. 3.2.3-4 und Tab. 3.2.3-1). Während hohe Frachten an Ammonium im Jahr 2022 auf gleichzeitig auftretende Abflussspitzen zurückzuführen sind, ist am Muster der Ammonium-Daten für das Jahr 2014 zu erkennen, dass es sich hierbei um Einträge aus Mischwasserentlastungsbauwerken und eine Fehlfunktion dieses betreffenden Bauwerks handelt (vgl. auch Kapitel 3.2.2).

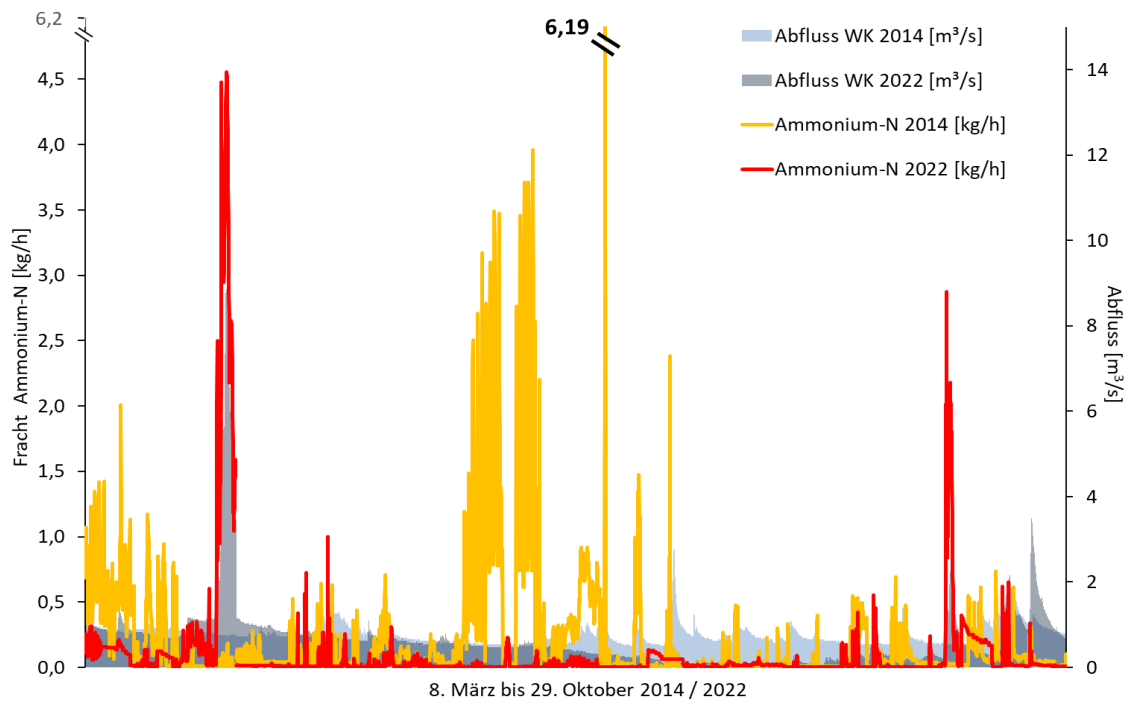


Abb. 3.2.3-4: Vergleich der Frachten von Ammonium (Messstation *Wiebelskirchen*) und der Abflüsse (Pegel *Hangard* angepasst) (08.03. bis 29.10.2014 und 2022)

Grundsätzlich ist festzuhalten, dass für alle Nährstoff-Frachten trotz lediglich 13% geringerer Abflussmengen im Jahr 2022 ein Rückgang der Frachten um 18% bei Nitrat, bei den übrigen Parametern zwischen 40 und 57% zu verzeichnen ist. Legt man den Median als sog. abflussbereinigten Mittelwert für den Vergleich der beiden Zeiträume zugrunde, so ergeben sich für alle belastungsrelevante Parameter durchgehend sogar Abnahmen um 50%.

Weitere Erläuterungen dazu finden sich im folgenden Kapitel.

Tabelle 3.2.3-1: Vergleich der Mittelwerte, der Mediane, Minima und Maxima der Stundenmittelwerte der Nährstoff-Frachten in *Wiebelskirchen* (08.03. bis 29.10.2014 und 2022)

	Nitrat-N [kg/h]		Ammonium-N [kg/h]		Ammoniak-N [g/h]	
	2014	2022	2014	2022	2014	2022
<b>Mittelwert</b>	9,57	8,05	0,212	0,124	1,60	0,676
<b>Median</b>	9,31	4,66	0,039	0,012	0,309	0,111
<b>Minimum</b>	4,40	0,173	nn	nn	0,018	nn
<b>Maximum</b>	29,6	153	6,19	4,56	34,9	23,8

	Gesamt-Phosphor [kg/h]		ortho-Phosphat-P [kg/h]		TOC [kg/h]	
	2014	2022	2014	2022	2014	2022
<b>Mittelwert</b>	1,13	0,715	0,961	0,611	15,8	9,93
<b>Median</b>	1,02	0,478	0,879	0,414	14,8	5,84
<b>Minimum</b>	0,421	0,046	0,211	0,039	5,88	0,413
<b>Maximum</b>	7,20	11,9	4,78	3,35	95,7	217

### 3.2.4 Abschätzung der Belastungsquellen

Zur Abschätzung der Herkunft der Belastungen wurde die in Kapitel 2.3.4 beschriebene Vorgehensweise angewandt. Der Median des betreffenden Abfluss-Datensatzes dient dabei als Kriterium zur Unterteilung der Gesamtfrachten in die Grund- und die Niederschlagsfracht. Somit ergibt sich die in Tabelle 3.2.4.-1 gezeigte Verteilung der Frachten.

Tabelle 3.2.4-1: Vergleich der Grund-, „Niederschlags“ und Gesamtfrachten in *Wiebelskirchen* (08.03. bis 29.10.2014 und 2022)

Fracht [t]	Nitrat-N		Ammonium-N		Gesamt-Phosphor		ortho-Phosphat-P		TOC	
	2014	2022	2014	2022	2014	2022	2014	2022	2014	2022
Grund-	45,08	17,3	1,12	0,40	5,62	2,38	4,85	1,9	68,8	25,9
Niederschlags-	9,35	26,5	n.n.	0,17	0,53	1,11	0,38	0,58	19,5	27,5
Gesamt-	54,4	43,8	1,12	0,57	6,15	3,49	5,23	2,47	88,3	53,5

Als Frachten ergeben sich für Gesamt-Stickstoff 54,4 t (2014) bzw. 44,4 t (2022) und für Gesamt-Phosphor 6,15 t (2014) bzw. 3,49 t (2022) mit einer Reduktion von etwa 20% Gesamt-Stickstoff und 43% Gesamt-Phosphor.

Im Gegensatz zu den diffusen Einträgen, welche flächenhaft aus der Landschaft ausgetragen werden und über Erosion, Zwischenabfluss oder auch über das Grundwasser in ein Gewässer eingetragen werden, können Belastungen aus Punktquellen sehr viel einfacher überwacht werden. Die ist insbesondere der Fall, wenn es sich um kontinuierliche Emissionen aus technischen Anlagen wie z.B. Kläranlagen handelt. Daher wurden zur genaueren Bestimmung der Herkunft der Nährstoff-Frachten im Einzugsgebiet der Oster auch die von den Kläranlagen emittierten Frachten berücksichtigt<sup>14</sup>. Die Daten wurden vom EVS als Konzentrationsangaben der Jahre 2014 bis 2022 zur Verfügung gestellt und gemäß der in Kapitel 2.3.3 beschriebenen Vorgehensweise für Gesamt-Stickstoff und Gesamt-Phosphor zu einzelnen Jahresfrachten (2014 bis 2022) sowie zu Frachten für den Vergleichszeitraum (8. März bis 29. Oktober 2014 bzw. 2022) berechnet.

Betrachtet man die Gesamt-Fracht aller Kläranlagen für die einzelnen Jahre von 2014 bis 2022 im Einzugsgebiet der Oster, so lässt sich insgesamt ein signifikanter Rückgang für Gesamt-Stickstoff und Gesamt-Phosphor feststellen (Methodik: vgl. Kapitel 2.3.5). Zwar zeigen nur die Kläranlagen Steinbach, Münchwies und Lautenbach einen signifikanten abnehmenden Trend für Gesamt-Stickstoff und die Kläranlagen Bubach-Oster, Hangard und Lautenbach einen signifikanten abnehmenden Trend für Gesamt-Phosphor, insgesamt ergibt sich aber in Summe über den betrachteten 9-Jahres-Zeitraum ein Rückgang der Emissionen von 21,8 t Gesamt-Stickstoff im Jahr 2014 auf 10,1 t im Jahr 2022 und von 4,08 t Gesamt-Phosphor im Jahr 2014 auf 3,09 t im Jahr 2022 (Tabelle 6-3 und Abb. 6-9 und 6-10 im Anhang)<sup>15</sup>. Dieses Phänomen ist hauptsächlich auf die Kläranlage Lautenbach zurückzuführen, die bereits saniert wurde und mit 3500 EW die zweitgrößte Kläranlage im Einzugsgebiet ist. Viele der übrigen Kläranlagen im Einzugsgebiet sollen in den nächsten Jahren saniert bzw. optimiert werden.

Im Hinblick auf die beiden zu vergleichenden Messzeiträume von März bis Oktober 2014 und 2022 zeigt sich für Gesamt-Stickstoff ein Rückgang der Kläranlagen-Emissionen von 5,99 t auf 4,93 t. Die für Gesamt-Phosphor ermittelten Frachten betragen 2,01 t bzw. 1,58 t, was einen Unterschied von ca.

<sup>14</sup> Industrielle Direkteinleiter gibt es im Einzugsgebiet nicht.

<sup>15</sup> Die Daten sind normalverteilt, der Trend wurde daher mit Hilfe der Linearen Regression ermittelt.

18% bzw. 21% bedeutet. Auch dies ist vornehmlich durch die Emissionen der Kläranlage Lautenbach bedingt (Abb. 3.2.4-1).

