



**Überwachung von Fließgewässern im Saarland
in einem online-Monitoring Programm**

Oster

März bis Oktober 2014

**Dipl.-Geogr. Angelika Meyer, Dipl.-Ing. (FH) Elisabeth Fünfroeken,
Prof. Dr. Horst P. Beck, Prof. Dr. K. Hegetschweiler
Universität des Saarlandes
Institut für Anorganische und Analytische Chemie
Postfach 15 11 50
66041 Saarbrücken
Tel.: 0681-302-4230**

www.gewässer-monitoring.de

**Im Auftrag des Ministeriums für Umwelt und Verbraucherschutz,
Referat E/ 2 Wasser und Abwasser**

INHALT

1. EINLEITUNG	8
2. GRUNDLAGEN	10
2.1 TECHNISCHE GRUNDLAGEN	10
2.2 UNTERSUCHUNGSRAUM UND STANDORTE	11
3. ERGEBNISSE UND DISKUSSION	15
3.1 NÄHRSTOFFE	16
3.2 CHEMISCH-PHYSIKALISCHE MESSGRÖßEN	31
3.3 CHLOROPHYLL A	38
3.4 ERGEBNISSE DER MANUELLEN BEPROBUNGEN DURCH DIE BEHÖRDE	41
3.5 TABELLARISCHE ÜBERSICHT	44
4. ZUSAMMENFASSUNG	47
5. LITERATUR	48
6. ANHANG	49

VERZEICHNIS DER ABBILDUNGEN UND TABELLEN

Abbildung 1-1: Standorte der Messstationen (Quelle: MUV)

Abbildung 2.1-1: Schematische Darstellung einer mobilen Messstation

Abbildung 2.2-1: Einzugsgebiet Oster (Quelle: MUV)

Abbildung 2.2-2: Standort der großen Messstation in *Wiebelskirchen* und Mündung in die Blies (Maßstab ca.1:3.000; Quelle: Zora)

Abbildung 2.2-3: Standort der kleinen Messstation in *Fürth* (Maßstab ca. 1:1.500; Quelle Zora)

Abbildung 2.2-4: Standorte der Messstationen und Pegel in *Hangard* (Maßstab ca. 1:32.000; Quelle: Zora)

Abbildung 3.1-1: Einträge von Phosphor und TOC sowie Gehalte an Ammonium und Nitrat (Station *Wiebelskirchen*), Abfluss (Pegel *Hangard* angepasst) (29. September bis 6. Oktober 2014)

Abbildung 3.1-2: Einträge von Ammonium, Phosphor und TOC (Station *Wiebelskirchen*), Trübung, Abfluss (Pegel *Hangard* angepasst) und Niederschlag (Station *Ottweiler*) (11. bis 17. Juli 2014)

Abbildung 3.1-3: Konzentrationen von ortho-Phosphat- in Abhängigkeit der Konzentrationen von Gesamt-Phosphor (Station *Wiebelskirchen*) (gesamter Messzeitraum)

Abbildung 3.1-4: Frachten von Phosphor, Nitrat, TOC und Ammonium bei Trockenwetter, (Station *Wiebelskirchen*), Abfluss (Pegel *Hangard* angepasst) (1. bis 21. April 2014)

Abbildung 3.1-5: Einträge von Ammonium, Phosphor und TOC (Station *Wiebelskirchen*), Abfluss (Pegel *Hangard* angepasst) und Niederschlag (Station *Ottweiler*) (23. bis 28. Juni 2014)

Abbildung 3.1-6: Einträge von Ammonium, Phosphor und TOC sowie Gehalte an Sauerstoff und Nitrat (Station *Wiebelskirchen*), Abfluss (Pegel *Hangard* angepasst), Niederschlag (Station *Ottweiler*) (11. bis 17. Juli 2014)

Abbildung 3.1-7: Vergleich der Gehalte von Ammonium und Nitrat (Stationen *Wiebelskirchen* (WK) und *Fürth* (Fü)), Abfluss (Pegel *Hangard*), Niederschlag (Station *Ottweiler*) (30. Juni - 11. Juli 2014)

Abbildung 3.1-8: Einträge von Ammonium, sowie Gehalte an Sauerstoff und Nitrat (Stationen *Wiebelskirchen* (WK) und *Fürth* (Fü)), Abfluss (Pegel *Hangard*) (2. bis 7. April 2014)

Abbildung 3.1-9: Vergleich der Frachten von Ammonium und Nitrat (Stationen *Wiebelskirchen* (WK) und *Fürth* (Fü)), Abfluss (Pegel *Hangard*) (4. bis 29. Mai 2014)

Abbildung 3.1-10: Konzentrationen von Nitrat (Station *Wiebelskirchen*), Abfluss (Pegel *Hangard* angepasst) und Niederschlag (Station *Ottweiler*) (11. bis 17. Juli 2014)

Abbildung 3.1-11: Einträge von Nitrat durch Zwischenabfluss sowie Einträge von Ammonium, Phosphor und TOC bei Regen (Station *Wiebelskirchen*), Abfluss (Pegel *Hangard* angepasst) und Niederschlag (Station *Ottweiler*) (11. bis 18. Oktober 2014)

Abbildung 3.1-12: Einträge von Nitrat durch Zwischenabfluss und Trübung bei Regen (Station *Fürth*), Abfluss (Pegel *Hangard* angepasst) und Niederschlag (Station *Ottweiler*) (27. Juni bis 1. Juli 2014)

Abbildung 3.1-13: Verlauf der Gehalte von TOC, Ammonium, Phosphor und Nitrat (Station *Wiebelskirchen*), Abfluss (Pegel *Hangard* angepasst) und Niederschlag (Station *Ottweiler*) (22. April bis 18. Mai 2014)

Abbildung 3.1-14: Gehalte an Nitrat entlang der Oster (manuelle Beprobungen an der Quelle, in *Osterbrücken*, in *Marth*, in *Fürth* und an der Mündung am 08., 15., 21. und 28. Juli 2014)

Abbildung 3.1-15: Gehalte an Ammonium und Nitrit entlang der Oster (manuelle Beprobungen an der Quelle, in *Osterbrücken*, in *Marth*, in *Fürth* und an der Mündung am 08., 15., 21. und 28. Juli 2014)

Abbildung 3.1-16: Gehalte an ortho-Phosphat- und Gesamt-Phosphor entlang der Oster (manuelle Beprobungen an der Quelle, in *Osterbrücken*, in *Marth*, in *Fürth* und an der Mündung am 08., 15., 21. und 28. Juli 2014)

Abbildung 3.2-1: Sauerstoff-Gehalte, Temperaturen und Trübung (Station *Wiebelskirchen*) sowie Abfluss (Pegel *Hangard* angepasst) (26. April bis 7. August 2014)

Abbildung 3.2-2: Vergleich der Verläufe von Sauerstoff, Temperatur und pH-Wert (Stationen *Wiebelskirchen* (WK) und *Fürth* (Fü)), Abfluss (Pegel *Hangard*) (1. bis 7. April 2014)

Abbildung 3.2-3: Verlauf der Sauerstoff-Gehalte in Abhängigkeit von Temperatur (Stationen *Wiebelskirchen* (WK) und *Fürth* (Fü)) (11. März, 14. Mai, 5. Juni und 17. Juli 2014)

Abbildung 3.2-4: Abnahme der Sauerstoff-Gehalte durch organische Einträge, Gehalte von Ammonium und TOC und Trübung (Station *Wiebelskirchen*), Abfluss (Pegel *Hangard* angepasst) und Niederschlag (Station *Ottweiler*) (7. bis 12. Oktober 2014)

Abbildung 3.2-5: Vergleich der Verläufe von Sauerstoff, Temperatur und pH-Wert (Stationen *Wiebelskirchen* (WK) und *Fürth* (Fü)), Abfluss (Pegel *Hangard*), Niederschlag (Station *Ottweiler*) (23. Juli bis 7. August 2014)

Abbildung 3.2-6: Gehalte an Sauerstoff entlang der Oster (manuelle Beprobungen an der Quelle, in *Osterbrücken*, in *Marth*, in *Fürth* und an der Mündung am 08., 15., 21. und 28. Juli 2014)

Abbildung 3.2-7: Leitfähigkeit und pH-Wert (Stationen *Wiebelskirchen* (WK) und *Fürth* (Fü)), Abfluss (Pegel *Hangard*), Niederschlag (Station *Ottweiler*) (23. Juli bis 7. August 2014)

Abbildung 3.3-1: Gehalte von Gesamt-Chlorophyll a und Sauerstoff, pH-Wert und Temperatur (Station *Wiebelskirchen*) (4. bis 20. Juni 2014)

Abbildung 3.3-2: Gehalte von Gesamt-Chlorophyll a und Nährstoffen (Station *Wiebelskirchen*), Globalstrahlung (Station *Waldmohr*), Abfluss (Pegel *Hangard* angepasst) (4. bis 20. Juni 2014)

Abbildung 3.3-3: Gehalte von Gesamt.Chlorophyll a in verschiedenen Abflusssituationen (Station *Wiebelskirchen*), Abfluss (Pegel *Hangard* angepasst) (16. Juli. bis 12. August 2014)

Abbildung 3.4-1: Jahres-Mediane von Temperatur mit signifikant steigendem Trend (manuelle Beprobungen durch das LUA in *Wiebelskirchen*, 2006 bis 2014)

Abbildung 3.4-2: Messwerte von Sauerstoff, Temperatur, pH-Wert und Leitfähigkeit (manuelle Beprobungen durch das LUA in *Wiebelskirchen*, 2006 bis 2014)

Abbildung 3.4-3: Messwerte von Nitrat-, Ammonium-, Nitrit-Stickstoff und TNb- (manuelle Beprobungen durch das LUA in *Wiebelskirchen*, 2006 bis 2014)

Abbildung 3.4-4: Messwerte von ortho-Phosphat- und Gesamt-Phosphor sowie TOC (manuelle Beprobungen durch das LUA in *Wiebelskirchen*, 2006 bis 2014)

Abbildung 6-1: Standort der Messstation auf dem Festplatz in *Wiebelskirchen*

Abbildung 6-2: Standort der Messstation in *Fürth*

Abbildung 6-3: Wassertemperatur (Messstation *Wiebelskirchen*), Abfluss (Pegel *Hangard*) sowie Niederschläge (Wetterstation *Ottweiler*), Lufttemperatur und Globalstrahlung (Wetterstation *Waldmohr*) über den gesamten Messzeitraum

Abbildung 6-4: Datenblatt Umweltziele / Bewirtschaftungsziele für die Oster (Quelle: [4])

Abbildung 6-5a: positives Ergebnis des Tests auf Normalverteilung (Shapiro-Wilk) von Ammonium-N (Mediane der manuellen Beprobung durch das LUA, 2006 bis 2014) (OriginPro 9.1)

Abbildung 6-5b: positives Ergebnis des Tests auf Normalverteilung (Shapiro-Wilk) von Nitrat-N (Mediane der manuellen Beprobung durch das LUA, 2006 bis 2014) (OriginPro 9.1)

Abbildung 6-5c: positives Ergebnis des Tests auf Normalverteilung (Shapiro-Wilk) von Nitrit-N (Mediane der manuellen Beprobung durch das LUA, 2006 bis 2014) (OriginPro 9.1)

Abbildung 6-5d: positives Ergebnis des Tests auf Normalverteilung (Shapiro-Wilk) von TNb (Mediane der manuellen Beprobung durch das LUA, 2006 bis 2014) (OriginPro 9.1)

Abbildung 6-5e: positives Ergebnis des Tests auf Normalverteilung (Shapiro-Wilk) von Gesamt-Phosphor (Mediane der manuellen Beprobung durch das LUA, 2006 bis 2014) (OriginPro 9.1)

Abbildung 6-5f: positives Ergebnis des Tests auf Normalverteilung (Shapiro-Wilk) von ortho-Phosphat (Mediane der manuellen Beprobung durch das LUA, 2006 bis 2014) (OriginPro 9.1)

Abbildung 6-5g: positives Ergebnis des Tests auf Normalverteilung (Shapiro-Wilk) von pH-Wert (Mediane der manuellen Beprobung durch das LUA, 2006 bis 2014) (OriginPro 9.1)

Abbildung 6-5h: positives Ergebnis des Tests auf Normalverteilung (Shapiro-Wilk) von Leitfähigkeit (Mediane der manuellen Beprobung durch das LUA, 2006 bis 2014) (OriginPro 9.1)

Abbildung 6-5i: positives Ergebnis des Tests auf Normalverteilung (Shapiro-Wilk) von Sauerstoff (Mediane der manuellen Beprobung durch das LUA, 2006 bis 2014) (OriginPro 9.1)

Abbildung 6-5j: positives Ergebnis des Tests auf Normalverteilung (Shapiro-Wilk) von Temperatur (Mediane der manuellen Beprobung durch das LUA, 2006 bis 2014) (OriginPro 9.1)

Abbildung 6-5k: positives Ergebnis des Tests auf Normalverteilung (Shapiro-Wilk) von TOC (Mediane der manuellen Beprobung durch das LUA, 2006 bis 2014) (OriginPro 9.1)

Abbildung 6-5l: positives Ergebnis des Tests auf Normalverteilung (Shapiro-Wilk) von Kupfer (Mediane der manuellen Beprobung durch das LUA, 2006 bis 2014) (OriginPro 9.1)

Abbildung 6-6: negatives Ergebnis des Tests auf Normalverteilung (Shapiro-Wilk) von Cadmium (Mediane der manuellen Beprobung durch das LUA, 2006 bis 2014) (OriginPro 9.1)

Abbildung 6-7: positives Ergebnis des Trend-Tests (Lineare Regression) von Temperatur (Mediane der manuellen Beprobung durch das LUA, 2006 bis 2014) (OriginPro 9.1)

Abbildung 6-8a: negatives Ergebnis des Trend-Tests (Lineare Regression) von Ammonium-N (Mediane der manuellen Beprobung durch das LUA, 2006 bis 2014) (OriginPro 9.1)

Abbildung 6-8b: negatives Ergebnis des Trend-Tests (Lineare Regression) von Nitrat-N (Mediane der manuellen Beprobung durch das LUA, 2006 bis 2014) (OriginPro 9.1)

Abbildung 6-8c: negatives Ergebnis des Trend-Tests (Lineare Regression) von Nitrit-N (Mediane der manuellen Beprobung durch das LUA, 2006 bis 2014) (OriginPro 9.1)

Abbildung 6-8d: negatives Ergebnis des Trend-Tests (Lineare Regression) von TNb (Mediane der manuellen Beprobung durch das LUA, 2006 bis 2014) (OriginPro 9.1)

Abbildung 6-8e: negatives Ergebnis des Trend-Tests (Lineare Regression) von Gesamt-Phosphor (Mediane der manuellen Beprobung durch das LUA, 2006 bis 2014) (OriginPro 9.1)

Abbildung 6-8f: negatives Ergebnis des Trend-Tests (Lineare Regression) von ortho-Phosphat (Mediane der manuellen Beprobung durch das LUA, 2006 bis 2014) (OriginPro 9.1)

Abbildung 6-8g: negatives Ergebnis des Trend-Tests (Lineare Regression) von pH-Wert (Mediane der manuellen Beprobung durch das LUA, 2006 bis 2014) (OriginPro 9.1)

Abbildung 6-8h: negatives Ergebnis des Trend-Tests (Lineare Regression) von Leitfähigkeit (Mediane der manuellen Beprobung durch das LUA, 2006 bis 2014) (OriginPro 9.1)

Abbildung 6-8i: negatives Ergebnis des Trend-Tests (Lineare Regression) von Sauerstoff (Mediane der manuellen Beprobung durch das LUA, 2006 bis 2014) (OriginPro 9.1)

Abbildung 6-8j: negatives Ergebnis des Trend-Tests (Lineare Regression) von TOC (Mediane der manuellen Beprobung durch das LUA, 2006 bis 2014) (OriginPro 9.1)

Abbildung 6-8k: negatives Ergebnis des Trend-Tests (Lineare Regression) von Kupfer (Mediane der manuellen Beprobung durch das LUA, 2006 bis 2014) (OriginPro 9.1)

Abbildung 6-9: negatives Ergebnis des Trend-Tests (Mann-Kendall) von Cadmium (Mediane der manuellen Beprobung durch das LUA, 2006 bis 2014)

Tabelle 3.5-1: Mittel, Minima und Maxima der Stundenmittelwerte der Oster in Wiebelskirchen vom 08.03.2014 bis 30.10.2014 und Orientierungswerte für den guten chemischen Zustand (Gewässertyp 5) [9] und Grenzwert der Nitrat-Richtlinie sowie Anzahl der zu Grunde liegenden Stundenmittelwerte bzw. Einzelmessungen (n)

Tabelle 3.5-2: Mittel, Minima und Maxima der Stundenmittelwerte der Oster in *Fürth* vom 11.03.2014 bis 28.08.2014 und Orientierungswerte für den guten chemischen Zustand (Gewässertyp 5) [9] und Grenzwert der Nitrat-Richtlinie sowie Anzahl der zu Grunde liegenden Stundenmittelwerte bzw. Einzelmessungen (n)

Tabelle 3.5-3: Mittel, Minima und Maxima der Stundenmittelwerte der Frachten der Oster in *Wiebelskirchen* vom 08.03.2014 bis 30.10.2014 sowie die Gesamtfracht im Messzeitraum

Tabelle 6-1: Messparameter in den großen Messstationen

Tabelle 6-2: Mittelwerte, Minima und Maxima der monatlichen Beprobungen des LUA in *Wiebelskirchen* von 2006 bis 2014

***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. Götzingen und Herrn Becker vom Ministerium für Umwelt und Verbraucherschutz,
dem BUND Saar,*

*Herrn Franzen, Herrn Rigoll, Herrn A. Schmitt, Herrn Dr. Haybach und Herrn Rischmann
vom Landesamt für Umwelt - und Arbeitsschutz,*

Herrn Engels aus Fürth,

Herrn Rolshausen aus Freisen,

der Gemeinde Neunkirchen.

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-Projektes¹ konzipierten mobilen Messstationen können Nährstoffparameter wie Phosphor, TOC (total organic carbon, gesamter organischer Kohlenstoff) 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 und Verbraucherschutz (MUV) des Saarlandes eingesetzt. Hauptaugenmerk liegt dabei auf denjenigen Oberflächenwasserkörpern, die ökologisch und chemisch schlechter als gut eingestuft wurden. Die im Folgenden dargestellte Karte des Saarlandes (Abbildung 1-1) zeigt die Standorte, an denen bereits gemessen wurde (blau), sowie die Messstandorte des aktuellen Berichtszeitraumes (rot).

¹ 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)

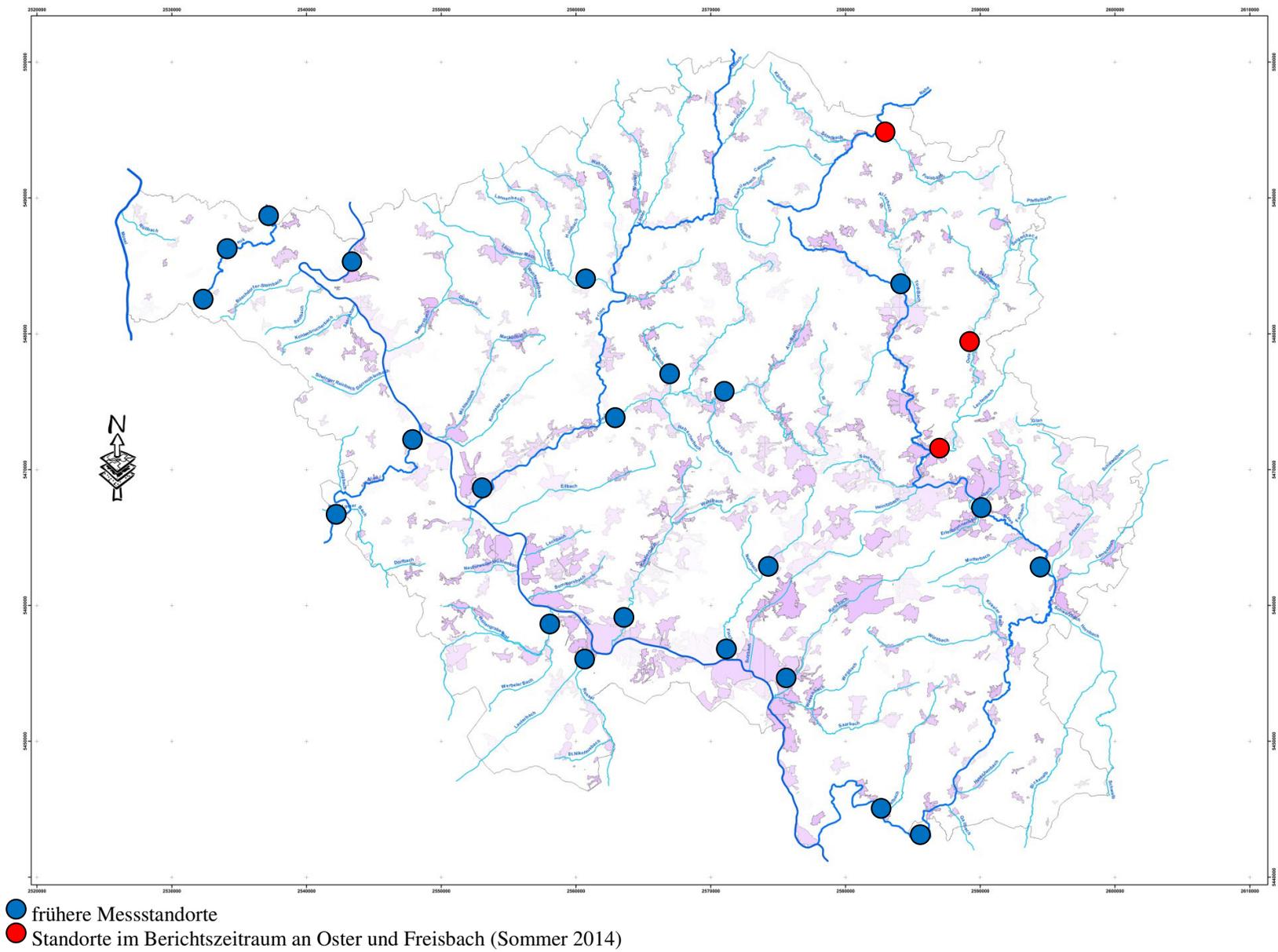


Abbildung 1-1: Standorte der Messstationen (Quelle: MUV)

2. Grundlagen

2.1 Technische Grundlagen

Die mobilen Messstationen werden in der Regel am Ende der Flüsse aufgestellt, um ein möglichst umfassendes Bild der Belastungen des Gewässers zu erhalten.

Eine Tauchpumpe fördert kontinuierlich das Flusswasser in den in der Messstation befindlichen Probenkopf; über ein weiteres Rohrsystem wird der Überlauf des Probenkopfes ins Gewässer zurück geleitet (siehe Abbildung 2.1-1). Im Probenkopf selbst befinden sich die Messsonden für Nitrat, Trübung, SAK, Temperatur, Sauerstoff, pH-Wert und Leitfähigkeit sowie die Entnahme-Einheiten der online-Photometer für die Bestimmung der Konzentrationen von Phosphor, TOC² und Ammonium sowie Chlorophyll a³. So können – je nach Messmethode – sehr kurze Messintervalle zwischen wenigen Sekunden und zehn Minuten (bei TOC zwanzig Minuten) realisiert werden (siehe Anhang Tabelle 6-1). Die Messwerte werden im Fünfminuten-Rhythmus von einem Datenlogger erfasst und können dort über ein Mobilfunk-Modem abgerufen werden.

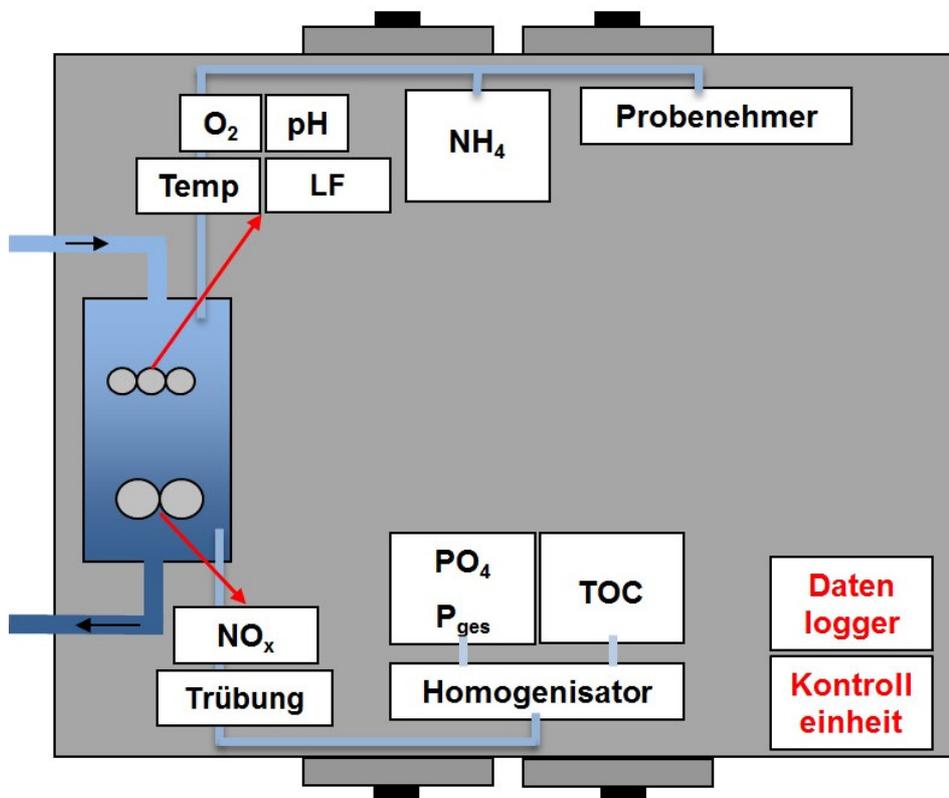


Abbildung 2.1-1: Schematische Darstellung einer mobilen Messstation

Um die Funktionalität der einzelnen Messgeräte zu überprüfen, werden etwa alle sieben bis zehn Tage Proben aus dem Probenkopf entnommen, im Labor analysiert und den online ermittelten Werten gegenübergestellt. Dabei werden auch die Gehalte von Nitrit und TNb⁴ gemessen. Darüber hinaus werden Proben aus dem Fluss gezogen und mit den Messwerten verglichen, um sicherzustellen, dass das Probengut durch den Transport in die Messstation nicht verändert wird. 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 TOC: Total Organic Carbon, Gesamter organischer Kohlenstoff

³ Darüber hinaus werden Gelbstoffe (relativ) erfasst.

⁴ TNb: Total Nitrogen bound, Gesamter gebundener Stickstoff

2.2 Untersuchungsraum und Standorte

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. 67 km². Der Mittlere Abfluss (MQ) am Pegel Hangard beläuft sich auf 1,53m³/s (1963-2014) [2].

Die Oster gehört zu den Bächen des permischen bzw. karbonischen Grundgebirges und Bächen des Buntsandsteins mit wechselnden Anteilen an vorwiegend feinkörnigen bis kiesigen, mobilen Sohlensubstraten (tiefgründig lockersohlig) [3] und ist somit den feinmaterialreichen, silikatischen Mittelgebirgsbächen als LAWA-Typ 5.1 zugeordnet [4].

