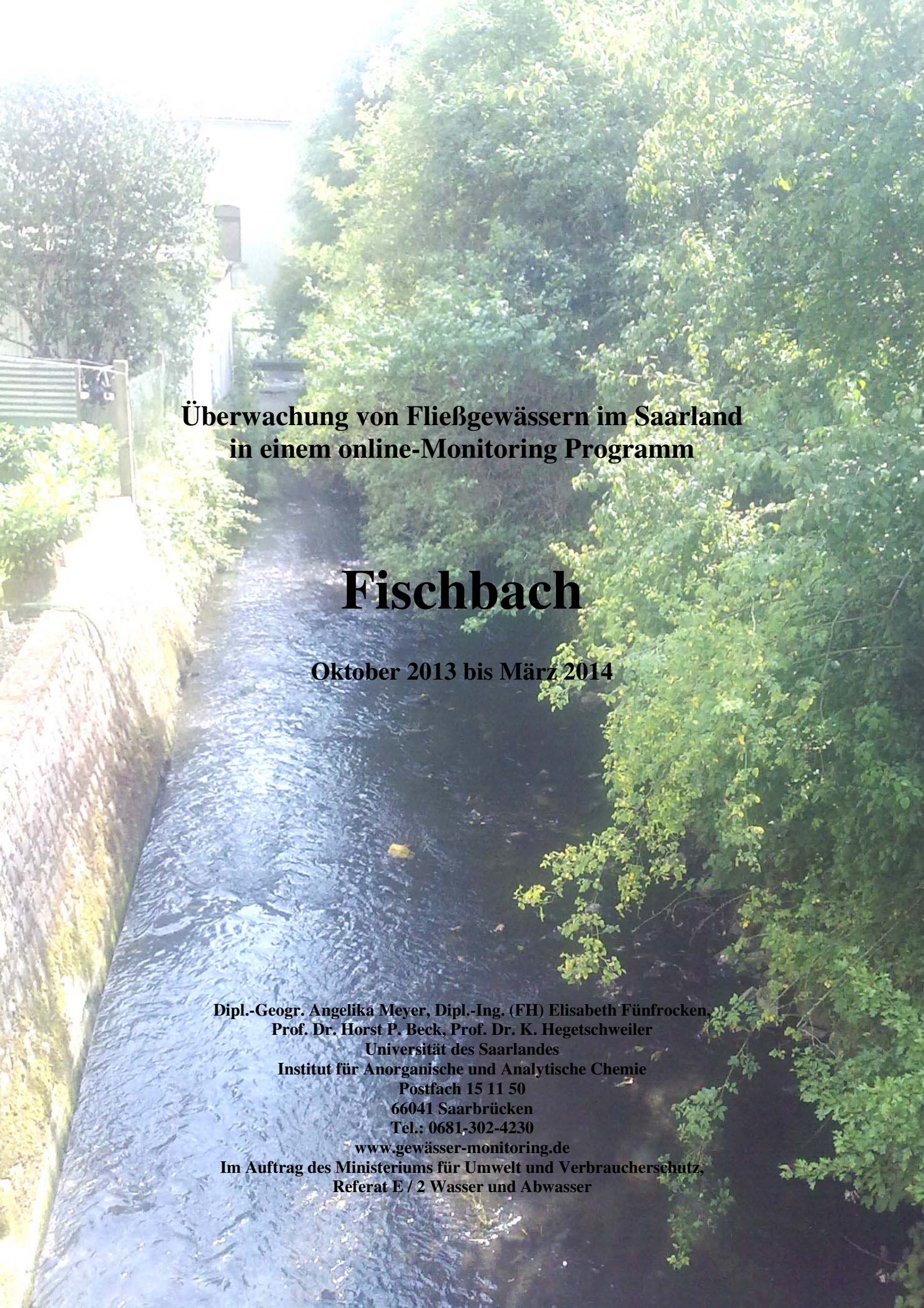


Überwachung von Fließgewässern im Saarland in einem online-Monitoring Programm

Fischbach

Oktober 2013 bis März 2014

Dipl.-Geogr. Angelika Meyer, Dipl.-Ing. (FH) Elisabeth Fünfrocken,
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 9

2. GRUNDLAGEN 11

2.1 TECHNISCHE GRUNDLAGEN 11
2.2 UNTERSUCHUNGSRAUM UND STANDORT 12

3. ERGEBNISSE UND DISKUSSION 17

3.1 CHEMISCH-PHYSIKALISCHE MESSGRÖßEN 18
3.2 NÄHRSTOFFE 26
3.3 ÜBERSICHT ÜBER DIE ERGEBNISSE DER MANUELLEN BEPROBUNGEN DURCH DIE BEHÖRDEN 44
3.4 TABELLARISCHE ÜBERSICHT 49

4. ZUSAMMENFASSUNG 51

5. LITERATUR 52

6. ANHANG 53

VERZEICHNIS DER ABBILDUNGEN UND TABELLEN

Abbildung auf dem Titelblatt: Fischbach an der *Rußhütte*

Abbildung 1-1 Standorte der Messstationen

Abbildung 2.1-1: Schematische Darstellung einer mobilen Messstation

Abbildung 2.2-1: Einzugsgebiet des Fischbaches (Quelle: MUV)

Abbildung 2.2-2: Standorte der beiden Messstationen in am Fischbach in *Fischbach* und *Rußhütte* und Pegel in *Rußhütte* (Maßstab ca. 1:40.000; Quelle: Zora)

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

Abbildung 2.2-4: Standort der kleinen Messstation in *Quierschied-Fischbach* (Maßstab ca. 1:3.000; Quelle: Zora)

Abbildung 3.1-1: zyklische Schwankungen von Sauerstoff, Temperatur, Leitfähigkeit und Trübung (Station *Quierschied-Fischbach*), Abfluss (Pegel *Rußhütte*) und Lufttemperatur (Wetterstation *Quierschied*) (6. bis 12. Dezember 2013)

Abbildung 3.1-2: Veränderung von Temperatur, Sauerstoff, Leitfähigkeit und Trübung bei Regen (Station *Quierschied-Fischbach*), Abfluss (Pegel *Rußhütte*) und Niederschlag (Wetterstation *Quierschied*) (22. bis 28. Januar 2014)

Abbildung 3.1-3: Rückgang bzw. Zunahme von Leitfähigkeit, Temperatur, Sauerstoff und Trübung (Station *Quierschied-Fischbach*), Abfluss (Pegel *Rußhütte*) (30. bis 12. Dezember 2013)

Abbildung 3.1-4: Vergleich von Sauerstoff, Temperatur, Leitfähigkeit und Trübung (Stationen *Quierschied-Fischbach* (QS) und *Rußhütte* (RH) (15. bis 29. Januar 2014))

Abbildung 3.1-5: Leitfähigkeit und Trübung entlang des Fischbaches (Fischbach in *Quierschied* („FB in Quierschied“), Fischbach mit Kohlbach („FB mit KB“) und Fischbach in *Fischbach* („FB in FB“) sowie im Kohlbach („KB Mndg“) (manuelle Beprobungen am 10. u. 22. Juli und am 4. u. 19. August. 2014)Abbildung 3.1-6: Tageszyklen von pH-Wert, Sauerstoff und Temperatur (Station *Rußhütte*), Globalstrahlung (Wetterstation *Quierschied*) (18. Februar bis 28. März 2014)

Abbildung 3.1-7: Tagesverlauf von Sauerstoff und pH-Wert in Abhängigkeit von der Wassertemperatur (Station *Rußhütte*) (10. März 2014)

Abbildung 3.1-8: Temperaturen und Sauerstoffgehalte entlang des Fischbaches (Fischbach in *Quierschied* („FB in Quierschied“), Fischbach mit Kohlbach („FB mit KB“) und Fischbach in *Fischbach* („FB in FB“) sowie im Kohlbach („KB Mndg“) (manuelle Beprobungen am 10. u. 22. Juli u. am 4. u. 19. August. 2014)

Abbildung 3.1-9: Gehalte an Sauerstoff, (Stationen *Quierschied-Fischbach* (QS) und *Rußhütte* (RH)), Abfluss (Pegel *Rußhütte*) und Niederschlag (Wetterstation *Quierschied*) (gesamter Messzeitraum)

Abbildung 3.2-1: Eintrag von Ammonium-N, Phosphat und TOC aus Mischwasserentlastung, Sauerstoff-Gehalte (Station *Rußhütte*), Abfluss (Pegel *Rußhütte*) und Niederschläge (Wetterstation *Quierschied*) (16. bis 22. Dezember 2013)

Abbildung 3-2.2: Eintrag von Ammonium-N (Station *Quierschied* (QS)) und Ammonium-N und Gesamt- sowie ortho-Phosphat-Phosphor (Station *Rußhütte* (RH)), Abfluss (Pegel *Rußhütte*) und Niederschläge (Wetterstation *Quierschied*) (1. bis 6. Januar 2014)

Abbildung 3.2-3: Zyklische Einträge von Ammonium- und Nitrat-N sowie Sauerstoffgehalte (Stationen *Quierschied* (QS) und *Rußhütte* (RH), Abfluss (Pegel *Rußhütte*) (19. Januar bis 3. Februar 2014)

Abbildung 3.2-4: Zyklische Einträge von Ammonium-N (Stationen *Quierschied* (QS) und *Rußhütte* (RH)), Lufttemperatur (Wetterstation *Quierschied*) (29. Dezember 2013 bis 28. Februar 2014)

Abbildung 3.2-5: Konzentrationen von Ammonium- und Nitrat-N sowie TOC, ortho-Phosphat- und Gesamt-Phosphor (Station *Rußhütte*), Abfluss (Pegel *Rußhütte*) (22. bis 30. Januar 2014)

Abbildung 3.2-6: Verlauf von Nitrat-N und Leitfähigkeit (Station *Quierschied*), Abfluss (Pegel *Rußhütte*), Niederschlag (Wetterstation *Quierschied*) (29. Dezember 2013 bis 8. Februar 2014)

Abbildung 3.2-7: Verlauf von Nitrat-N, Trübung und Leitfähigkeit (Station *Quierschied*), Abfluss (Pegel *Rußhütte*) (19. Februar bis 3. März 2014)

Abbildung 3.2-8: Verlauf von Nitrat-N, Trübung und Leitfähigkeit (Station *Quierschied*), Abfluss (Pegel *Rußhütte*), Niederschlag (Wetterstation *Quierschied*) (9. Januar bis 14. Februar 2014)

Abbildung 3.2-9: paralleler Verlauf von ortho-Phosphat- und Gesamt-Phosphor sowie TOC (Station *Rußhütte*), Abfluss (Pegel *Rußhütte*), Niederschlag (Wetterstation *Quierschied*) (21. Januar bis 14. Februar 2014)

Abbildung 3.2-10: Zusammenhang von Gesamt-Phosphor und TOC während verschiedener Regenereignisse (Station *Rußhütte*)

Abbildung 3.2-11: Frachten von Ammonium- und Nitrat-N, Gesamt-Phosphor und TOC (Station *Rußhütte*), Abfluss (Pegel *Rußhütte*) (14. November 2013 bis 28. Februar 2014)

Abbildung 3.2-12: Vergleich der mittleren Tagesfrachten von Gesamt-Phosphor des Ablaufes der Kläranlage Quierschied und der Stundenmittelwerte der Frachten an ortho-Phosphat- und Gesamt-Phosphor im Fischbach (Messstation Rußhütte (gesamter Messzeitraum)

Abbildung 3.2-13: Vergleich der mittleren Tages-Frachten von Nitrat-N des Ablaufes der Kläranlage Quierschied und der Stundenmittelwerte der Nitrat-N Frachten im Fischbach (Messstationen Fischbach-Quierschied (QS) und Rußhütte (RH) (gesamter Messzeitraum)

Abbildung 3.2-14: Vergleich der mittleren Tages-Frachten von Ammonium-N des Ablaufes der Kläranlage Quierschied und der Ablaufwerte der Grube Camphausen (CH) sowie Stundenmittelwerte der Ammonium-N Frachten im Fischbach (Messstationen Fischbach-Quierschied (QS) und Rußhütte (RH) (gesamter Messzeitraum)

Abbildung 3.2-15: Gehalte an ortho-Phosphat- und Gesamt-Phosphor entlang des Fischbaches (Fischbach in Quierschied („FB in Quierschied“), Fischbach mit Kohlbach („FB mit KB“) und Fischbach in Fischbach („FB in FB“) sowie im Kohlbach („KB Mndg“) (manuelle Beprobungen am 10. und 22. Juli sowie am 4. und 19. August. 2014)