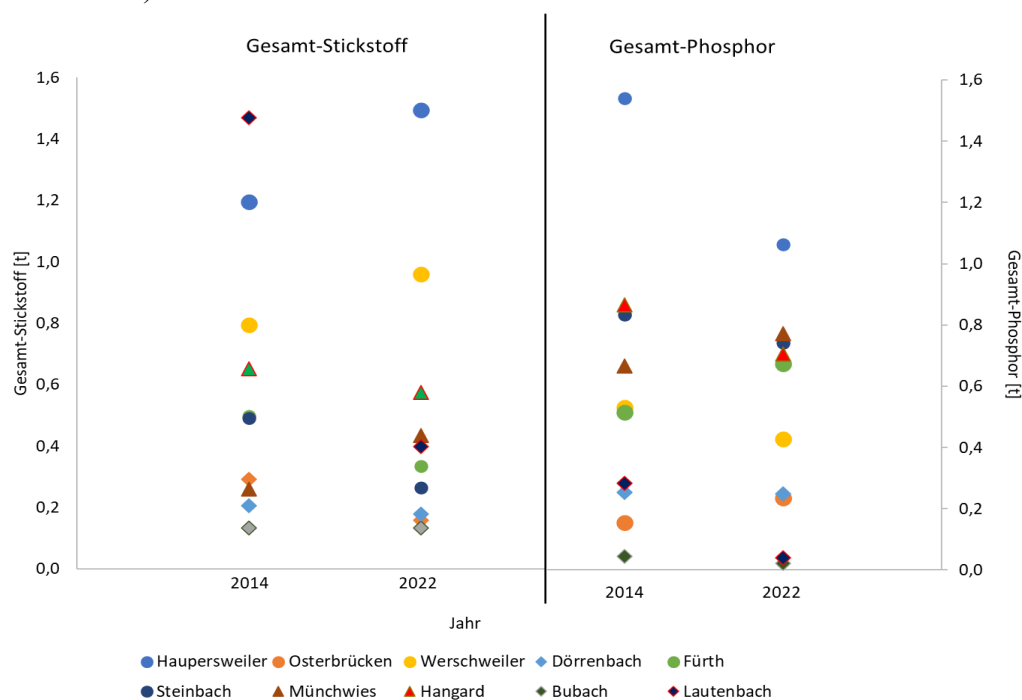


Abb. 3.2.4-1: Vergleich der Frachten der einzelnen Kläranlagen: Gesamt-Stickstoff (links) und Gesamt-Phosphor (rechts) (08.03. bis 29.10.2014 und 2022)

Die oben beschriebenen Kläranlagen-Emissionen wurden zur Herkunftsermittlung eingesetzt, so dass sich für die Bezugszeiträume der Jahre 2014 und 2022 die in Tabelle 3.2.4-2 gezeigte Verteilung der Frachten auf die unterschiedlichen Kategorien ergibt.

Bei Gesamt-Phosphor ist zudem für beide Jahre eine Differenz zwischen der durch die online-Messungen ermittelten Gesamt-Fracht und der Summe der Frachten aller Kategorien ersichtlich: Dies könnte auf Sedimentations- und Mobilisations-Vorgänge im Gewässer zurückzuführen sein, da Sedimentation zu einem Minderbefund, Mobilisation hingegen zu einem Überbefund bei der Messung führen kann, wenn die Emissionen der Kläranlagen über einen bestimmten Zeitraum als Bezugsgröße herangezogen werden.

Tabelle 3.2.4-2: Herkunft der Belastungen an Gesamt-Stickstoff (oben) und Gesamt-Phosphor (unten) in t an der Gesamtfracht des jeweiligen Zeitraums (Messstation *Wiebelskirchen*) (08.03. bis 29.10.2014 und 2022)

Gesamt-Stickstoff [t]	Landwirtschaft	Kläranlagen	Mischwasserentlastung	Grundwasser
2014	9,4	6,35	n.n.	37,6
2022	26,5	5,50	0,40	11,8
Gesamt-Phosphor [t]	Landwirtschaft	Kläranlagen	Mischwasserentlastung	
2014	0,15	2,27	0,38	
2022	0,53	1,91	0,58	

Insgesamt bleibt festzuhalten, dass sich im Vergleichszeitraum 2022 9,55 t weniger Stickstoff- und 1,17 t weniger Phosphor-Fracht ergaben als 2014. Für den Anteil der Stickstoff-Einträge aus kommunalem Abwasser (Kläranlagen und Mischwasserentlastung) sowie das Grundwasser konnte ein Rückgang, allerdings im Bereich der landwirtschaftlichen Einträge eine Zunahme zu verzeichnen. Die hohen Einträge aus der Landwirtschaft im Jahr 2022 sind dabei fast ausschließlich auf vier Ereignisse, eines um den 10. April und drei zum Ende des Vergleichszeitraumes Anfang und Mitte Oktober, zurückzuführen (vgl. Abb. 3.2.3-3). Die drei im Oktober aufgezeichneten Ereignisse spiegeln ein Phänomen wider, das im Herbst in vielen landwirtschaftlichen Einzugsgebieten beobachtet werden: nach dem Abernten der Felder werden große Mengen an Stickstoff freigesetzt und mit den ersten Regenfällen ausgewaschen und in die Gewässer transportiert. Im warmen Jahr 2023 konnte die Ernte relativ früh eingefahren werden, im Jahr 2014 fand die Ernte später statt, das oben beschriebene Phänomen konnte daher bei den Messungen 2014 nicht mehr erfasst werden.

Dieses Beispiels verdeutlicht auch die Problematik, einen tatsächlich repräsentativen Zeitraum für einen Vorher-Nachher-Vergleich zu definieren.

In Bezug auf die Phosphor-Frachten zeigt sich ebenfalls eine Zunahme bei den Einträgen aus der Landwirtschaft, für die Kläranlagen-Emissionen konnte eine Reduktion von etwa einem Viertel festgestellt werden. Dies ist vornehmlich auf die Sanierung der Kläranlage Lautenbach sowie auf die Maßnahmen zur Fremdwasserentflechtung zurückzuführen. Die Belastungen aus Mischwasserentlastungsbauwerken sind leicht angestiegen.

### **3.3 Trendbetrachtung anhand der durch das LUA erhobenen Messwerte**

Die Vorgehensweise zur Ermittlung von langfristigen Trends wird in Kapitel 2.3.5 eingehend erläutert.

Die Trendermittlung basiert auf den Messdaten, welche durch das LUA in den Jahren 2014 bis 2022 an der Oster in *Wiebelskirchen* am Festplatz (Landes-Messstelle Nr. 4039) sowie am Selchenbach in *Haupersweiler*, kurz vor dessen Mündung in die Oster (Landes-Messstelle Nr. 4001), durch Stichprobenahme ermittelt wurden.

Die Jahres-Mediane dieser Daten wurden zunächst auf ihre Normalverteilung überprüft.

Dabei stellte sich heraus, dass in der Oster lediglich die Jahresmediane Bor, Calcium und Zink eine Normalverteilung aufweisen, am Selchenbach trifft dies auf Nitrat und (somit auch) Gesamt-Stickstoff zu. (Tabellen 6-4 und 6-5 im Anhang).

Der anschließende Test dieser Datensätze mit Hilfe der linearen Regression ergab weder an der Oster noch am Selchenbach für die normalverteilten Parameter einen signifikanten Trend.

Die nicht-normalverteilten Datensätze der beiden Messpunkte wurden mit dem Mann-Kendall-Test auf einen Trend hin überprüft. Dabei ergab sich für beide Standorte ein abnehmender Trend für Chrom sowie ein steigender Trend für Natrium an der Oster und ein steigender Trend für Nickel am Selchenbach (Abb. 3.3-1).

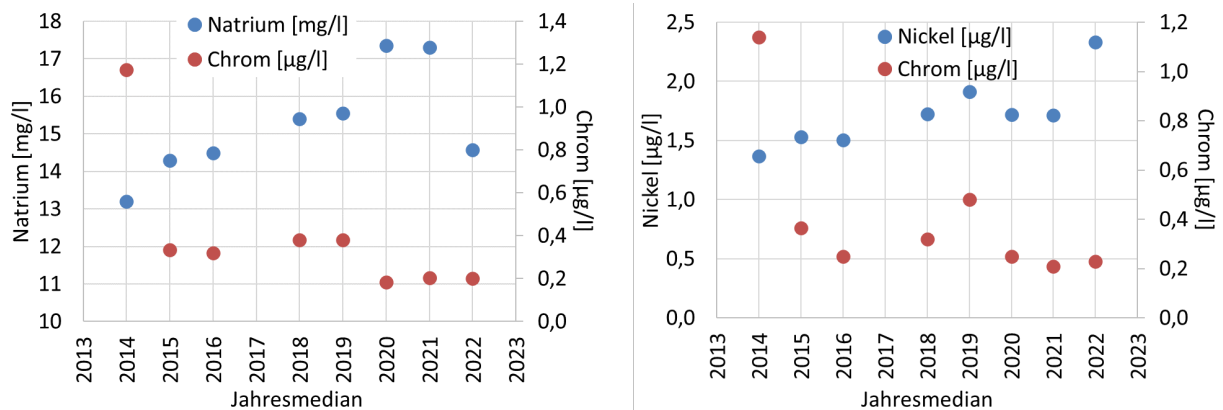


Abb. 3.3-1: Jahres-Mediane von Chrom und Natrium an der Oster (links) (*Wiebelskirchen am Festplatz*, Landes-Messstelle Nr. 4039) sowie von Chrom und Nickel am Selchenbach (rechts) (*Hauersweiler*, Landes-Messstelle Nr. 4001) (manuelle Beprobungen durch das LUA2014 bis 2022)

In den Abbildungen 3.3-2 bis 3.3-4 sind die einzelnen monatlichen Messwerte über den besagten Zeitraum 2014 bis 2022 in *Wiebelskirchen* dargestellt, bei den Nährstoffen sind zusätzlich die Trendlinien eingetragen. Für Gesamt-Phosphor, ortho-Phosphat sowie Nitrat ist ein Abfallen der Trendlinien über die Zeit zu erkennen, es handelt sich dennoch nicht um einen statistisch signifikanten Trend.