Das Einzugsgebiet der Oster ist zu einem Drittel mit Wald und zu je einem Viertel mit Acker und Grünland bedeckt; auf fast 9% der Fläche befinden sich Siedlungen. Die größten Zuflüsse zur Oster (über 10 km² Einzugsgebiet) sind Wilmesbach (Mündung in die Oster in *Hauwersweiler*), 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*), Selgenbach und Himmelwaldbach (beide in *Fürth*) sowie Lautenbach (südl. von *Steinbach*) [MUV].

Das Ostertal weist eine Breite von zwei bis vier km auf. 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 [5, 6].

Im Einzugsgebiet der Oster gibt es derzeit insgesamt 11 kommunale Kläranlagen verschiedener Bauart in Ausbaugrößen zwischen 30 und 4.000 Einwohnerwerten (EW) mit einer Gesamt-Anzahl von 15.680 EW (siehe Abbildung 2.2-1). Des Weiteren existieren 27 Mischwasser-Direkteinleiter, davon 8 Staukanäle, 12 Regenüberläufe und 7 Regenüberlaufbauwerke [MUV].

Im Rahmen der Umsetzung der WRRL wurde die Oster als Oberflächenwasserkörper (OWK) II.4-1.1 kategorisiert [4]. In den Bewirtschaftungsplänen 2009 und 2015 wurde die ökologische Bewertung mit „schlecht“ vorgenommen, eine Zielerreichung ist bis 2021 vorgesehen [1].

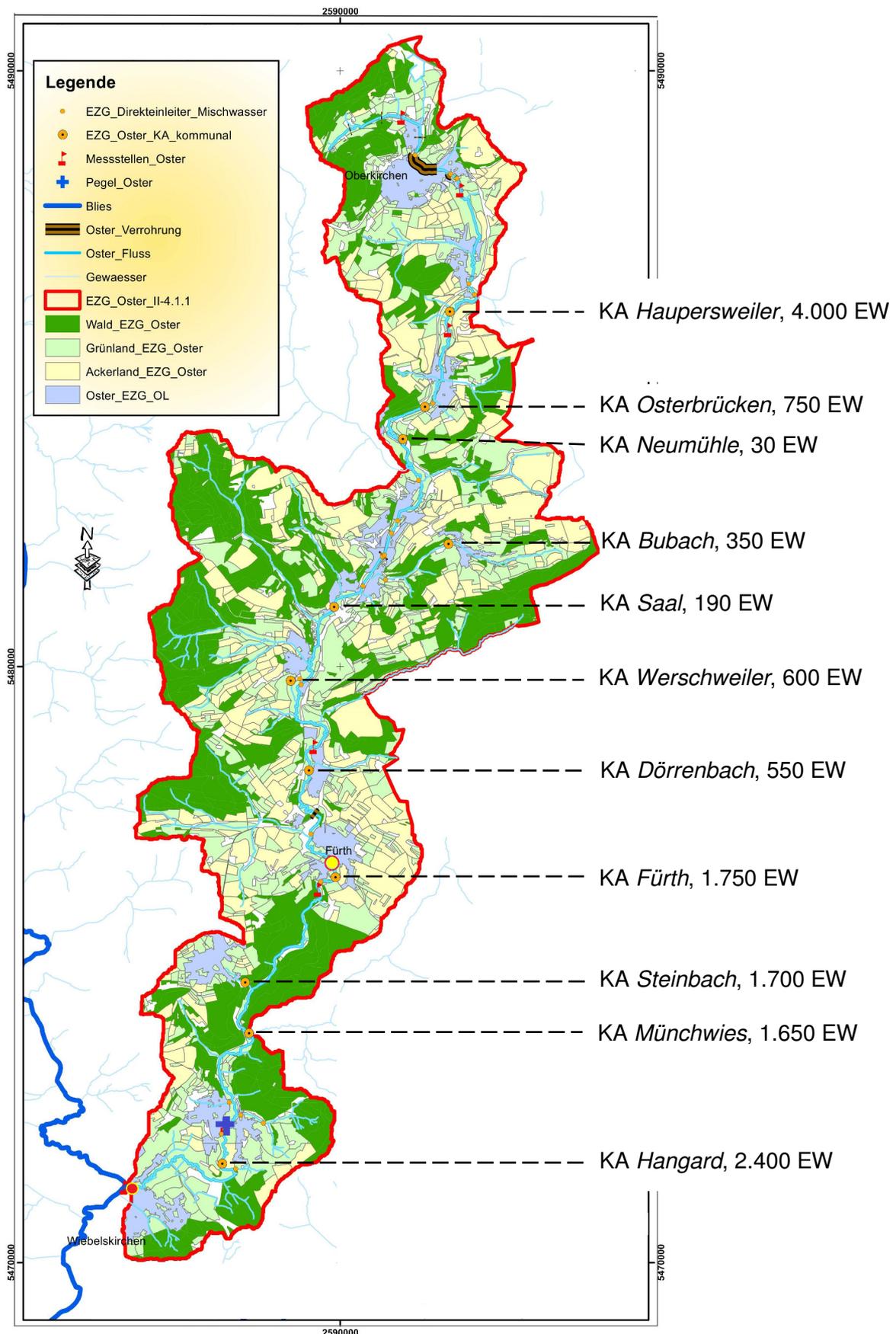
Die große Messstation war vom 08. März bis 30. Oktober 2014 in *Wiebelskirchen* auf dem Festplatz (Koordinaten: R 2586344 H 5471274) kurz vor der Mündung in die Blies installiert, die kleine Messstation war vom 11. März bis 29. August 2014 in *Fürth* auf Privatgelände (Koordinaten: R 2589821 H 5476879; Entfernung zur Mündung und zur großen Messstation: ca. 10 km) (siehe Abbildung 2.2-4 bis 2.2-4) im Einsatz.

In der großen Messstation wurden alle in Kapitel 2.1 genannten Parameter kontinuierlich erfasst; in der kleinen Station wurden Sauerstoff, Temperatur, Leitfähigkeit, pH-Wert, Nitrat, Ammonium und Trübung gemessen. Im Rahmen der Qualitätssicherung wurden wöchentlich vor Ort Vergleichsmessungen der elektrochemischen Parameter durchgeführt sowie Proben entnommen und im Labor auf Ammonium-, Nitrat-, Nitrit- und TNb, Phosphor, TOC sowie TIC untersucht.

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.

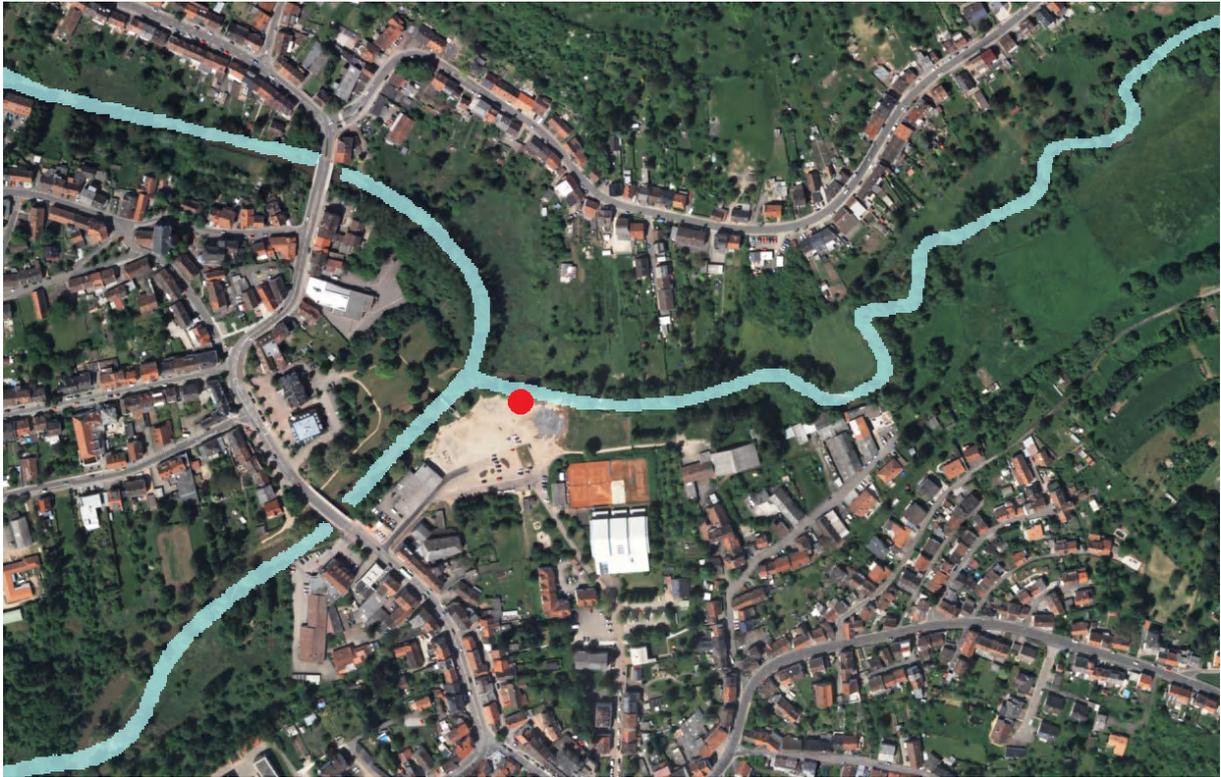
Abflussmenge und Wasserstand werden durch das LUA am Pegel in Hangard gemessen. Aufgrund der Entfernung des Pegels zu den Messstationen (jeweils ca. 3 km) wurden zur Berechnung des jeweiligen Abflusses die vom LUA ermittelten Faktoren von 0,87 für den Standort in *Fürth* (LUA-Messstelle Nr. 4011) und von 1,04 für den Standort in *Wiebelskirchen* (LUA-Messstelle Nr. 4039) auf die in *Hangard* erhobenen Abflussdaten angewandt⁵.

⁵ In denjenigen Abbildungen, in denen Messdaten beider Stationen verglichen werden, sind die ursprünglichen Abflusswerte am Pegel *Hangard* aufgetragen; die Bezeichnung in der Legende lautet dann Abfluss HA.



- Standort der kleinen Messstation in Fürth
- Standort der großen Messstation in Wiebelskirchen

Abbildung 2.2-1: Einzugsgebiet Oster (Quelle: MUV)



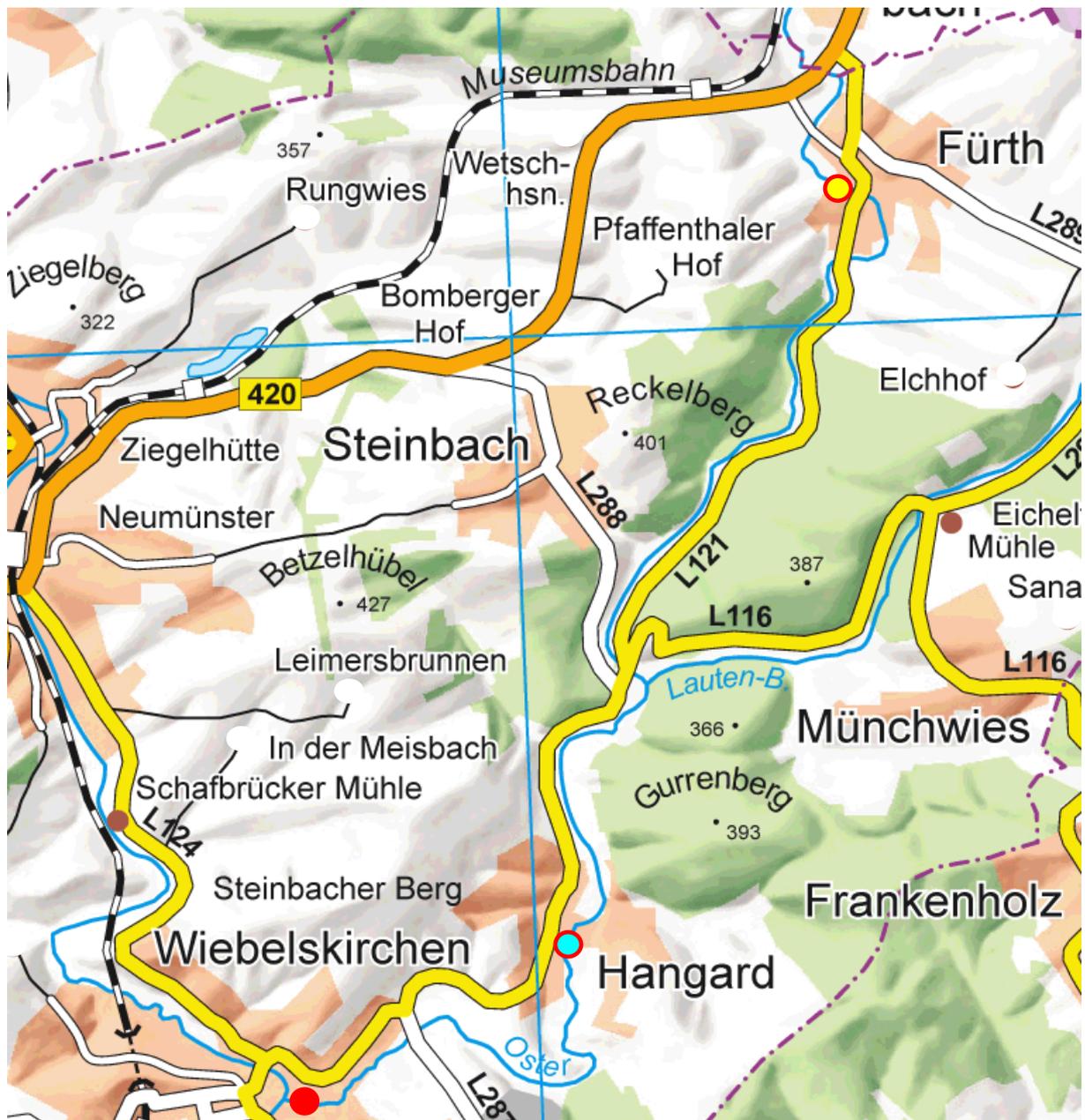
● Standort der großen Messstation

Abbildung 2.2-2: Standort der großen Messstation in *Wiebelskirchen* und Mündung in die Blies (Maßstab ca. 1:3.000; Quelle: Zora)



● Standort der kleinen Messstation

Abbildung 2.2-3: Standort der kleinen Messstation in *Fürth* (Maßstab ca. 1:1.500; Quelle Zora)



- Standort der kleinen Messstation in *Fürth*
- Standort der großen Messstation in *Wiebelskirchen*
- Pegel in *Hangard*

Abbildung 2.2-4: Standorte der Messstationen und Pegel in *Hangard* (Maßstab ca. 1:32.000; Quelle: Zora)

3. Ergebnisse und Diskussion

In den folgenden Kapiteln werden einige signifikante Beobachtungen beschrieben, die während des Sommerhalbjahres 2014 mit Hilfe der mobilen Messstationen an der Oster in *Wiebelskirchen* gewonnen werden konnten.

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. Chlorophyll a-Werte wurden nur dann berücksichtigt, wenn die parallel gemessene Transmission über 60% lag, da bei zu geringer Transmission die Messung erheblich gestört wird und keine plausiblen Messwerte zu erwarten sind.

Alle erfassten Daten wurden dem Ministerium für Umwelt und Verbraucherschutz des Saarlandes gleichzeitig mit diesem Bericht in evaluierter Form als Fünfminutenwerte, Stundenmittelwerte, Tagesmittelwerte, Tagesminima und Tagesmaxima übergeben.

Zum Vergleich der Daten aus den Messstationen in *Fürth* und *Wiebelskirchen* wurde auf Grundlage des für den Zeitraum ermittelten durchschnittlichen Abflusses von $0,724\text{m}^3/\text{s}$ und der Entfernung der Standorte von 10 km ein Zeitversatz von 4 Stunden angenommen. Dieser Zeitversatz ist für alle Abflusssituationen in den Graphiken berücksichtigt.

Aus Gründen der Übersichtlichkeit wurde in die Kapitel „Nährstoffe“, „chemisch-physikalische Messgrößen“ und „Chlorophyll a“ untergliedert. Die Betrachtung erfolgt dabei keineswegs losgelöst voneinander, sondern immer auch im Hinblick auf die Veränderungen der übrigen, gleichzeitig erhobenen Messgrößen und Abflusssituationen, Niederschläge etc. (s.o.). Des Weiteren wird eine Betrachtung der Trends der wichtigsten Parameter vorgenommen, welche sich aus den Ergebnissen der manuellen Beprobungen der letzten Jahre ergibt, sowie ein tabellarischer Vergleich mit den Orientierungswerten und eine Darstellung der ermittelten Frachten durchgeführt.

3.1 Nährstoffe

Im Mündungsbereich der Oster lassen sich zu jeder Zeit z.T. sehr hohe Belastungen an Phosphor feststellen. Besonders in abflussarmen Phasen zeigen sich dabei deutliche Tageszyklen, die aufgrund der exakten Ausprägung auf Einträge aus einer in der Nähe gelegenen technischen Anlage (vermutlich aus der Kläranlage *Hangard* (2.400 EW)) schließen lassen (siehe Abbildung 3.1-1). In den Ammonium-Gehalten sind diese Zyklen nicht festzustellen, es ist davon auszugehen, dass eventuell eingeleitetes Ammonium bis zum Messstandort zu Nitrat oxidiert werden kann (vgl. Kapitel 3.2). Auch in den Nitrat-Gehalten sind in Trockenphasen leichte Tagesspitzen zu bemerken, was wiederum auf einen ausreichenden Abbau der Ammonium-Einträge auf Grund der guten Sauerstoff-Versorgung hindeutet.

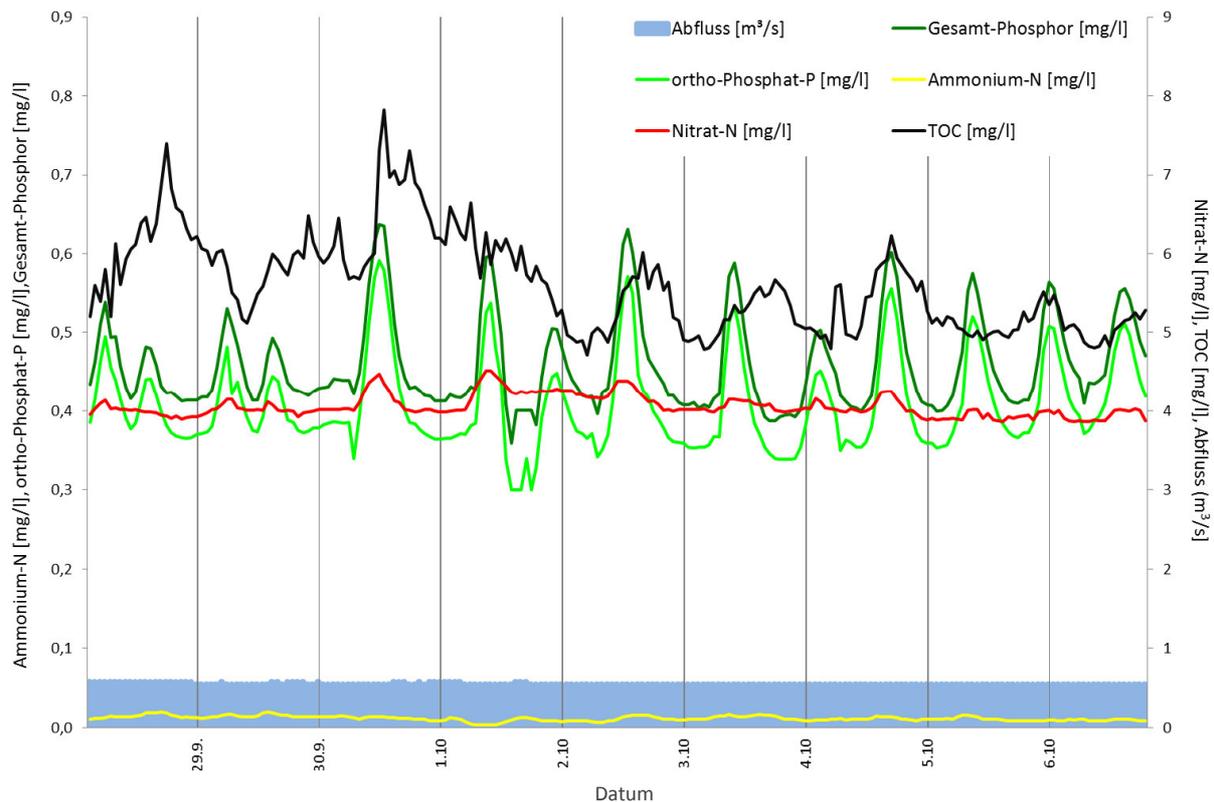


Abbildung 3.1-1: Einträge von Phosphor und TOC sowie Gehalte an Ammonium und Nitrat (Station *Wiebelskirchen*), Abfluss (Pegel *Hangard* angepasst) (29. September bis 6. Oktober 2014)

Der Anteil an partikelgebundenem Phosphor⁶, welcher in der Regel durch die Ausspülung von Dünger über Oberflächenabfluss in das Gewässer gelangt, ist meist gering. Der einzige Zeitpunkt, zu dem ein größerer Eintrag an partikelgebundenem Phosphor zu beobachten war, ist in Abbildung 3.1-2 dargestellt. Trotz der hohen Trübung ist es allerdings unwahrscheinlich, dass diese Einträge über Oberflächenabfluss in das Gewässer transportiert wurden. Vielmehr deutet das Ereignis auf nach einen Abschlag einer Mischwasserentlastung hin, da auch Ammonium mit eingetragen wird. Nach dem Regenereignis (ab dem 25. Juli) fallen die Gehalte wieder auf ihre Basis-Konzentrationen zurück, Nitrat wird sogar leicht verdünnt. Die Basisgehalte betragen für ortho-Phosphat etwa 0,4 mg/l, für Gesamt-Phosphor 0,45 bis 0,5 mg/l und für Nitrat-N fast 3 mg/l.

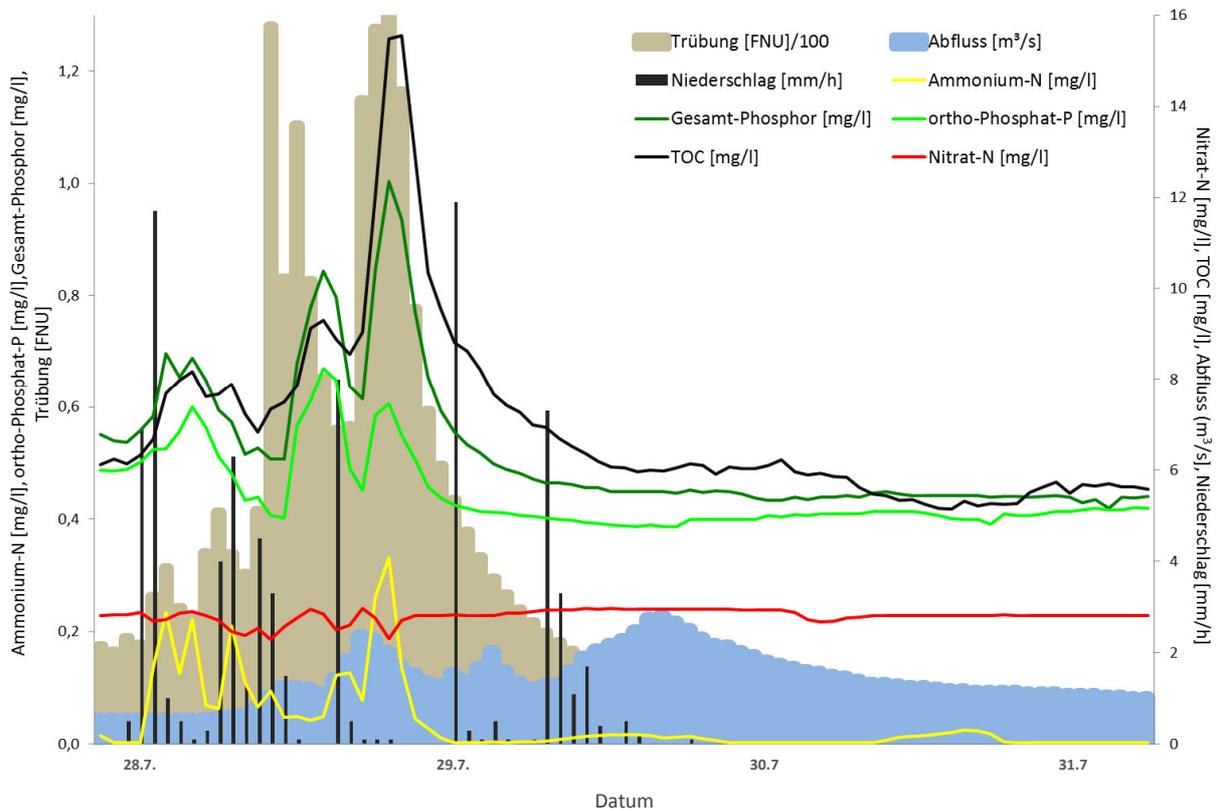


Abbildung 3.1-2: Einträge von Ammonium, Phosphor und TOC (Station *Wiebelskirchen*), Trübung, Abfluss (Pegel *Hangard* angepasst) und Niederschlag (Station *Ottweiler*) (11. bis 17. Juli 2014)

⁶ Der Gehalt an partikelgebundenem Phosphor ergibt sich aus der Differenz von Gesamt-Phosphor und ortho-Phosphat.

Betrachtet man die Konzentrationen von ortho-Phosphat in Abhängigkeit zu Gesamt-Phosphor, so wird deutlich, dass während des gesamten Messzeitraumes ein äußerst hoher Zusammenhang zwischen den beiden Phosphor-Fractionen besteht (siehe Abbildung 3.1-3). Bei Einträgen von partikelgebundenem Phosphor kann eine derartige Korrelation nicht festgestellt werden. Dies ist ein Anzeichen dafür, dass der größte Anteil des Phosphors aus kommunalen Abwässern und nicht aus der Landwirtschaft stammt. Nur diejenigen Punkte, die mehr oder weniger deutlich unterhalb der Ausgleichsgerade liegen, sind Kennzeichen für einen erhöhten Anteil an partikelgebundenem Phosphor. Dies korreliert in der Regel mit stärkeren Regenereignissen.