Abbildung 3.2-16: Gehalte von Ammonium-, Nitrat- und Nitrit-Stickstoff entlang des Fischbaches (Fischbach in Quierschied („FB in Quierschied“), Fischbach mit Kohlbach („FB mit KB“) und Fischbach in Fischbach („FB in FB“) sowie im Kohlbach („KB Mndg“) (manuelle Beprobungen am 10. und 22. Juli sowie am 4. und 19. August. 2014)

Abbildung 3.2-17: Gehalte von TOC und TIC entlang des Fischbaches (Fischbach in Quierschied („FB in Quierschied“), Fischbach mit Kohlbach („FB mit KB“) und Fischbach in Fischbach („FB in FB“) sowie im Kohlbach („KB Mndg“) (manuelle Beprobungen am 10. und 22. Juli sowie am 4. und 19. August. 2014)

Abbildung 3.2-18: Gehalte an TOC und TIC im Fischbach in Quierschied-Fischbach und in Rußhütte (manuelle Beprobungen über den gesamten Messzeitraum)

Abbildung 3.3-1: Jahres-Mediane der Konzentrationen von TOC mit signifikant abnehmendem Trend sowie von Sauerstoff und pH-Wert mit signifikant zunehmendem Trend (manuelle Beprobungen durch das LUA in *Rußhütte*) (2005 und 2006 sowie 2008 bis 2013)

Abbildung 3.3-2: Ergebnisse der Beprobungen von Leitfähigkeit, Chlorid und Sulfat (manuelle Beprobungen durch das LUA in *Rußhütte*) (2005 und 2006 sowie 2008 bis 2013)

Abbildung 3.3-3: Rückgang der Konzentrationen von Nitrat-, Ammonium-, Nitrit- und Gesamt-N (manuelle Beprobungen durch das LUA in *Rußhütte*) (2005 und 2006 sowie 2008 bis 2013)

Abbildung 3.3-4: Rückgang der Konzentrationen von ortho- Phosphat- und Gesamt-Phosphor sowie TOC (manuelle Beprobungen durch das LUA in *Rußhütte*) (2005, 2006 sowie 2008 bis 2013)

Abbildung 3.3-6: Jahres-Mediane der Chrom-Konzentrationen mit signifikant zunehmendem Trend (manuelle Beprobungen durch das LUA in *Rußhütte*) (2005 und 2006 sowie 2008 bis 2013)

Abbildung 6-2: Wassertemperatur (Messstationen *Rußhütte* und *Quierschied*), Abfluss (Pegel *Rußhütte*) sowie Niederschläge und Lufttemperatur (Wetterstation *Quierschied*) über den gesamten Messzeitraum

Abbildung 6-3: Standorte der manuellen Beprobung im August 2014

Abbildung 6-4: Datenblatt Umweltziele / Bewirtschaftungsziele für den Fischbach (Quelle: [5])

Abbildung 6-5a: positives Ergebnis des Tests auf Normalverteilung (Shapiro-Wilk) von Chlorid (Mediane der Jahre 2005und 2006 sowie 2008 bis 2013) (manuelle Beprobung durch das LUA in *Rußhütte*) (OriginPro 9.1)

Abbildung 6-5b: positives Ergebnis des Tests auf Normalverteilung (Shapiro-Wilk) von Leitfähigkeit (Mediane der Jahre 2005und 2006 sowie 2008 bis 2013) (manuelle Beprobung durch das LUA in *Rußhütte*) (OriginPro 9.1)

Abbildung 6-5c: positives Ergebnis des Tests auf Normalverteilung (Shapiro-Wilk) von Sauerstoff (Mediane der Jahre 2005und 2006 sowie 2008 bis 2013) (manuelle Beprobung durch das LUA in *Rußhütte*) (OriginPro 9.1)

Abbildung 6-5d: positives Ergebnis des Tests auf Normalverteilung (Shapiro-Wilk) von ortho-Phopshat-P (Mediane der Jahre 2005und 2006 sowie 2008 bis 2013) (manuelle Beprobung durch das LUA in *Rußhütte*) (OriginPro 9.1)

Abbildung 6-5e: positives Ergebnis des Tests auf Normalverteilung (Shapiro-Wilk) von Gesamt-Phosphor (Mediane der Jahre 2005und 2006 sowie 2008 bis 2013) (manuelle Beprobung durch das LUA in *Rußhütte*) (OriginPro 9.1)

Abbildung 6-5f: positives Ergebnis des Tests auf Normalverteilung (Shapiro-Wilk) des pH-Wertes (Mediane der Jahre 2005und 2006 sowie 2008 bis 2013) (manuelle Beprobung durch das LUA in *Rußhütte*) (OriginPro 9.1)

Abbildung 6-5g: positives Ergebnis des Tests auf Normalverteilung (Shapiro-Wilk) von TOC (Mediane der Jahre 2005und 2006 sowie 2008 bis 2013) (manuelle Beprobung durch das LUA in *Rußhütte*) (OriginPro 9.1)

Abbildung 6-5h: positives Ergebnis des Tests auf Normalverteilung (Shapiro-Wilk) der Temperatur (Mediane der Jahre 2005und 2006 sowie 2008 bis 2013) (manuelle Beprobung durch das LUA in *Rußhütte*) (OriginPro 9.1)

Abbildung 6-5i: positives Ergebnis des Tests auf Normalverteilung (Shapiro-Wilk) von Sulfat (Mediane der Jahre 2005und 2006 sowie 2008 bis 2013) (manuelle Beprobung durch das LUA in *Rußhütte*) (OriginPro 9.1)

Abbildung 6-6a: negatives Ergebnis des Tests auf Normalverteilung (Shapiro-Wilk) von TNb (Mediane der Jahre 2005und 2006 sowie 2008 bis 2013) (manuelle Beprobung durch das LUA in *Rußhütte*) (OriginPro 9.1)

Abbildung 6-6b: negatives Ergebnis des Tests auf Normalverteilung (Shapiro-Wilk) von Ammonium-N (Mediane der Jahre 2005und 2006 sowie 2008 bis 2013) (manuelle Beprobung durch das LUA in *Rußhütte*) (OriginPro 9.1)

Abbildung 6-6c: negatives Ergebnis des Tests auf Normalverteilung (Shapiro-Wilk) von Nitrat-N (Mediane der Jahre 2005und 2006 sowie 2008 bis 2013) (manuelle Beprobung durch das LUA in *Rußhütte*) (OriginPro 9.1)

Abbildung 6-6d: negatives Ergebnis des Tests auf Normalverteilung (Shapiro-Wilk) von Nitrit-N (Mediane der Jahre 2005 und 2006 sowie 2008 bis 2013) (manuelle Beprobung durch das LUA in *Rußhütte*) (OriginPro 9.1)

Abbildung 6-7a: positives Ergebnis des Trend-Tests (Lineare Regression) des pH-Wertes (Mediane der Jahre 2005 und 2006 sowie 2008 bis 2013) (manuelle Beprobung durch das LUA in *Rußhütte*) (OriginPro 9.1)

Abbildung 6-7b: positives Ergebnis des Trend-Tests (Lineare Regression) von Sauerstoff (Mediane der Jahre 2005 und 2006 sowie 2008 bis 2013) (manuelle Beprobung durch das LUA in *Rußhütte*) (OriginPro 9.1)

Abbildung 6-7c: positives Ergebnis des Trend-Tests (Lineare Regression) von TOC (Mediane der Jahre 2005 und 2006 sowie 2008 bis 2013) (manuelle Beprobung durch das LUA in *Rußhütte*) (OriginPro 9.1)

Abbildung 6-8a: negatives Ergebnis des Trend-Tests (Lineare Regression) von Chlorid (Mediane der Jahre 2005 und 2006 sowie 2008 bis 2013) (OriginPro 9.1)

Abbildung 6-8b: negatives Ergebnis des Trend-Tests (Lineare Regression) von Leitfähigkeit (Mediane der Jahre 2005 und 2006 sowie 2008 bis 2013) (OriginPro 9.1)

Abbildung 6-8c: negatives Ergebnis des Trend-Tests (Lineare Regression) von ortho-Phosphat-P (Mediane der Jahre 2005 und 2006 sowie 2008 bis 2013) (OriginPro 9.1)

Abbildung 6-8d: negatives Ergebnis des Trend-Tests (Lineare Regression) von Gesamt-Phopshor (Mediane der Jahre 2005 und 2006 sowie 2008 bis 2013) (OriginPro 9.1)

Abbildung 6-8e: negatives Ergebnis des Trend-Tests (Lineare Regression) von Sulfat (Mediane der Jahre 2005 und 2006 sowie 2008 bis 2013) (OriginPro 9.1)

Abbildung 6-8f negatives Ergebnis des Trend-Tests (Lineare Regression) der Temperatur (Mediane der Jahre 2005 und 2006 sowie 2008 bis 2013) (manuelle Beprobung durch das LUA in *Rußhütte*) (OriginPro 9.1)

Abbildung 6-9a: positives Ergebnis des Trend-Tests (Mann-Kendall) von TNb (Mediane der Jahre 2005 und 2006 sowie 2008 bis 2013)

Abbildung 6-9b: positives Ergebnis des Trend-Tests (Mann-Kendall) von Nitrat-N (Mediane der Jahre 2005 und 2006 sowie 2008 bis 2013)

Abbildung 6-9c: positives Ergebnis des Trend-Tests (Mann-Kendall) von Ammonium-N (Mediane der Jahre 2005 und 2006 sowie 2008 bis 2013) (manuelle Beprobung durch das LUA in *Rußhütte*)

Abbildung 6-9d: positives Ergebnis des Trend-Tests (Mann-Kendall) von Nitrit-N (Mediane der Jahre 2005 und 2006 sowie 2008 bis 2013) (manuelle Beprobung durch das LUA in *Rußhütte*)

Abbildung 6-10a: positives Ergebnis des Tests auf Normalverteilung (Shapiro-Wilk) von Chrom (Mediane der Jahre 2005und 2006 sowie 2008 bis 2013) (manuelle Beprobung durch das LUA in *Rußhütte*) (OriginPro 9.1)

Abbildung 6-10b: positives Ergebnis des Trend-Tests (Lineare Regression) von Chrom (Mediane der Jahre 2005 und 2006 sowie 2008 bis 2013) (manuelle Beprobung durch das LUA in *Rußhütte*) (OriginPro 9.1)

Abbildung 6-10c: negatives Ergebnis des Tests auf Normalverteilung (Shapiro-Wilk) von Blei (Mediane der Jahre 2005und 2006 sowie 2008 bis 2013) (manuelle Beprobung durch das LUA in *Rußhütte*) (OriginPro 9.1)

Tabelle 3.4-1: Mittel, Minima und Maxima der Stundemittelwerte des Fischbaches in Quierschied vom 17. Oktober 2013 bis 3. März 2014 und Orientierungswerte für den guten chemischen Zustand (Gewässertyp 5.1) [9] und Grenzwert der Nitrat-Richtlinie sowie Anzahl der zu Grunde liegenden Stundenmittelwerte bzw. Einzelmessungen (n)

Tabelle 3.4-2: Mittel, Minima und Maxima der Stundemittelwerte des Fischbaches in Rußhütte vom 14. Oktober 2013 bis 27. März 2014 und Orientierungswerte für den guten chemischen Zustand (Gewässertyp 5.1 [4]) und Grenzwert der Nitrat-Richtlinie sowie Anzahl der zu Grunde liegenden Stundenmittelwerte bzw. Einzelmessungen (n)

Tabelle 3.4-3: Mittel, Minima und Maxima der Stundenmittelwerte der Frachten des Fischbaches in *Rußhütte* vom 14. Oktober 2013 bis 27. März 2014 sowie die Gesamtfracht im Messzeitraum

Tabelle 6-1: Messparameter sowie Methoden und Messbereiche der verwendeten Online-Messgeräte

Tabelle 6-2: Mittelwerte, Minima und Maxima der monatlichen Beprobungen des LUA in *Rußhütte* von März 2005 bis Dezember 2013

Tabelle 6-3: Mittelwerte der Online-Messungen im Sommerhalbjahr 2013 im Vergleich mit den Werten der Bestandsaufnahme des Rohrbaches aus dem Jahr 2006* (Quelle: [8]) sowie den Werten aus dem Operativen Messprogramm des Jahres 2012* (Quelle: MUV) am Standort *Rußhütte* Kindergarten