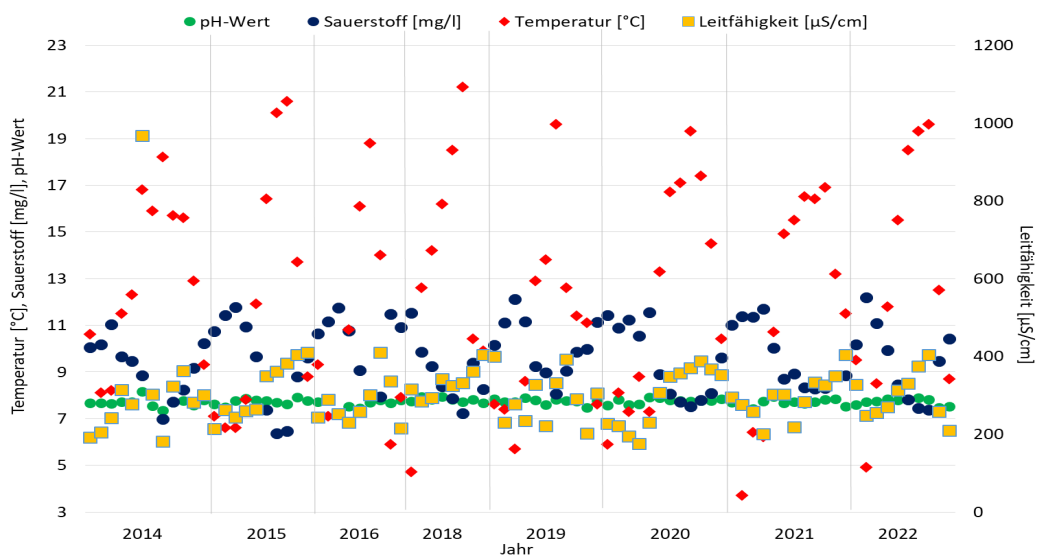


Abb. 3.3-2: Gehalte an Sauerstoff, Temperatur, pH-Wert und Leitfähigkeit (Stichprobenmessungen durch das LUA in *Wiebelskirchen am Festplatz*, Landes-Messstelle Nr. 4039, 2014 bis 2022)

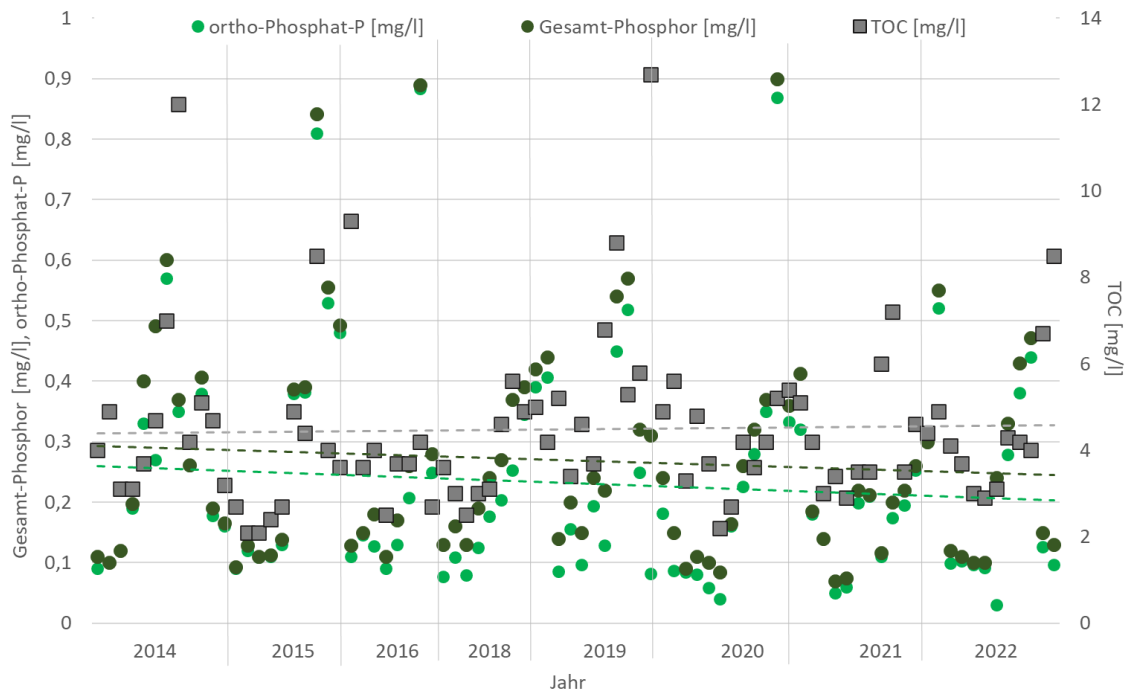


Abb. 3.3-3: Gehalte an Gesamt-Phosphor, ortho-Phosphat und TOC (Stichprobenmessungen durch das LUA in *Wiebelskirchen* am Festplatz, Landes-Messstelle Nr. 4039, 2014 bis 2022)

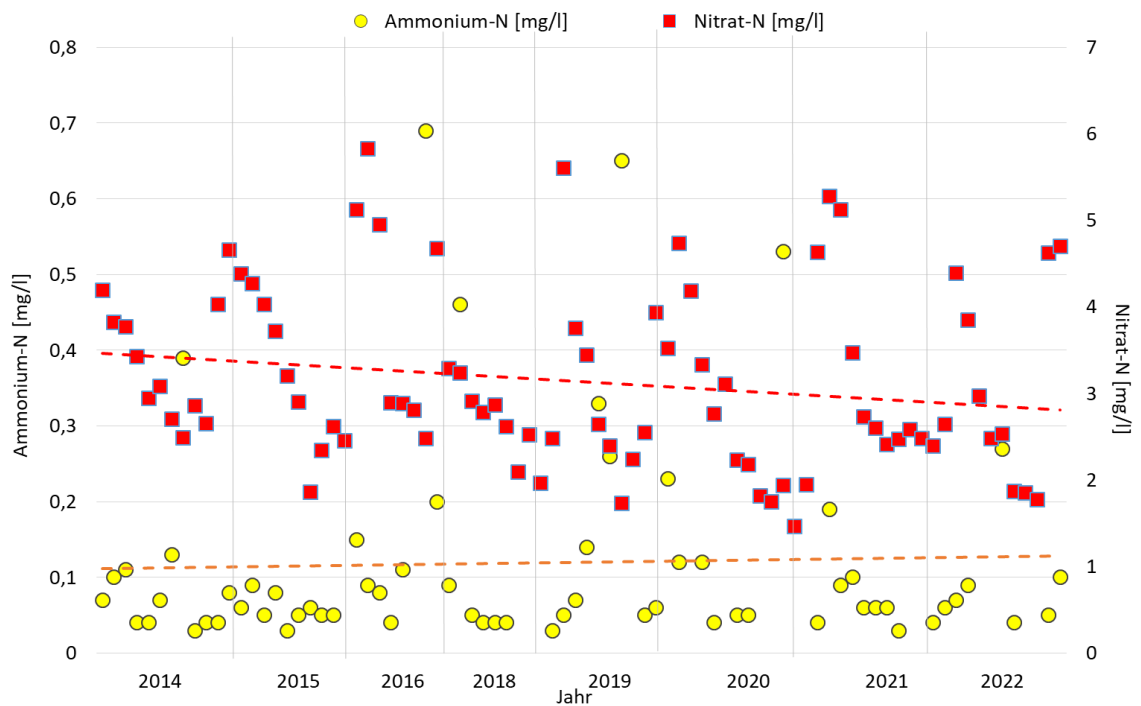


Abb. 3.3-4: Gehalte an Ammonium und Nitrat (Stichprobenmessungen durch das LUA in *Wiebelskirchen* am Festplatz, Landes-Messstelle Nr. 4039, 2014 bis 2022)



## 4. Zusammenfassung

Im vorliegenden Bericht wurden die Ergebnisse der Messungen vorgestellt, die vom 1. November 2021 bis 27. März 2023 mit Hilfe der mobilen Gewässergütemessstation an der Oster in *Wiebelskirchen* gewonnen werden konnten.

Zudem wurden Messdaten aus dem Jahr 2022 (vom 8. März bis 29. Oktober) mit den im Jahr 2014 an gleicher Stelle erhobenen Werten verglichen, um Veränderungen der Gewässerchemie der Oster aufzuzeigen. Bei der Interpretation der Daten musste den extremen Wetterbedingungen und der daraus resultierenden sehr ungleichmäßigen Verteilung der Wassermengen mit sehr hohen Niederschlags- und Abflussspitzen im Frühjahr und Herbst und langen Trockenwetterphasen im Sommer des Jahres 2022 Rechnung getragen werden.

In den aktuellen Messungen zeigt sich eine deutliche Beeinträchtigung des Gewässers durch die Landwirtschaft, aber auch die Emissionen der Kläranlagen am Standort *Wiebelskirchen*, vor allem im Hinblick auf die ortho-Phosphat-Gehalte. Auch die TOC-Konzentrationen werden eher über Abwasser als über Oberflächeneinträge beeinflusst. Als positiv ist zu bewerten, dass von einem geringeren Eutrophierungsgrad als 2014 ausgegangen werden kann und die Einträge aus den Kläranlagen im Allgemeinen gesunken sind.

In beiden Jahren konnten, mit Ausnahme des Defekts 2014, moderate Einträge aus Mischwasserentlastungen beobachtet werden. Über Oberflächeneinträge eingetragene Belastungen aus landwirtschaftlichen Bereichen waren im Vergleichszeitraum sehr selten. Allerdings gelangten bei Regenfällen in beiden Jahren über Zwischenabfluss große Mengen an Nitrat in das Gewässer, welche größtenteils auf Düngemittel zurückzuführen sind.