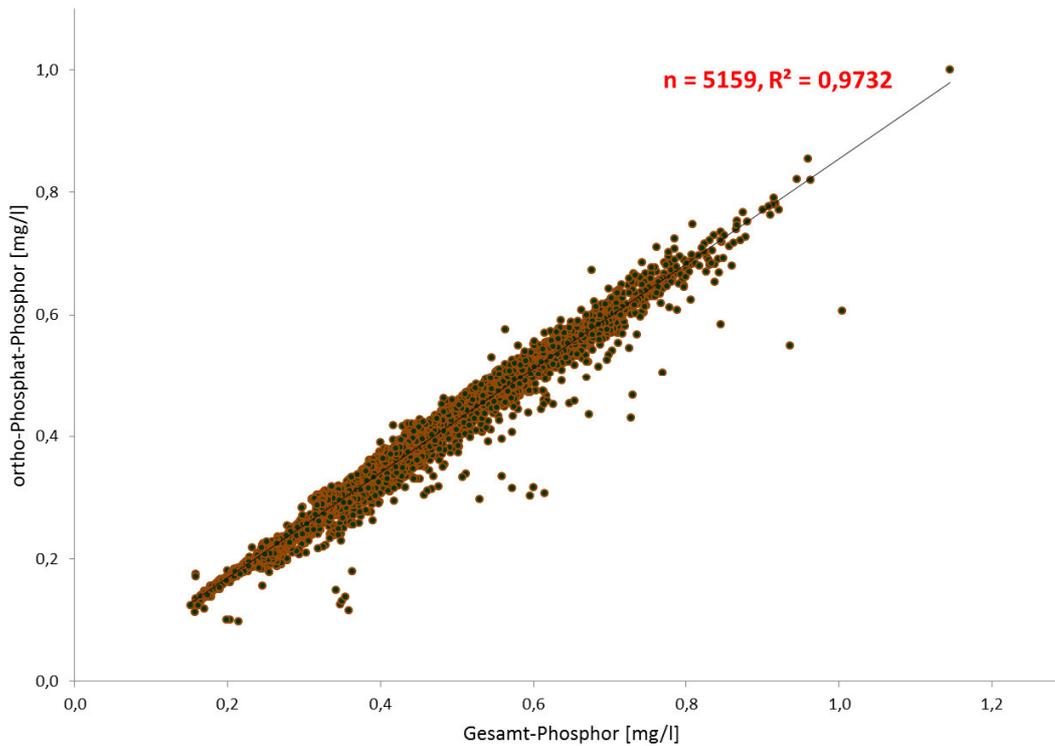


Abbildung 3.1-3: Konzentrationen von ortho-Phosphat- in Abhängigkeit der Konzentrationen von Gesamt-Phosphor (Station *Wiebelskirchen*) (gesamter Messzeitraum)

In Trockenwetterphasen zeigen die Frachten von ortho-Phosphat- und Gesamt-Phosphor im Trend eine kontinuierliche Zunahme, was neben den Tageszyklen wiederum auf Einträge aus technischen Anlagen hindeutet (siehe Abbildung 3.1-4). Die Nitrat- und TOC-Frachten hingegen nehmen in solchen Phasen ab. In den Ammonium-Frachten lassen sich die gelegentlichen Einträge erkennen; die Mengen sind, abgesehen von Zeiten mit Störfällen und Einträgen aus Mischkanalisation (s.o.), am Standort in Wiebelskirchen grundsätzlich recht gering. Es zeigt sich wieder, dass sich die Verlaufskurven von ortho-Phosphat und Gesamt-Phosphor fast exakt entsprechen und der Anteil an partikelgebundenem Phosphor konstant ist. Auch dies weist wiederum auf die Betriebsweise einer Kläranlage und deren Einleitungen hin. .

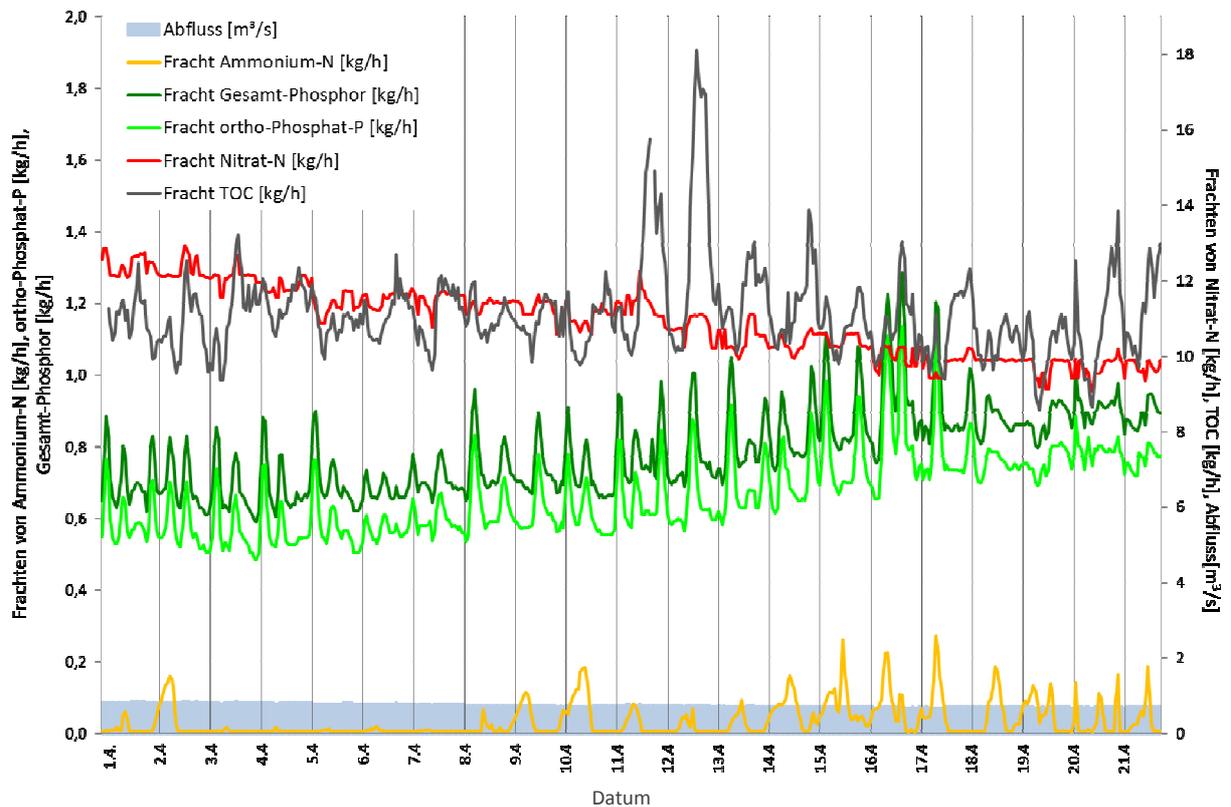


Abbildung 3.1-4: Frachten von Phosphor, Nitrat, TOC und Ammonium bei Trockenwetter, (Station *Wiebelskirchen*), Abfluss (Pegel *Hangard* angepasst) (1. bis 21. April 2014)

Dennoch konnten vereinzelt auch sehr hohe Konzentrationen an Ammonium gemessen werden (siehe Abbildung 3.1-5). Teilweise erfolgte dies während Niedrigwasserphasen, und es ließen sich Tageszyklen parallel zu denen des Phosphors abbilden. Es ist davon auszugehen, dass diese Belastungen auf Unregelmäßigkeiten im Betrieb der nahe gelegenen Kläranlage zurückzuführen sind und dabei Abwasser mit sehr hohen Ammonium-Gehalten in die Oster eingeleitet wurde, welches nur teilweise bis zur Messstelle abgebaut werden konnte. Ab dem 28. Juni sind zwar noch leichte Anstiege von Phosphor und TOC zu erkennen, es wurde aber kaum noch Ammonium gemessen.

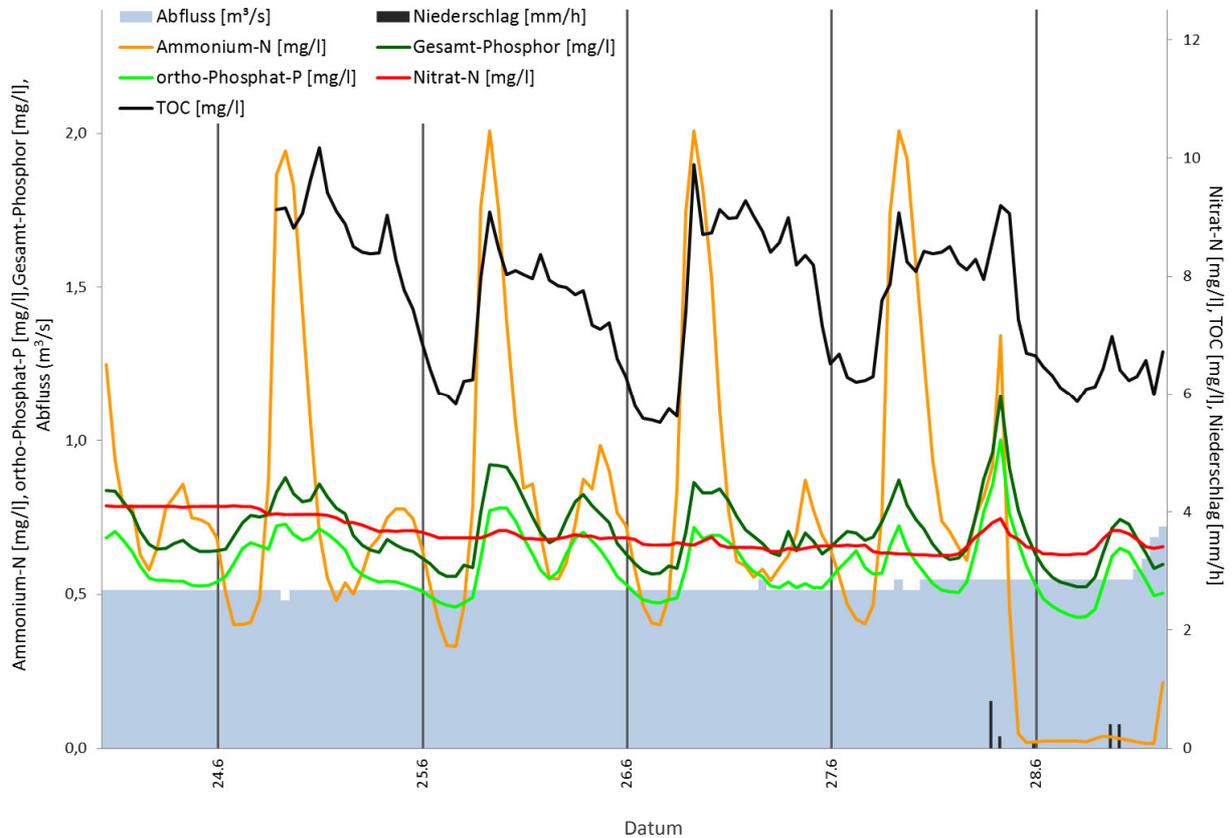


Abbildung 3.1-5: Einträge von Ammonium, Phosphor und TOC (Station *Wiebelskirchen*), Abfluss (Pegel *Hangard* angepasst) und Niederschlag (Station *Ottweiler*) (23. bis 28. Juni 2014)

Neben diesen zyklischen Einträgen kommt es auch zu Einleitungen aus Mischwasserentlastungen (siehe Abbildung 3.1-6). Dabei gelangt ungeklärtes kommunales Abwasser sowie Regenwasser in unterschiedlichem Mischungsverhältnis in das Gewässer, so dass neben Ammonium auch große Mengen an TOC und Phosphor eingespült werden. Durch die organische Belastung sinkt die Sauerstoff-Konzentration ab, im unten dargestellten Beispiel erholt sich diese jedoch recht schnell (vgl. auch Abbildung 3.2-4). Nitrat wird bei derartigen Ereignissen in der Regel verdünnt.

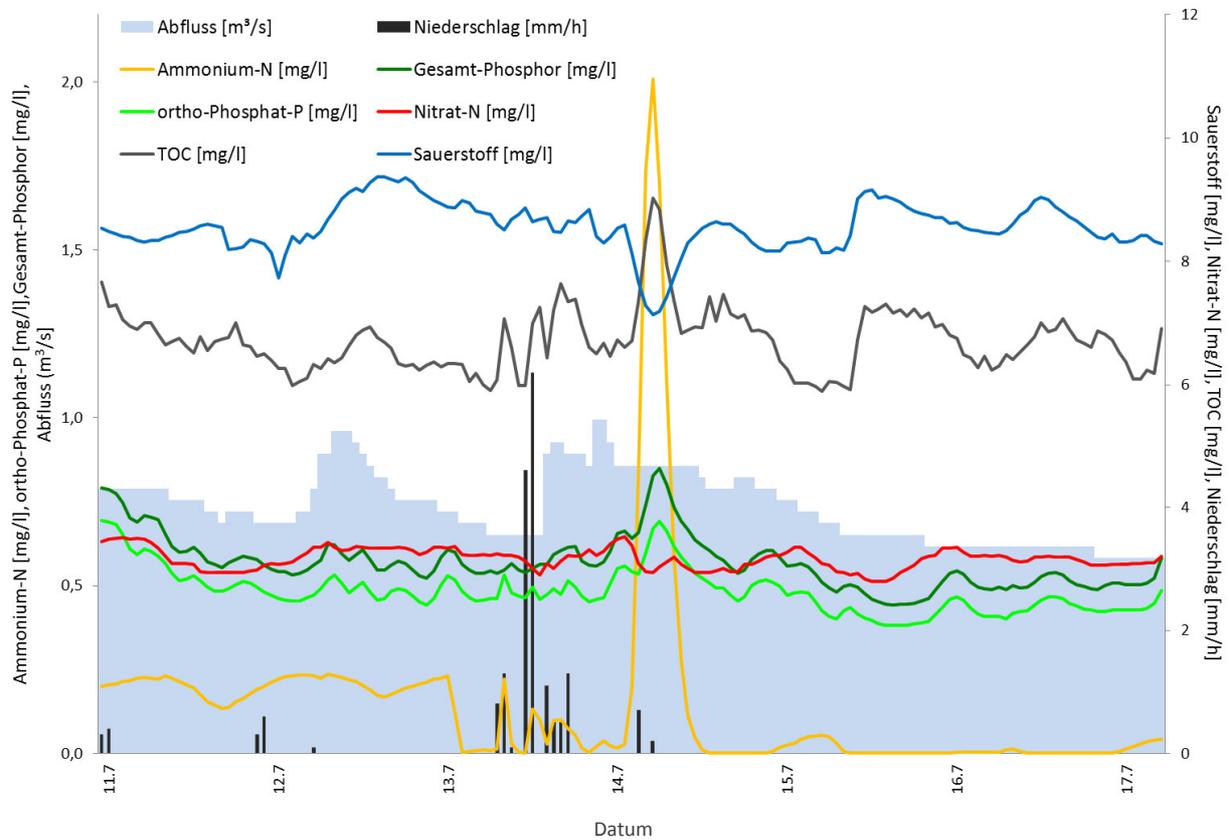


Abbildung 3.1-6: Einträge von Ammonium, Phosphor und TOC sowie Gehalte an Sauerstoff und Nitrat (Station *Wiebelskirchen*), Abfluss (Pegel *Hangard* angepasst), Niederschlag (Station *Ottweiler*) (11. bis 17. Juli 2014)

Auch am Standort *Fürth* treten gelegentlich sprunghafte Belastungen an Ammonium auf. Dabei handelt es sich einerseits um Einträge aus Mischwasserentlastungen (siehe Abbildung 3.1-7).

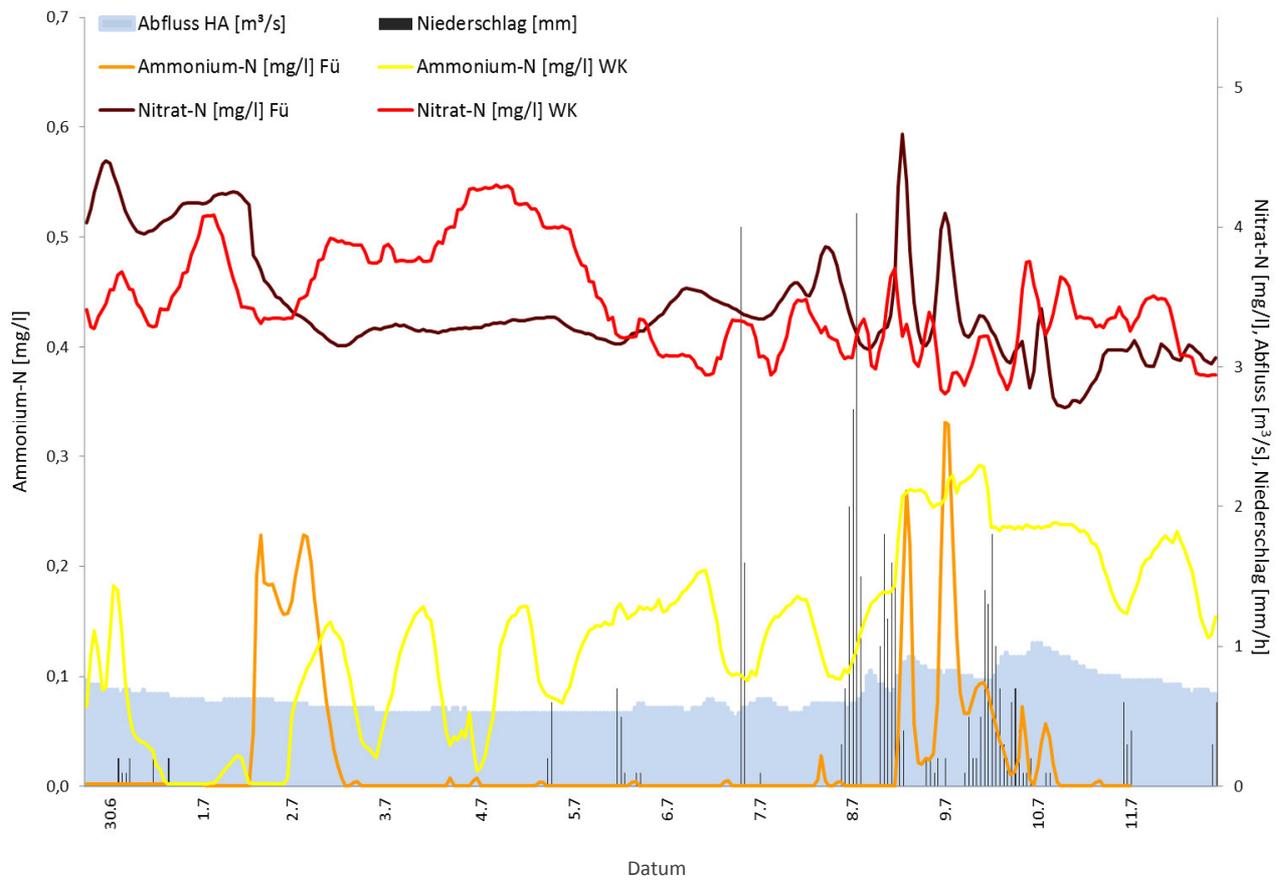


Abbildung 3.1-7: Vergleich der Gehalte von Ammonium und Nitrat (Stationen *Wiebelskirchen* (WK) und *Fürth* (Fü)), Abfluss (Pegel *Hangard*), Niederschlag (Station *Ottweiler*) (30. Juni bis 11. Juli 2014)

Darüber hinaus treten aber auch in *Fürth* bei Trockenwetter Tagesspitzen der Ammonium-Konzentrationen auf, die ebenfalls aus einer Kläranlage zu stammen scheinen (siehe Abbildung 3.1-8). In den Nitrat-Gehalten spiegeln sich diese Einträge nicht wider, auch die Sauerstoff-Gehalte sind davon nicht beeinträchtigt.

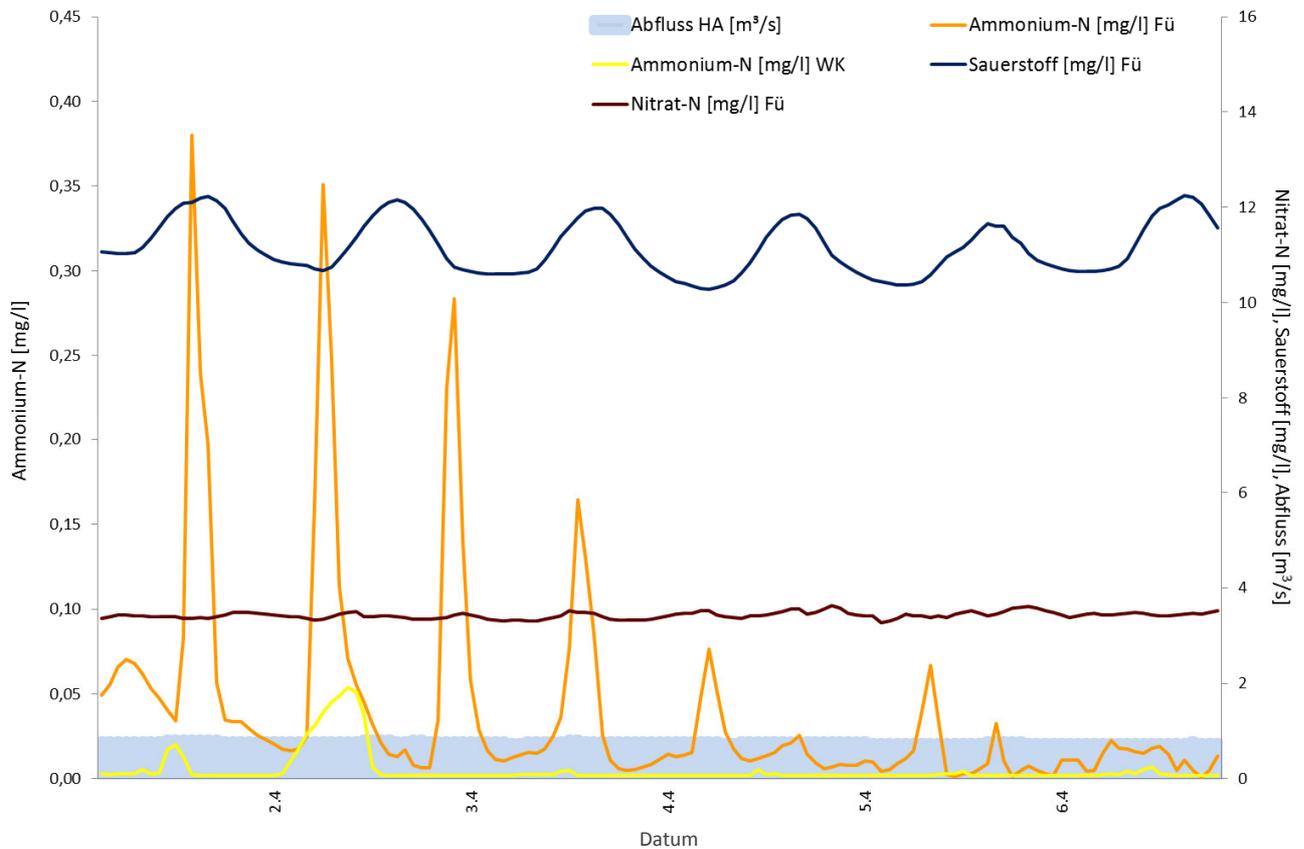


Abbildung 3.1-8: Einträge von Ammonium, sowie Gehalte an Sauerstoff und Nitrat (Stationen *Wiebelskirchen* (WK) und *Fürth* (Fü)), Abfluss (Pegel *Hangard*) (2. bis 7. April 2014)

Ein Vergleich der Frachten an beiden Standorten belegt, dass bereits am Standort in *Fürth* der größte Teil der im Gewässer insgesamt transportierten Nitratmenge zu messen ist (siehe Abbildung 3.1-9). Die Parallelität der Kurven ist auch ein Anzeichen dafür, dass das Nitrat aufgrund der Sauerstoff-Versorgung unverändert im Gewässer weitertransportiert wird.

Die Ammonium-Frachten hingegen sind diesbezüglich nicht zu vergleichen. Je nach Effektivität der Kläranlagen bzw. Einträgen aus Mischwasserentlastungen sind die Gehalte sehr unterschiedlich. Unter Berücksichtigung der Tatsache, dass im Gewässerverlauf ein großer Teil dieses Ammoniums abgebaut wird, ist davon auszugehen, dass es zwischen beiden Standorten zur Einleitung sehr großer Mengen an Ammonium kommt.

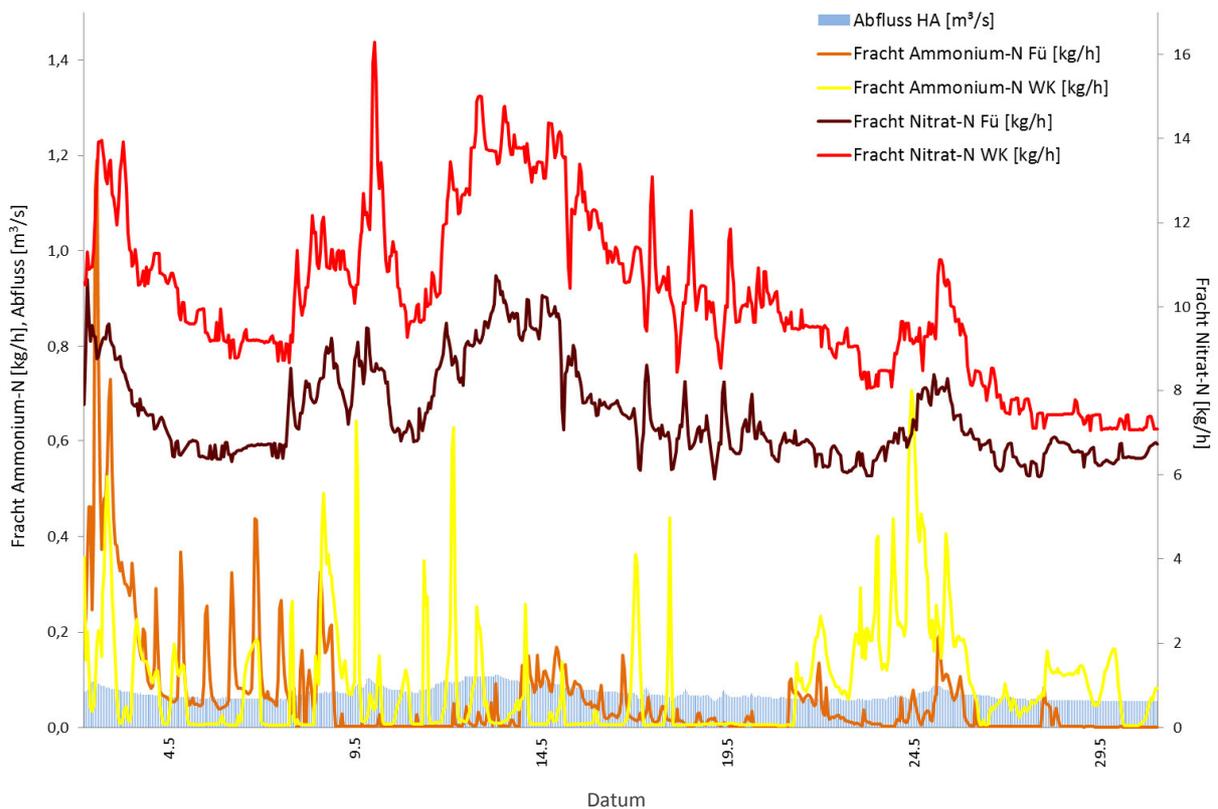


Abbildung 3.1-9: Vergleich der Frachten von Ammonium und Nitrat (Stationen *Wiebelskirchen* (WK) und *Fürth* (Fü)), Abfluss (Pegel *Hangard*) (4. bis 29. Mai 2014)

Im Gegensatz zum Phosphor werden die Nitrat-Gehalte bei Regen z.T. stark verdünnt, pendeln sich dann aber rasch wieder auf der Grund-„Belastung“ um 3mg/l ein (siehe Abbildung 3.1-10). Nur gelegentlich sind Einträge über Zwischenabfluss (Interflow) sichtbar, bei denen die Nitrat-Konzentrationen nach Abklingen der Wasserwelle über diese Grundbelastung hinaus ansteigen.