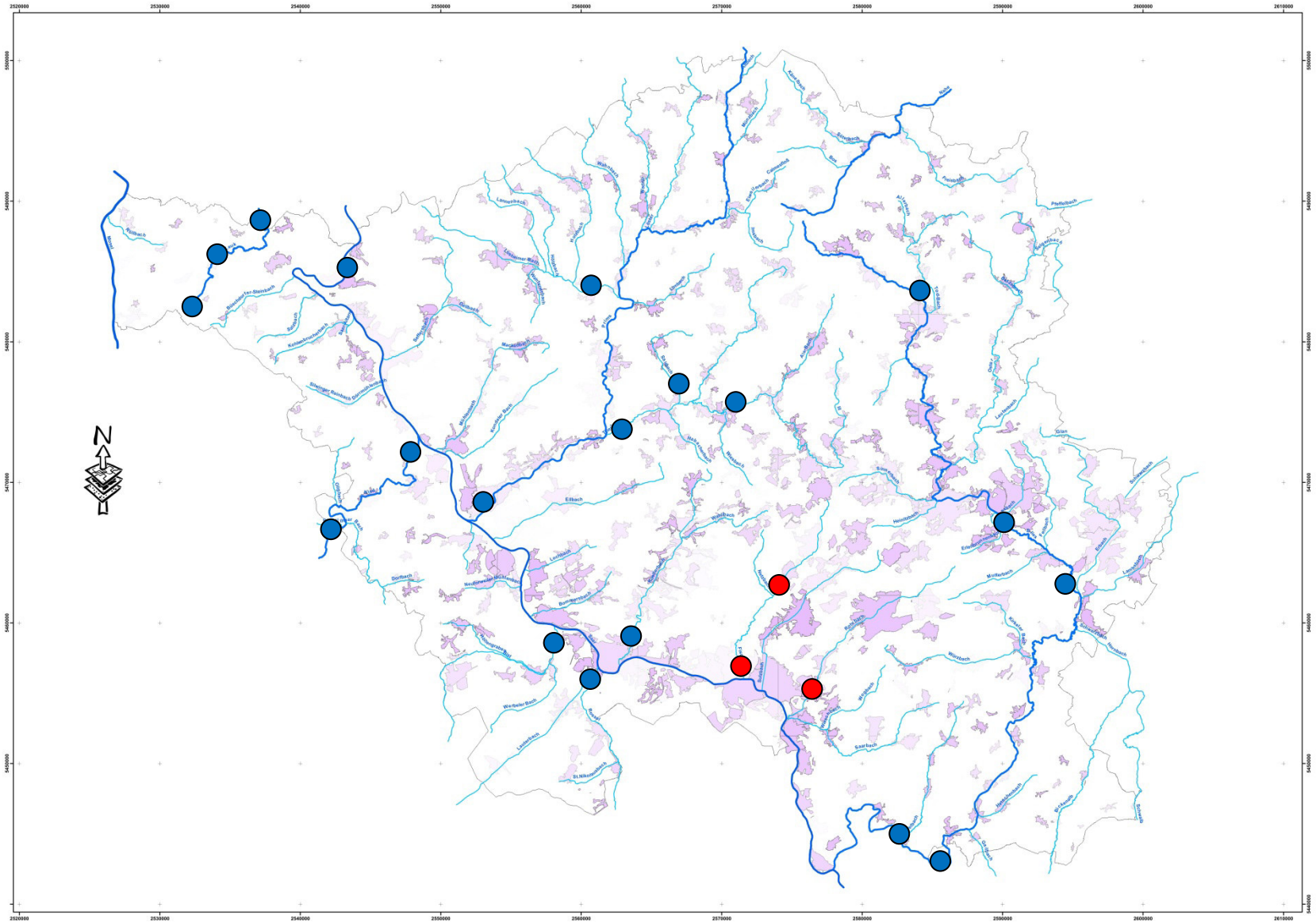
Wir möchten an dieser Stelle denjenigen recht herzlich danken, die uns während des Messzeitraumes fachlich und praktisch bei der Durchführung des Projektes unterstützt haben:

Herrn Dr. Götzinger und Herrn Becker vom
Ministerium für Umwelt und Verbraucherschutz,
dem BUND Saar,
Herrn Franzen, Herrn Gergen, Herrn Rigoll, Frau Lay sowie
Herrn Dr. Haybach, Herrn A. Schmitt und Herrn Rischmann
vom Landesamt für Umwelt- und Arbeitsschutz,
Herr Decker vom Bergamt Saarbrücken,
der Firma Veolia in Saarbrücken, insbesondere Frau Reeb,
Herrn Dr. Hasselbach und Herrn Perius vom EVS sowie
den Mitarbeitern der Kläranlage Quierschied

1. Einleitung

Zeitlich hoch aufgelöste Messungen, welche Messdaten in einer Frequenz von wenigen Minuten liefern, erlauben nicht nur die Erstellung eines genauen Abbilds der Konzentrationsverläufe in einem Fließgewässer. Sie ermöglichen zudem eine Differenzierung zwischen punktuellen und diffusen Einträgen sowie die Ermittlung ihrer Eintragspfade.
Mit Hilfe der von der Arbeitsgruppe GEWÄSSERMONITORING der Universität des Saarlandes im Rahmen eines EU-LIFE-Projektes[1] konzipierten mobilen Messstationen können Nährstoffe bzw. Nährstoffparameter wie Phosphor, TOC und Stickstoff in Form von Nitrat und Ammonium sowie weitere Messgrößen wie Wassertemperatur, pH-Wert, Sauerstoffgehalt, Leitfähigkeit und Trübung in sehr hoher zeitlicher Auflösung ermittelt werden. Diese Stationen werden seither in Ergänzung der nationalen Überwachungsprogramme und 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)



● frühere Messstandorte
● Standorte im Berichtszeitraum an Fischbach und Rohrbach (Winter 2013/2014)

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

2. Grundlagen

2.1 Technische Grundlagen

Die mobilen Messstationen werden in der Regel in den Mündungsbereichen der Flüsse am Ende der jeweiligen Einzugsgebiete aufgestellt, um ein möglichst umfassendes Bild der Belastungen des Gewässers zu erhalten.
Eine Tauchpumpe fördert das Flusswasser kontinuierlich in den in der Messstation befindlichen Probentopf; über ein weiteres Rohrsystem wird der Überlauf des Probentopfes ins Gewässer zurück geleitet (siehe Abbildung 2.1-1). Im Probentopf selbst befinden sich die Messsonden für Nitrat, Trübung, Temperatur, Sauerstoff, pH-Wert und Leitfähigkeit sowie die Entnahme-Einheiten der online-Photometer für die Bestimmung der Konzentrationen von Phosphor, TOC[2] und Ammonium[3]. 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 in fünfminütigen Intervallen von einem Datenlogger abgefragt, gespeichert und können von dort über ein Mobilfunk-Modem abgerufen werden.

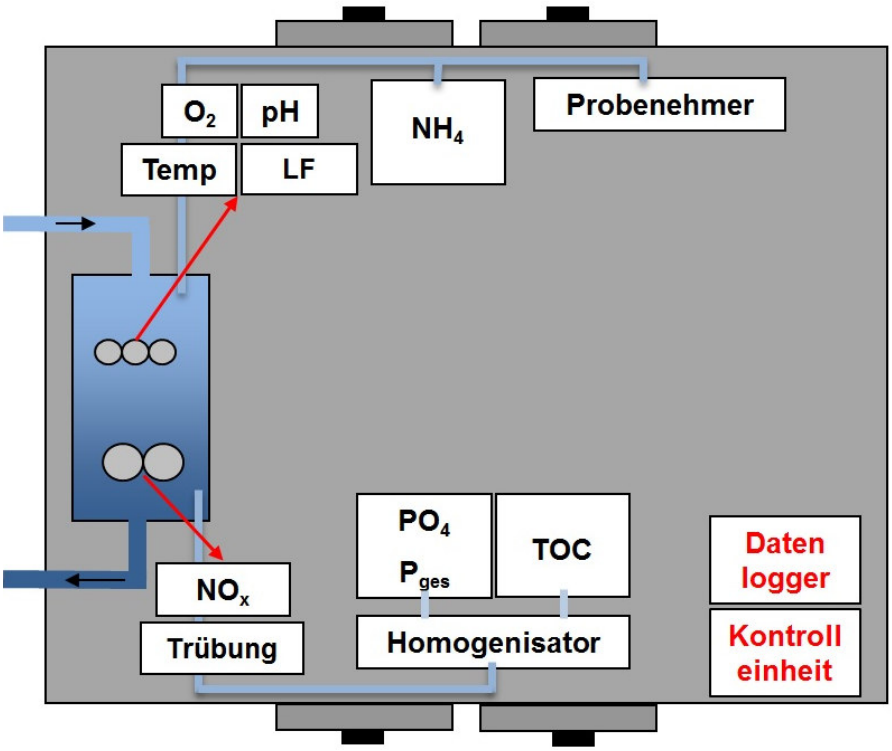


Abbildung 2.1-1: Schematische Darstellung einer mobilen Messstation

Um die Funktionalität der einzelnen Messgeräte zu überprüfen, werden etwa alle sieben bis zehn Tage Proben aus dem Probentopf entnommen, im Labor analysiert und den online ermittelten Werten gegenüber gestellt. Dabei werden auch die Gehalte von Nitrit und TNb[4] gemessen. Darüber hinaus werden Proben aus dem Gewässer genommen und mit den Messwerten verglichen, um sicher zu stellen, dass das Probengut sich durch den Transport in die Messstation nicht verändert hat.
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] Während Sommer-Messkampagnen wird zudem Chlorophyll a erfasst.
[4] TNb: Total Nitrogen bound, gesamter gebundener Stickstoff)