Die Sauerstoff-Gehalte waren in den Wintermonaten des Jahres 2022 sehr stabil und während des gesamten Messzeitraumes traten – im Gegensatz zu 2014 - keine sprunghaften Defizite auf. Jedoch wurden die gesetzlichen Orientierungswerte der Sauerstoff-Konzentrationen in den Sommermonaten deutlich öfter unterschritten als zuvor, was auch durch die höheren Wassertemperaturen bedingt sein kann. Im Minimum traten keine kritischen Konzentrationen unter 4 mg/l oder gar 2 mg/l wie im Jahr 2014 auf, was ebenfalls als Sanierungserfolg (Rückgang der Eutrophierung) gewertet werden kann.

Während die Grundbelastungen an Ammonium in beiden Jahren (unter Nichtberücksichtigung des Defekts einer Mischwasserentlastung im Jahr 2014) in etwa vergleichbar sind, waren die Phosphor- und auch die Nitrat-Konzentrationen trotz niedrigerer Abflüsse im Jahr 2022 etwas geringer als 2014. Anhand der online-Messungen konnte zudem insgesamt ein Rückgang der Frachten um 43% (Gesamt-Phosphor) bzw. 20% (Gesamt-Stickstoff) zwischen 2014 und 2022 verzeichnet werden. Dies kann hauptsächlich auf die Reduktion der Kläranlagen-Emissionen zurückgeführt werden. Zudem ist auch ein starker Rückgang der Stickstoff-Einträge über das Grundwasser erkennbar. Für den Bereich der landwirtschaftlichen Einträge konnte hingegen eine mengenmäßige Zunahme sowohl an Stickstoff- als auch an Phosphoremissionen ermittelt werden. Dies ist voraussichtlich darauf zurückzuführen, dass im Gegensatz zu 2014 im Jahr 2022 die Erntezeit mit erfasst wurde.

Die Trendermittlung auf Basis der durch das LUA gemessenen Stichproben ergab für den Zeitraum 2014 bis 2022 einen abnehmenden Trend für Chrom an der Oster in *Wiebelskirchen* und am Selchenbach in *Hauwersweiler* sowie einen steigenden Trend für Natrium an der Oster und einen steigenden Trend für Nickel am Selchenbach. Für die übrigen Parameter konnte kein statistisch signifikanter Trend ermittelt werden.

Insgesamt kann beim Vergleich der beiden Messzeiträume ein positives Fazit gezogen werden, da aufgrund der durchgeführten Maßnahmen im Bereich der kommunalen Abwasserentsorgung, inkl. Fremdwasserentflechtung, die Belastung der Nährstoffe zurückgegangen ist. Dies wirkt auch sich stabilisierend auf den Sauerstoff-Haushalt der Oster aus, es kann von einem geringeren Eutrophierungsgrad im Gewässer ausgegangen werden.

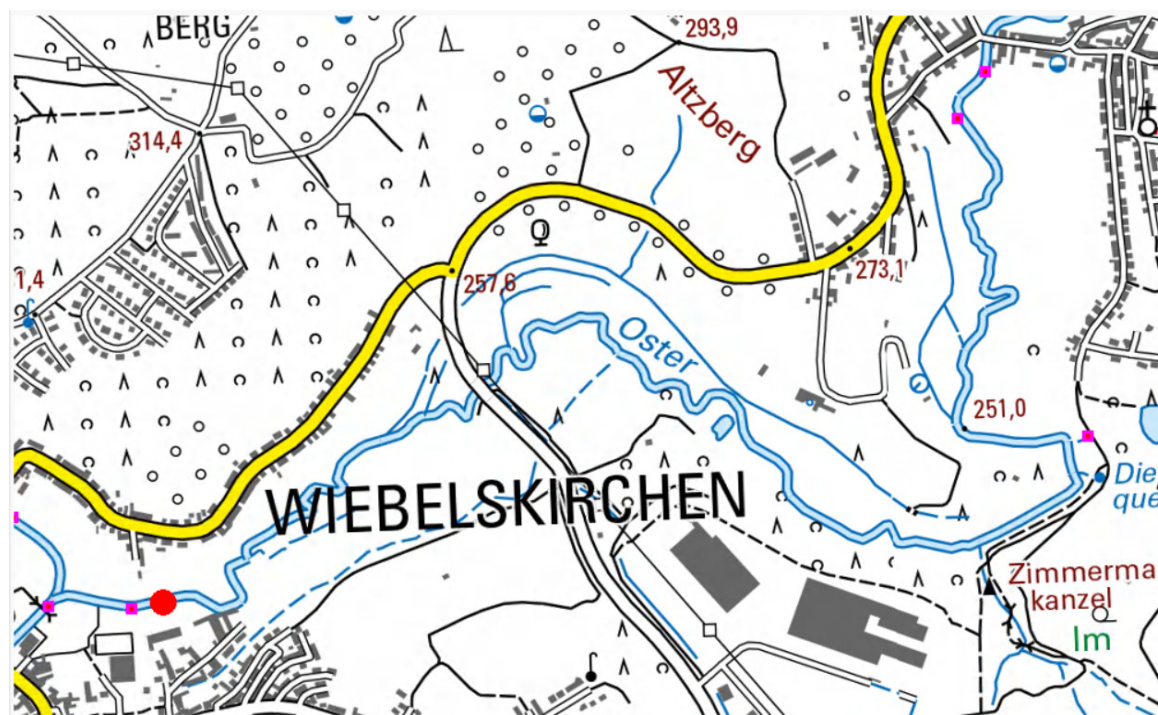
## 5. Literatur

- [1] MINISTERIUM FÜR UMWELT UND VERBRAUCHERSCHUTZ in Zusammenarbeit mit dem LANDESAMT FÜR UMWELT- UND ARBEITSSCHUTZ (2021): 3. Bewirtschaftungsplan nach § 83 Wasserhaushaltsgesetz für das Saarland; Saarbrücken, Dezember 2021
- [2] <https://iframe01.saarland.de/extern/wasser/W1362120.htm>
- [3] MINISTERIUM FÜR UMWELT UND VERBRAUCHERSCHUTZ in Zusammenarbeit mit dem LANDESAMT FÜR UMWELT- UND ARBEITSSCHUTZ (2021): Hintergrundpapier – Aktualisierung der LAWA-Fließgewässertypen des Saarlandes zum 3. Bewirtschaftungsplan 2021 – 2027 zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie (2000/60/EG) im Saarland – HP 03-2019 (02/2021)
- [4] POTTGIESSER, T. & SOMMERHÄUSER, M. (2008): Beschreibung und Bewertung der deutschen Fließgewässertypen, Essen, Januar 2008
- [5] LANDESAMT FÜR UMWELT- UND ARBEITSSCHUTZ (2020): Aktualisierung der Fischregionen für den 3. Bewirtschaftungsplan im Sinne der OGewV im Saarland; Berichtsnr.: 2.5 – 20202 - 04; Saarbrücken, 2020
- [6] <https://www.naturpark.org/natur-und-kultur/natur/gewaesser-talsperren/ostertal> (April 2023)
- [7] <https://www.nabu.de/nh/301/inhalt301.htm> (Nov. 2014)
- [8] VERORDNUNG ZUM SCHUTZ DER OBERFLÄCHENGEWÄSSER - Oberflächengewässerverordnung vom 20. Juni 2016 (BGBl. I S. 373)
- [9] MINISTERIUM FÜR UMWELT UND VERBRAUCHERSCHUTZ in Zusammenarbeit mit dem LANDESAMT FÜR UMWELT- UND ARBEITSSCHUTZ (2021): Anhang VI - Methodenhandbuch für das Saarland - Anlage zum Bewirtschaftungsplan für das Saarland; Saarbrücken, Dezember 2021
- [10] MOATAR, F.; ABBOTT, B. W.; MINAUDO, C.; CURIE, F.; PINAY, G. (2017): Elemental properties, hydrology, and biology interact to shape concentration-discharge curves for carbon, nutrients, sediment, and major ions. *Water Resour. Res.* 2017, 53; 1270 – 1287

## 6. Anhang

Tabelle 6-1: Messparameter, Messbereiche und -methoden in den Messstationen

Parameter	Messbereich	Messprinzip
Sauerstoff gelöst (O <sub>2</sub> )	0 – 20 mg/l	optisch (Lumineszenz) Bezugstemperatur: 25°C
pH-Wert	2 – 14	elektrochemisch Bezugstemperatur: 25°C
Wassertemperatur	0 – 50 °C	
Leitfähigkeit	0 – 4000 µS/cm	elektrochemisch/konduktometrisch Bezugstemperatur 25°C
Trübung	0 – 100 FNU	nephelometrisch
Nitrat (NO <sub>3</sub> -N bzw. NO <sub>x</sub> -N)	0,1 – 100 mg/l	direkte Absorption (UV-Bereich)
Ammonium (NH <sub>4</sub> -N)	0,02 – 2 mg/l	photometrisch (Indophenolblau-Verfahren bei 655 nm )
Gesamt-Phosphor (P <sub>ges</sub> ) und ortho-Phosphat (PO <sub>4</sub> -P)	0,02 – 5 mg/l	photometrisch (Molybdänblau-Verfahren bei 880 nm )
Gesamter organischer Kohlenstoff (TOC)	0,1 – 100 mg/l	Austreibmethode (Messung von CO <sub>2</sub> mittels IR-Detektion)
Gesamter organischer Kohlenstoff (TOC) Gesamter anorganischer Kohlenstoff (TIC)	0,1 – 100 mg/l 0,1 – 100 mg/l	Differenzmethode (Messung von CO <sub>2</sub> mittels IR-Detektion)



- Messstation in *Wiebelskirchen* (Jugendtreff)
- Lage der Mischwasserentlastungsbauwerke

Abb. 6-1: Standort der Messstation in *Wiebelskirchen* auf dem Gelände des Jugendtreffs und Lage der Mischwasserentlastungsbauwerke (Maßstab ca. 1:8.000; Quelle: Zora)