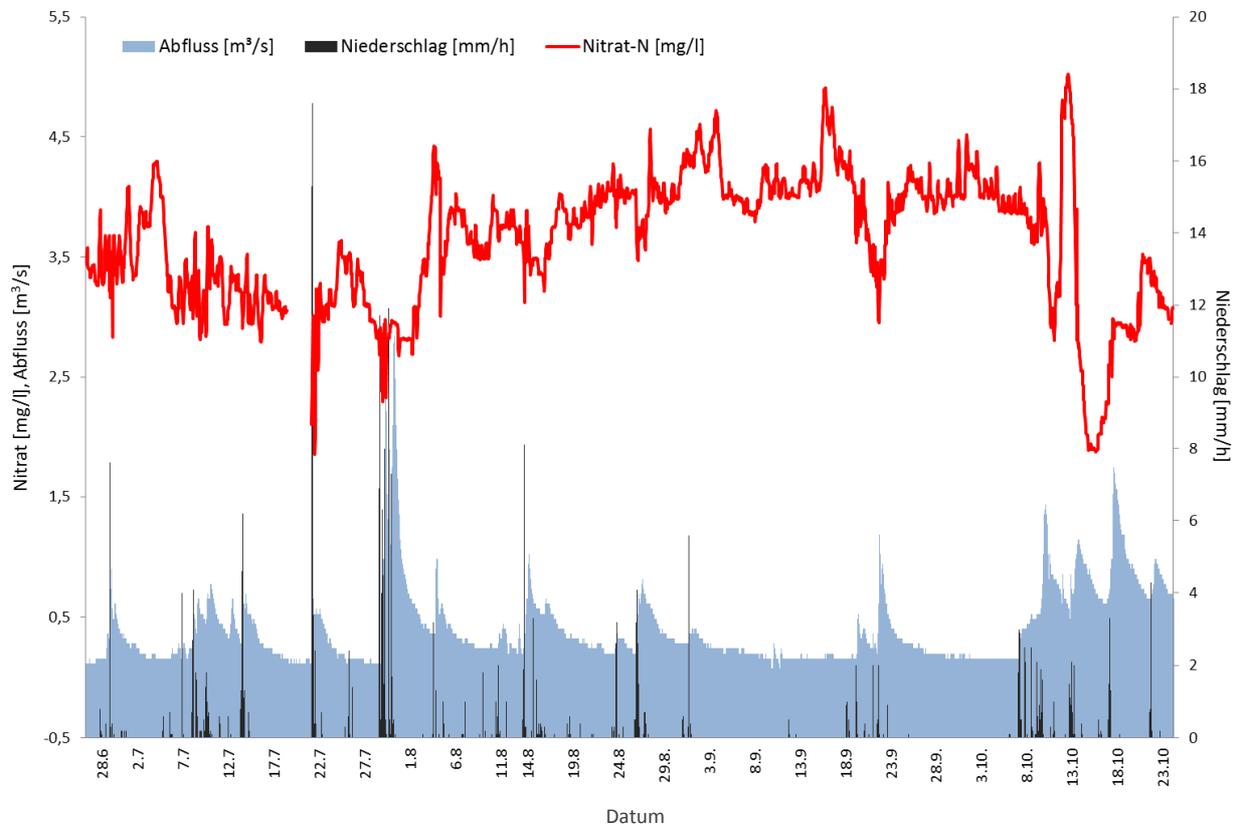


Abbildung 3.1-10: Konzentrationen von Nitrat (Station *Wiebelskirchen*), Abfluss (Pegel *Hangard* angepasst) und Niederschlag (Station *Ottweiler*) (11. bis 17. Juli 2014)

Bei Einträgen über Zwischenabfluss wird Nitrat aus Düngemittel durch Regenfälle gelöst und in den Boden verlagert, von wo es mit etwas Zeitversatz zur eigentlichen Abflusswelle über laterale Transportwege in das Gewässer gelangt. Besonders häufig treten diese Einträge im Herbst auf, wenn die Felder abgeerntet sind, das Nitrat nicht mehr von den Feldfrüchten verbraucht wird und Stickstoffe im Boden durch Pflügen etc. mit Sauerstoff in Verbindung kommen und zu leicht löslichen Nitraten oxidiert werden. In Abbildung 3.1-11 ist ein solches Ereignis dargestellt. Die Nitrat-Gehalte werden zunächst leicht verdünnt, steigen anderthalb Tage nach dem Abflussmaximum fast sprunghaft an und werden dann durch das erneute Ansteigen der Wassermenge wiederum verdünnt. Die Breite des Nitratmaximums deutet darauf hin, dass die Einträge über längere Zeit stattgefunden haben und sicherlich auch aus einem größeren Gebiet stammen. Es ist anzunehmen, dass diese Auswaschungen im Bereich des Mittel- und Oberlaufes der Oster stattgefunden haben.

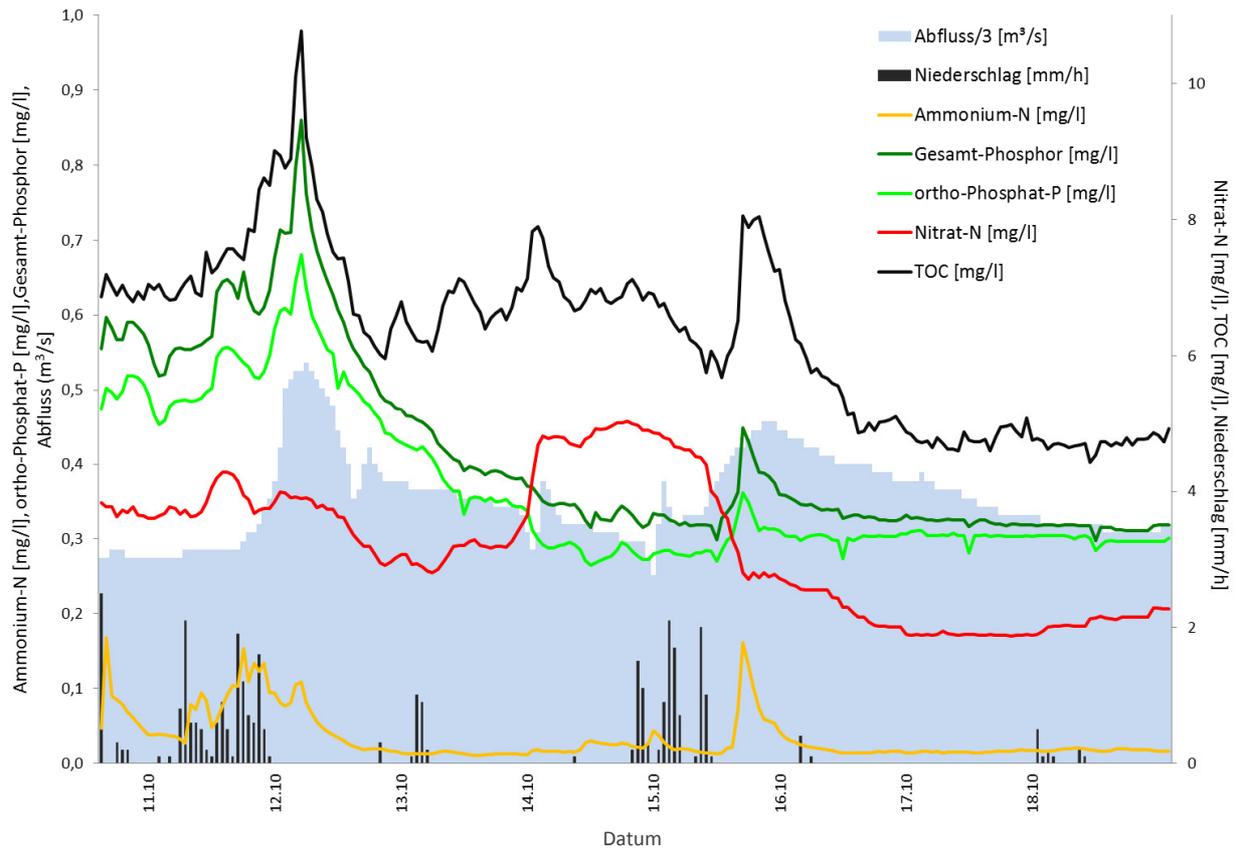


Abbildung 3.1-11: Einträge von Nitrat durch Zwischenabfluss sowie Einträge von Ammonium, Phosphor und TOC bei Regen (Station *Wiebelskirchen*), Abfluss (Pegel *Hangard* angepasst) und Niederschlag (Station *Ottweiler*) (11. bis 18. Oktober 2014)

Auch am Standort in *Fürth* konnten selten Einträge über Zwischenabfluss beobachtet werden. Im dargestellten Beispiel im Juni folgen zwei derartige Einträge zeitlich dicht aufeinander (siehe Abbildung 3.1-12). Aufgrund des sprunghaften Anstieges der Nitrat-Konzentrationen während der ersten Phase ist davon auszugehen, dass die Einträge aus einem Bereich in der Nähe der Messstation stammen. Das sich unmittelbar anschließende Ereignis deutet hingegen auf einen größeren, weiter entfernten Einzugsbereich hin.

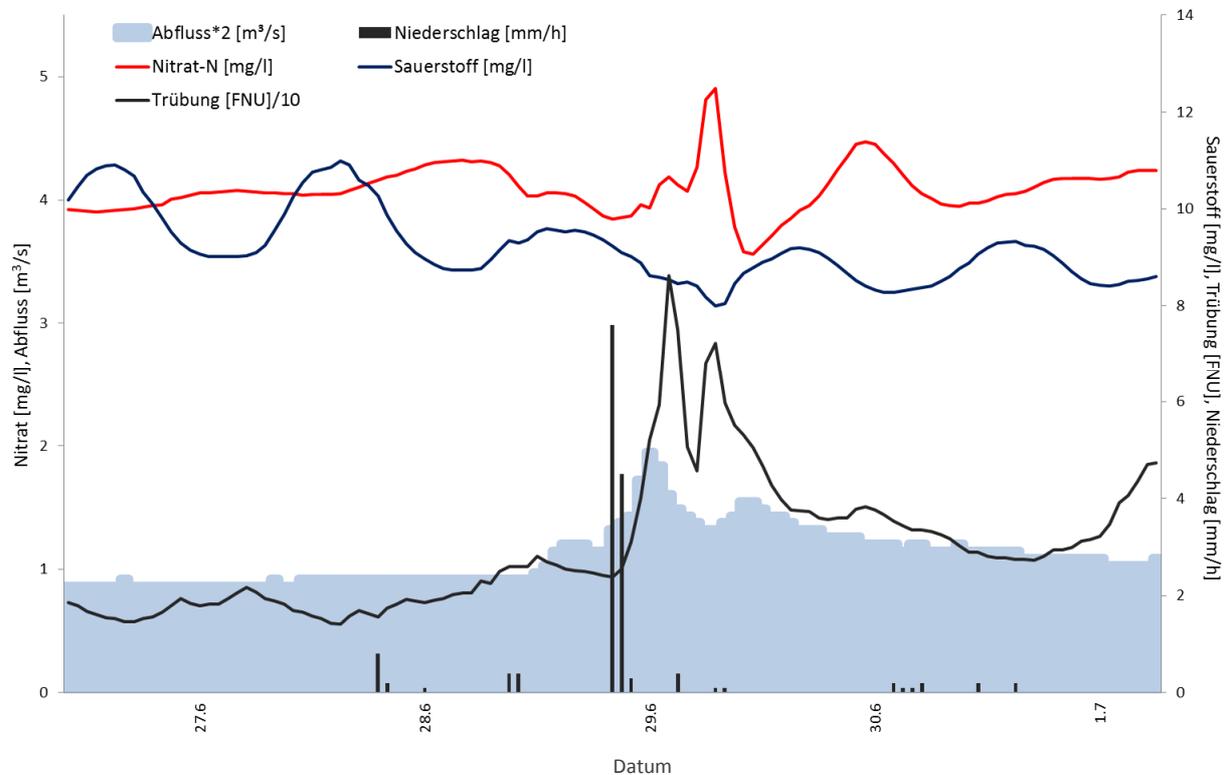


Abbildung 3.1-12: Einträge von Nitrat durch Zwischenabfluss und Trübung bei Regen (Station *Fürth*), Abfluss (Pegel *Hangard* angepasst) und Niederschlag (Station *Ottweiler*) (27. Juni bis 1. Juli 2014)

Auch beim TOC lassen sich die oben beschriebenen Tageszyklen erkennen, allerdings sind die TOC-Gehalte in stärkerem Maß vom Abfluss bestimmt (siehe Abbildung 3.1-13). Die gelegentlich auftretenden Zeitverzögerungen der TOC-Spitzen zu den Abflussmaxima lassen auf Verlagerungen aus unterschiedlichen Herkunftsorten schießen. Dabei kann es sich sowohl um TOC, welches durch biologische Vorgänge im Gewässer selbst gebildet und dann transportiert wird (vgl. Kapitel 3.3), als auch anthropogen eingeleitetes Material handeln.

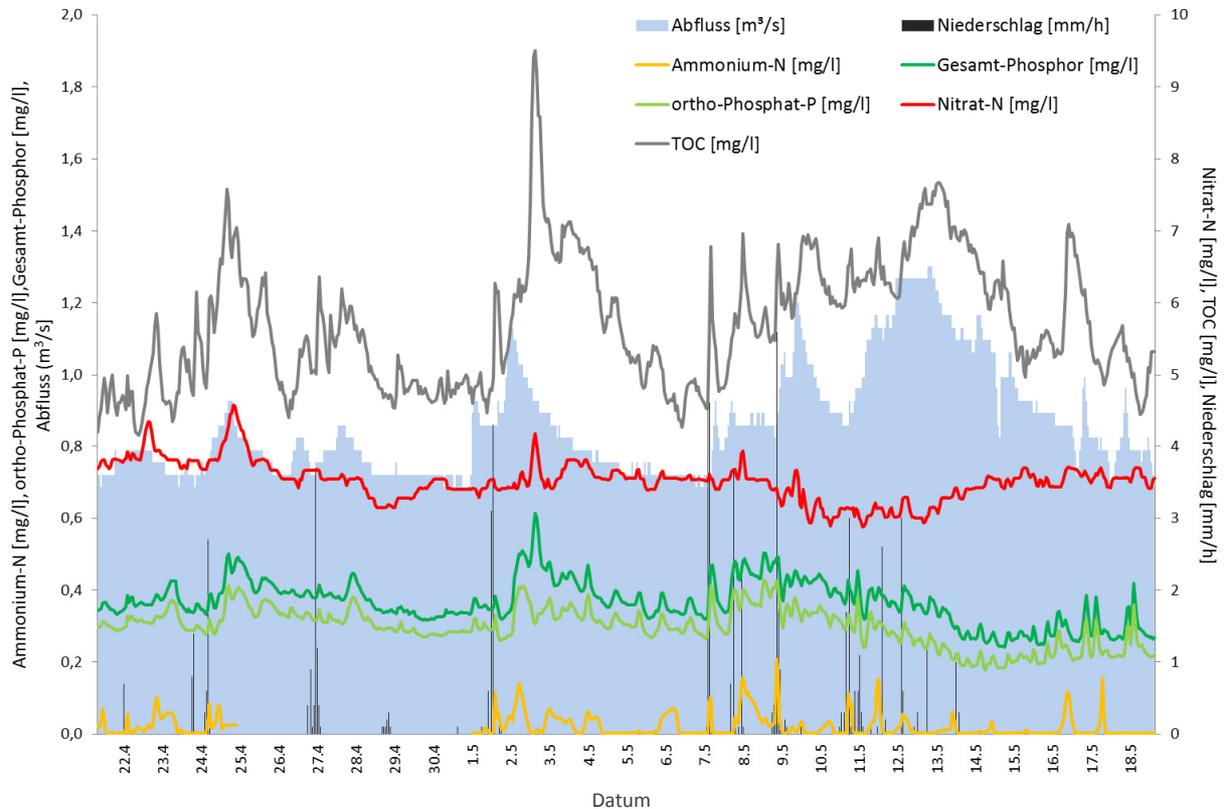


Abbildung 3.1-13: Verlauf der Gehalte von TOC, Ammonium, Phosphor und Nitrat (Station *Wiebelskirchen*), Abfluss (Pegel *Hangard* angepasst) und Niederschlag (Station *Ottweiler*) (22. April bis 18. Mai 2014)

Zusätzlich zu den Online-Messungen wurden an vier Terminen manuelle Beprobungen entlang des Flussverlaufes durchgeführt. Dabei lässt sich erkennen, dass in den meisten Fällen Belastungen bereits im Bereich zwischen der Quelle und *Osterbrücken* auftreten (siehe Abbildung 3.1-14 bis 3.1-16). Eine Regelmäßigkeit lässt sich jedoch nicht feststellen, die Gehalte an den einzelnen Standorten sind recht unterschiedlich.

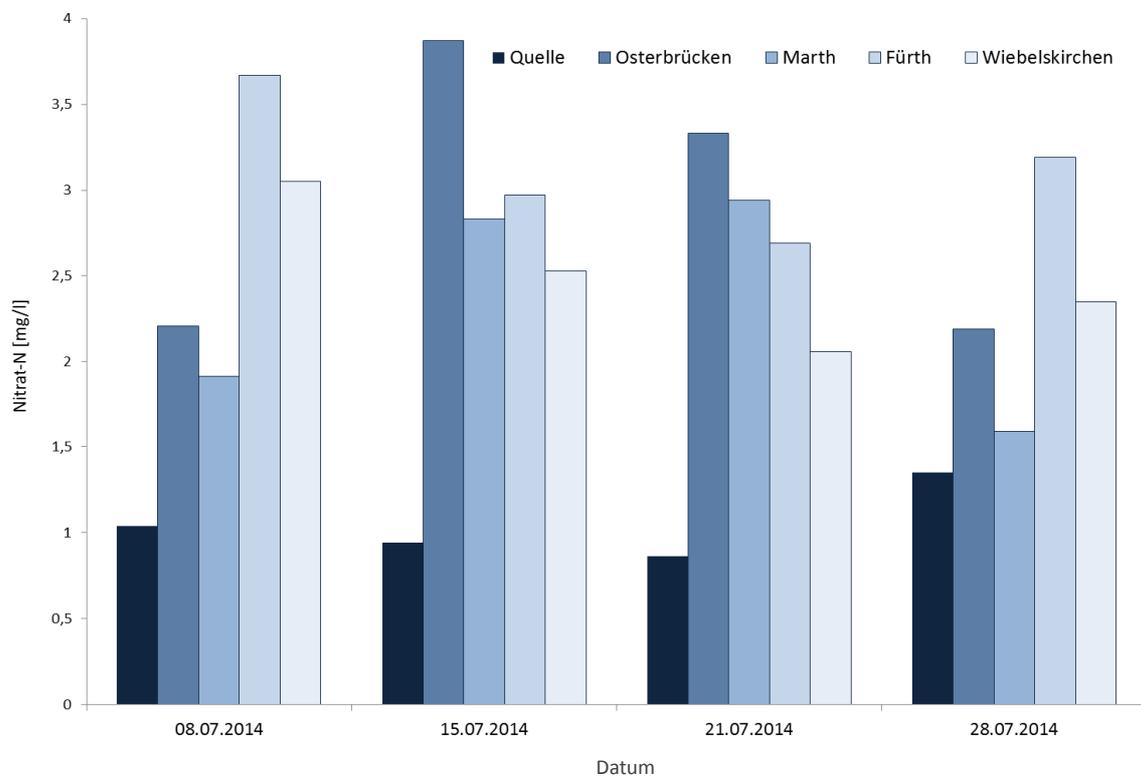


Abbildung 3.1-14: Gehalte an Nitrat entlang der Oster (manuelle Beprobungen an der Quelle, in *Osterbrücken*, in *Marth*, in *Fürth* und an der Mündung am 08., 15., 21. und 28. Juli 2014)

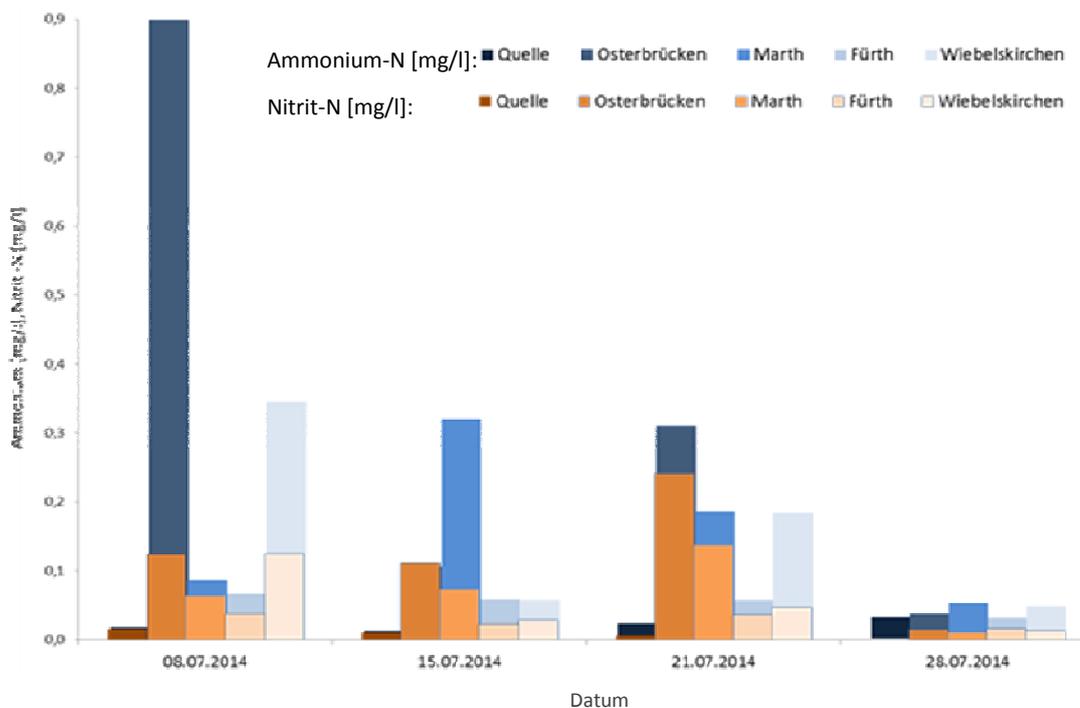


Abbildung 3.1-15: Gehalte an Ammonium und Nitrit entlang der Oster (manuelle Beprobungen an der Quelle, in *Osterbrücken*, in *Marth*, in *Fürth* und an der Mündung am 08., 15., 21. und 28. Juli 2014)

Auch an den unterschiedlichen Standorten sind nur geringe Unterschiede zwischen den Konzentrationen an ortho-Phosphat- und Gesamt-Phosphor zu beobachten, was darauf schließen lässt, dass im gesamten Einzugsgebiet Einträge aus kommunalem Abwasser vorherrschen (siehe Abbildung 3.1-16).

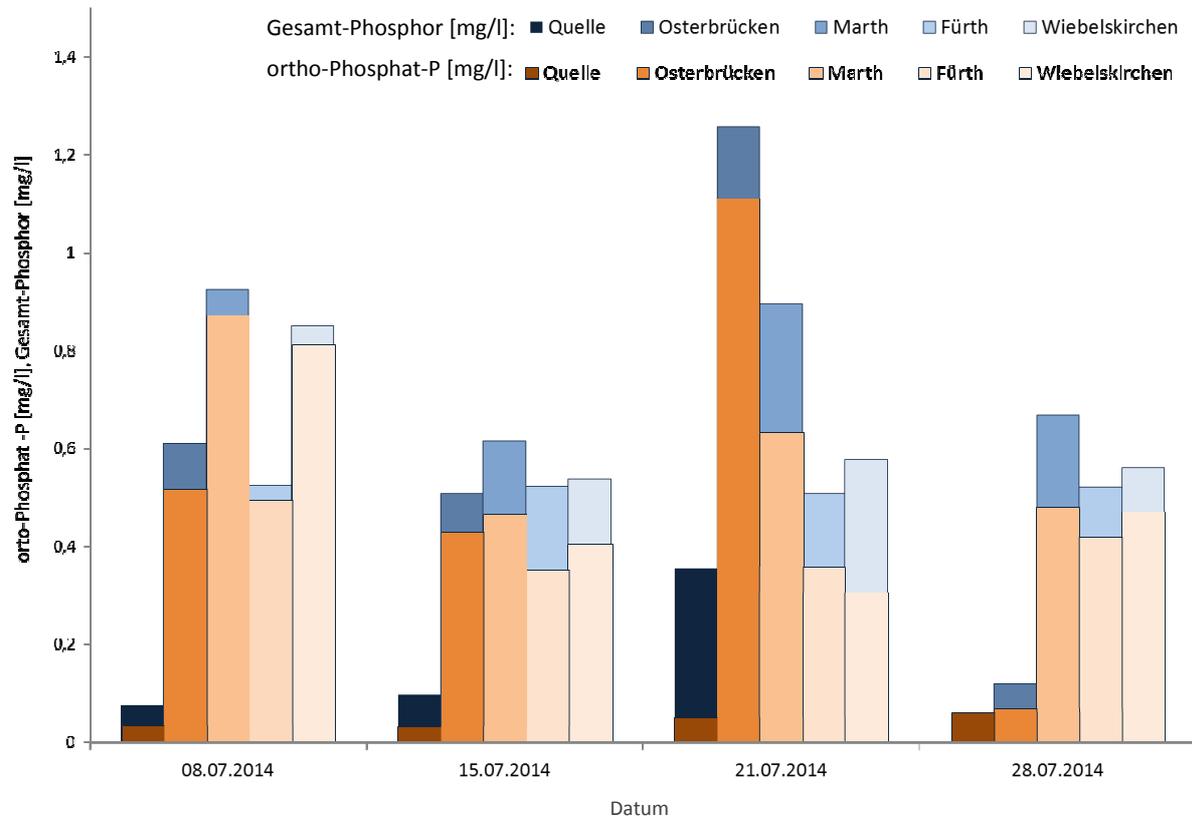


Abbildung 3.1-16: Gehalte an ortho-Phosphat- und Gesamt-Phosphor entlang der Oster (manuelle Beprobungen an der Quelle, in *Osterbrücken*, in *Marth*, in *Fürth* und an der Mündung am 08., 15., 21. und 28. Juli 2014)

3.2 Chemisch-physikalische Messgrößen

Obgleich die Messungen im Sommer stattfanden, war die Sauerstoff-Versorgung in *Fürth* während des Messzeitraumes grundsätzlich sehr gut (siehe Abbildung 3.2-1). Auch bei höheren Abflüssen und verstärkter Trübung sowie Einträgen (vgl. Kapitel 3.1) fielen die Konzentrationen nur vereinzelt unter den Orientierungswert von 7 mg/l. Zudem blieben die durch Temperaturgänge und Photosynthese verursachten Tagesschwankungen (vgl. Kapitel 3.3) fast immer stabil. Dies ist vermutlich auch auf eine im Vergleich zum Unterlauf bessere Gewässerstruktur und Fließgeschwindigkeit zurückzuführen.