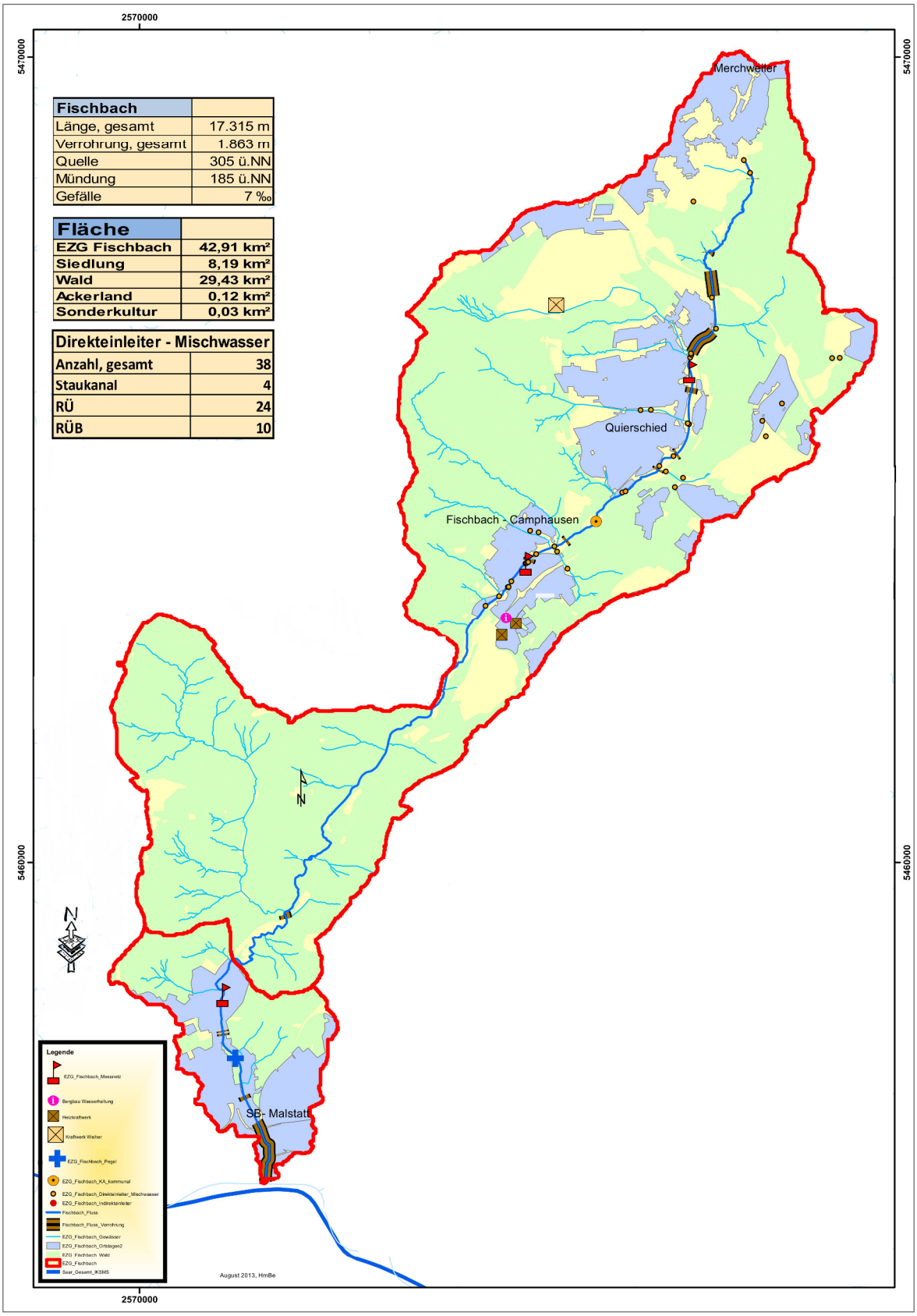
2.2 Untersuchungsraum und Standort

Der Fischbach entspringt etwa 300 m über NN südlich von *Merchweiler* im Saarkohlenwald. Er ist Teil des kleinsten und homogensten Fließgewässerraumes des Saarlandes im zentralen Bereich des Saarkohlenwaldes. Auf Grund wasserundurchlässiger Verwitterungshorizonte hat sich hier ein dichtes Gewässernetz mit einer Vielzahl kleiner Quellgewässer ausgebildet, welche in die parallel zueinander verlaufenden größeren Gewässer Fischbach und Sulzbach entwässern [2]. Der Fischbach weist eine Fließlänge von etwa 17,5 km mit einem Einzugsgebiet von fast 43 km² auf. Er mündet im Bereich des Bürgerparks in *Saarbrücken* in die Saar [3].
Der Fischbach ist den feinmaterialreichen, silikatischen Mittelgebirgsbächen (Gewässertyp 5.1) zugeordnet und wurde im Rahmen der Umsetzung der WRRL in die Oberflächenwasserkörper (OWK) III-4.1 bis III-4.3 eingeteilt, wobei der OWK III-4.1 im Bereich des Stadtgebietes von *Saarbrücken* ein stark veränderter Wasserkörper[5] ist [4]. In der Saprobiekarte des Saarlandes nach WRRL (Stand 2012) wird der Fischbaches durchgehend als mäßig eingestuft [1].
Der Fischbach ist Vorfluter von Netzbach (einziger Zufluss mit einem Einzugsgebiet größer 10 km^2, OWK III-4.4 und III-4.5), Steinbach, Kohlbach, Hölzerbach, Lasbach, Dahlbach, Altwiesbach, Jungenwaldbach und Mittelste-Steinbach. Im Bereich einiger dieser Zuflüsse befinden sich Weiher und kleine Teiche, meist im Hauptschluss, welche vornehmlich zur Fischzucht genutzt werden. Bis auf die Siedlungsflächen (ca. 20% des Einzugsgebietes) ist nahezu das gesamte Einzugsgebiet bewaldet, so dass ein weitgehend unbeeinflusstes Abflussregime zu verzeichnen ist [2].
Kommunale Abwässer gelangen über die einzige Kläranlage im Einzugsgebiet (Kläranlage *Quierschied* mit 27.000 EW, Neubau 2007) sowie über die etwa 40 Mischwassereinleiter in den Fischbach. Zudem gelangen Kühl- und Betriebswässer aus dem Kraftwerk *Weiher* in das Gewässer. Das Kühlwasser für das Kraftwerk wird aus der Saar entnommen, die Abwässer werden dann über einen Teich und Kaskaden in den Kohlbach geleitet, welcher in *Quierschied* in den Fischbach mündet. Diese Abwässer zeichnen sich durch zum Teil hohe Wassertemperaturen sowie sehr große Salzfrachten aus. Die Belastungen an Schwermetallen und Nährstoffen sind hingegen vergleichsweise gering. Darüber hinaus finden Einleitungen von Grubenwässern aus dem seit 1990 stillgelegten Grubenbetrieb *Camphausen* statt, welche ebenfalls sehr große thermische Belastungen[6] und Salzfrachten mit sich führen. Laut Genehmigungsbescheid betragen die eingeleiteten Wassermengen bis zu 1, 7 Mio. m^3 pro Jahr[7] (siehe Abbildung 2.1-1) Dies sind 54 l/s, was etwa 18% des mittleren Abflusses des Fischbaches am Pegel *Rußhütte* (MQ: 0,31 m^3/s) entspricht.
Während im 1. Bewirtschaftungszyklus eine Zielerreichung für den Unterlauf des Fischbaches (OWK III-4.1) bis 2027 und für den Mittellauf bis 2021 (OWK III-4.2) angegeben wurde, so wurde im 2. Bewirtschaftungsplan „… wegen unverhältnismäßig hoher Kosten zur Reduzierung der Chlorid-Belastung eine Fristverlängerung bis 2027 notwendig“ [1].

Um die o.g. Einträge in nächster Nähe betrachten zu können, wurde die kleine Messstation vom 17. Oktober 2013 bis zum 3. März 2014 auf dem Gelände des EVS-Pumpwerkes in *Quierschied-Fischbach* (Koordinaten: R 2574301 H 5463182) etwa 8 km oberhalb der großen Messstation aufgestellt (siehe Abbildungen 2.2-2 und 2-4). Die Entfernungen zu den Einleitstellen betragen etwa 4 km (Kraftwerk *Weiher*), etwa 1,6 km (Kläranlage *Quierschied*) und etwa 500m (Grube *Camphausen*).
Die große Messstation war vom 14. Oktober 2013 bis 27. März in *Saarbrücken-Rußhütte* auf dem Gelände der Firma Veolia (Koordinaten: R 2571263 H 5457388; Entfernung bis zur Mündung: ca. 1,5 km) (siehe Abbildung 2.2-3) installiert, so dass nahezu das gesamte Einzugsgebiet des Fischbaches und seiner Zuflüsse erfasst werden konnte.

[5] Heavily modified water body (HMWB)
[6] In der Regel haben Wässer aus 1.000 m Tiefe (Teufe) eine Temperatur von 30°C.
[7] Mündl. Mitteilungen MUV

In der großen Messstation wurden alle in Kapitel 2.1 genannten Parameter kontinuierlich erfasst, in der kleinen Messstation wurden Sauerstoff, Temperatur, Leitfähigkeit, Nitrat und Ammonium aufgezeichnet. TNb, Nitrit sowie Phosphor und TOC in *Fischbach* wurden alle sieben bis zehn Tage im Rahmen der Qualitätssicherung gemessen.
Zur Interpretation der Messdaten wurden für beide Messstandorte die Daten der Wetterstationen des LUA in *Quierschied* sowie Abflussmenge und Wasserstand des Pegels des LUA in *Rußhütte* (Entfernung zum Standort der großen Messstation ca. 1,5 km) herangezogen.

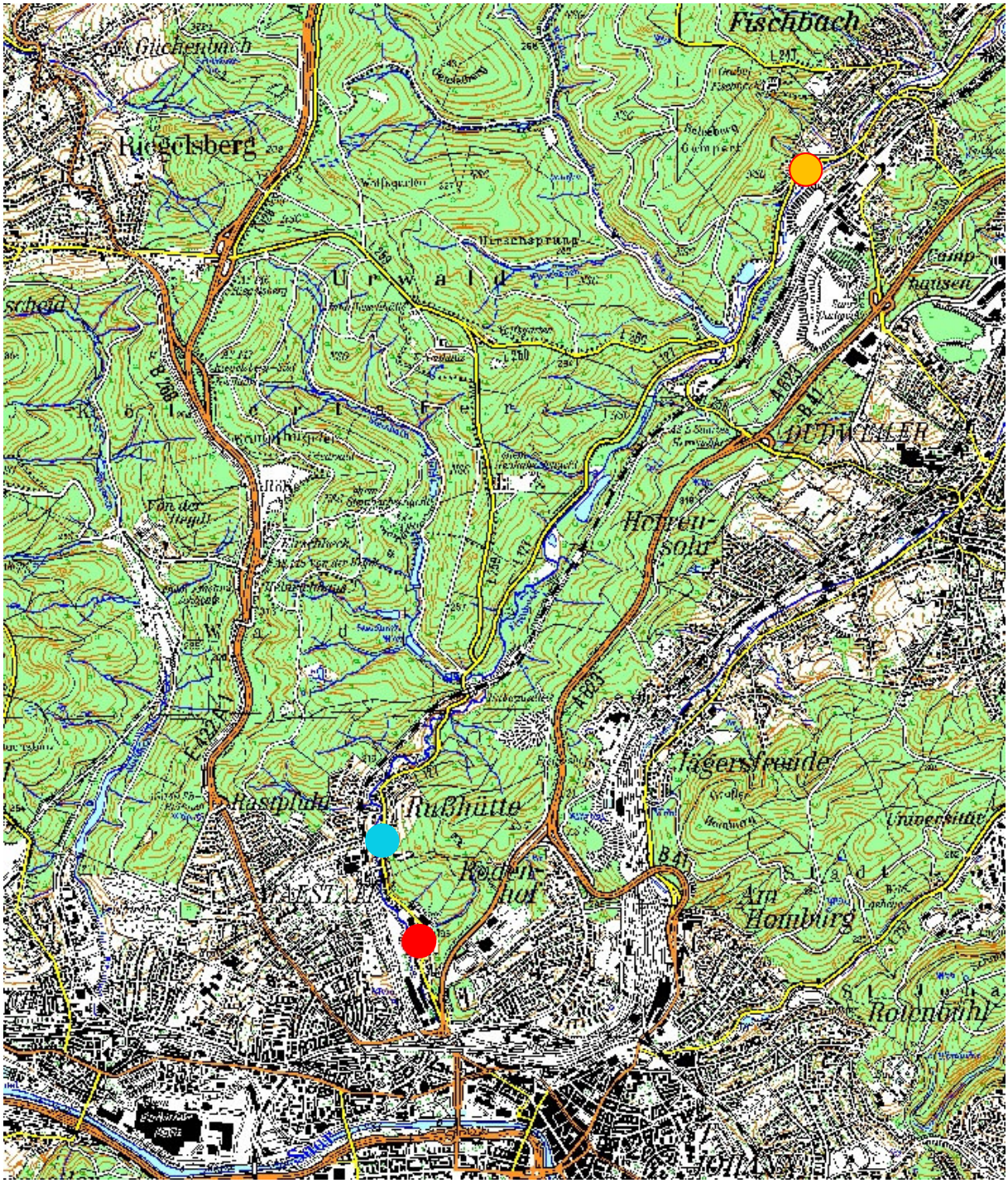


Fischbach	
Länge, gesamt	17.315 m
Verrohrung, gesamt	1.863 m
Quelle	305 ü.NN
Mündung	185 ü.NN
Gefälle	7 ‰

Fläche	
EZG Fischbach	42,91 km²
Siedlung	8,19 km²
Wald	29,43 km²
Ackerland	0.12 km²
Sonderkultur	0,03 km²

Direkteinleiter - Mischwasser	
Anzahl, gesamt	38
Staukanal	4
RÜ	24
RÜB	10

Abbildung 2.2-1: Einzugsgebiet des Fischbaches (Quelle: MUV)



- Standort der kleinen Messstation auf dem Pumpwerk in Quierschied-*Fischbach*
- Standort der großen Messstation in *Rußhütte*
- Pegel in *Rußhütte*

Abbildung 2.2-2: Standorte der beiden Messstationen in am Fischbach in *Fischbach* und *Rußhütte* und Pegel in *Rußhütte* (Maßstab ca. 1:40.000; Quelle: Zora)

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

Abbildung 2.2-4: Standort der kleinen Messstation in *Quierschied-Fischbach* (Maßstab ca. 1:3.000; Quelle: Zora)

3. Ergebnisse und Diskussion

In den folgenden Kapiteln werden einige signifikante Beobachtungen beschrieben, die während des Winterhalbjahres 2013/2014 mit Hilfe der mobilen Messstationen am Fischbach in Quierschied-*Fischbach* und *Rußhütte* gewonnen werden konnten.
Den Abbildungen liegen - soweit nicht anders vermerkt - die Stundenmittelwerte der erhobenen Messdaten zugrunde, da sich diese direkt mit den vom Landesamt für Umwelt- und Arbeitsschutz des Saarlandes zur Verfügung gestellten Stundenmittelwerten der Abflüsse sowie den Stundensummen der Niederschläge vergleichen lassen und zudem ein hoch aufgelöstes Bild der Konzentrationsverläufe wiedergeben.
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.