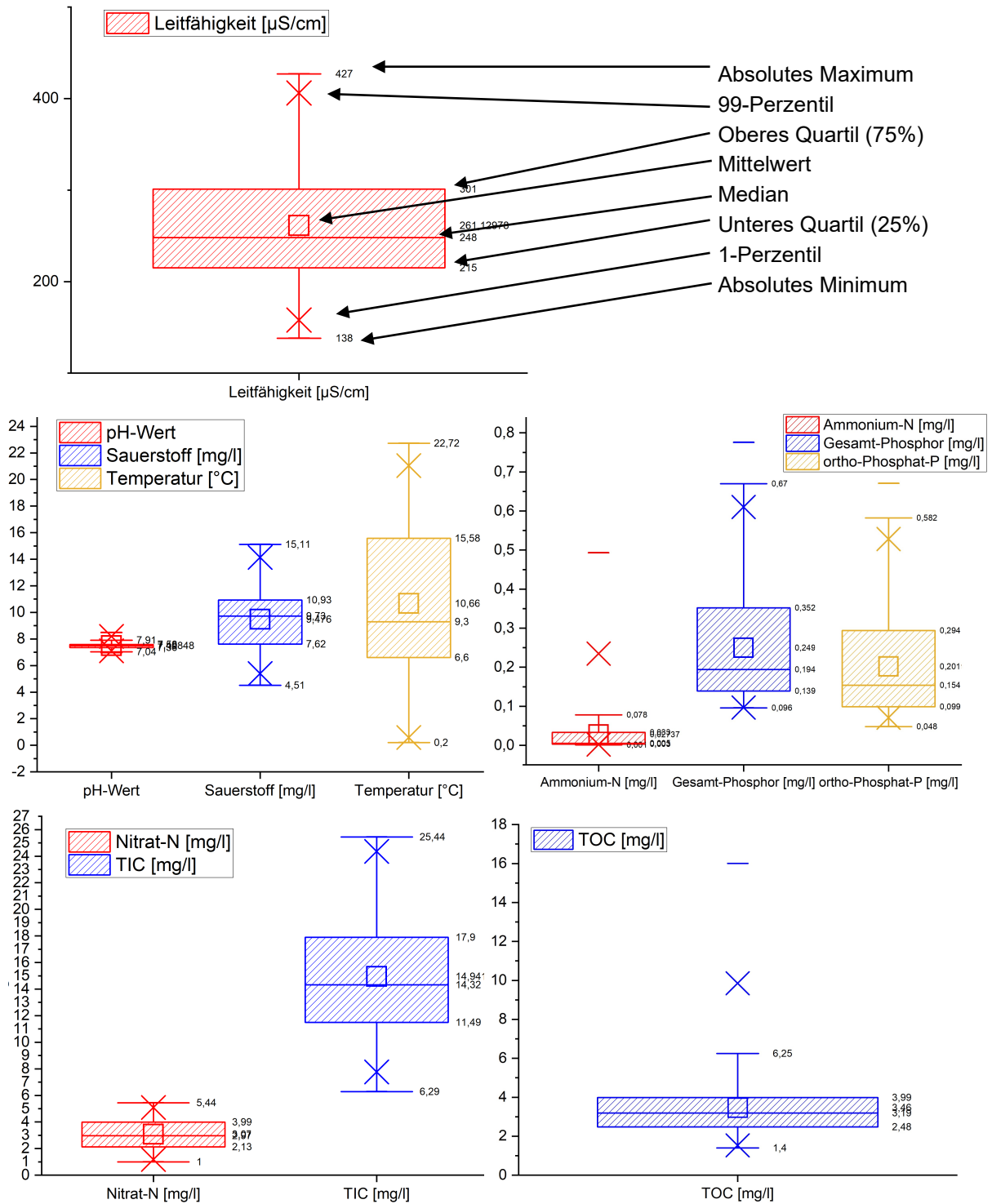


Abb. 6-2: Box-Whisker-Plots der Stundenmittelwerte der Konzentrationen der Oster in *Wiebelskirchen* (gesamter Messzeitraum) Leitfähigkeit (oben), pH-Wert, Sauerstoff und Temperatur (Mitte links), Ammonium, Gesamt-Phosphor und ortho-Phosphat (Mitte rechts), Nitrat und TIC (unten links), TOC (unten rechts)

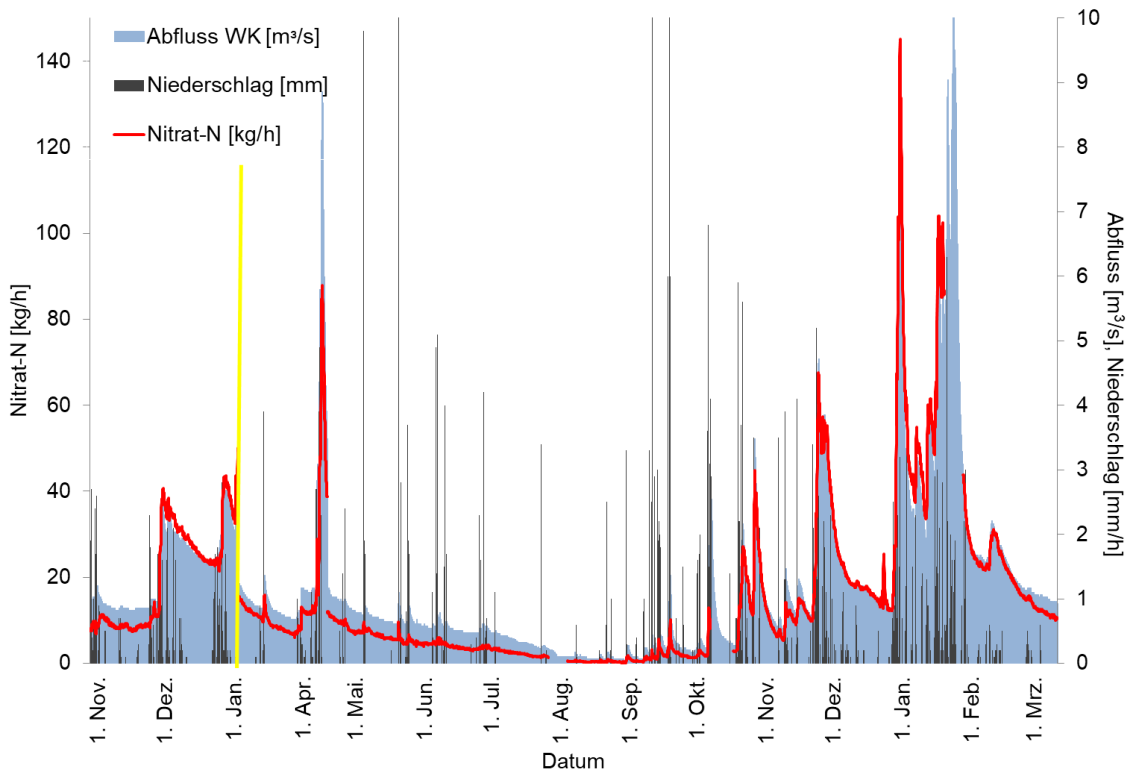


Abb. 6-3: Frachten von Nitrat (Messstation *Wiebelskirchen*), Abfluss (Pegel *Hangard* angepasst) (gesamter Messzeitraum)

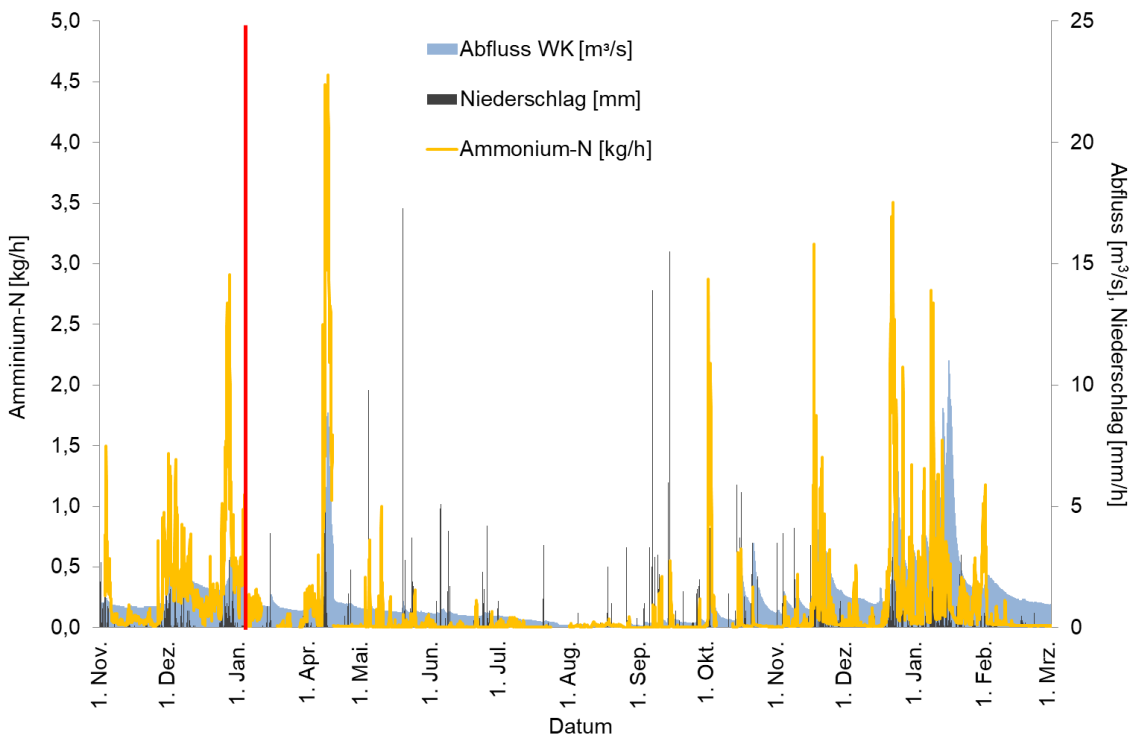


Abb. 6-4: Frachten von Ammonium (Messstation *Wiebelskirchen*), Abfluss (Pegel *Hangard* angepasst) (gesamter Messzeitraum)