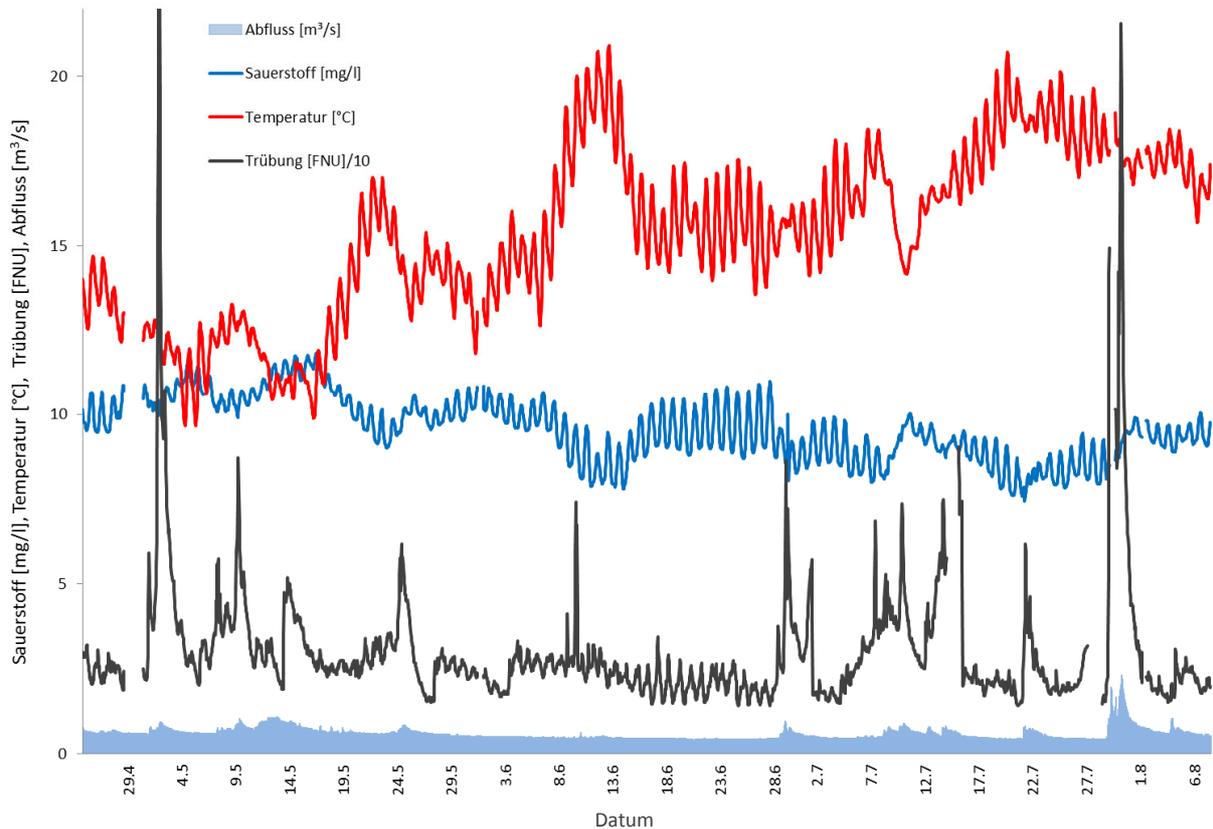


Abbildung 3.2-1: Sauerstoff-Gehalte, Temperaturen und Trübung (Station *Wiebelskirchen*) sowie Abfluss (Pegel *Hangard* angepasst) (26. April bis 7. August 2014)

Diese Zyklen sind in Trockenwetterphasen auch am Standort in *Wiebelskirchen* zu sehen. Der Vergleich der beiden Standorte zeigt, dass in solchen Phasen die Sauerstoff-Konzentrationen in *Fürth* etwas geringer sind als die in Mündungsnähe (siehe Abbildung 3.2-2). In *Fürth* gehen die Sauerstoff-Konzentrationen bereits vor dem Maximum der Temperatur, welches der maximalen Sonneneinstrahlung (Erwärmung) entspricht, zurück. Dieser Zeitversatz der Sauerstoff- zur Temperaturkurve in *Fürth* ist ein Anzeichen dafür, dass sich die Sauerstoff-Gehalte an diesem Standort eher abhängig von der physikalischen Löslichkeit entwickeln. Die höheren Sauerstoff-Gehalte und deren paralleler Verlauf zur Temperatur in *Wiebelskirchen* deutet hingegen auf Einflüsse durch Photosynthese hin, da die Grünpflanzen in den Phasen der höchsten Einstrahlung (höchste Temperatur) am meisten Sauerstoff produzieren (vgl. Kapitel 3.3). Diese Charakteristika treten im Mittel- und Unterlauf eines Gewässers natürlicherweise vor allem aufgrund der unterschiedlichen Fließgeschwindigkeiten auf. Dennoch kann dies auch auf eine erhöhte Biomassenproduktion infolge von Eutrophierung hinweisen.

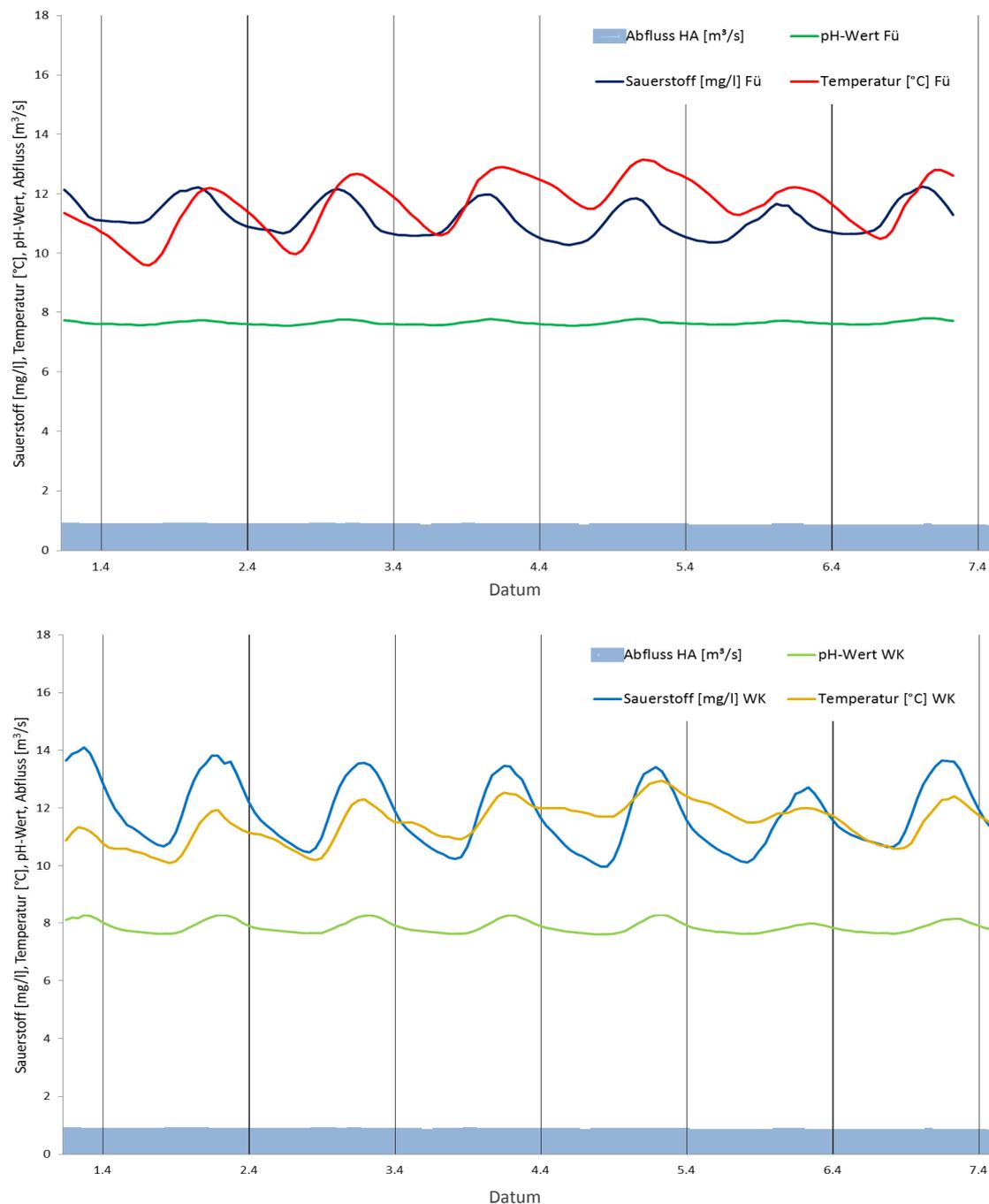


Abbildung 3.2-2: Vergleich der Verläufe von Sauerstoff, Temperatur und pH-Wert (Stationen *Fürth* (Fü) (oben) und *Wiebelskirchen* (WK) (unten), Abfluss (Pegel *Hangard*) (1. bis 7. April 2014)

Trägt man die Sauerstoff-Konzentrationen in Abhängigkeit der Wassertemperatur auf, so ergeben sich weitere Hinweise auf die Intensität der Photosynthese. Dies zeigt sich v.a. im Vergleich mit der Linie für die theoretische Sauerstoff-Löslichkeit in Wasser bei Normaldruck (gestrichelte Linie), dass vor allem im Frühjahr durch die photosynthetische Aktivität der Grünpflanzen und Algen eine Übersättigung des Wassers mit Sauerstoff erfolgt (siehe Abbildung 3.2-3). Im März und im Mai verlaufen die beiden Kurven an beiden Standorten parallel und die Sauerstoff-Gehalte liegen auch in der Nacht trotz der generell niedrigen Wassertemperaturen deutlich über dem Sättigungswert. Diese Übersättigung des Wassers mit Sauerstoff wird durch Algen verursacht, die sich im Frühjahr besonders gut entwickeln (vgl. auch Kapitel 3.3). Im weiteren Jahresverlauf treten kaum noch Übersättigungen auf und es zeigen sich Unterschiede zwischen den beiden Standorten. Die Verschiebung der Kurven ist dabei eher nicht auf unterschiedliche Photosyntheseraten, sondern auf höhere Wassertemperaturen und die damit einhergehende schlechtere Sauerstoff-Löslichkeit zurückzuführen. Die Sauerstoff-Gehalte hängen dabei auch von standortspezifischen Gegebenheiten ab. Die beiden Standorte sind insofern vergleichbar, dass sie sonnenexponiert und nur sehr wenig beschattet sind. Während in *Fürth* jedoch eine geringere Wassertiefe sowie eine strukturreiche Sohle das Gewässer prägen, so ist in Mündungsnähe die Fließgeschwindigkeit (naturgemäß) geringer und das Flussbett sandiger. Im Spätsommer macht sich dies in Form von höheren Wassertemperaturen und geringeren Sauerstoff-gehalten in *Wiebelskirchen* bemerkbar.

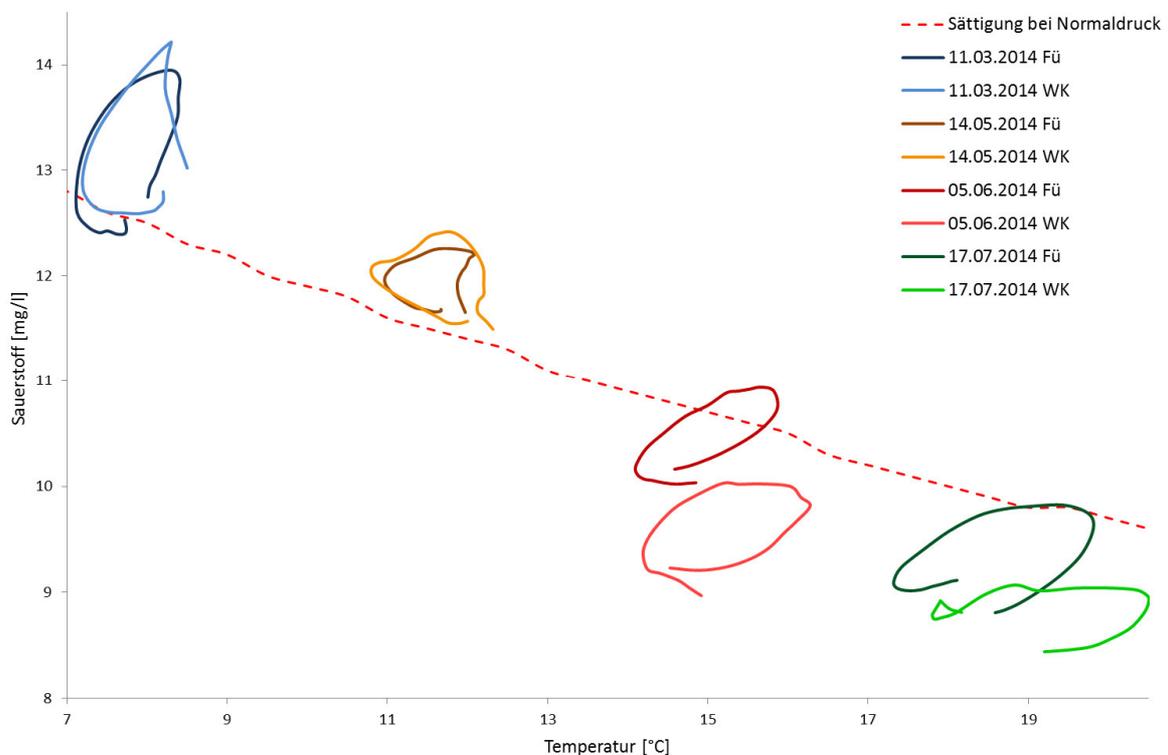


Abbildung 3.2-3: Verlauf der Sauerstoff-Gehalte in Abhängigkeit von Temperatur (Stationen *Wiebelskirchen* (WK) und *Fürth* (Fü)) (11. März, 14. Mai, 5. Juni und 17. Juli 2014)

Im Mündungsbereich kommt es jedoch im Hinblick auf die Sauerstoff-Versorgung gelegentlich zu kritischen Situationen. Bei Einträgen von organisch belasteten Wässern, vornehmlich bei solchen aus Mischwasserentlastungen, sinken die Sauerstoff-Konzentrationen rasch ab. Diese Zustände können je nach Wetterlage und Dauer der Einleitung variieren. Während des in Abbildung 3.2-4 dargestellten Ereignisses im Oktober lagen die Sauerstoff-Gehalte für etwa 50 Stunden unter 7 mg/l. Über den gesamten Messzeitraum von 8 Monaten konnten am Standort *Wiebelskirchen* 6 solcher Zustände in unterschiedlichen Ausprägungen beobachtet werden. Solche Phänomene können auch durch Uferabbrüche oder ähnliche natürliche Veränderungen hervorgerufen werden.

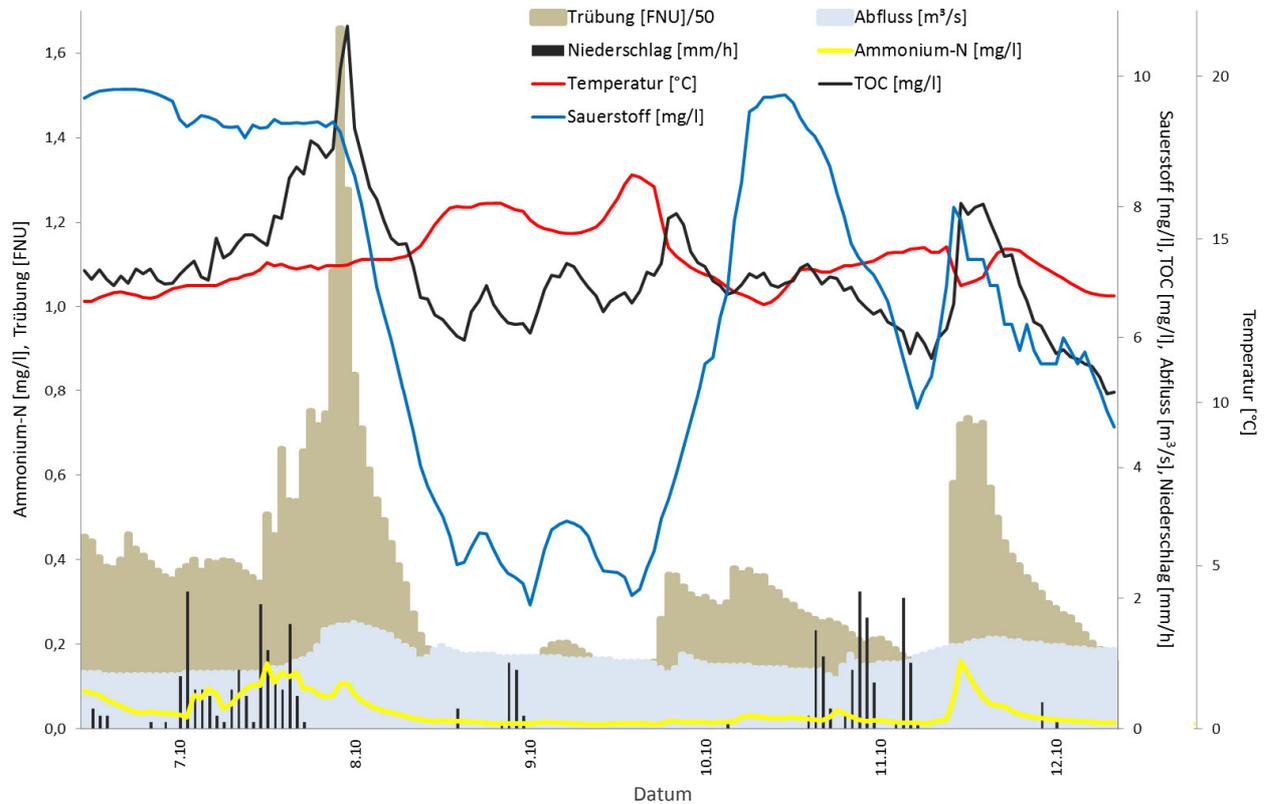


Abbildung 3.2-4: Abnahme der Sauerstoff-Gehalte durch organische Einträge, Gehalte von Ammonium und TOC und Trübung (Station *Wiebelskirchen*), Abfluss (Pegel *Hangard* angepasst) und Niederschlag (Station *Ottweiler*) (7. bis 12. Oktober 2014)

Der größte Anteil der Belastungen gelangt im Unterlauf in das Gewässer. Dort können die Auswirkungen aus den oben genannten Gründen weniger gut abgefangen werden. In Abbildung 3.2-5 sind die Sauerstoff-Gehalte im Juli an beiden Standorten dargestellt. Infolge des Regenereignisses finden zwischen beiden Messorten Einleitungen statt, die am Standort in *Wiebelskirchen* über die Dauer von 5 Tagen zu einem Sauerstoff-Defizit (Konzentrationen unter 7 mg/l) führten. In *Fürth* hingegen stiegen die Sauerstoff-Gehalte, vermutlich aufgrund der leicht abkühlenden Temperaturen, sogar leicht an.

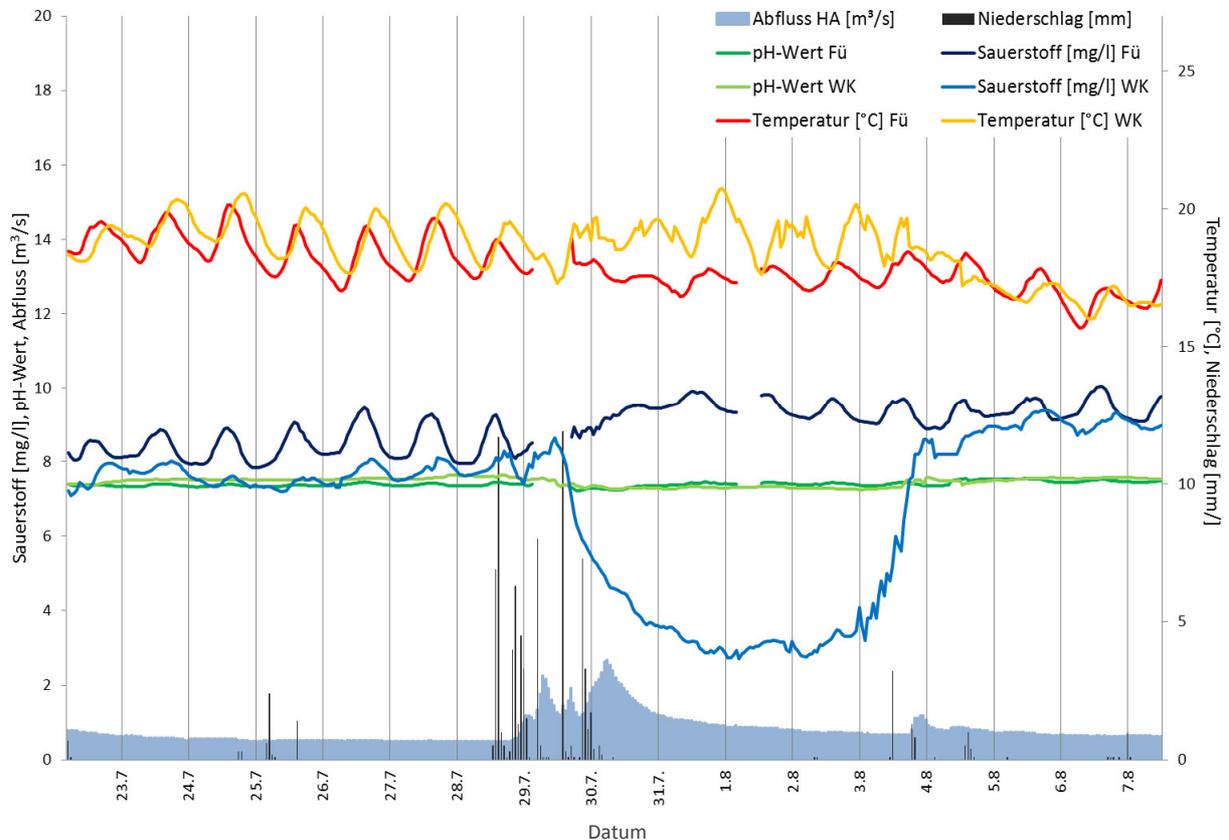


Abbildung 3.2-5: Vergleich der Verläufe von Sauerstoff, Temperatur und pH-Wert (Stationen *Wiebelskirchen* (WK) und *Fürth* (Fü)), Abfluss (Pegel *Hangard*), Niederschlag (Station *Ottweiler*) (23. Juli bis 7. August 2014)

Die Betrachtung der Beprobungen entlang des Flusses zeigt eine Abnahme der Sauerstoffkonzentrationen im Flussverlauf (siehe Abbildung 3.2-6). Dies ist einerseits auf die zunehmenden Einträge, andererseits aber auch auf die von der Quelle zur Mündung hin zurückgehende Fließgeschwindigkeit und -dynamik zurückzuführen. Dennoch ist die Sauerstoff-Versorgung bei den vorherrschenden Wassertemperaturen zu den Zeiten der Probenahme unkritisch.

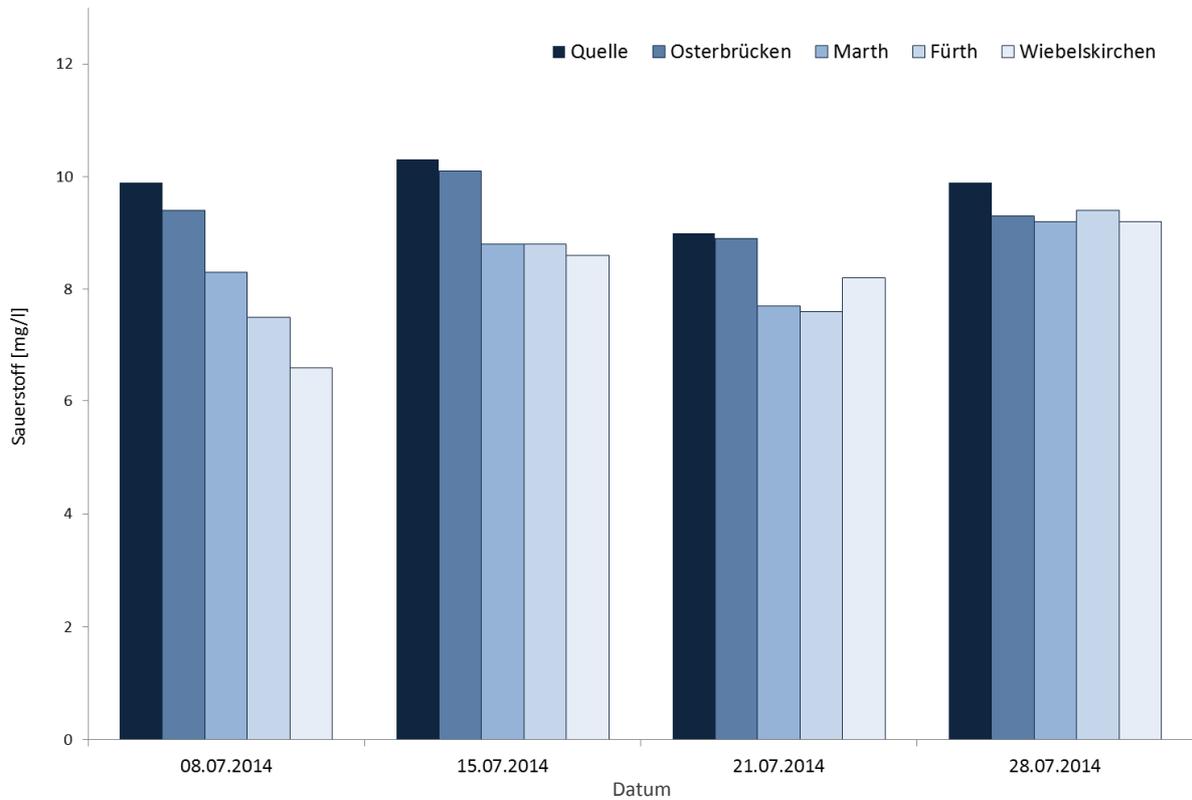


Abbildung 3.2-6: Gehalte an Sauerstoff entlang der Oster (manuelle Beprobungen an der Quelle, in Osterbrücken, in Marth, in Fürth und an der Mündung am 08., 15., 21. und 28. Juli 2014)

Die Leitfähigkeit sowie die pH-Werte zeigen während des gesamten Messzeitraumes an beiden Standorten vergleichbare Werte sowie einen parallelen Verlauf (siehe Abbildung 3.2-7). Die Leitfähigkeitswerte bewegen sich um 300 $\mu\text{S}/\text{cm}$ und nehmen naturgemäß bei Regenwetter aufgrund der Verdünnung der enthaltenen Salze ab; in Trockenwetterphasen steigen sie an. Während des Messzeitraumes gab es keine Hinweise auf Einleitungen wie z.B. aus Industrien. Im Frühjahr (März/April) sind in den pH-Werten in *Wiebelskirchen* sehr deutliche Tageschwankungen zu erkennen, deren Amplituden sehr viel größer sind als die der pH-Werte am Standort in *Fürth*. Auch dies ist ein Indikator für die verstärkte photosynthetische Aktivität im Bereich der Mündung (vgl. Kapitel 3.3)

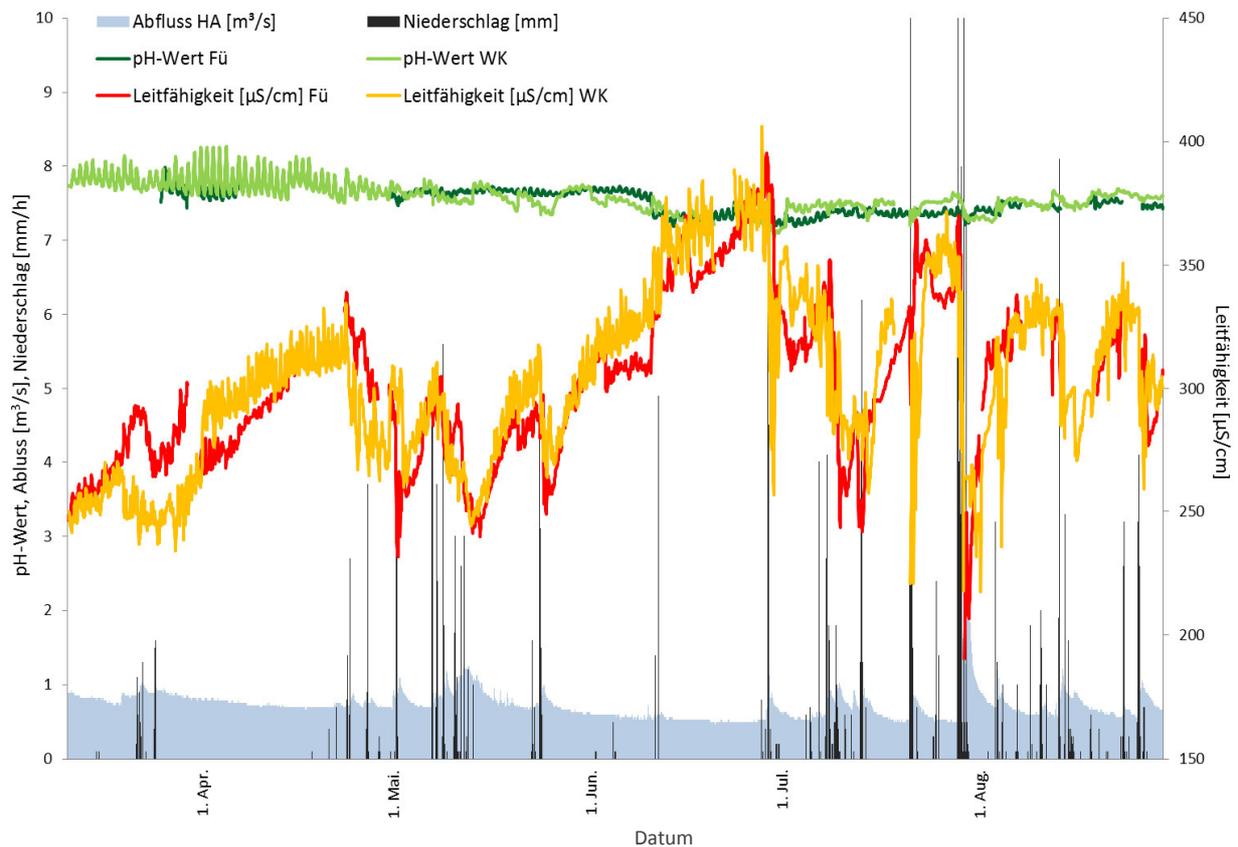


Abbildung 3.2-7: Leitfähigkeit und pH-Wert (Stationen *Wiebelskirchen* (WK) und *Fürth* (Fü)), Abfluss (Pegel *Hangard*), Niederschlag (Station *Ottweiler*) (23. Juli bis 7. August 2014)

3.3 Chlorophyll a

Neben den physikalisch-chemischen Parametern und den Nährstoffen kann auch die Entwicklung von Algen Hinweise auf den Zustand eines Gewässers und dort ablaufende Prozesse liefern. Daher wurden am Standort in *Wiebelskirchen* Gehalte an Gesamt-Chlorophyll a erfasst.