Das folgende Kapitel ist aus Gründen der Übersichtlichkeit in die Kapitel chemisch-physikalische Messgrößen, Nährstoffe, Ergebnisse der manuellen Beprobungen durch die Behörde sowie eine zusammenfassende tabellarische Übersicht untergliedert. Die Betrachtung erfolgt dabei keineswegs losgelöst voneinander, sondern immer auch im Hinblick auf die Veränderungen der übrigen, gleichzeitig erhobenen Messgrößen sowie auch im Hinblick auf Abflusssituation, 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 Vergleich mit den Orientierungswerten und eine Darstellung der ermittelten Frachten durchgeführt.

3.1 Chemisch-physikalische Messgrößen

Der Fischbach ist in erster Linie durch Direkteinleitungen geprägt. Wie viele Fließgewässer dient er als Vorfluter für Kläranlageneinleitungen, es finden jedoch auch erhebliche Einträge aus dem Kraftwerk *Weiher* sowie der Grube *Camphausen* statt. Aus den beiden Letztgenannten stammen vor allem hohe Salzfrachten, zudem verursachen sie eine Erhöhung der Wassertemperatur im Fischbach.
Am Standort in *Quierschied-Fischbach* lassen sich die Einträge aus der Grube *Camphausen* (sowie die der Kläranlage) sehr deutlich beobachten. In einem Rhythmus von etwa zweieinhalb Stunden steigen und fallen Salzgehalte (Leitfähigkeit), Temperatur und Trübung an (siehe Abbildung 3.1-1). Diese Zyklen lassen sich eindeutig auf die Einleitungen der Grubenwässer aus *Camphausen* zurückführen, denn die Wassertemperaturen *Quierschied-Fischbach* betrugen während der Messphase im Winter bis zu 26°C. Einleitungen in weiterer Entfernung zum Messstandort würden bei den winterlichen Lufttemperaturen bzw. durch unbelastete Zuflüsse schnell abgekühlt. Die Temperaturschwankungen korrespondieren zudem mit den Zyklen der Salzgehalte, der Trübung sowie des Sauerstoffes.

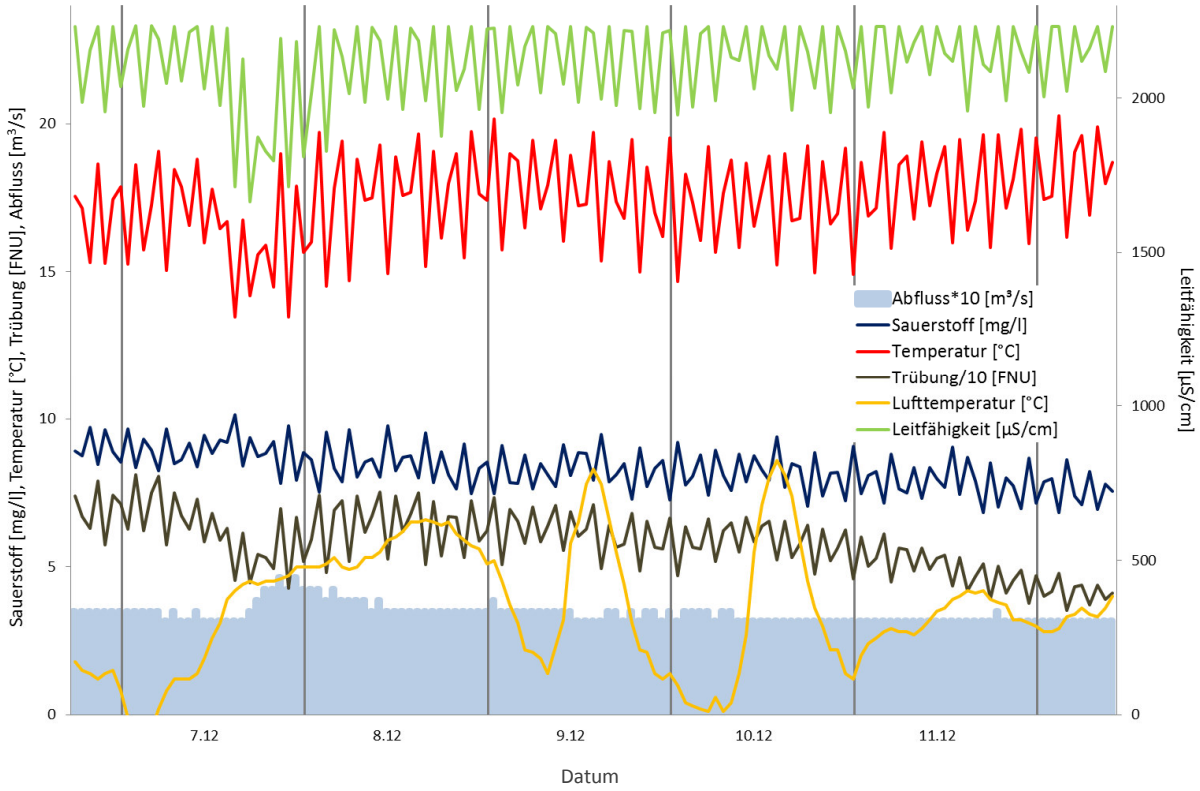


Abbildung 3.1-1: zyklische Schwankungen von Sauerstoff, Temperatur, Leitfähigkeit und Trübung (Station *Quierschied-Fischbach*), Abfluss (Pegel *Rußhütte*) und Lufttemperatur (Wetterstation *Quierschied*) (6. bis 12. Dezember 2013)

An diesem Standort handelt es sich bei der Trübung in der Regel um eine milchig-weiße Färbung des Wassers. Diese wird durch die Einleitung von kolloidalem Schwefel (Grubenwasser) hervorgerufen (siehe auch Abbildung auf dem Titelblatt). Die Abwässer werden, bevor die Einleitung erfolgt, mit H_2O_2 behandelt, um das Sulfid zu Schwefel zu oxidieren. Der Schwefel wiederum wird im Gewässer unter aeroben Bedingungen zu Sulfat oxidiert. Es kommt somit zu einer fast permanenten Sauerstoffzehrung (s. auch Kapitel 3.3). Bei Regenereignissen steigt die Trübung auf Grund organischer und anorganischer Trüb- bzw. Feststoffe, welche mit dem ablaufenden Regen über den Oberflächenabfluss ins Gewässer transportiert werden; das Gewässer nimmt eine bräunliche Färbung an. Die übrigen Werte werden „normalisiert“ (siehe Abbildung 3.1-2 am 26.1.): Die Salzgehalte werden verdünnt, die Wassertemperaturen gehen zurück.

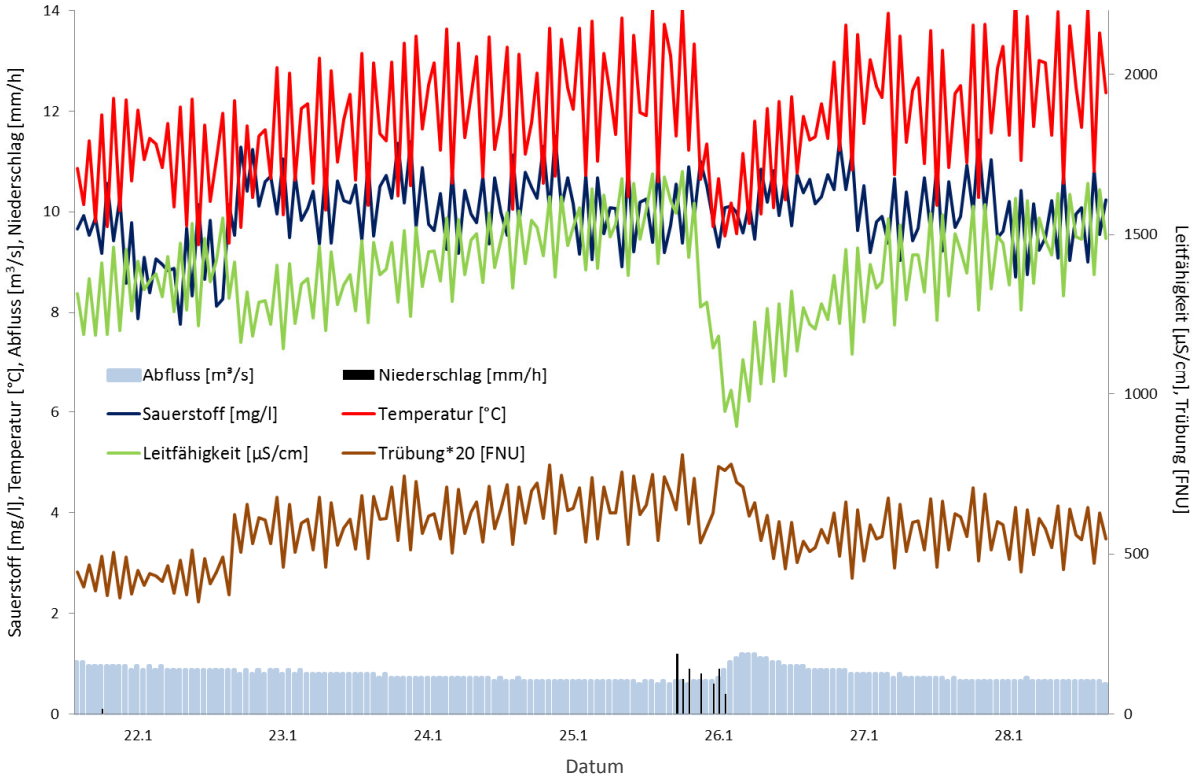


Abbildung 3.1-2: Veränderung von Temperatur, Sauerstoff, Leitfähigkeit und Trübung bei Regen (Station *Quierschied-Fischbach*), Abfluss (Pegel *Rußhütte*) und Niederschlag (Wetterstation *Quierschied*) (22. bis 28. Januar 2014)

Auch Veränderungen in der eingeleiteten Wassermenge zeichnen sich unmittelbar im Fischbach ab (siehe Abbildung 3.1-3). Werden die Einleitungen reduziert, so gehen die Salzbelastung und die Trübung sofort zurück; in Folge der Abnahme der Wärmelast steigt der Sauerstoffgehalt sprunghaft von einem mittleren Gehalt um neun mg/l auf über zwölf mg/l O_2 an. Das Rauschen der Messsignale im Bereich der niedrigeren Belastung deutet darauf hin, dass die Einleitungen nicht vollständig unterbrochen werden. Wird die Einleitmenge wieder erhöht, so nehmen Leitfähigkeit, Trübung und Temperatur wieder zu, der Sauerstoffgehalt geht kontinuierlich zurück, bis er sich wieder auf etwa 9 mg/l eingependelt hat. Die unterschiedliche Abwassermenge zeichnet sich auch im Abfluss des Fischbaches ab.