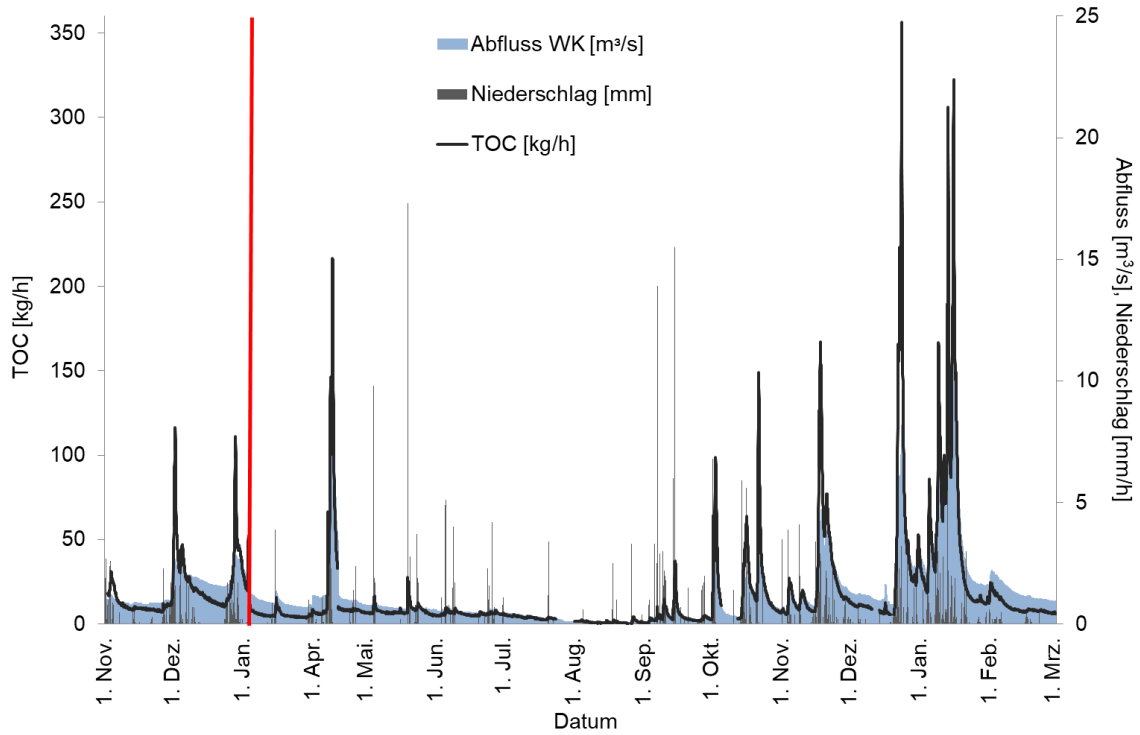


Abb. 6-5: Frachten von TOC (Messstation *Wiebelskirchen*), Abfluss (Pegel *Hangard* angepasst) (gesamter Messzeitraum)

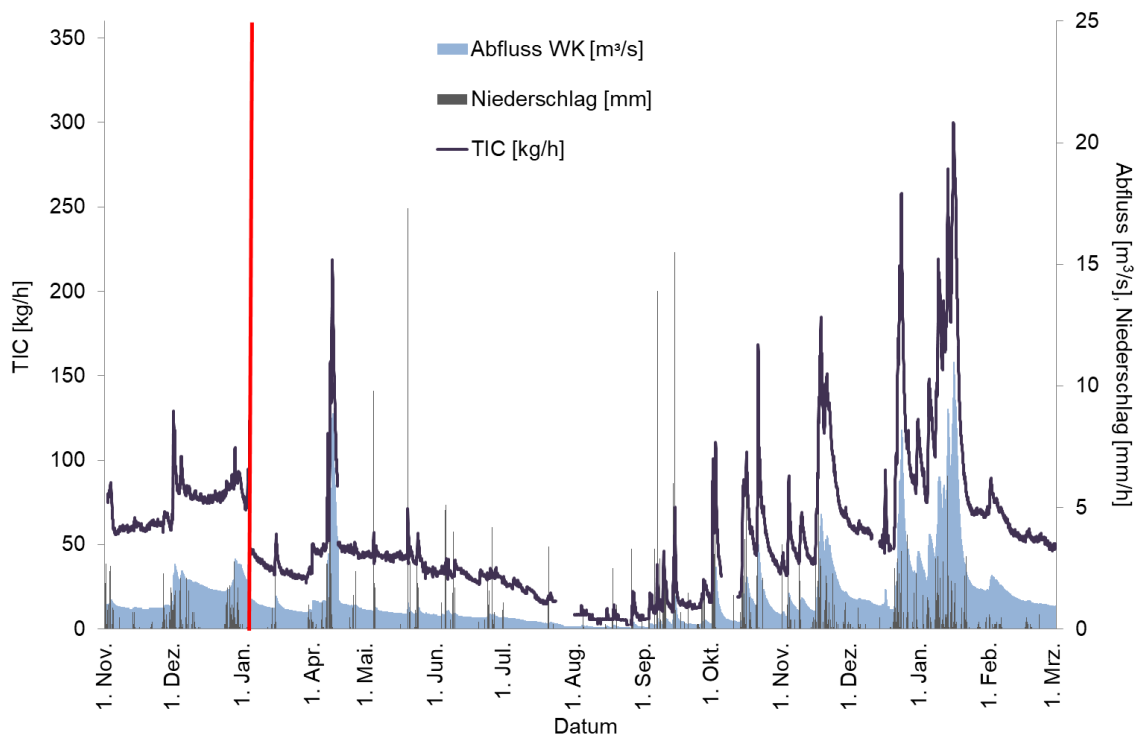


Abb. 6-6: Frachten von TIC ((Messstation *Wiebelskirchen*), Abfluss (Pegel *Hangard* angepasst) (gesamter Messzeitraum)

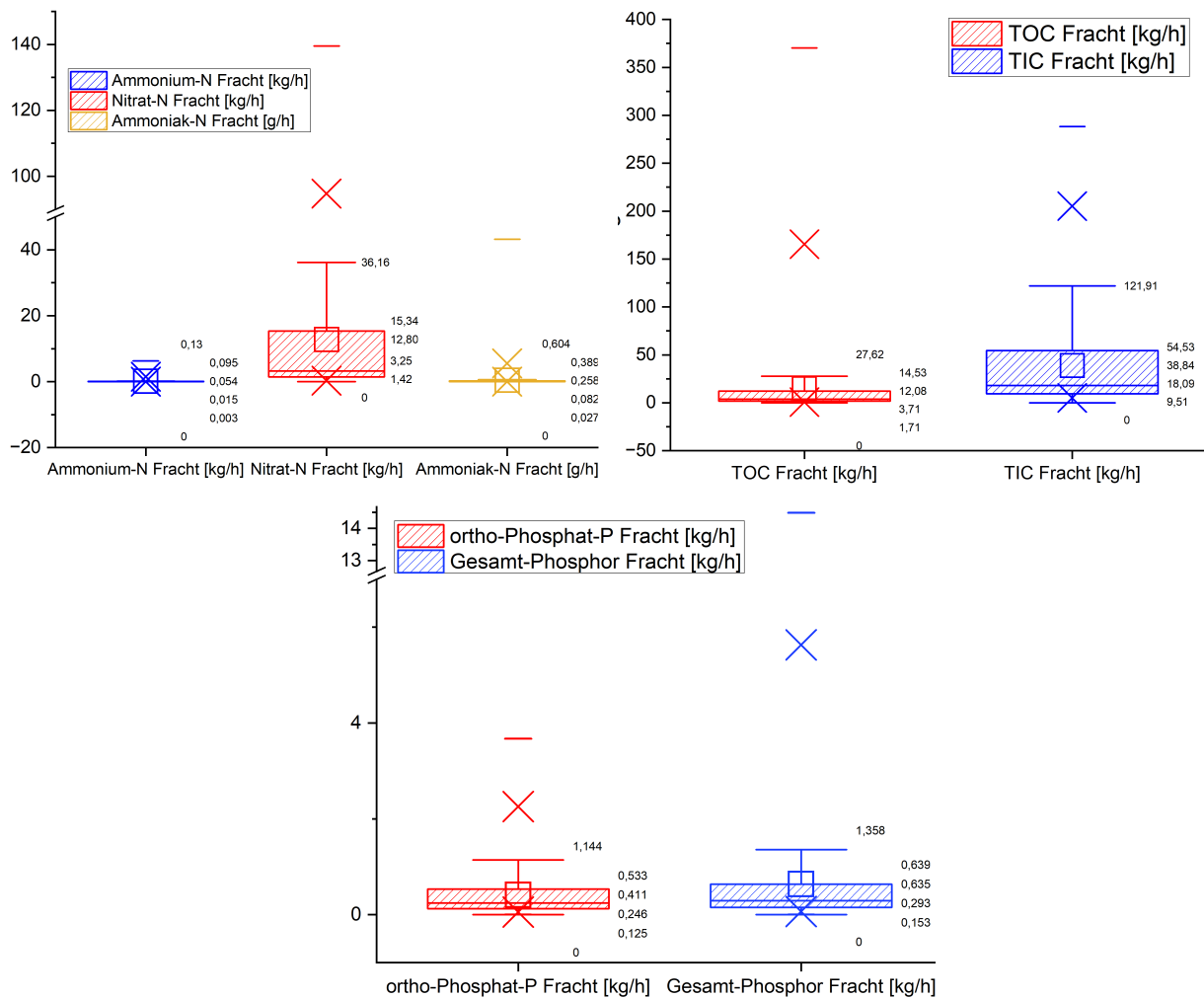


Abb. 6-7: Box-Whisker-Plots der Stundenmittelwerte der Frachten der Oster in *Wiebelskirchen* (gesamter Messzeitraum): Ammonium, Nitrat und Ammoniak (oben links), TOC und TIC (oben rechts), Gesamt-Phosphor und ortho-Phosphat (unten)