Menge und Zusammensetzung der Algenpopulation sind im Laufe des Jahres erheblichen Änderungen unterworfen. Während Mitte April die Konzentrationen an Gesamt-Chlorophyll zwischen 10 und 12 µg/l liegen, erreichen sie im Frühsommer fast 30 µg/l. Diese Werte können jedoch in unterschiedlichen Jahren auch stark variieren (siehe Abbildung 3.3-1 und 3.3-2). Aber auch im Verlauf eines Tages kommt es zur Zu- und Abnahme der Algenkonzentrationen. Diese Tageszyklen bedingen natürlicherweise die in Kapitel 3.2 dargelegten Tageszyklen des Sauerstoffes und des pH-Wertes. Letztere sind im Laufe des Sommers weniger ausgeprägt (vgl. auch Abb. 3.2-7).

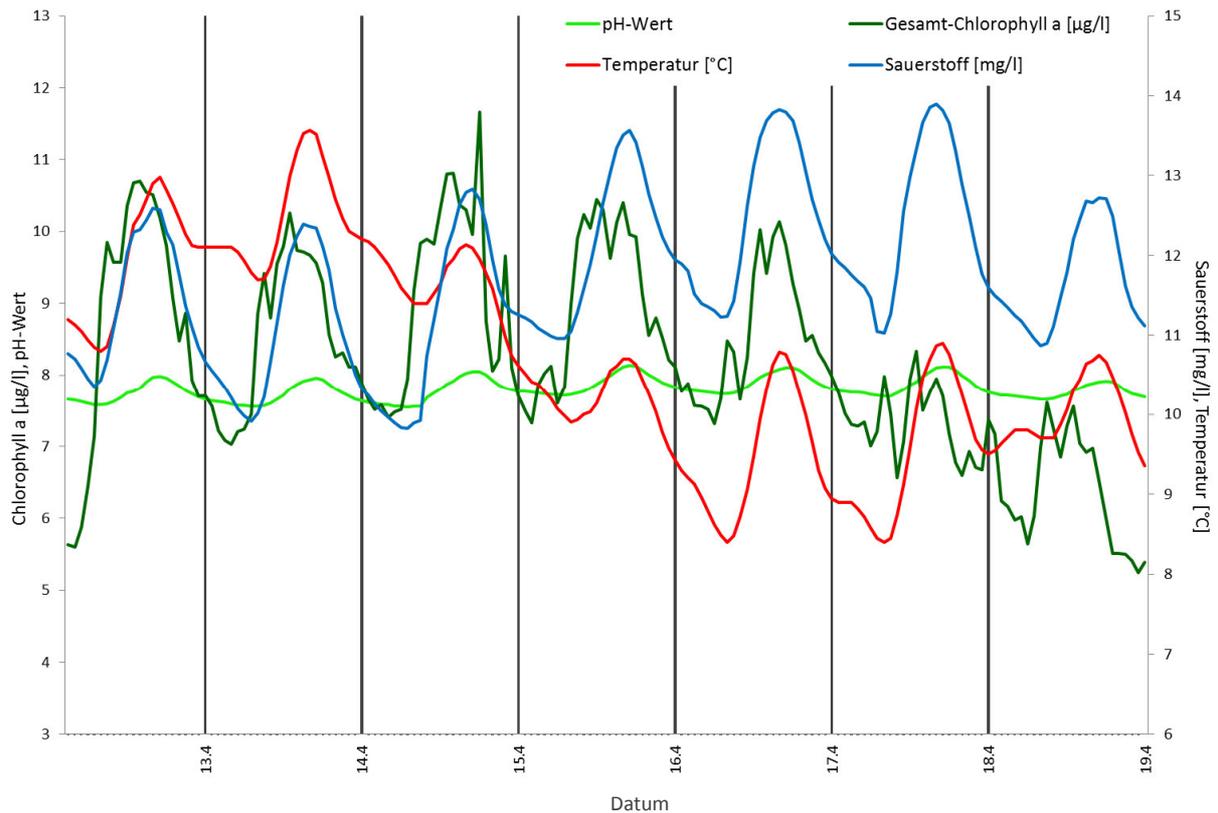


Abbildung 3.3-1: Gehalte von Gesamt-Chlorophyll a und Sauerstoff, pH-Wert und Temperatur (Station *Wiebelskirchen*) (4. bis 20. Juni 2014)

Die Entwicklung der Algen lässt sich am Standort in *Wiebelskirchen* nicht mit Einträgen von Nährstoffen korrelieren. Zwar sind Nährstoffe notwendig für die Entwicklung von Grünpflanzen, Phosphor stellt jedoch bereits ab Konzentrationen von über 0,1 mg/l nicht mehr den Minimumfaktor für diese Entwicklung dar. Auch die Verfügbarkeit von Stickstoff ist über Nitrat und teilweise auch Ammonium gewährleistet. Am Beispiel in Abbildung 3.3-3 ist erkennbar, dass die Konzentrationen an Chlorophyll a zwar zunächst mit den Gehalten an Ammonium und ortho-Phosphat im Wasser ansteigen. Obwohl ab dem 14. Juni Letztere weiter zunehmen, sind die Gehalte an Chlorophyll a rückläufig. Auch die Globalstrahlung scheint keine direkte Auswirkung auf den Gehalt an Algen zu haben.

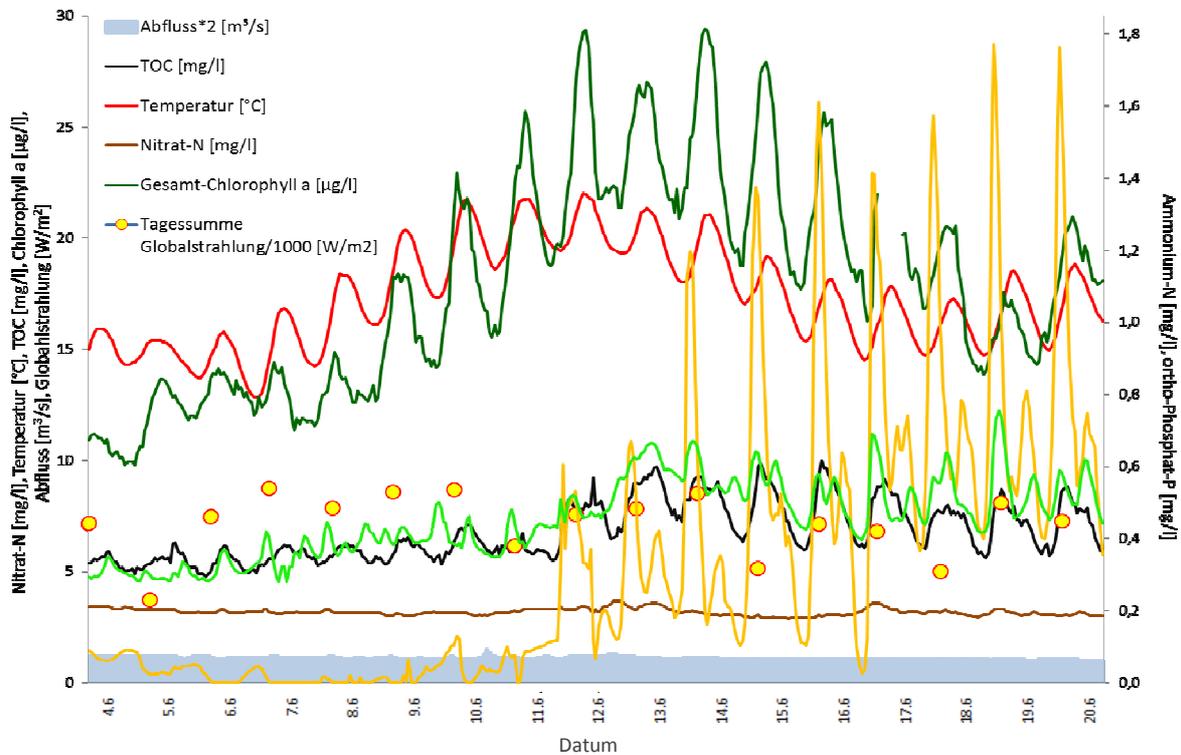


Abbildung 3.3-2: Gehalte von Gesamt-Chlorophyll a und Nährstoffen (Station *Wiebelskirchen*), Globalstrahlung (Station *Waldmohr*), Abfluss (Pegel *Hangard* angepasst) (4. bis 20. Juni 2014)

Darüber hinaus werden die Chlorophyll-Gehalte auch durch den Abfluss verändert. In Abbildung 3.3-4 zeigt sich zunächst ein Rückgang der Chlorophyll-Konzentrationen, der auf Verdünnung und sicher auch einen Weitertransport der Algen zurückzuführen ist (24. und 25.07.). Anschließend werden wiederum große Mengen an Algen eingespült (29.07.). Da der Abfluss in dieser Phase nur wenig ansteigt, ist davon auszugehen, dass dieser Eintrag aus einem Altarm, Teich oder See mit sehr hohen Algengehalten erfolgte.

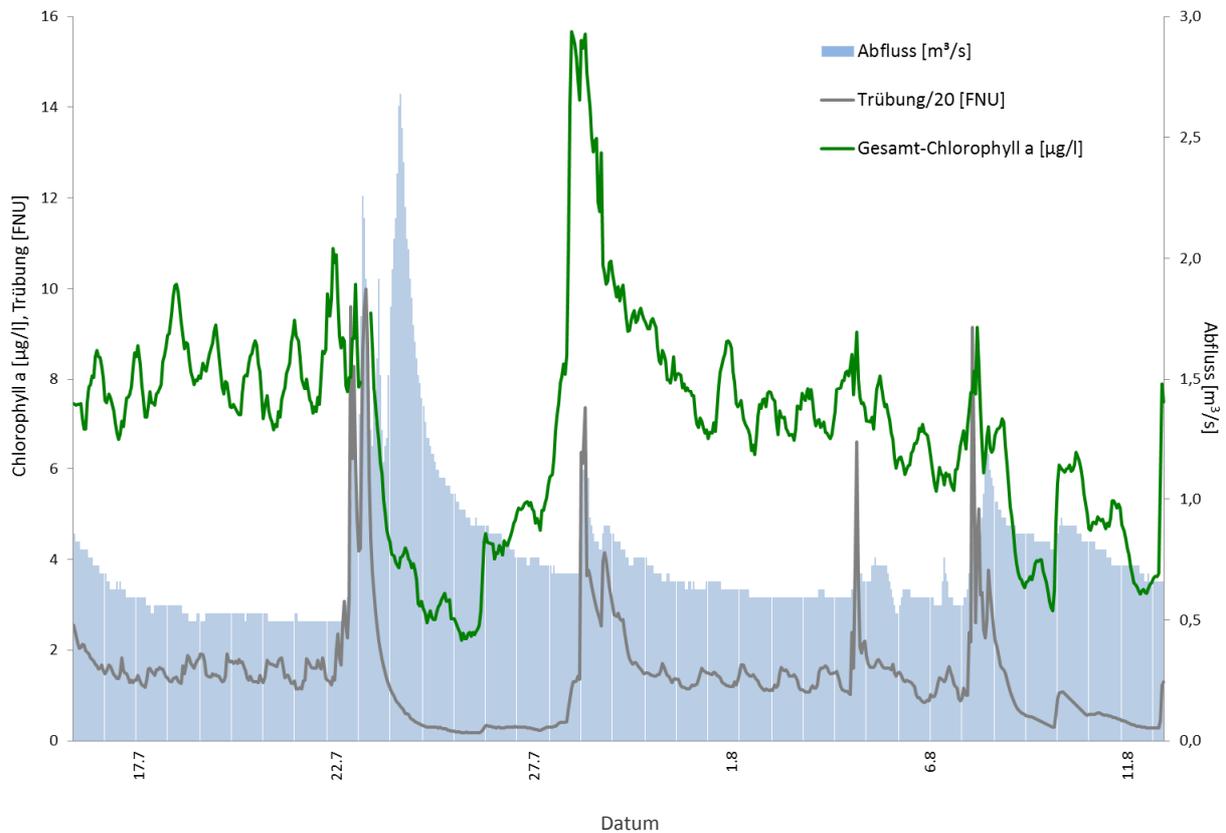


Abbildung 3.3-3: Gehalte von Gesamt.Chlorophyll a in verschiedenen Abflusssituationen (Station *Wiebelskirchen*), Abfluss (Pegel *Hangard* angepasst) (16. Juli. bis 12. August 2014)

3.4 Ergebnisse der manuellen Beprobungen durch die Behörde

Zur Abschätzung langjähriger Trends wurden die Ergebnisse der Stichproben, die durch das LUA an der Oster in *Wiebelskirchen (Festplatz)* entnommen wurden, herangezogen. Neben der Darstellung der Einzelwerte wurde der Trend gemäß der Vorschriften der Oberflächengewässerverordnung Anlage 11 (OGewV [8]) ermittelt. Diese besagt, dass als Grundlage für die Feststellung, ob ein signifikanter Trend gegeben ist, jeweils das fünfzigste Perzentil der Messwerte eines Jahres (Jahres-Median) heranzuziehen ist. Diese Daten sind sodann auf Normalverteilung zu prüfen. Sind sie normalverteilt, kann der Trend mit Hilfe der linearen Regression bestimmt werden, ansonsten wird er anhand des Mann-Kendall-Trendtests ermittelt. Das Signifikanzniveau beträgt in beiden Fällen $\alpha = 0,05$.

Die Jahres-Mediane der vorliegenden Messwerte (Jahre 2006 bis 2014) wurden zunächst mit dem Shapiro-Wilk-Test auf ihre Normalverteilung überprüft. Dabei stellte sich heraus, dass die Jahres-Mediane aller Parameter mit Ausnahme von Cadmium eine Normalverteilung aufweisen (siehe Abbildungen 6-5a bis 6-5l sowie 6-6 im Anhang). Die entsprechend durchgeführte Betrachtung mittels Linearer Regression ergab lediglich einen signifikant zunehmenden Trend für die Wassertemperatur (siehe Abbildung 3.4-1 und Abbildung 6-7a sowie 6-8a bis 6-8l im Anhang).

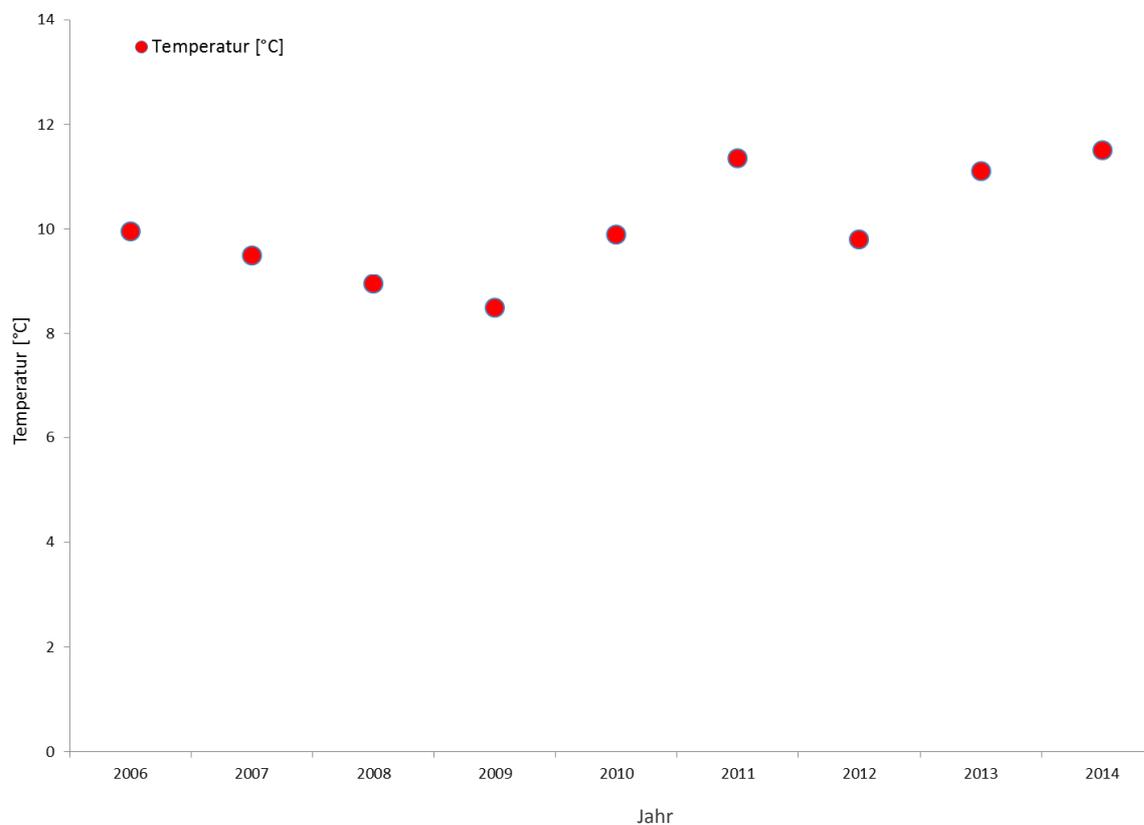


Abbildung 3.4-1: Jahres-Mediane von Temperatur mit signifikant steigendem Trend (manuelle Beprobungen durch das LUA in *Wiebelskirchen*, 2006 bis 2014)

Als nicht normalverteilt erwies sich nach dem Shapiro-Wilk-Test lediglich Cadmium (siehe Abbildung 6-6 im Anhang). Diese Messwerte wurden daher gemäß OGewV mit dem Mann-Kendall-Test auf die Signifikanz des Trends hin überprüft, dabei ergab sich kein Trend (siehe Abbildung 6-9 im Anhang).

Die in den Jahren 2006 bis 2014 in *Wiebelskirchen* erhobenen Daten für Sauerstoff liegen bis auf eine Ausnahme im Hochsommer immer über dem geforderten Orientierungswert von 7mg/l, Leitfähigkeit und pH-Wert bewegen sich in unauffälligen Bereichen (siehe Abbildung 3.4-2)

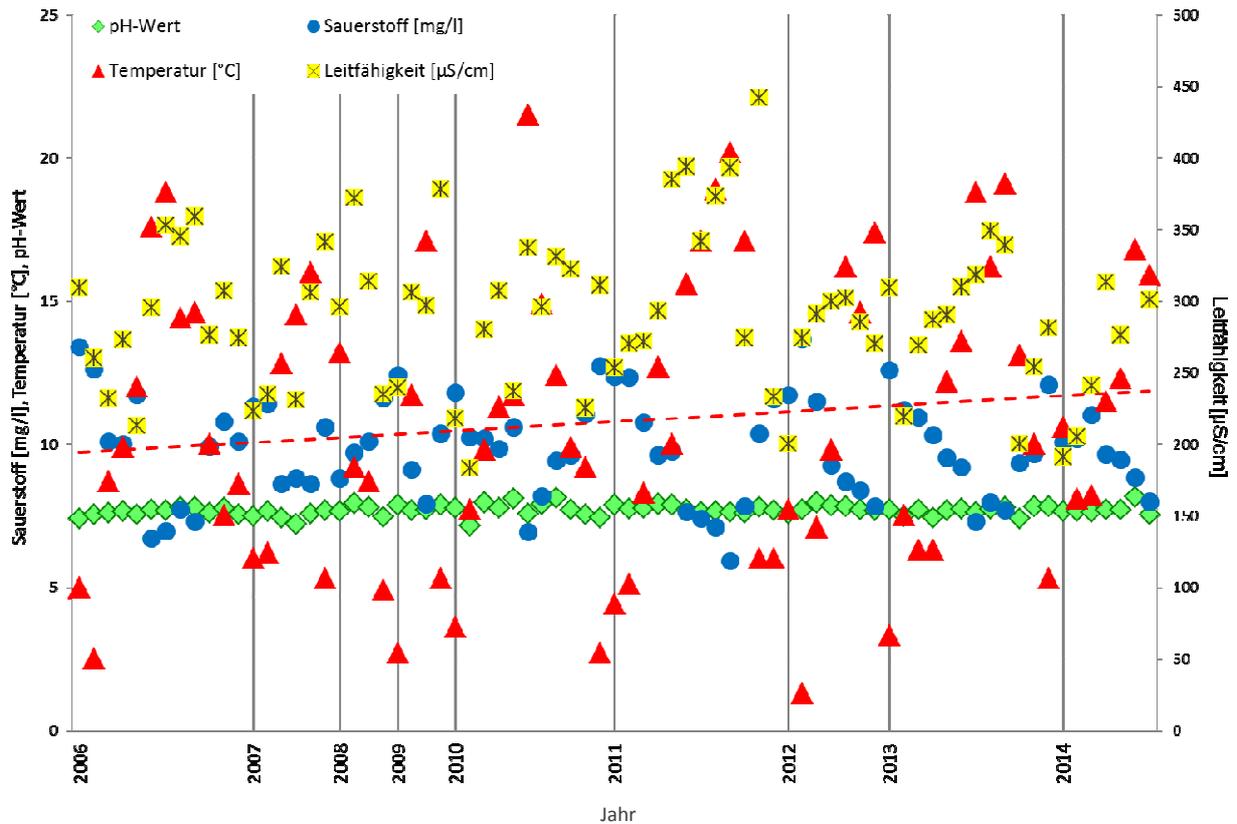


Abbildung 3.4-2: Messwerte von Sauerstoff, Temperatur, pH-Wert und Leitfähigkeit (manuelle Beprobungen durch das LUA in *Wiebelskirchen*, 2006 bis 2014)

Für die Nährstoffe konnten keine signifikanten Veränderungen während des Zeitraums 2006 bis 2014 festgestellt werden (siehe Abbildungen 3.4-3 und 3.4-4). Abnahmen von Ammonium während der Sommermonate sind auf eine verbesserte Reinigungsleistung der Kläranlagen auf Grund einer verstärkten Aktivität der nitrifizierenden Bakterien bei höheren Temperaturen zurückzuführen. Ähnliches gilt für Nitrat und somit auch für TNb (Denitrifikation), darüber hinaus ist davon auszugehen, dass im Sommer größere Mengen an Stickstoff durch Vegetation im Gewässer selbst, aber auch an Land gebunden werden. Nach der Ernte, also dem Entfernen eines großen Teils an Vegetation, im Herbst sind in vielen landwirtschaftlich geprägten Einzugsgebieten Erhöhungen der Nitrat-Konzentrationen in den Gewässern zu verzeichnen.