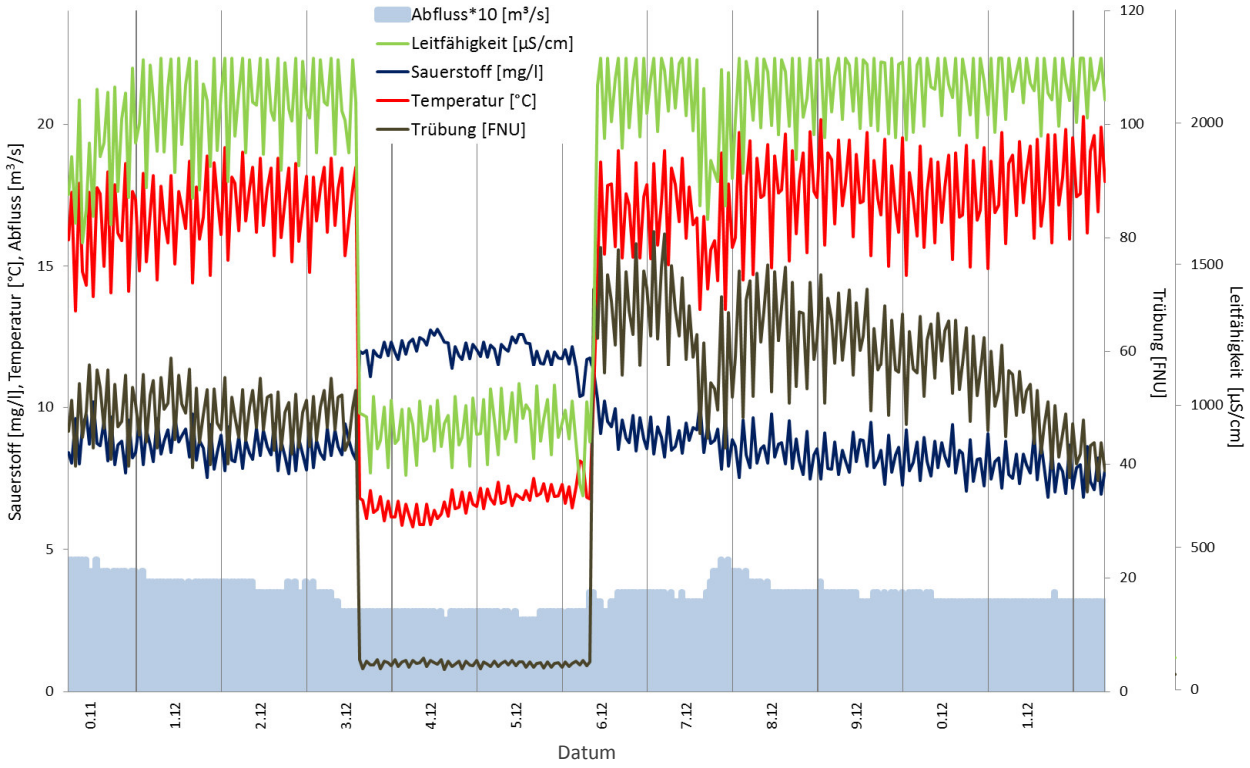


Abbildung 3.1-3: Rückgang bzw. Zunahme von Leitfähigkeit, Temperatur, Sauerstoff und Trübung (Station *Quierschied-Fischbach*), Abfluss (Pegel *Rußhütte*) (30. November bis 12. Dezember 2013)

Diese Phänomene bilden sich auch weiter flussabwärts mit einem Zeitversatz von einigen Stunden z.T. noch sehr stark ab (siehe Abbildung 3.1-4). An der Messstation in *Rußhütte* sind die Schwankungen zwar nicht so ausgeprägt, dennoch sind sie auch an diesem Standort deutlich messbar. Während die Temperatur im Flussverlauf merklich abkühlt und sich auch der Sauerstoffgehalt etwas erholt, werden die hohen Salzfrachten kaum kompensiert. Es kann daher davon ausgegangen werden, dass zwischen den beiden Standorten keine abflussstarken Zuflüsse mit geringeren Salzfrachten in den Fischbach gelangen.

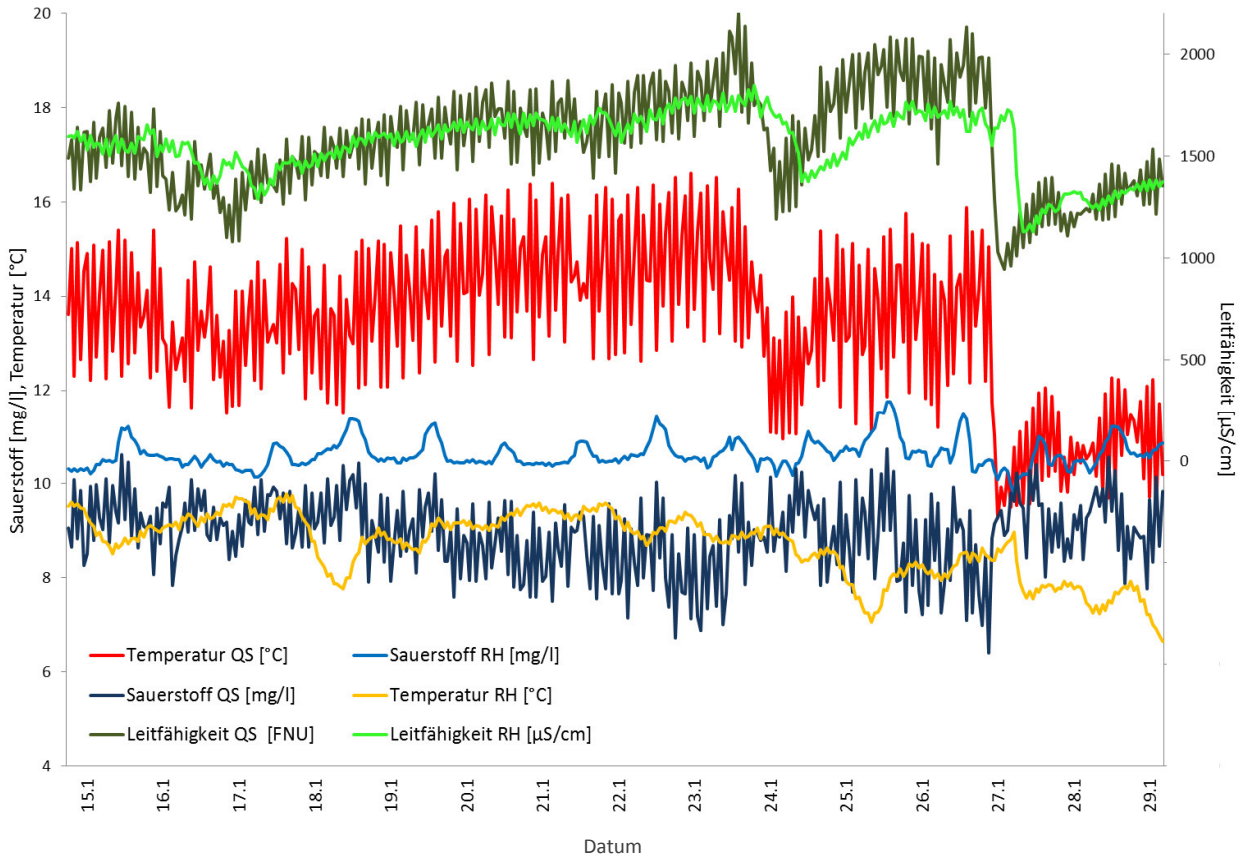


Abbildung 3.1-4: Vergleich von Sauerstoff, Temperatur, Leitfähigkeit und Trübung (Stationen *Quierschied-Fischbach* (QS) und *Rußhütte* (RH) (15. bis 29. Januar 2014))

Um die Einflüsse der Haupteinleiter Kraftwerk *Weiher*, Kläranlage *Quierschied* und Grube *Camphausen* besser abschätzen zu können, wurden an vier weiteren Terminen manuelle Stichproben an folgenden Standorten entnommen (s. auch Abbildung 6-2 im Anhang):

- Fischbach in *Quierschied* vor dem Zulauf des Kohlbaches (ohne die drei Einleiter) (**FB in QS**),
- Mündung des Kohlbaches (Vorfluter für die Abwässer aus dem Kraftwerk) (**KB Mndg**),
- Fischbach zwischen *Quierschied* und *Quierschied-Fischbach* (mit den Einleitungen aus Kraftwerk sowie Kläranlage) (**FB mit KB**),
- Fischbach am Standort der kleinen Messstation in *Quierschied-Fischbach* (mit den Einflüssen von Kraftwerk, Kläranlage und Grube) (**FB in FB**).

In Abbildung 3.1-5 wird ersichtlich, dass die Salzeinleitungen sowohl aus den Grubenwässern als auch vom Kraftwerk stammen. Durch Letzteres gelangen alleine zwischen 2.000 und 3.000 t Chlorid pro Jahr über den Kohlbach in den Fischbach. Die ursprüngliche Leitfähigkeit von etwa 500 µS/cm wird durch die Salzfrachten des Kohlbaches (aus dem Kraftwerk *Weiher*) stark erhöht. Nach dem Zufluss der Grubenwässer erreichen die Leitwerte dann z.T. über 3000 µS/cm (die Leitfähigkeit der Grubenwässer beträgt im Mittel 5980 µS/cm[8]). Die Trübung wird eindeutig am stärksten durch die Grubenwassereinleitungen beeinflusst.

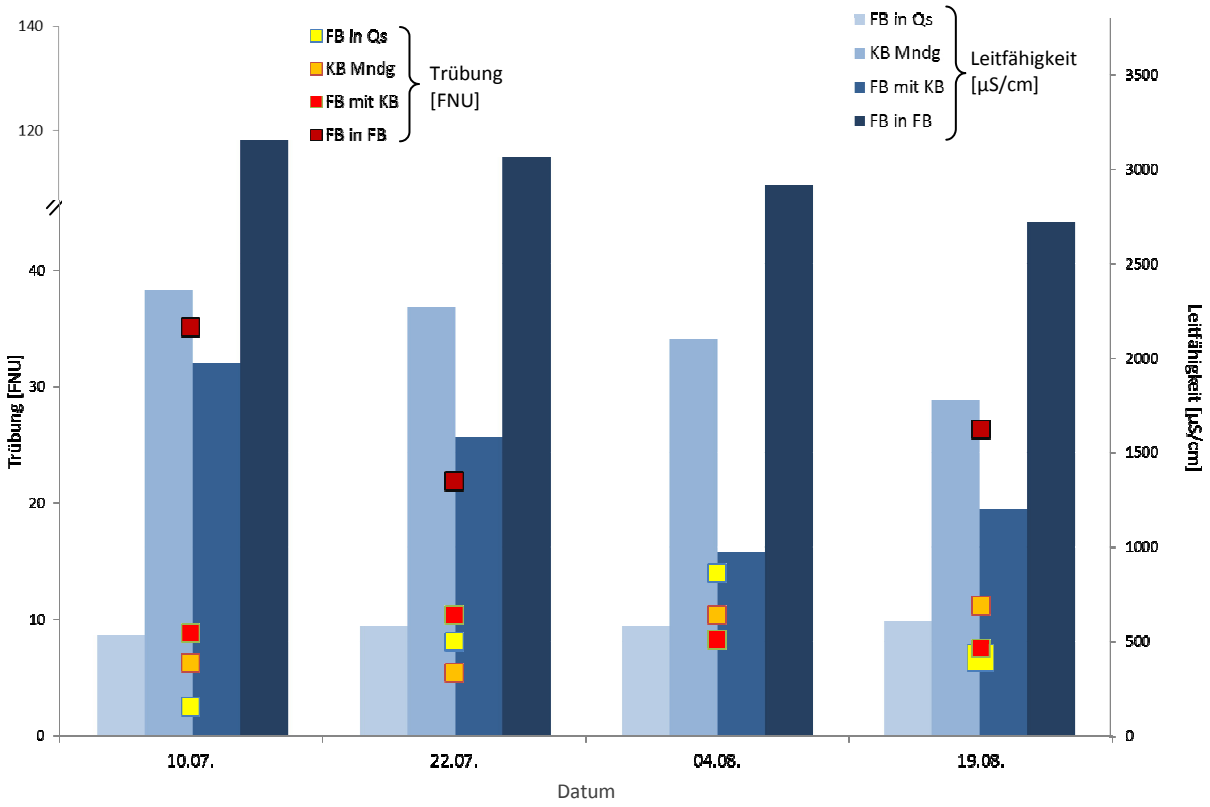


Abbildung 3.1-5: Leitfähigkeit und Trübung entlang des Fischbaches (Fischbach in *Quierschied* („FB in Quierschied"), Fischbach mit Kohlbach („FB mit KB") und Fischbach in *Fischbach* („FB in FB") sowie im Kohlbach („KB Mndg") (manuelle Beprobungen am 10. u. 22. Juli und am 4. u. 19. August. 2014)

[8] Jahresmittelwerte der zweiwöchigen Beprobung an der Einleitstelle in den Fischbach von Januar 2012 bis Oktober 2014.

Für die pH-Werte ergaben die manuellen Beprobungen kein derartig klares Bild. Es kann festgehalten werden, dass die Werte bei den manuellen Beprobungen im Rahmen der Orientierungswerte lagen. Aus logistischen Gründen konnte der pH-Wert lediglich am Messstandort in *Rußhütte* online erfasst werden, so dass kein direkter Vergleich zum Standort in *Quierschied-Fischbach* gezogen werden kann. Schwankungen des pH-Wertes treten nur im Zuge der Entwicklung der aquatischen Grünpflanzen und -algen im Frühjahr mit zunehmender Globalstrahlung auf[9] (siehe Abbildung 3.1-6). Im Fischbach bewegten sich die pH-Werte dann mehrere Tage und Nächte deutlich über dem Orientierungswert, was auch dafür spricht, dass das Gewässer über eine geringe Pufferkapazität verfügt. In Abbildung 3.1-6 sind auch die Tagesschwankungen der Sauerstoffgehalte ersichtlich, welche die Sauerstoffproduktion während der Photosynthese im Tagesverlauf sowie die Veratmung von Sauerstoff während der Nacht widerspiegeln. Die vermutlich hohe Entwicklungsrate der Grünpflanzen ist auch auf die Verfügbarkeit von Nährstoffen (Stickstoff und Phosphor) im Gewässer zurückzuführen.