Tabelle 6-2: Statistische Kenngrößen bzw. Summen der Abflüsse (Pegel *Hangard* angepasst mit Gebietsfaktor 1,04), der Niederschlags-Daten (Wetterstation *Ottweiler*) sowie der Werte der Lufttemperaturen und der Globalstrahlung (Wetterstation *Waldmohr*) während des gesamten Messzeitraumes (01.11.2021 bis 27.03.2023)

	Abfluss WK	Niederschlag [mm]	Lufttemperatur [°C]	Globalstrahlung
Mittelwert	1,32 m <sup>3</sup> /s		10,9	227 W/m <sup>2</sup>
Median	0,891 m <sup>3</sup> /s		9,9	103 W/m <sup>2</sup>
Minimum	0,034 m <sup>3</sup> /s		-9,9	
Maximum	10,9 m <sup>3</sup> /s	17,3 mm/h	37,3	1059 W/m <sup>2</sup>
Summe	51 Mio m <sup>3</sup>	1032 mm		1282 kW/m <sup>2</sup>

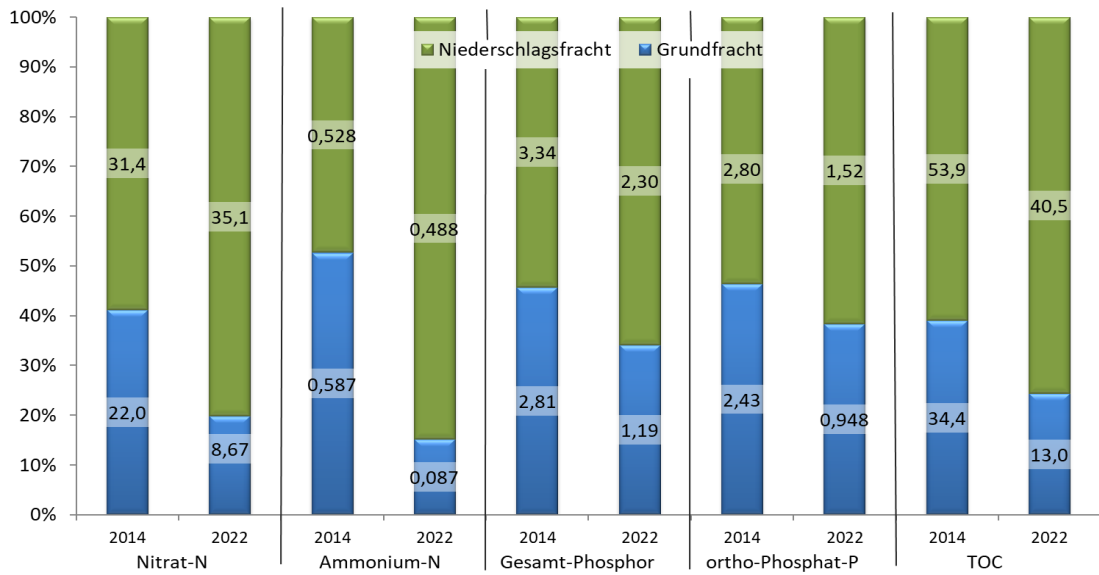


Abb. 6-8: Vergleich der Grund- und Niederschlagsfrachten in *Wiebelskirchen* (08.03. bis 29.10. 2014 und 2022)

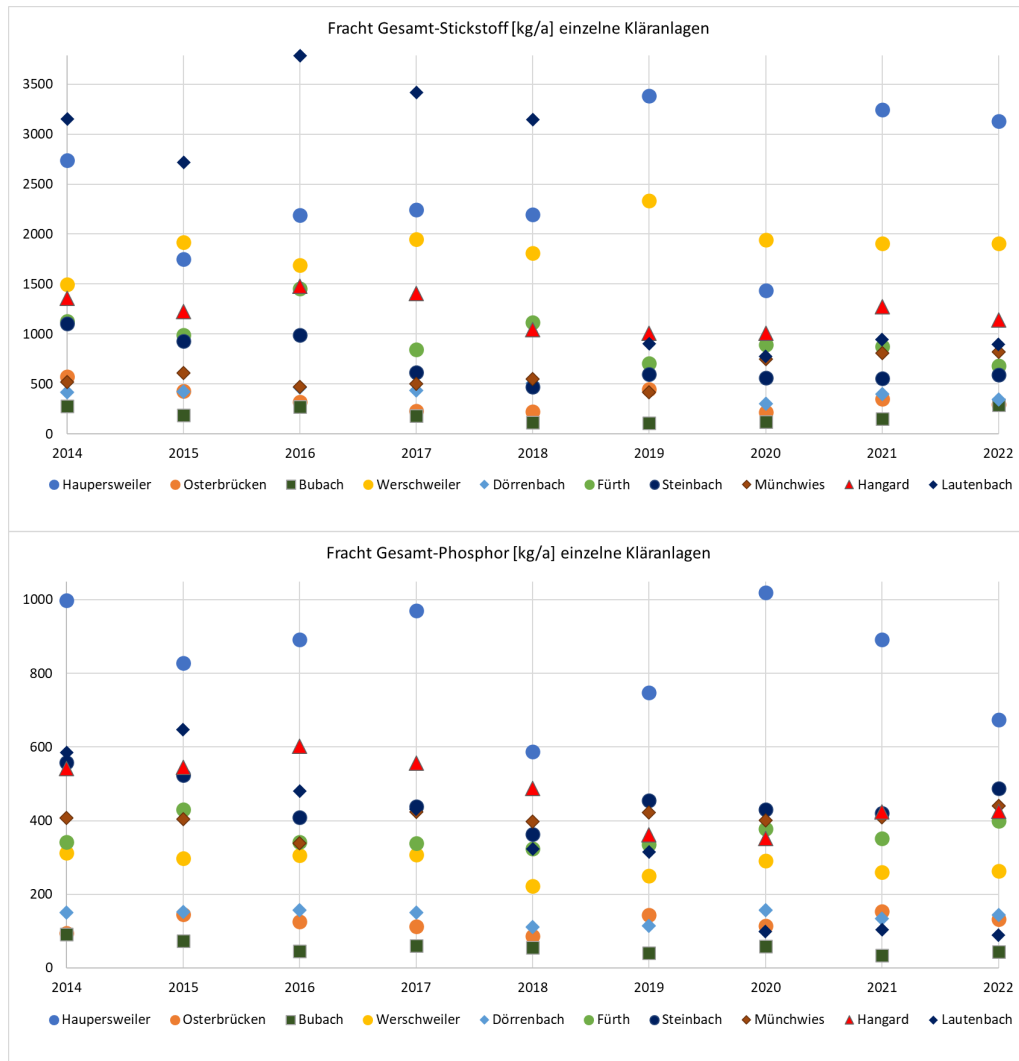


Abb. 6-9: Verteilung der Frachten an Gesamt-Stickstoff (oben) und Gesamt-Phosphor (unten) der einzelnen Kläranlagen im Einzugsgebiet der Oster über die Jahre 2014 bis 2022



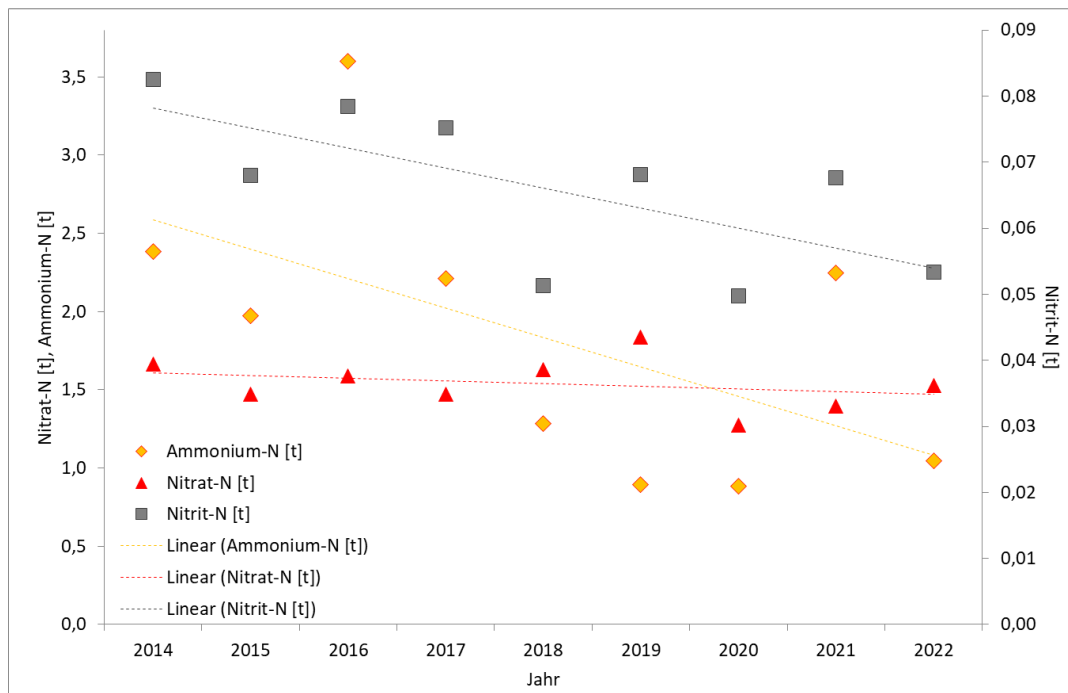
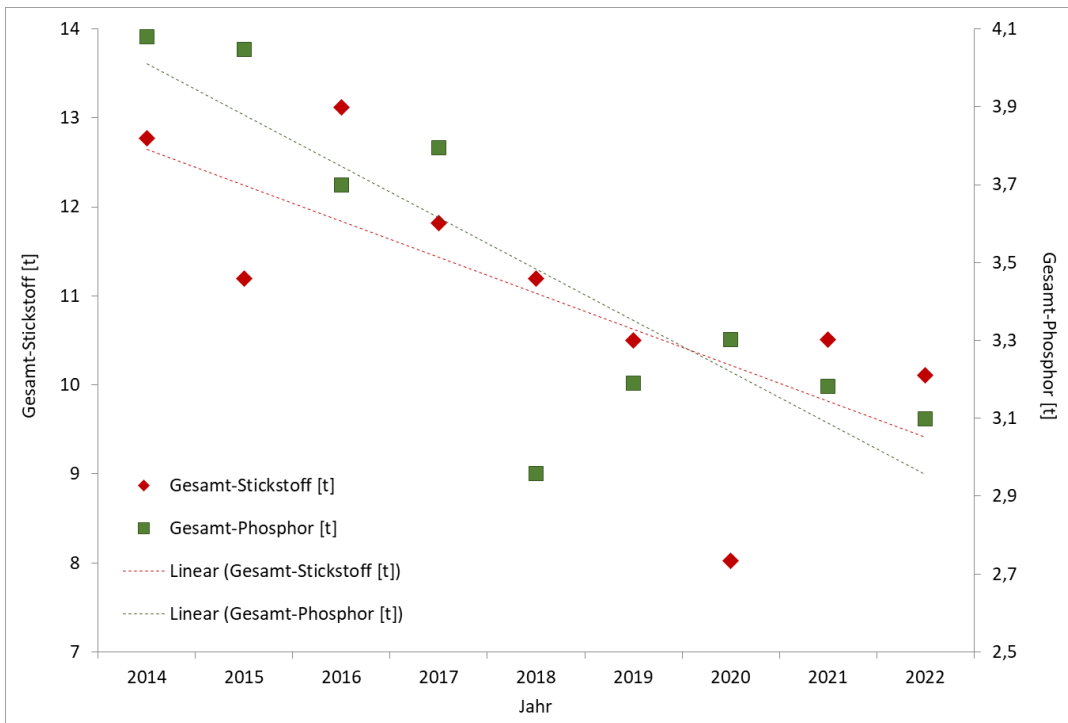