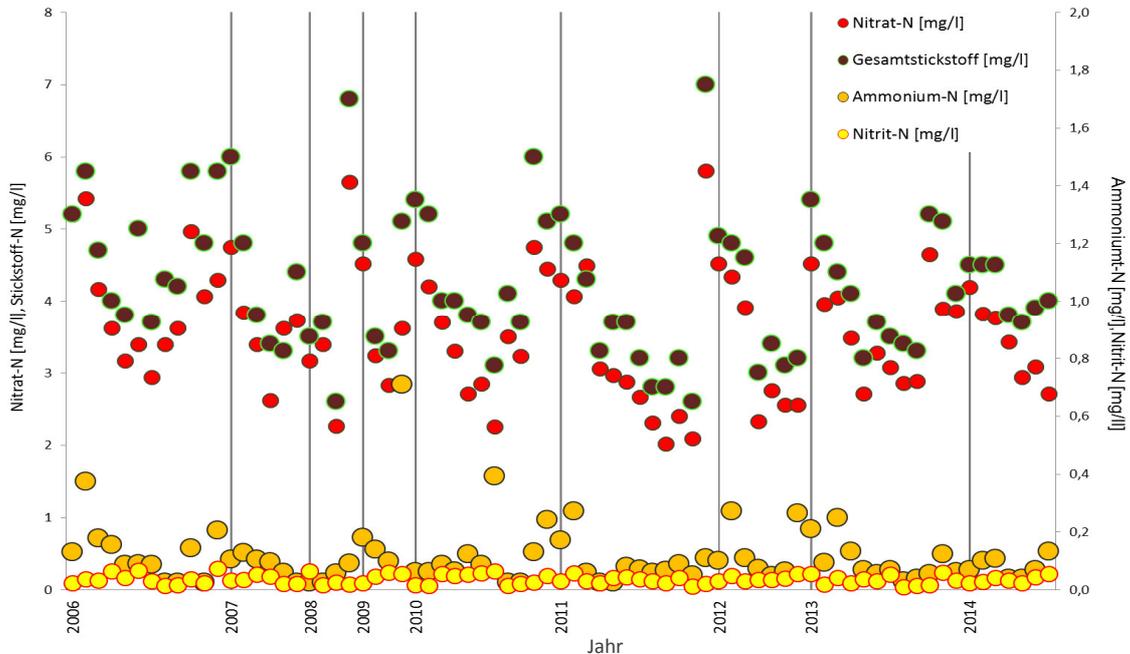


Abbildung 3.4-3: Messwerte von Nitrat-, Ammonium-, Nitrit- und TNb (manuelle Beprobungen durch das LUA in Wiebelskirchen, 2006 bis 2014)

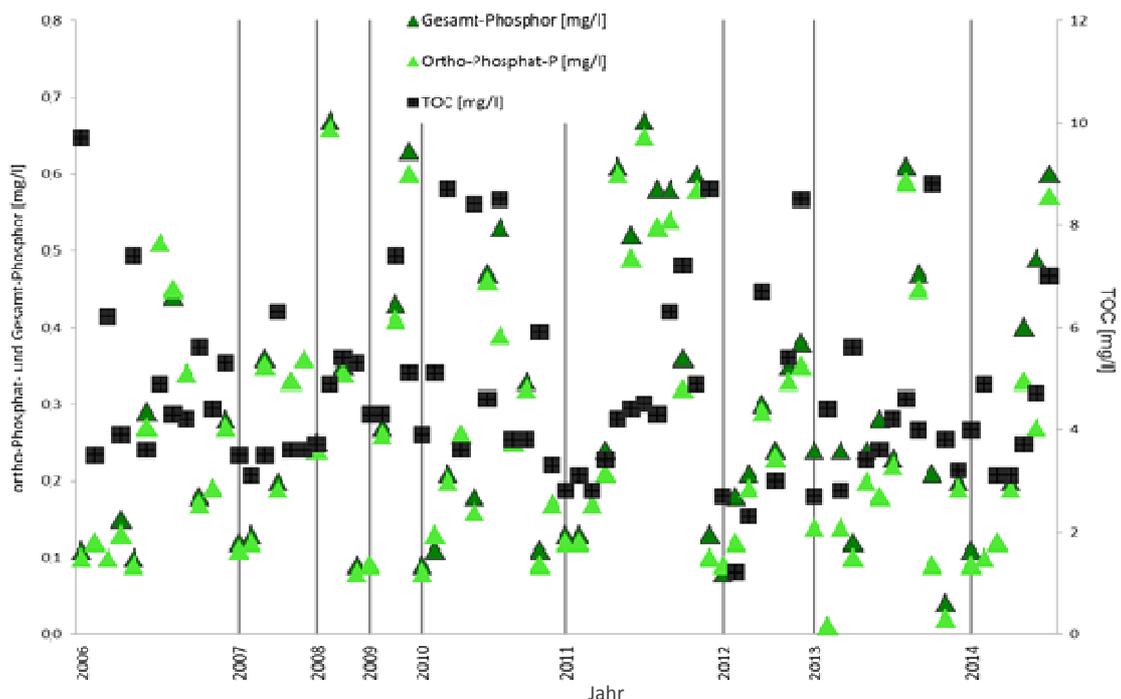


Abbildung 3.4-4: Messwerte von ortho-Phosphat- und Gesamt-Phosphor sowie TOC (manuelle Beprobungen durch das LUA in Wiebelskirchen, 2006 bis 2014)

3.5 Tabellarische Übersicht

Während des Messzeitraumes lagen am Standort in *Wiebelskirchen* die Mittelwerte von ortho-Phosphat- und Gesamt-Phosphor grundsätzlich weit über den Orientierungswerten von 0,07 bzw. 0,1 mg/l für den guten Zustand [9] (siehe Tabelle 3.5-1). Auch die Nitratwerte überschritten fast immer den geforderten Wert von 2,5 mg/l NO₃-N, ebenso nahezu drei Viertel der gemessenen TOC-Konzentrationen (5 mg/l). Der Orientierungswert für Ammonium-Stickstoff (0,3 mg/l NH₄-N) wurde an diesem Standort hingegen in 93% der Messungen eingehalten.

Obwohl die Messungen im Hochsommer stattfanden, wurde der Orientierungswert für Sauerstoff (7 mg/l) nur in 14% der Messungen unterschritten. Auch die Temperaturen überstiegen nur vereinzelt den geforderten Wert von 21,5°C.

Tabelle 3.5-1: Mittel, Minima und Maxima der Stundenmittelwerte der Oster in *Wiebelskirchen* vom 08.03.2014 bis 30.10.2014 und Orientierungswerte für den guten chemischen Zustand (Gewässertyp 5) [9] und Grenzwert der Nitrat-Richtlinie sowie Anzahl der zu Grunde liegenden Stundenmittelwerte bzw. Einzelmessungen (n)

	NO ₃ -N [mg/l]	NO ₂ -N [mg/l]	NH ₄ -N [mg/l]	TNb ⁷ [mg/l]	PO ₄ -P [mg/l]	P _{ges} [mg/l]	TOC ⁸ [mg/l]
Mittelwert	3,59	0,042	0,086	4,56	0,363	0,426	5,84
Minimum	1,85	nn	0,001	3,6	0,097	0,152	3,22
Maximum	5,03	0,125	2,01	6,81	1	1,15	15,2
Orientierungswert	2,5	0,3	0,3	3	0,07	0,1	5
Nitrat-Richtlinie	11						
Anzahl Werte (n)	4986	31	5327	31	5160	5160	4665

	Sauerstoff [mg/l]*	pH- Wert*	Leitfähigkeit [µS/cm]	Temperatur [°C]*
Mittelwert	9,18	7,58	308	14,1
Minimum	0,78	6,83	226	5,72
Maximum	14,4	8,27	406	22
Orientierungswert	> 7	6,5 – 8,5	< 1000	< 21,5
Anzahl Werte (n)	5385	4831	5472	5471

* Bei Sauerstoff ist der niedrigste, beim pH-Wert der niedrigste und der höchste und bei Wassertemperatur und Leitfähigkeit jeweils der höchste gemessene Wert als Maßstab zum Vergleich mit den Orientierungswerten heranzuziehen. Für die übrigen Parameter ist der Mittelwert entscheidend.

Alle Parameter außer Nitrit und TNb wurden online ermittelt (grau unterlegt). Nitrit und TNb wurden alle 7 bis 10 Tage im Labor bestimmt.

⁷ TNb: Total Nitrogen bound, Gesamter gebundener Stickstoff

⁸ TOC: Total Organic Carbon, Gesamter organischer Kohlenstoff

Am Standort in *Fürth* überschritten die Nitratwerte während des Messzeitraumes fast immer den geforderten Wert für den guten Zustand (LAWA) (siehe Tabelle 3.5-2), die Ammonium lagen nur sehr vereinzelt über dem Orientierungswert. Für alle anderen online erhobenen Parameter (Sauerstoff, Temperatur, pH-Wert und Leitfähigkeit) wurden die Orientierungswerte eingehalten, die durch die Stichproben ermittelten Werte für TOC und Phosphor überstiegen die geforderten Orientierungswerte jedoch zum Teil sehr deutlich.

Tabelle 3.5-2: Mittel, Minima und Maxima der Stundenmittelwerte der Oster in *Fürth* vom 11.03.2014 bis 28.08.2014 und Orientierungswerte für den guten chemischen Zustand (Gewässertyp 5) [9] und Grenzwert der Nitrat-Richtlinie sowie Anzahl der zu Grunde liegenden Stundenmittelwerte bzw. Einzelmessungen (n)

	NO₃-N [mg/l]	NO₂-N [mg/l]	NH₄-N [mg/l]	TNb [mg/l]	PO₄-P [mg/l]	P_{ges} [mg/l]	TOC [mg/l]
Mittelwert	3,32	0,041	0,022	5,35	0,291	0,408	6,21
Minimum	1,85	0,014	n.n.	3,86	0,088	0,145	1,64
Maximum	4,90	0,147	0,481	15,2	0,63	0,809	10,5
Orientierungswert	2,5	0,3	0,3	3	0,07	0,1	5
Nitrat-Richtlinie	11						
Anzahl Werte (n)	3287	24	1972	24	24	24	24

	Sauerstoff [mg/l]*	pH- Wert*	Leitfähigkeit [µS/cm]	Temperatur [°C]*
Mittelwert	10,06	7,50	301	14,14
Minimum	7,45	7,19	204	5,84
Maximum	13,55	7,99	396	20,91
Orientierungswert	> 7	6,5 – 8,5	< 1000	< 21,5
Anzahl Werte (n)	3323	2843	3286	3286

* Bei Sauerstoff ist der niedrigste, beim pH-Wert der niedrigste und der höchste und bei Wassertemperatur und Leitfähigkeit jeweils der höchste gemessene Wert als Maßstab zum Vergleich mit den Orientierungswerten heranzuziehen. Für die übrigen Parameter ist der Mittelwert entscheidend.

Nitrat und Ammonium sowie Sauerstoff, Temperatur, pH-Wert und Leitfähigkeit wurden online ermittelt (grau unterlegt). Nitrit und TNb sowie Phosphor und TOC wurden alle 7 bis 10 Tage im Labor bestimmt.

Aus der unten stehenden Tabelle lassen sich die Frachten für die einzelnen Substanzen am Standort in *Wiebelskirchen* entnehmen, also in etwa die Mengen, die über die Oster in die Blies gelangen. Neben 6,4 t Phosphor und fast 90 t organischem Kohlenstoff ergibt sich aus Nitrat und Ammonium rein rechnerisch eine Stickstofffracht von fast 56 t für den Messzeitraum. Hinzu kommt – jedoch in deutlich geringeren Mengen – Stickstoff aus Nitrit und organischen Verbindungen.

Tabelle 3.5-3: Mittel, Minima und Maxima der Stundenmittelwerte der Frachten der Oster in *Wiebelskirchen* vom 08.03.2014 bis 30.10.2014 sowie die Gesamtfracht im Messzeitraum

Fracht	NO₃-N	NH₄-N	P_{ges}	davon PO₄-P	TOC
Mittelwert	9,57 kg/h	0,212 kg/h	1,13 kg/h	0,961 kg/h	15,8 kg/h
Minimum	4,4 kg/h	nn	0,42 kg/h	0,211 kg/h	5,88 kg/h
Maximum	29,6 kg/h	6,19 kg/h	7,2 kg/h	4,78 kg/h	95,7 kg/h
Fracht im Messzeitraum ⁹	54,3 t	1,19 t	6,41 t	5,44 t	89,4 t

⁹ Um Messausfälle auszugleichen, wurde der jeweilige Mittelwert aller Stundenmittelwerte der Frachten mit der Anzahl der gemessenen Stunden multipliziert.

4. Zusammenfassung

In der Oster lassen sich sowohl im Mittellauf (*Fürth*) als auch in Mündungsnähe (*Wiebelskirchen*) starke Belastungen aus kommunalen Kläranlagen beobachten. Diese bilden sich in Tageszyklen von Phosphor und gelegentlich auch von Ammonium ab. Die im Bereich *Wiebelskirchen* im Juni gemessenen Ammonium-Gehalte lassen zudem darauf schließen, dass die in der Nähe gelegene Kläranlage nicht ordnungsgemäß funktionierte. Insgesamt liegen die Phosphor-Konzentrationen im Gewässer auf Grund der Summe der Einträge der Kläranlagen meist über den Orientierungswerten.

Auffallend ist, dass kaum Partikel gebundener Phosphor über Oberflächenabfluss in das Gewässer eingespült wird, wie es in landwirtschaftlich genutzten Gebieten zu erwarten wäre. Dies könnte auf die Anlage von Gewässerrandstreifen und/oder anderen erosionsmindernden Maßnahmen im Zuge der Renaturierung der Oster zurück zu führen sein.

Zudem konnten während des 8-monatigen Messzeitraumes am Standort in *Wiebelskirchen* 8 Mal Einleitungen aus Mischwasserentlastungsanlagen mit Konzentrationsspitzen an Ammonium, ortho-Phosphat und TOC festgestellt werden. Auch in *Fürth* gibt es Hinweise auf derartige Einträge. Während diese jedoch in *Fürth* nicht zu stärkeren Sauerstoff-Zehrungen führen, verursachen sie im Unterlauf längerfristige Sauerstoff-Defizite.

5. Literatur

[1] MINISTERIUM FÜR UMWELT UND VERBRAUCHERSCHUTZ in Zusammenarbeit mit dem LANDESAMT FÜR UMWELT- UND ARBEITSSCHUTZ: Entwurf des 2. Bewirtschaftungsplanes nach Artikel 13 der Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 für das Saarland; Saarbrücken, November 2014

[2] GEWÄSSERKUNDLICHES JAHRBUCH, PEGEL *WIEBELSKIRCHEN* OSTER (<http://www.saarland.de/40233.htm>)

[3] MINISTERIUM FÜR UMWELT, ENERGIE UND VERKEHR (MUEV) (HRSG.): Gewässertypenatlas des Saarlandes; Saarbrücken, 1998

[4] MINISTERIUM FÜR UMWELT, ENERGIE UND VERKEHR (MUEV) (HRSG.): Maßnahmenprogramm nach Artikel 11 der Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik (Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften vom 22.12.2000) EG-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) Betrachtungsräume: Saar, Mittlere Saar, Untere Saar, Blies, Schwarzbach, Glan, Nahe; Stand 31.12.2006

[5] NATURPARK: <http://www.naturpark.org/natur-kultur/natur/gewaesser-talsperren/gewaesser/ostertal> (Nov. 2014)

[6] NABU: <https://www.nabu.de/nh/301/inhalt301.htm> (Nov. 2014)

[7] ENTSORGUNGSVERBAND SAAR: www.evs.de (Nov. 2014)

[8] VERORDNUNG ZUM SCHUTZ DER OBERFLÄCHENGEWÄSSER (Oberflächengewässerverordnung - OGEwV), vom 20.07.2011

[9] MINISTERIUM FÜR UMWELT DES SAARLANDES UND VERBRAUCHERSCHUTZ IN ZUSAMMENARBEIT MIT DEM LANDESAMT FÜR UMWELT- UND ARBEITSSCHUTZ: Entwurf Methodenhandbuch für das Saarland, Stand Dezember 2014

6. Anhang

Tabelle 6-1: Messparameter in den großen Messstationen

Parameter	Messbereich	Messprinzip
pH-Wert	2 – 14	elektrochemisch
Sauerstoff gelöst (O ₂)	0 – 20 mg/l	optisch (Lumineszenz)
Leitfähigkeit	0 – 4000 µS/cm	elektrochemisch/konduktometrisch bei 25°C Bezugstemperatur
Wassertemperatur	0 – 50 °C	
Nitrat (NO ₃ bzw. NO _x -N)	0,1 – 100 mg/l	direkte Absorption (UV-Bereich)
Ammonium (NH ₄ -N)	0,02 – 2 mg/l	photometrisch
Gesamt-Phosphor (P _{ges}) und ortho-Phosphat (PO ₄ -P)	0,02 – 5 mg/l	photometrisch
	0,02 – 5 mg/l	photometrisch
Trübung	0 – 100 FNU	nephelometrisch
Gesamter organischer Kohlenstoff (TOC)	0,1 – 100 mg/l	Austreibmethode
Spektraler Absorptionskoeffizient (SAK)	0 – 100 m ⁻¹	direkte Absorption bei 254 nm
Gesamt-Chlorophyll a sowie Kompensationsmessung der Gelbstoffe	0 – 100 µg/l a.u.	Fluoreszenz-Anregung bei 450 nm, 525 nm, 570 nm, 590 nm und 610 nm Absorption bei 370 nm

Abbildung 6-1: Standort der Messstation auf dem Festplatz in *Wiebelskirchen*



Abbildung 6-2: Standort der Messstation in *Fürth*

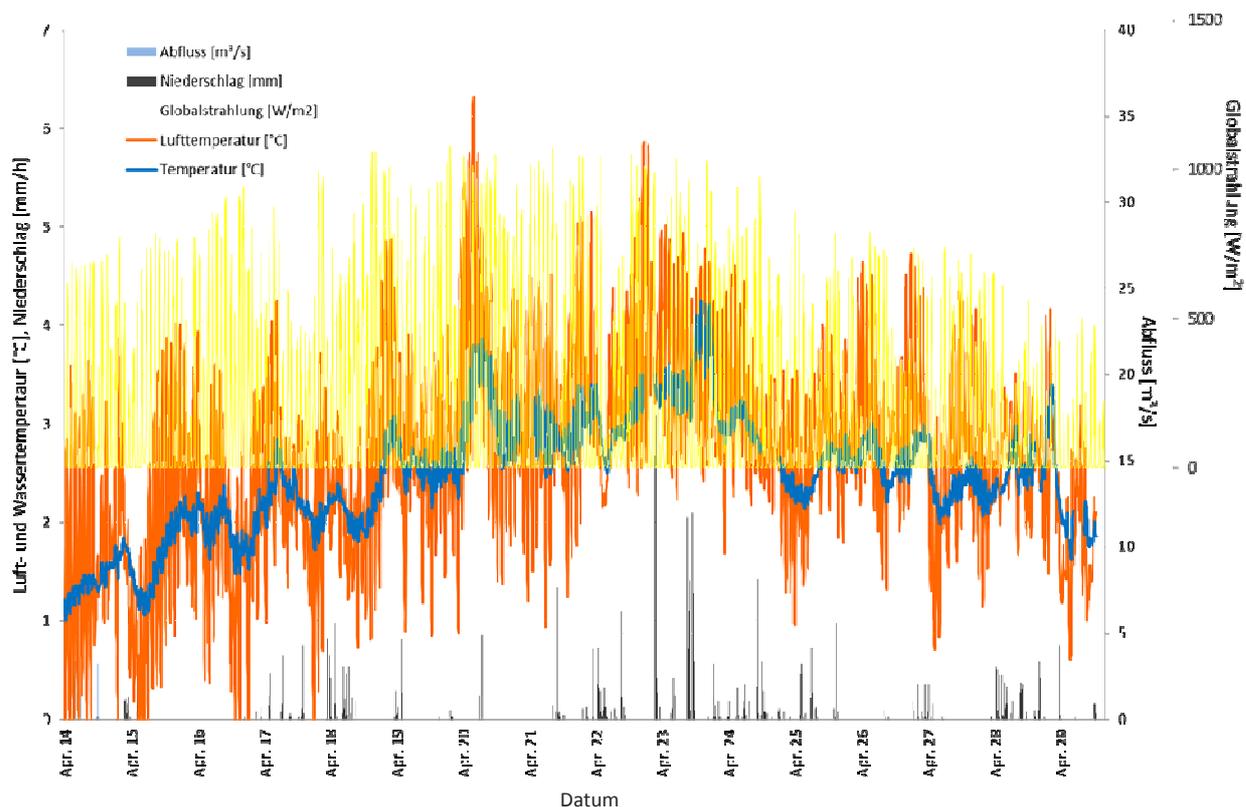


Abbildung 6-3: Wassertemperatur (Messstation *Wiebelskirchen*), Abfluss (Pegel *Hangard*) sowie Niederschläge (Wetterstation *Ottweiler*), Lufttemperatur und Globalstrahlung (Wetterstation *Waldmohr*) über den gesamten Messzeitraum

Tabelle 6-2: Mittelwerte, Minima und Maxima der monatlichen Beprobungen des LUA in *Wiebelskirchen* von 2006 bis 2014

	NO ₃ -N [mg/l]	NO ₂ -N [mg/l]	NH ₄ -N [mg/l]	TNb [mg/l]	PO ₄ -P [mg/l]	P _{ges} [mg/l]	TOC [mg/l]
Mittelwert	3,57	0,036	0,113	4,23	0,259	0,282	4,73
Minimum	2,02	0,009	0,026	2,60	0,010	0,010	1,20
Maximum	5,81	0,074	0,710	7,00	0,660	0,670	9,70

	Sauerstoff [mg/l]	pH- Wert	Leitfähigkeit [µS/cm]	Temperatur [°C]
Mittelwert	9,81	7,69	299	10,78
Minimum	5,92	7,15	183	1,30
Maximum	13,68	8,16	967	21,50

Datenblatt Umweltziele / Bewirtschaftungsziele					
Stand 31.12.2006					
Gewässer	Oster		Überwachungsart		
Überwachungsstelle	Wiebelskirchen (Mdg.)		operativ	Überblick	
OWK-Nr.	II-4.1.1		ja	nein	
Gewässertyp	5.1				
MSt.Nr.	4039 (Ch.), 4004 (Potel)				
Abfluss MQ m³/s	1,59				
Prioritäre und prioritär gefährliche Stoffe	Einheit	Umweltqualitätsnorm	Istzustand	Problem ²	
Nickel	µg/l MW	20 ¹	2,25		
Blei	µg/l MW	7,2 ¹	0,989		
Isoproturon	µg/l MW	0,3	-		
Benzo(a)pyren	µg/l MW	0,05	-		
Benzo(k)fluoranthen	µg/l MW	0,025	-		
Physikalisch - chemische Parameter	Einheit	Orientierungswert	Istzustand	Problem ²	
Ammonium	mg/l MW	0,4	0,20	RAKON	
Orthophosphat als Phosphor	mg/l MW	0,07	0,23	RAKON	
Phosphor gesamt	mg/l MW	0,1	0,23	RAKON	
Nitrit ⁴	mg/l MW	0,3 (0,03)	0,13		
Nitrat	mg/l MW	11 (50 ⁵)	18,30		
Gesamtstickstoff	mg/l MW	3	4,96		
Leitfähigkeit	µS/cm Max	< 1000	359		
Chlorid	mg/l MW	200	24,90	RAKON	
BSB 5	mg/l MW	4	3,35	RAKON	
TOC	mg/l MW	5 (7 ⁶)	5,08	RAKON	
O2	mg/l Min	7	8,7	RAKON	
Temperatur	°C Max	21,5	18,8	RAKON	
pH-Wert	Min-Max	6,5 - 8,5	7,4-7,8	RAKON	
Biologische Parameter	Umweltziel	Istzustand	Bemerkung		
Fischzonierung	SA-HR				
Vorkommen von Groppe / gemeine Flussmuschel / Bachneunauge	FFH ja/nein/nein				
Fische	II	III			
Makrozoobenthos	II	V			
Phytoplankton	-				
Hydromorphologische Parameter	Umweltziel	Istzustand	Bemerkung		
GEF	II	II			
Durchgängigkeit	* ⁷	I			
relevante Richtlinien	Umweltziel	Istzustand	Problem		
Kommunalabwasserrichtlinie	eingehalten	nicht eingehalten	Ortslagen nicht angeschlossen		
IVU-Richtlinie	eingehalten	eingehalten			
¹ ohne Hintergrundbelastung					
² wird anhand eines "x" markiert, falls die Umweltqualitätsnorm oder der Orientierungswert noch nicht eindeutig festgelegt ist. In diesem Fall kann der Parameter noch nicht bewertet werden					
³ gibt an, ob die Substanz von der LAWA bzw. der Saarländischen Umsetzungsverordnung gefordert ist					
⁴ Nitrit laut Fischgewässerrichtlinie gefordert (0,03 mg/l)					
⁵ Orientierungswert laut Nitratrichtlinie					
⁶ Orientierungswert für LAWA Fließgewässertypen 9, 9.1 und 9.2					
⁷ Betrachtungsraumbezogene Festlegung nach Expertenrunde					
⁸ Durchgängigkeit gestört: hohe Wanderbarrierendichte - "gute" Rahmenbedingungen					
⁹ Gewässergüte-Saprobienindex					
¹⁰ Daten 2007 erhoben					

Abbildung 6-4: Datenblatt Umweltziele / Bewirtschaftungsziele für die Oster (Quelle: [4])

Test auf Normalverteilung

Hinweise

Eingabedaten

Deskriptive Statistik

	N-Analyse	N fehlend	Mittelwert	Standardabweichung	SE des Mittelwerts
Ammonium-N [mg/l]	9	0	0,08954	0,03364	0,01121

Test auf Normalverteilung

Shapiro-Wilk

	DF	Statistik	p-Wert	Entscheidung bei Niveau(5%)
Ammonium-N [mg/l]	9	0,92751	0,45804	Normalverteilung kann nicht zurückgewiesen werden.

Ammonium-N [mg/l]: Beim Niveau 0.05 wurden die Daten signifikant aus einer normalverteilten Grundgesamtheit gezogen.

Abbildung 6-5a: positives Ergebnis des Tests auf Normalverteilung (Shapiro-Wilk) von Ammonium-N (Mediane der manuellen Beprobung durch das LUA, 2006 bis 2014) (OriginPro 9.1)

Test auf Normalverteilung

Hinweise

Eingabedaten

Deskriptive Statistik

	N-Analyse	N fehlend	Mittelwert	Standardabweichung	SE des Mittelwerts
Nitrat-N [mg/l]	9	0	3,38617	0,35609	0,1187

Test auf Normalverteilung

Shapiro-Wilk

	DF	Statistik	p-Wert	Entscheidung bei Niveau(5%)
Nitrat-N [mg/l]	9	0,92466	0,43225	Normalverteilung kann nicht zurückgewiesen werden.

Nitrat-N [mg/l]: Beim Niveau 0.05 wurden die Daten signifikant aus einer normalverteilten Grundgesamtheit gezogen.

Abbildung 6-5b: positives Ergebnis des Tests auf Normalverteilung (Shapiro-Wilk) von Nitrat-N (Mediane der manuellen Beprobung durch das LUA, 2006 bis 2014) (OriginPro 9.1)

Test auf Normalverteilung

Hinweise

Eingabedaten

Deskriptive Statistik

	N-Analyse	N fehlend	Mittelwert	Standardabweichung	SE des Mittelwerts
Nitrit-N [mg/l]	9	0	0,03582	0,00842	0,00281

Test auf Normalverteilung

Shapiro-Wilk

	DF	Statistik	p-Wert	Entscheidung bei Niveau(5%)
Nitrit-N [mg/l]	9	0,88305	0,16903	Normalverteilung kann nicht zurückgewiesen werden.

Nitrit-N [mg/l]: Beim Niveau 0.05 wurden die Daten signifikant aus einer normalverteilten Grundgesamtheit gezogen.

Abbildung 6-5c: positives Ergebnis des Tests auf Normalverteilung (Shapiro-Wilk) von Nitrit-N (Mediane der manuellen Beprobung durch das LUA, 2006 bis 2014) (OriginPro 9.1)

Test auf Normalverteilung

Hinweise

Eingabedaten

Deskriptive Statistik

	N-Analyse	N fehlend	Mittelwert	Standardabweichung	SE des Mittelwerts
Gesamtstickstoff [mg/l]	9	0	3,95556	0,41189	0,1373

Test auf Normalverteilung

Shapiro-Wilk

	DF	Statistik	p-Wert	Entscheidung bei Niveau(5%)
Gesamtstickstoff [mg/l]	9	0,91448	0,34852	Normalverteilung kann nicht zurückgewiesen werden.

Gesamtstickstoff [mg/l]: Beim Niveau 0.05 wurden die Daten signifikant aus einer normalverteilten Grundgesamtheit gezogen.

Abbildung 6-5d: positives Ergebnis des Tests auf Normalverteilung (Shapiro-Wilk) von TNb (Mediane der manuellen Beprobung durch das LUA, 2006 bis 2014) (OriginPro 9.1)

Test auf Normalverteilung

Hinweise

Eingabedaten

Deskriptive Statistik

	N-Analyse	N fehlend	Mittelwert	Standardabweichung	SE des Mittelwerts
Gesamt-Phosphor [mg/l]	9	0	0,26944	0,08221	0,0274

Test auf Normalverteilung

Shapiro-Wilk

	DF	Statistik	p-Wert	Entscheidung bei Niveau(5%)
Gesamt-Phosphor [mg/l]	9	0,89055	0,20213	Normalverteilung kann nicht zurückgewiesen werden.

Gesamt-Phosphor [mg/l]: Beim Niveau 0.05 wurden die Daten signifikant aus einer normalverteilten Grundgesamtheit gezogen.

Abbildung 6-5e: positives Ergebnis des Tests auf Normalverteilung (Shapiro-Wilk) von Gesamt-Phosphor (Mediane der manuellen Beprobung durch das LUA, 2006 bis 2014) (OriginPro 9.1)

Test auf Normalverteilung

Hinweise

Eingabedaten

Deskriptive Statistik

	N-Analyse	N fehlend	Mittelwert	Standardabweichung	SE des Mittelwerts
Ortho-Phosphat-P [mg/l]	9	0	0,25	0,08097	0,02699

Test auf Normalverteilung

Shapiro-Wilk

	DF	Statistik	p-Wert	Entscheidung bei Niveau(5%)
Ortho-Phosphat-P [mg/l]	9	0,92286	0,41648	Normalverteilung kann nicht zurückgewiesen werden.