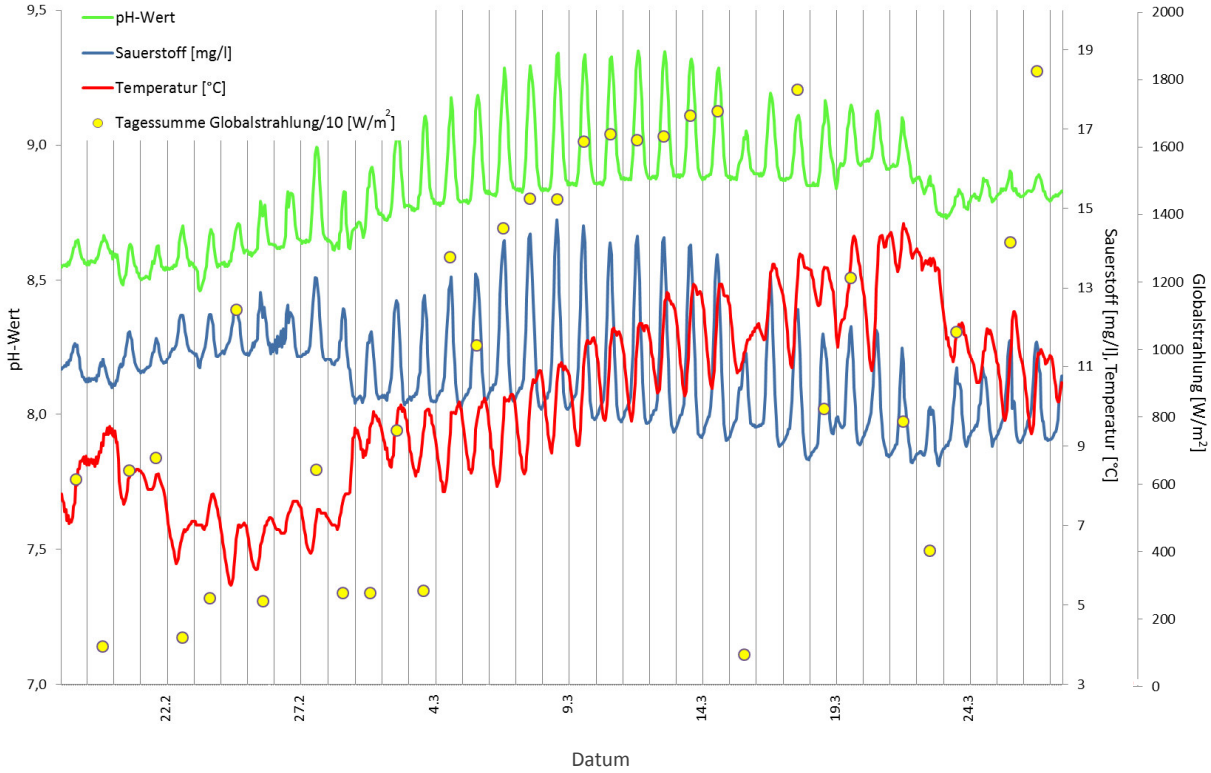


Abbildung 3.1-6: Tageszyklen von pH-Wert, Sauerstoff und Temperatur (Station *Rußhütte*), Globalstrahlung (Wetterstation *Quierschied*) (18. Februar bis 28. März 2014)

[9] Durch den Entzug von CO_2 während der Photosynthese erfolgt eine Verschiebung des Carbonatgleichgewichtes und der pH-Wert steigt an.

Der parallele Tagesverlauf der Sauerstoff-Gehalte und des pH-Wertes ist in Abbildung 3.1-7 beispielhaft für einen Tag im März dargestellt.

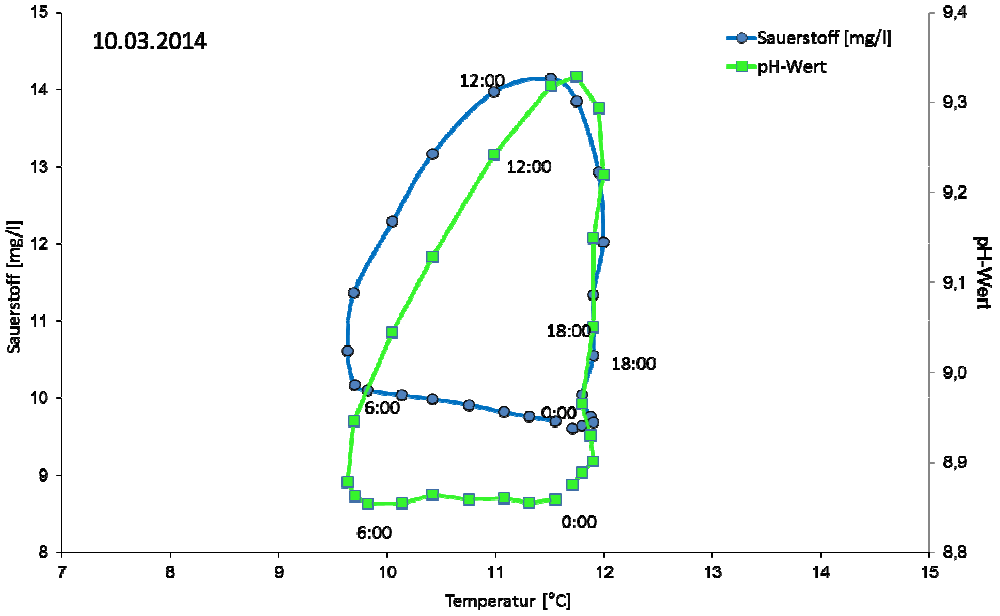


Abbildung 3.1-7: Tagesverlauf von Sauerstoff und pH-Wert in Abhängigkeit von der Wassertemperatur (Station *Rußhütte*) (10. März 2014)

Auch im Hinblick auf Temperatur und Sauerstoff machen sich die einzelnen Einleitungen bei der manuellen Beprobung bemerkbar (siehe Abbildung 3.1-8). Während der Fischbach im Oberlauf vergleichsweise geringe Wassertemperaturen und hohe Sauerstoffgehalte aufweist, verschlechtern sich die beiden Güteparameter im Flussverlauf durch die Einleitungen von Kühlwässern, warmen Grubenwässern und sauerstoffzehrenden Substanzen. Obwohl die Einleitungen aus dem Kraftwerk im Kohlbach bereits eine Kaskade sowie eine Fließstrecke von etwa einem Kilometer überwunden haben, können sie im Fischbach kaum kompensiert werden.

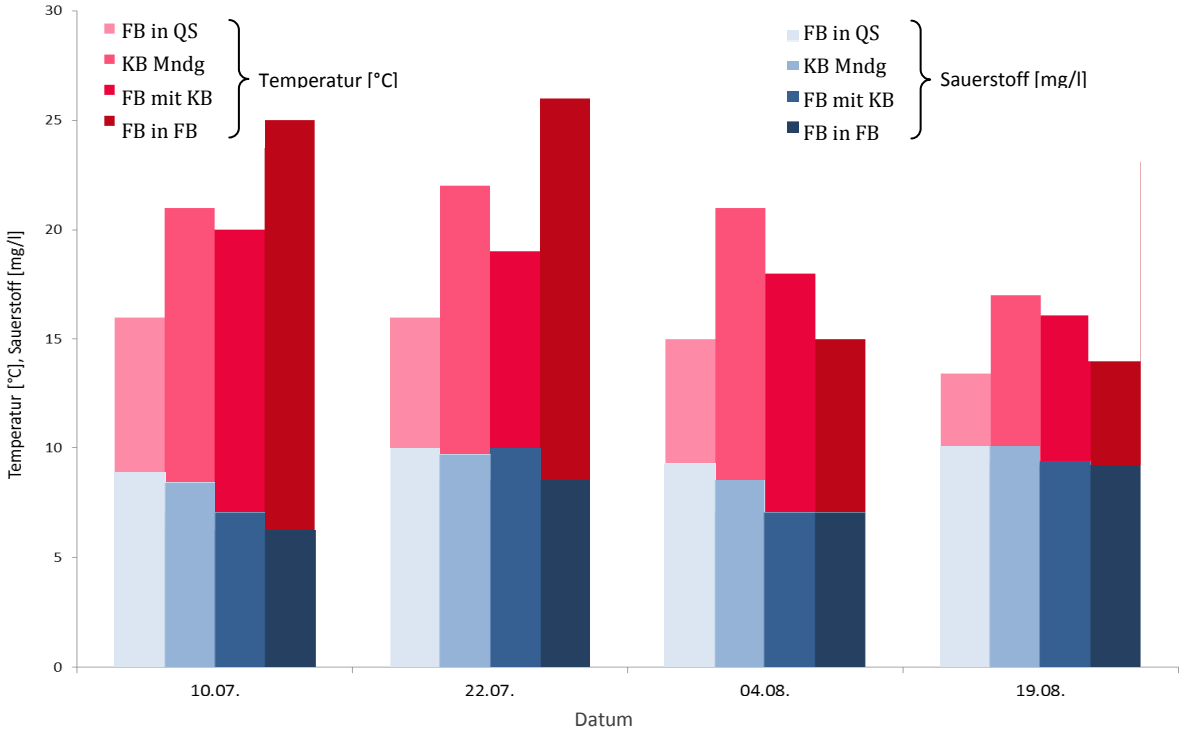


Abbildung 3.1-8: Temperaturen und Sauerstoffgehalte entlang des Fischbaches (Fischbach in *Quierschied* („FB in Quierschied“), Fischbach mit Kohlbach („FB mit KB“) und Fischbach in *Fischbach* („FB in FB“) sowie im Kohlbach („KB Mndg“) (manuelle Beprobungen am 10. u. 22. Juli u. am 4. u. 19. August. 2014)

Trotz der unterschiedlichen Belastungen, erhöhter Wassertemperaturen und stoßweisen Einträgen (s.u.) treten zu dieser Jahresezeit nur selten stärkere Sauerstoff-Defizite auf (siehe Abbildung 3.1-9). Allerdings ist anzunehmen, dass sich die Situation im Sommer durch höhere Luft- und Wassertemperaturen sowie durch den zusätzlichen Sauerstoff-Verbrauch der Grünpflanzen bei Nacht bzw. in Phasen erhöhter Trübung deutlich verschärft.