Abb. 6-10: Summe der Frachten an Gesamt-Stickstoff und Gesamt-Phosphor (oben) sowie an Nitrat-N, Ammonium-N und Nitrit-N der Kläranlagen im Einzugsgebiet der Oster über die Jahre 2014 bis 2022

Tabelle 6-3: Frachten an Gesamt-Stickstoff und Gesamt-Phosphor der einzelnen Kläranlagen im Einzugsgebiet der Oster im Vergleichszeitraum 2014 und 2022 (08.03. bis 29.10. 2014 und 2022)

<b>Kläranlage</b>	<b>Gesamt-Stickstoff [kg]</b>		<b>Gesamt-Phosphor [kg]</b>	
	<b>2014</b>	<b>2022</b>	<b>2014</b>	<b>2022</b>
Haupersweiler	1195	1494	481	332
Osterbrücken	293	157	48,5	73,1
Bubach	132	134	45,1	20,6
Werschweiler	794	959	166	133
Dörrenbach	205	178	79,0	78,0
Fürth	498	334	160	210
Steinbach	491	264	260	231
Münchwies	261	434	207	241
Lautenbach	1470	398	283	40,6
Hangard	652	574	270	220
<b>Summe</b>	<b>5,99</b>	<b>4,93</b>	<b>2,00</b>	<b>1,58</b>

Shapiro-Wilk				
	DF	Statistik	p-Wert	Entscheidung bei Niveau(5%)
Leitfähigkeit elektrische	84	0,70297	<0,0001	Normalverteilung zurückweisen
pH-Wert	84	0,94728	0,00178	Normalverteilung zurückweisen
Sauerstoff O O2	84	0,966	0,02558	Normalverteilung zurückweisen
VO_Sauerstoffsättigungsindex	84	0,93976	6,70924E-4	Normalverteilung zurückweisen
Temperatur	84	0,95987	0,01032	Normalverteilung zurückweisen
Ammonium N	66	0,60881	<0,0001	Normalverteilung zurückweisen
Nitrit_N	64	0,87562	<0,0001	Normalverteilung zurückweisen
Nitrat berechnet als Stickstoff	84	0,93795	5,34073E-4	Normalverteilung zurückweisen
Stickstoff gebunden (TNb)	84	0,93945	6,45596E-4	Normalverteilung zurückweisen
VO_BSB5 gesamt	59	0,59273	<0,0001	Normalverteilung zurückweisen
Säurekapazität bei pH 4.3	84	0,94806	0,00198	Normalverteilung zurückweisen
TOC total organic carbon	84	0,81119	<0,0001	Normalverteilung zurückweisen
Gesamt-Phosphor	84	0,84443	<0,0001	Normalverteilung zurückweisen
ortho-Phosphat-P	84	0,82094	<0,0001	Normalverteilung zurückweisen
Aluminium Al	84	0,67668	<0,0001	Normalverteilung zurückweisen
Arsen As, gesamt	84	0,90925	<0,0001	Normalverteilung zurückweisen
Barium Ba	84	0,92932	1,86859E-4	Normalverteilung zurückweisen
Blei Pb	47	0,77235	<0,0001	Normalverteilung zurückweisen
Bor B	84	0,97201	0,06393	Normalverteilung kann nicht zurückgewiesen werden.
Calcium Ca Kalzium	84	0,97575	0,11359	Normalverteilung kann nicht zurückgewiesen werden.
Chrom Cr	83	0,62599	<0,0001	Normalverteilung zurückweisen
Cobalt Co	54	0,81847	<0,0001	Normalverteilung zurückweisen
Eisen Fe	84	0,86379	<0,0001	Normalverteilung zurückweisen
Kalium K	84	0,91318	<0,0001	Normalverteilung zurückweisen
Kupfer Cu	83	0,76761	<0,0001	Normalverteilung zurückweisen
Magnesium Mg	84	0,96923	0,04173	Normalverteilung zurückweisen
Mangan Mn	84	0,91086	<0,0001	Normalverteilung zurückweisen
Natrium Na	84	0,96136	0,01284	Normalverteilung zurückweisen
Nickel Ni	84	0,63855	<0,0001	Normalverteilung zurückweisen
Silicium Si	84	0,94225	9,22573E-4	Normalverteilung zurückweisen
Strontium Sr	84	0,9369	4,68748E-4	Normalverteilung zurückweisen
Uran U	84	0,94796	0,00195	Normalverteilung zurückweisen
Zink Zn	52	0,96305	0,10614	Normalverteilung kann nicht zurückgewiesen werden.
Chlorid-Ion Cl1-	84	0,98267	0,31956	Normalverteilung kann nicht zurückgewiesen werden.
Sulfat	84	0,98539	0,46232	Normalverteilung kann nicht zurückgewiesen werden.

Tabelle 6-4: Test der durch das LUA in den Jahren 2014 bis 2022 erhobenen der Datensätze (Jahresmediane) auf Normalverteilung (Shapiro-Wilk-Test, Signifikanzniveau: 0,05) für die Oster Mündung in *Wiebelskirchen* Festplatz (Messstellenummer 4039) (erstellt mit Origin)

Shapiro-Wilk				
	DF	Statistik	p-Wert	Entscheidung bei Niveau(5%)
Ammonium N	74	0,48401	<0.0001	Normalverteilung zurückweisen
Nitrit berechnet als Stickstoff	67	0,60351	<0.0001	Normalverteilung zurückweisen
Nitrat berechnet als Stickstoff	85	0,98214	0,2888	Normalverteilung kann nicht zurückgewiesen werden.
Stickstoff gebunden (TNb)	84	0,97246	0,0685	Normalverteilung kann nicht zurückgewiesen werden.
VO_BSB5 gesamt	54	0,70221	<0.0001	Normalverteilung zurückweisen
Säurekapazität bei pH 4.3	85	0,92649	1,22235E-4	Normalverteilung zurückweisen
TOC total organic carbon	84	0,83228	<0.0001	Normalverteilung zurückweisen
Gesamt-Phosphor	85	0,78749	<0.0001	Normalverteilung zurückweisen
ortho-Phosphat-P	85	0,78224	<0.0001	Normalverteilung zurückweisen
Aluminium Al	85	0,77733	<0.0001	Normalverteilung zurückweisen
Arsen As, gesamt	83	0,5986	<0.0001	Normalverteilung zurückweisen
Barium Ba	85	0,4598	<0.0001	Normalverteilung zurückweisen
Blei Pb	53	0,25283	<0.0001	Normalverteilung zurückweisen
Bor B	85	0,90235	<0.0001	Normalverteilung zurückweisen
Calcium Ca Kalzium	85	0,94687	0,00157	Normalverteilung zurückweisen
Chrom Cr	84	0,68402	<0.0001	Normalverteilung zurückweisen
Cobalt Co	54	0,54788	<0.0001	Normalverteilung zurückweisen
Eisen Fe	85	0,90683	<0.0001	Normalverteilung zurückweisen
Kalium K	85	0,79852	<0.0001	Normalverteilung zurückweisen
Kupfer Cu	83	0,63644	<0.0001	Normalverteilung zurückweisen
Lithium Li	60	0,95082	0,01703	Normalverteilung zurückweisen
Magnesium Mg	85	0,96049	0,01064	Normalverteilung zurückweisen
Mangan Mn	85	0,34958	<0.0001	Normalverteilung zurückweisen
Natrium Na	85	0,79528	<0.0001	Normalverteilung zurückweisen
Nickel Ni	85	0,72022	<0.0001	Normalverteilung zurückweisen
Strontium Sr	85	0,9522	0,00325	Normalverteilung zurückweisen
Uran U	77	0,94765	0,00319	Normalverteilung zurückweisen
Zink Zn	59	0,9225	0,00108	Normalverteilung zurückweisen
Chlorid-Ion Cl1-	85	0,8575	<0.0001	Normalverteilung zurückweisen
Sulfat	85	0,86972	<0.0001	Normalverteilung zurückweisen

Tabelle 6-5: Test der durch das LUA in den Jahren 2014 bis 2022 erhobenen der Datensätze (Jahresmediane) auf Normalverteilung (Shapiro-Wilk-Test, Signifikanzniveau: 0,05) für den Selchenbach Mündung in *Haupersweiler* (Messstellenummer 4001) (erstellt mit Origin)