Ortho-Phosphat-P [mg/l]: Beim Niveau 0.05 wurden die Daten signifikant aus einer normalverteilten Grundgesamtheit gezogen.

Abbildung 6-5f: positives Ergebnis des Tests auf Normalverteilung (Shapiro-Wilk) von ortho-Phosphat (Mediane der manuellen Beprobung durch das LUA, 2006 bis 2014) (OriginPro 9.1)

Test auf Normalverteilung

Hinweise

Eingabedaten

Deskriptive Statistik

	N-Analyse	N fehlend	Mittelwert	Standardabweichung	SE des Mittelwerts
pH-Wert	9	0	7,69222	0,07859	0,0262

Test auf Normalverteilung

Shapiro-Wilk

	DF	Statistik	p-Wert	Entscheidung bei Niveau(5%)
pH-Wert	9	0,90108	0,25833	Normalverteilung kann nicht zur ückgewiesen werden.

pH-Wert: Beim Niveau 0.05 wurden die Daten signifikant aus einer normalverteilten Grundgesamtheit gezogen.

Abbildung 6-5g: positives Ergebnis des Tests auf Normalverteilung (Shapiro-Wilk) von pH-Wert (Mediane der manuellen Beprobung durch das LUA, 2006 bis 2014) (OriginPro 9.1)

Test auf Normalverteilung

Hinweise

Eingabedaten

Deskriptive Statistik

	N-Analyse	N fehlend	Mittelwert	Standardabweichung	SE des Mittelwerts
Leitfähigkeit [$\mu\text{S}/\text{cm}$]	9	0	291,72222	14,77564	4,92521

Test auf Normalverteilung

Shapiro-Wilk

	DF	Statistik	p-Wert	Entscheidung bei Niveau(5%)
Leitfähigkeit [$\mu\text{S}/\text{cm}$]	9	0,97849	0,95604	Normalverteilung kann nicht zur ückgewiesen werden.

Leitfähigkeit [$\mu\text{S}/\text{cm}$]: Beim Niveau 0.05 wurden die Daten signifikant aus einer normalverteilten Grundgesamtheit gezogen.

Abbildung 6-5h: positives Ergebnis des Tests auf Normalverteilung (Shapiro-Wilk) von Leitfähigkeit (Mediane der manuellen Beprobung durch das LUA, 2006 bis 2014) (OriginPro 9.1)

Test auf Normalverteilung

Hinweise

Eingabedaten

Deskriptive Statistik

	N-Analyse	N fehlend	Mittelwert	Standardabweichung	SE des Mittelwerts
Sauerstoff [mg/l]	9	0	9,75167	0,27702	0,09234

Test auf Normalverteilung

Shapiro-Wilk

	DF	Statistik	p-Wert	Entscheidung bei Niveau(5%)
Sauerstoff [mg/l]	9	0,95296	0,72251	Normalverteilung kann nicht zur ückgewiesen werden.

Sauerstoff [mg/l]: Beim Niveau 0.05 wurden die Daten signifikant aus einer normalverteilten Grundgesamtheit gezogen.

Abbildung 6-5i: positives Ergebnis des Tests auf Normalverteilung (Shapiro-Wilk) von Sauerstoff (Mediane der manuellen Beprobung durch das LUA, 2006 bis 2014) (OriginPro 9.1)

Test auf Normalverteilung

Hinweise

Eingabedaten

Deskriptive Statistik

	N-Analyse	N fehlend	Mittelwert	Standardabweichung	SE des Mittelwerts
Temperatur [°C]	9	0	10,06111	1,05498	0,35166

Test auf Normalverteilung

Shapiro-Wilk

	DF	Statistik	p-Wert	Entscheidung bei Niveau(5%)
Temperatur [°C]	9	0,9287	0,46908	Normalverteilung kann nicht zur ückgewiesen werden.

Temperatur [°C]: Beim Niveau 0.05 wurden die Daten signifikant aus einer normalverteilten Grundgesamtheit gezogen.

Abbildung 6-5j: positives Ergebnis des Tests auf Normalverteilung (Shapiro-Wilk) von Temperatur (Mediane der manuellen Beprobung durch das LUA, 2006 bis 2014) (OriginPro 9.1)

Test auf Normalverteilung

Hinweise

Eingabedaten

Deskriptive Statistik

	N-Analyse	N fehlend	Mittelwert	Standardabweichung	SE des Mittelwerts
TOC [mg/l]	9	0	4,20556	0,65548	0,21849

Test auf Normalverteilung

Shapiro-Wilk

	DF	Statistik	p-Wert	Entscheidung bei Niveau(5%)
TOC [mg/l]	9	0,9582	0,77927	Normalverteilung kann nicht zur ückgewiesen werden.

TOC [mg/l]: Beim Niveau 0.05 wurden die Daten signifikant aus einer normalverteilten Grundgesamtheit gezogen.

Abbildung 6-5k: positives Ergebnis des Tests auf Normalverteilung (Shapiro-Wilk) von TOC (Mediane der manuellen Beprobung durch das LUA, 2006 bis 2014) (OriginPro 9.1)

Test auf Normalverteilung

Hinweise

Eingabedaten

Deskriptive Statistik

	N-Analyse	N fehlend	Mittelwert	Standardabweichung	SE des Mittelwerts
Kupfer Cu [µg/l]	9	0	1,74611	0,30655	0,10218

Test auf Normalverteilung

Shapiro-Wilk

	DF	Statistik	p-Wert	Entscheidung bei Niveau(5%)
Kupfer Cu [µg/l]	9	0,95382	0,73191	Normalverteilung kann nicht zur ückgewiesen werden.

Kupfer Cu [µg/l]: Beim Niveau 0.05 wurden die Daten signifikant aus einer normalverteilten Grundgesamtheit gezogen.

Abbildung 6-5l: positives Ergebnis des Tests auf Normalverteilung (Shapiro-Wilk) von Kupfer (Mediane der manuellen Beprobung durch das LUA, 2006 bis 2014) (OriginPro 9.1)

Test auf Normalverteilung

Hinweise

Eingabedaten

Deskriptive Statistik

	N-Analyse	N fehlend	Mittelwert	Standardabweichung	SE des Mittelwerts
Cadmium Cd [$\mu\text{g/l}$]	9	0	0,05278	0,01954	0,00651

Test auf Normalverteilung

Shapiro-Wilk

	DF	Statistik	p-Wert	Entscheidung bei Niveau(5%)
Cadmium Cd [$\mu\text{g/l}$]	9	0,77364	0,01017	Normalverteilung zurückweisen

Cadmium Cd [$\mu\text{g/l}$]: Beim Niveau 0.05 wurden die Daten NICHT signifikant aus einer normalverteilten Grundgesamtheit gezogen.

Abbildung 6-6: negatives Ergebnis des Tests auf Normalverteilung (Shapiro-Wilk) von Cadmium (Mediane der manuellen Beprobung durch das LUA, 2006 bis 2014) (OriginPro 9.1)

Lineare Anpassung

Hinweise

Eingabedaten

Maskierte Daten - Werte von der Berechnung ausgeschlossen

Ungültige Daten (fehlende Werte) -- Werte, die ungültig sind und daher nicht für die Berechnungen verwendet werden

Parameter

		Wert	Standardfehler
Temperatur [$^{\circ}\text{C}$]	Schnittpunkt mit der Y-Achse	-510,86389	216,52484
	Steigung	0,25917	0,10772

Statistik

	Temperatur [$^{\circ}\text{C}$]
Anzahl der Punkte	9
Freiheitsgrade	7
Fehler der Summe der Quadrate	4,87385
Pearson R	0,67277
Kor. R-Quadrat	0,37442

Zusammenfassung

	Schnittpunkt mit der Y-Achse		Steigung		Statistik
	Wert	Standardfehler	Wert	Standardfehler	Kor. R-Quadrat
Temperatur [$^{\circ}\text{C}$]	-510,86389	216,52484	0,25917	0,10772	0,37442

ANOVA

		DF	Summe der Quadrate	Mittelwert der Quadrate	F-Wert	Wahrs.>F
Temperatur [$^{\circ}\text{C}$]	Modell	1	4,03004	4,03004	5,7881	0,04706
	Fehler	7	4,87385	0,69626		
	Gesamt	8	8,90389			

Temperatur [$^{\circ}\text{C}$]: Auf einem Niveau von 0,05 unterscheidet sich die Steigung signifikant von Null.

Abbildung 6-7: positives Ergebnis des Trend-Tests (Lineare Regression) von Temperatur (Mediane der manuellen Beprobung durch das LUA, 2006 bis 2014) (OriginPro 9.1)

Lineare Anpassung

Hinweise
 Eingabedaten
 Maskierte Daten - Werte von der Berechnung ausgeschlossen
 Ungültige Daten (fehlende Werte) – Werte, die ungültig sind und daher nicht für die Berechnungen verwendet werden

Parameter

		Wert	Standardfehler
Ammonium-N [mg/l]	Schnittpunkt mit der Y-Achse	7,59323	8,89161
	Steigung	-0,00373	0,00442

Statistik

	Ammonium-N [mg/l]
Anzahl der Punkte	9
Freiheitsgrade	7
Fehler der Summe der Quadrate	0,00822
Pearson R	-0,30388
Kor. R-Quadrat	-0,03732

Zusammenfassung

	Schnittpunkt mit der Y-Achse		Steigung		Statistik
	Wert	Standardfehler	Wert	Standardfehler	Kor. R-Quadrat
Ammonium-N [mg/l]	7,59323	8,89161	-0,00373	0,00442	-0,03732

ANOVA

		DF	Summe der Quadrate	Mittelwert der Quadrate	F-Wert	Wahrs.>F
Ammonium-N [mg/l]	Modell	1	8,36197E-4	8,36197E-4	0,71218	0,42662
	Fehler	7	0,00822	0,00117		
	Gesamt	8	0,00906			

Ammonium-N [mg/l]: Bei dem Niveau von 0,05 weicht die Steigung NICHT signifikant von Null ab.

Abbildung 6-8a: negatives Ergebnis des Trend-Tests (Lineare Regression) von Ammonium-N (Mediane der manuellen Beprobung durch das LUA, 2006 bis 2014) (OriginPro 9.1)

Lineare Anpassung

Hinweise
 Eingabedaten
 Maskierte Daten - Werte von der Berechnung ausgeschlossen
 Ungültige Daten (fehlende Werte) – Werte, die ungültig sind und daher nicht für die Berechnungen verwendet werden

Parameter

		Wert	Standardfehler
Nitrat-N [mg/l]	Schnittpunkt mit der Y-Achse	110,80259	90,05401
	Steigung	-0,05344	0,0448

Statistik

	Nitrat-N [mg/l]
Anzahl der Punkte	9
Freiheitsgrade	7
Fehler der Summe der Quadrate	0,84307
Pearson R	-0,411
Kor. R-Quadrat	0,05019

Zusammenfassung

	Schnittpunkt mit der Y-Achse		Steigung		Statistik
	Wert	Standardfehler	Wert	Standardfehler	Kor. R-Quadrat
Nitrat-N [mg/l]	110,80259	90,05401	-0,05344	0,0448	0,05019

ANOVA

		DF	Summe der Quadrate	Mittelwert der Quadrate	F-Wert	Wahrs.>F
Nitrat-N [mg/l]	Modell	1	0,17136	0,17136	1,42277	0,27181
	Fehler	7	0,84307	0,12044		
	Gesamt	8	1,01442			

Nitrat-N [mg/l]: Bei dem Niveau von 0,05 weicht die Steigung NICHT signifikant von Null ab.

Abbildung 6-8b: negatives Ergebnis des Trend-Tests (Lineare Regression) von Nitrat-N (Mediane der manuellen Beprobung durch das LUA, 2006 bis 2014) (OriginPro 9.1)

Lineare Anpassung

Hinweise
 Eingabedaten
 Maskierte Daten - Werte von der Berechnung ausgeschlossen
 Ungültige Daten (fehlende Werte) -- Werte, die ungültig sind und daher nicht für die Berechnungen verwendet werden

Parameter

		Wert	Standardfehler
Nitrit-N [mg/l]	Schnittpunkt mit der Y-Achse	0,44883	2,33102
	Steigung	-2,05479E-4	0,00116

Statistik

	Nitrit-N [mg/l]
Anzahl der Punkte	9
Freiheitsgrade	7
Fehler der Summe der Quadrate	5,64872E-4
Pearson R	-0,06682
Kor. R-Quadrat	-0,13775

Zusammenfassung

	Schnittpunkt mit der Y-Achse		Steigung		Statistik	
	Wert	Standardfehler	Wert	Standardfehler	Kor. R-Quadrat	
Nitrit-N [mg/l]	0,44883	2,33102	-2,05479E-4	0,00116	-0,13775	

ANOVA

		DF	Summe der Quadrate	Mittelwert der Quadrate	F-Wert	Wahrs.>F
Nitrit-N [mg/l]	Modell	1	2,53331E-6	2,53331E-6	0,03139	0,86438
	Fehler	7	5,64872E-4	8,0696E-5		
	Gesamt	8	5,67405E-4			

Nitrit-N [mg/l]: Bei dem Niveau von 0,05 weicht die Steigung NICHT signifikant von Null ab.

Abbildung 6-8c: negatives Ergebnis des Trend-Tests (Lineare Regression) von Nitrit-N (Mediane der manuellen Beprobung durch das LUA, 2006 bis 2014) (OriginPro 9.1)

Lineare Anpassung

Hinweise
 Eingabedaten
 Maskierte Daten - Werte von der Berechnung ausgeschlossen
 Ungültige Daten (fehlende Werte) -- Werte, die ungültig sind und daher nicht für die Berechnungen verwendet werden

Parameter

		Wert	Standardfehler
Gesamtstickstoff [mg/l]	Schnittpunkt mit der Y-Achse	139,63056	102,10707
	Steigung	-0,0675	0,0508

Statistik

	Gesamtstickstoff [mg/l]
Anzahl der Punkte	9
Freiheitsgrade	7
Fehler der Summe der Quadrate	1,08385
Pearson R	-0,4488
Kor. R-Quadrat	0,08734

Zusammenfassung

	Schnittpunkt mit der Y-Achse		Steigung		Statistik	
	Wert	Standardfehler	Wert	Standardfehler	Kor. R-Quadrat	
Gesamtstickstoff [mg/l]	139,63056	102,10707	-0,0675	0,0508	0,08734	

ANOVA

		DF	Summe der Quadrate	Mittelwert der Quadrate	F-Wert	Wahrs.>F
Gesamtstickstoff [mg/l]	Modell	1	0,27338	0,27338	1,76559	0,22561
	Fehler	7	1,08385	0,15484		
	Gesamt	8	1,35722			

Gesamtstickstoff [mg/l]: Bei dem Niveau von 0,05 weicht die Steigung NICHT signifikant von Null ab.

Abbildung 6-8d: negatives Ergebnis des Trend-Tests (Lineare Regression) von TNb (Mediane der manuellen Beprobung durch das LUA, 2006 bis 2014) (OriginPro 9.1)

Lineare Anpassung

Hinweise
 Eingabedaten
 Maskierte Daten - Werte von der Berechnung ausgeschlossen
 Ungültige Daten (fehlende Werte) -- Werte, die ungültig sind und daher nicht für die Berechnungen verwendet werden

Parameter

		Wert	Standardfehler
Gesamt-Phosphor [mg/l]	Schnittpunkt mit der Y-Achse	2,27944	22,79386
	Steigung	-1E-3	0,01134

Statistik

	Gesamt-Phosphor [mg/l]
Anzahl der Punkte	9
Freiheitsgrade	7
Fehler der Summe der Quadrate	0,05401
Pearson R	-0,03331
Kor. R-Quadrat	-0,14159

Zusammenfassung

	Schnittpunkt mit der Y-Achse		Steigung		Statistik
	Wert	Standardfehler	Wert	Standardfehler	Kor. R-Quadrat
Gesamt-Phosphor [mg/l]	2,27944	22,79386	-1E-3	0,01134	-0,14159

ANOVA

		DF	Summe der Quadrate	Mittelwert der Quadrate	F-Wert	Wahrs.>F
Gesamt-Phosphor [mg/l]	Modell	1	6E-5	6E-5	0,00778	0,9322
	Fehler	7	0,05401	0,00772		
	Gesamt	8	0,05407			

Gesamt-Phosphor [mg/l]: Bei dem Niveau von 0,05 weicht die Steigung NICHT signifikant von Null ab.

Abbildung 6-8e: negatives Ergebnis des Trend-Tests (Lineare Regression) von Gesamt-Phosphor (Mediane der manuellen Beprobung durch das LUA, 2006 bis 2014) (OriginPro 9.1)

Lineare Anpassung

Hinweise
 Eingabedaten
 Maskierte Daten - Werte von der Berechnung ausgeschlossen
 Ungültige Daten (fehlende Werte) -- Werte, die ungültig sind und daher nicht für die Berechnungen verwendet werden

Parameter

		Wert	Standardfehler
Ortho-Phosphat-P [mg/l]	Schnittpunkt mit der Y-Achse	10,635	22,11618
	Steigung	-0,00517	0,011

Statistik

	Ortho-Phosphat-P [mg/l]
Anzahl der Punkte	9
Freiheitsgrade	7
Fehler der Summe der Quadrate	0,05085
Pearson R	-0,17475
Kor. R-Quadrat	-0,10796

Zusammenfassung

	Schnittpunkt mit der Y-Achse		Steigung		Statistik
	Wert	Standardfehler	Wert	Standardfehler	Kor. R-Quadrat
Ortho-Phosphat-P [mg/l]	10,635	22,11618	-0,00517	0,011	-0,10796

ANOVA

		DF	Summe der Quadrate	Mittelwert der Quadrate	F-Wert	Wahrs.>F
Ortho-Phosphat-P [mg/l]	Modell	1	0,0016	0,0016	0,22049	0,65294
	Fehler	7	0,05085	0,00726		
	Gesamt	8	0,05245			

Ortho-Phosphat-P [mg/l]: Bei dem Niveau von 0,05 weicht die Steigung NICHT signifikant von Null ab.

Abbildung 6-8f: negatives Ergebnis des Trend-Tests (Lineare Regression) von ortho-Phosphat (Mediane der manuellen Beprobung durch das LUA, 2006 bis 2014) (OriginPro 9.1)

Lineare Anpassung

- Hinweise
- Eingabedaten
- Maskierte Daten - Werte von der Berechnung ausgeschlossen
- Ungültige Daten (fehlende Werte) -- Werte, die ungültig sind und daher nicht für die Berechnungen verwendet werden
- Parameter

		Wert	Standardfehler
pH-Wert	Schnittpunkt mit der Y-Achse	-12,40778	20,43358
	Steigung	0,01	0,01017

Statistik

	pH-Wert
Anzahl der Punkte	9
Freiheitsgrade	7
Fehler der Summe der Quadrate	0,04341
Pearson R	0,34849
Kor. R-Quadrat	-0,00406

Zusammenfassung

	Schnittpunkt mit der Y-Achse		Steigung		Statistik
	Wert	Standardfehler	Wert	Standardfehler	Kor. R-Quadrat
pH-Wert	-12,40778	20,43358	0,01	0,01017	-0,00406

ANOVA

		DF	Summe der Quadrate	Mittelwert der Quadrate	F-Wert	Wahrs.>F
pH-Wert	Modell	1	0,006	0,006	0,96762	0,35804
	Fehler	7	0,04341	0,0062		
	Gesamt	8	0,04941			

pH-Wert: Bei dem Niveau von 0,05 weicht die Steigung NICHT signifikant von Null ab.

Abbildung 6-8g: negatives Ergebnis des Trend-Tests (Lineare Regression) von pH-Wert (Mediane der manuellen Beprobung durch das LUA, 2006 bis 2014) (OriginPro 9.1)

Lineare Anpassung

- Hinweise
- Eingabedaten
- Maskierte Daten - Werte von der Berechnung ausgeschlossen
- Ungültige Daten (fehlende Werte) -- Werte, die ungültig sind und daher nicht für die Berechnungen verwendet werden
- Parameter

		Wert	Standardfehler
Leitfähigkeit [$\mu\text{S}/\text{cm}$]	Schnittpunkt mit der Y-Achse	559,72222	4097,60711
	Steigung	-0,13333	2,03861

Statistik

	Leitfähigkeit [$\mu\text{S}/\text{cm}$]
Anzahl der Punkte	9
Freiheitsgrade	7
Fehler der Summe der Quadrate	1745,48889
Pearson R	-0,02471
Kor. R-Quadrat	-0,14216

Zusammenfassung

	Schnittpunkt mit der Y-Achse		Steigung		Statistik
	Wert	Standardfehler	Wert	Standardfehler	Kor. R-Quadrat
Leitfähigkeit [$\mu\text{S}/\text{cm}$]	559,72222	4097,60711	-0,13333	2,03861	-0,14216

ANOVA

		DF	Summe der Quadrate	Mittelwert der Quadrate	F-Wert	Wahrs.>F
Leitfähigkeit [$\mu\text{S}/\text{cm}$]	Modell	1	1,06667	1,06667	0,00428	0,94968
	Fehler	7	1745,48889	249,35556		
	Gesamt	8	1746,55556			

Leitfähigkeit [$\mu\text{S}/\text{cm}$]: Bei dem Niveau von 0,05 weicht die Steigung NICHT signifikant von Null ab.

Abbildung 6-8h: negatives Ergebnis des Trend-Tests (Lineare Regression) von Leitfähigkeit (Mediane der manuellen Beprobung durch das LUA, 2006 bis 2014) (OriginPro 9.1)

Lineare Anpassung

Hinweise
 Eingabedaten
 Maskierte Daten - Werte von der Berechnung ausgeschlossen
 Ungültige Daten (fehlende Werte) -- Werte, die ungültig sind und daher nicht für die Berechnungen verwendet werden

Parameter

		Wert	Standardfehler
Sauerstoff [mg/l]	Schnittpunkt mit der Y-Achse	119,12917	64,77827
	Steigung	-0,05442	0,03223

Statistik

		Sauerstoff [mg/l]
Anzahl der Punkte		9
Freiheitsgrade		7
Fehler der Summe der Quadrate		0,43623
Pearson R		-0,53797
Kor. R-Quadrat		0,1879

Zusammenfassung

	Schnittpunkt mit der Y-Achse		Steigung		Statistik
	Wert	Standardfehler	Wert	Standardfehler	Kor. R-Quadrat
Sauerstoff [mg/l]	119,12917	64,77827	-0,05442	0,03223	0,1879

ANOVA

		DF	Summe der Quadrate	Mittelwert der Quadrate	F-Wert	Wahrs.>F
Sauerstoff [mg/l]	Modell	1	0,17767	0,17767	2,85101	0,13517
	Fehler	7	0,43623	0,06232		
	Gesamt	8	0,6139			

Sauerstoff [mg/l]: Bei dem Niveau von 0,05 weicht die Steigung NICHT signifikant von Null ab.

Abbildung 6-8i: negatives Ergebnis des Trend-Tests (Lineare Regression) von Sauerstoff (Mediane der manuellen Beprobung durch das LUA, 2006 bis 2014) (OriginPro 9.1)

Lineare Anpassung

Hinweise
 Eingabedaten
 Maskierte Daten - Werte von der Berechnung ausgeschlossen
 Ungültige Daten (fehlende Werte) -- Werte, die ungültig sind und daher nicht für die Berechnungen verwendet werden

Parameter

		Wert	Standardfehler
TOC [mg/l]	Schnittpunkt mit der Y-Achse	208,55556	164,61503
	Steigung	-0,10167	0,0819

Statistik

		TOC [mg/l]
Anzahl der Punkte		9
Freiheitsgrade		7
Fehler der Summe der Quadrate		2,81706
Pearson R		-0,42477
Kor. R-Quadrat		0,06334

Zusammenfassung

	Schnittpunkt mit der Y-Achse		Steigung		Statistik
	Wert	Standardfehler	Wert	Standardfehler	Kor. R-Quadrat
TOC [mg/l]	208,55556	164,61503	-0,10167	0,0819	0,06334

ANOVA

		DF	Summe der Quadrate	Mittelwert der Quadrate	F-Wert	Wahrs.>F
TOC [mg/l]	Modell	1	0,62017	0,62017	1,54103	0,25445
	Fehler	7	2,81706	0,40244		
	Gesamt	8	3,43722			

TOC [mg/l]: Bei dem Niveau von 0,05 weicht die Steigung NICHT signifikant von Null ab.

Abbildung 6-8j: negatives Ergebnis des Trend-Tests (Lineare Regression) von TOC (Mediane der manuellen Beprobung durch das LUA, 2006 bis 2014) (OriginPro 9.1)

Lineare Anpassung

Hinweise

Eingabedaten

Maskierte Daten - Werte von der Berechnung ausgeschlossen

Ungültige Daten (fehlende Werte) -- Werte, die ungültig sind und daher nicht für die Berechnungen verwendet werden

Parameter

		Wert	Standardfehler
Kupfer Cu [$\mu\text{g/l}$]	Schnittpunkt mit der Y-Achse	111,79361	74,17288
	Steigung	-0,05475	0,0369

Statistik

	Kupfer Cu [$\mu\text{g/l}$]
Anzahl der Punkte	9
Freiheitsgrade	7
Fehler der Summe der Quadrate	0,57194
Pearson R	-0,48912
Kor. R-Quadrat	0,13055

Zusammenfassung

	Schnittpunkt mit der Y-Achse		Steigung		Statistik
	Wert	Standardfehler	Wert	Standardfehler	Kor. R-Quadrat
Kupfer Cu [$\mu\text{g/l}$]	111,79361	74,17288	-0,05475	0,0369	0,13055

ANOVA

		DF	Summe der Quadrate	Mittelwert der Quadrate	F-Wert	Wahrs.>F
Kupfer Cu [$\mu\text{g/l}$]	Modell	1	0,17985	0,17985	2,20126	0,18147
	Fehler	7	0,57194	0,08171		
	Gesamt	8	0,75179			

Kupfer Cu [$\mu\text{g/l}$]: Bei dem Niveau von 0,05 weicht die Steigung NICHT signifikant von Null ab.

Abbildung 6-8k: negatives Ergebnis des Trend-Tests (Lineare Regression) von Kupfer (Mediane der manuellen Beprobung durch das LUA, 2006 bis 2014) (OriginPro 9.1)

Jahresmediane	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014		
Cadmium [$\mu\text{g/l}$]	0,05	0,05	0,05	0,05	0,035	0,035	0,035	0,085	0,085	Summe	
2006	0,05	0	0	0	-1	-1	-1	1	1	-1	
2007	0,05		0	0	-1	-1	-1	1	1	-1	
2008	0,05			0	0	-1	-1	-1	1	1	-1
2009	0,05				0	-1	-1	-1	1	1	-1
2010	0,035					0	0	0	1	1	2
2011	0,035						0	0	1	1	2
2012	0,035							0	1	1	2
2013	0,085								0	0	0
2014	0,085									0	0
Mann-Kendalls "S"										2	
<p>bei $n = 9$ und $\alpha = 0,05 \rightarrow p = 17$ $S < p$, daher Trend nicht signifikant</p>											

Abbildung 6-9: negatives Ergebnis des Trend-Tests (Mann-Kendall) von Cadmium (Mediane der manuellen Beprobung durch das LUA, 2006 bis 2014)