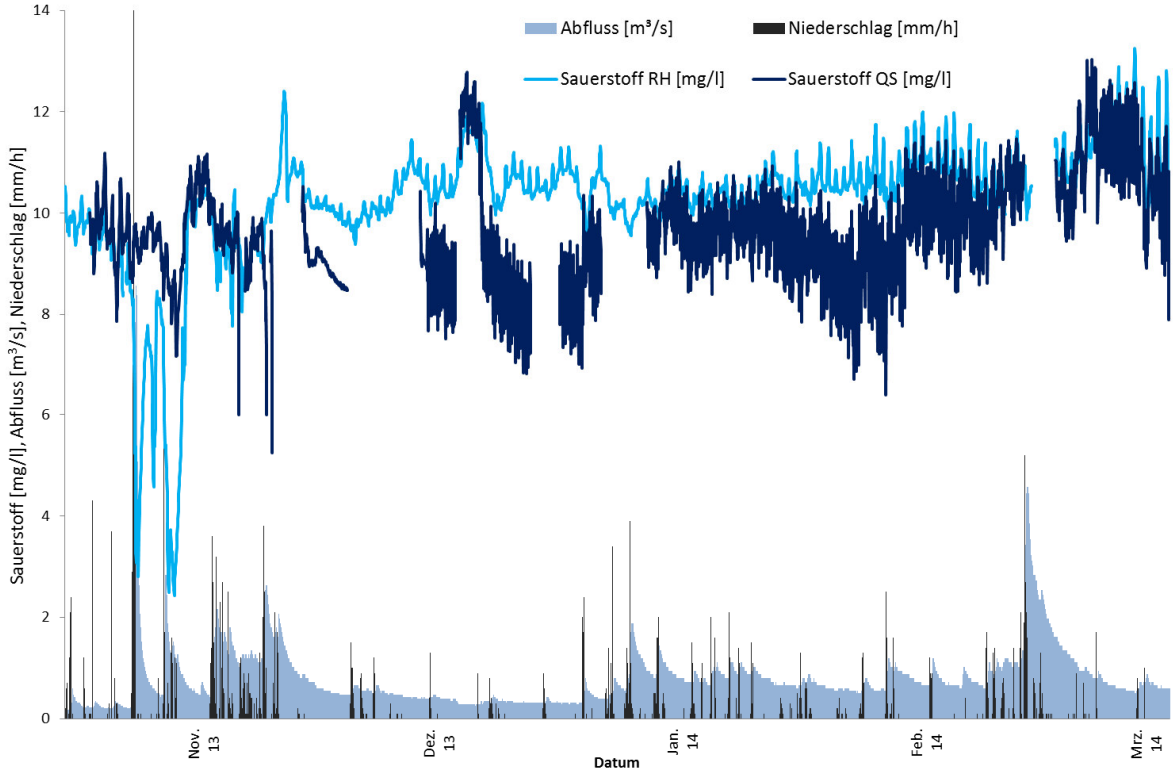


Abbildung 3.1-9: Gehalte an Sauerstoff, (Stationen *Quierschied-Fischbach* (QS) und *Rußhütte* (RH)), Abfluss (Pegel *Rußhütte*) und Niederschlag (Wetterstation *Quierschied*) (gesamter Messzeitraum)

3.2 Nährstoffe

Während des Messzeitraumes wurden mehrere Regenereignisse beobachtet, bei denen es an der Messstation in *Rußhütte* zu einem sprunghaften Anstieg von Ammonium, TOC und Phosphor (vornehmlich gelöstes ortho-Phosphat) kam (siehe Abbildung 3.2-1). Bei allen aufgezeichneten Ereignissen blieben die Sauerstoff-Gehalte dennoch auf relativ hohem Niveau.

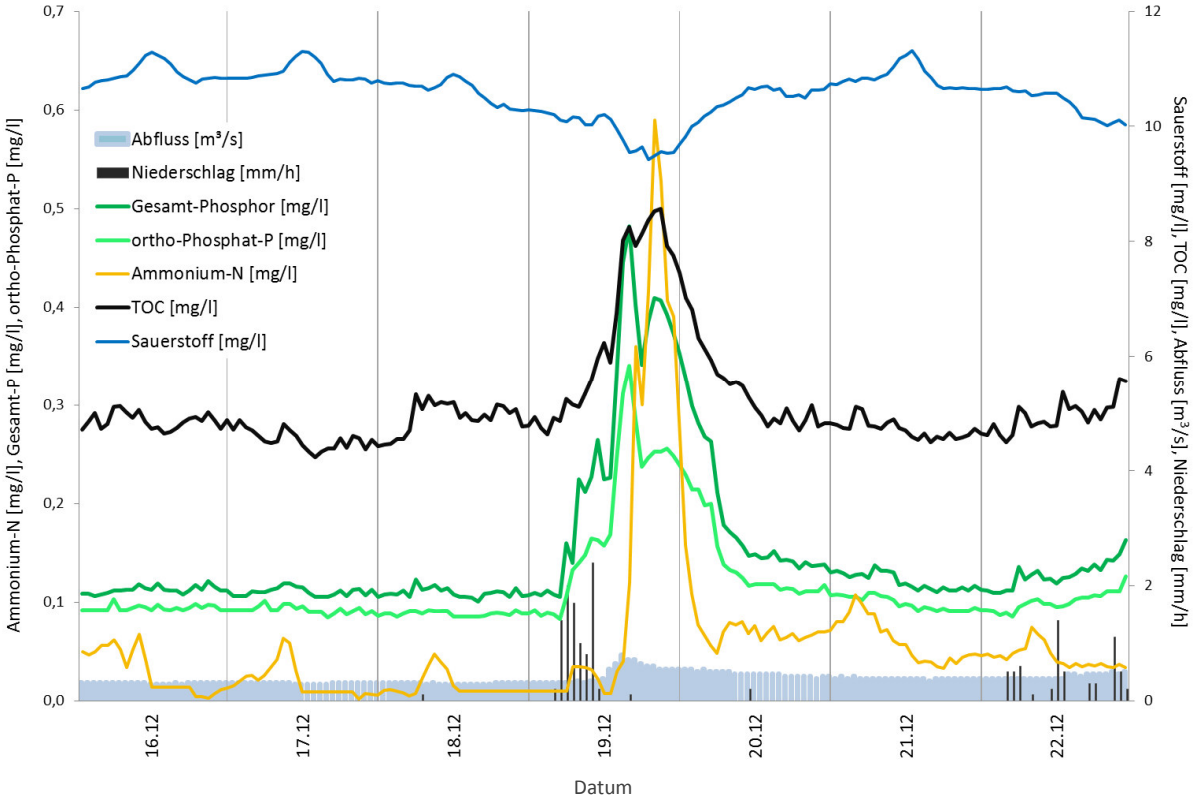


Abbildung 3.2-1: Eintrag von Ammonium-N, Phosphat und TOC aus Mischwasserentlastung, Sauerstoff-Gehalte (Station *Rußhütte*), Abfluss (Pegel *Rußhütte*) und Niederschläge (Wetterstation *Quierschied*) (16. bis 22. Dezember 2013)

Der Vergleich mit den Messwerten der Station in *Quierschied-Fischbach* zeigt, dass hier die Ammonium-Spitzen noch deutlicher ausgeprägt sind und dabei häufig Konzentrationen über 1 mg/l Ammonium-N gemessen werden (siehe Abbildung 3.2-2). Der Zeitversatz zwischen beiden Ammoniummaxima, also die Fließgeschwindigkeit des Gewässers zu dem betrachteten Zeitpunkt, beträgt sieben Stunden. TOC-und Phosphor-Gehalte wurden an diesem Standort nicht online erfasst.

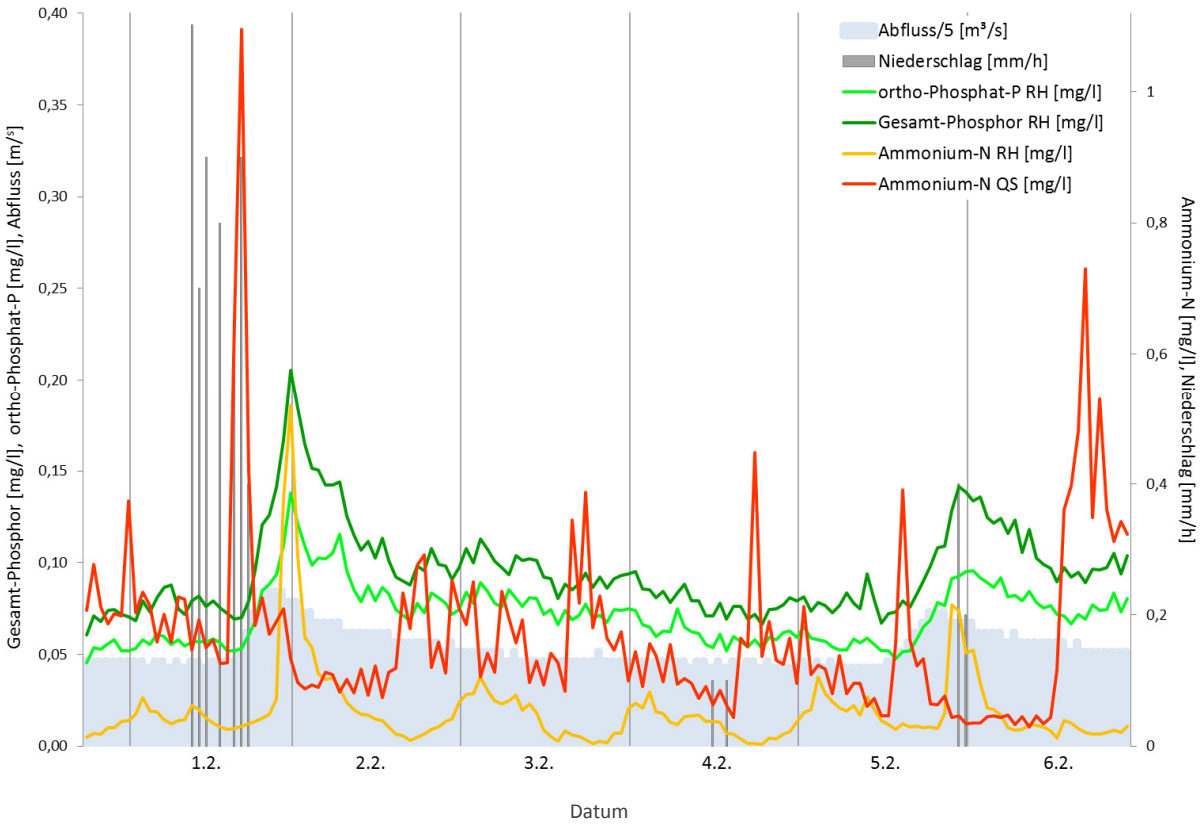


Abbildung 3-2.2: Eintrag von Ammonium-N (Station *Quierschied* (QS)) und Ammonium-N und Gesamt- sowie ortho-Phosphat-Phosphor (Station *Rußhütte* (RH)), Abfluss (Pegel *Rußhütte*) und Niederschläge (Wetterstation *Quierschied*) (1. bis 6. Januar 2014)

Es handelt sich bei diesen Einträgen um Abschläge aus Regenüberlaufbauwerken. Da die sprunghafte Zunahme von Ammonium bei Regen immer an beiden Messstandorten zu beobachten ist, müssen die Einträge oberhalb von *Quierschied-Fischbach* stattfinden. Die Ammonium-Konzentrationen werden im Flussverlauf verdünnt bzw. abgebaut, allerdings liegen am unteren Standort die Gehalte noch immer über 1 mg/l Ammonium-N.

In Abbildung 3-2.2 lassen sich neben den größeren Spitzen der Ammonium-Kurve auch die kurzfristigeren Schwankungen während Trockenwetterphasen ausmachen. Diese rühren von den Einträgen des Grubenwassers her, in welchem im Mittel etwa 3,5 mg/l Ammonium-N enthalten[10] sind.

[10] Jahresmittelwerte der zweiwöchigen Beprobung an der Einleitstelle in den Fischbach von Januar 2012 bis Oktober 2014.

Ende Januar wurden sehr hohe Belastungen an Ammonium verzeichnet, die z.T. auch bei Trockenwetter auftraten (siehe Abbildung 3.2-3). Es zeigten sich dabei drei bis vier Maxima pro Tag. Es ist schwierig zu sagen, ob die Einträge aus der Kläranlage *Quierschied* stammen oder über die Grubenwässer in den Fluss gelangen. Die Zyklen (drei Maxima pro Tag) könnten vom Betriebsverfahren der Kläranlage mit drei SBR[11] herrühren. Zwar variierten die Ammonium-Konzentrationen im Ablauf der Kläranlage in dieser Zeit, sie lagen jedoch generell unter 2 mg/l und können daher im Gewässer kaum Belastungen dieser Größenordnung hervorrufen (vgl. Abbildung 3.2-15). Daher muss auch in Betracht gezogen werden, dass die Belastungen aus den Grubenabwässern stammen, dagegen spricht jedoch, dass sie nicht dieselben kurzzeitigen Schwankungen aufweisen wie die Leitfähigkeit oder die Trübung.
Dessen ungeachtet waren die Ammonium-Einträge auch noch am Standort in *Rußhütte* mit bis zu 1 mg/l Ammonium-Stickstoff zu messen. Diese Belastung spiegelt sich allerdings kaum in den Sauerstoffgehalten wider (vgl. Abbildung 3.2-1), lediglich am 26. Januar kommt es am Standort in *Quierschied* zu einem Abfall der Sauerstoff-Konzentrationen, wobei diese dann kurzfristig unter den Orientierungswert von 7 mg/l fallen. Die Sauerstoff-Gehalte erholen sich im Flussverlauf, so dass sie in *Rußhütte* insgesamt etwas höher sind und nicht mehr die kurzfristigen Schwankungen, sondern deutliche Tageszyklen aufweisen. Nach dem Rückgang der Ammonium-Einträge steigen die Nitratgehalte in *Quierschied* leicht an, was sich allerdings am Standort in *Rußhütte* nicht bemerkbar macht.

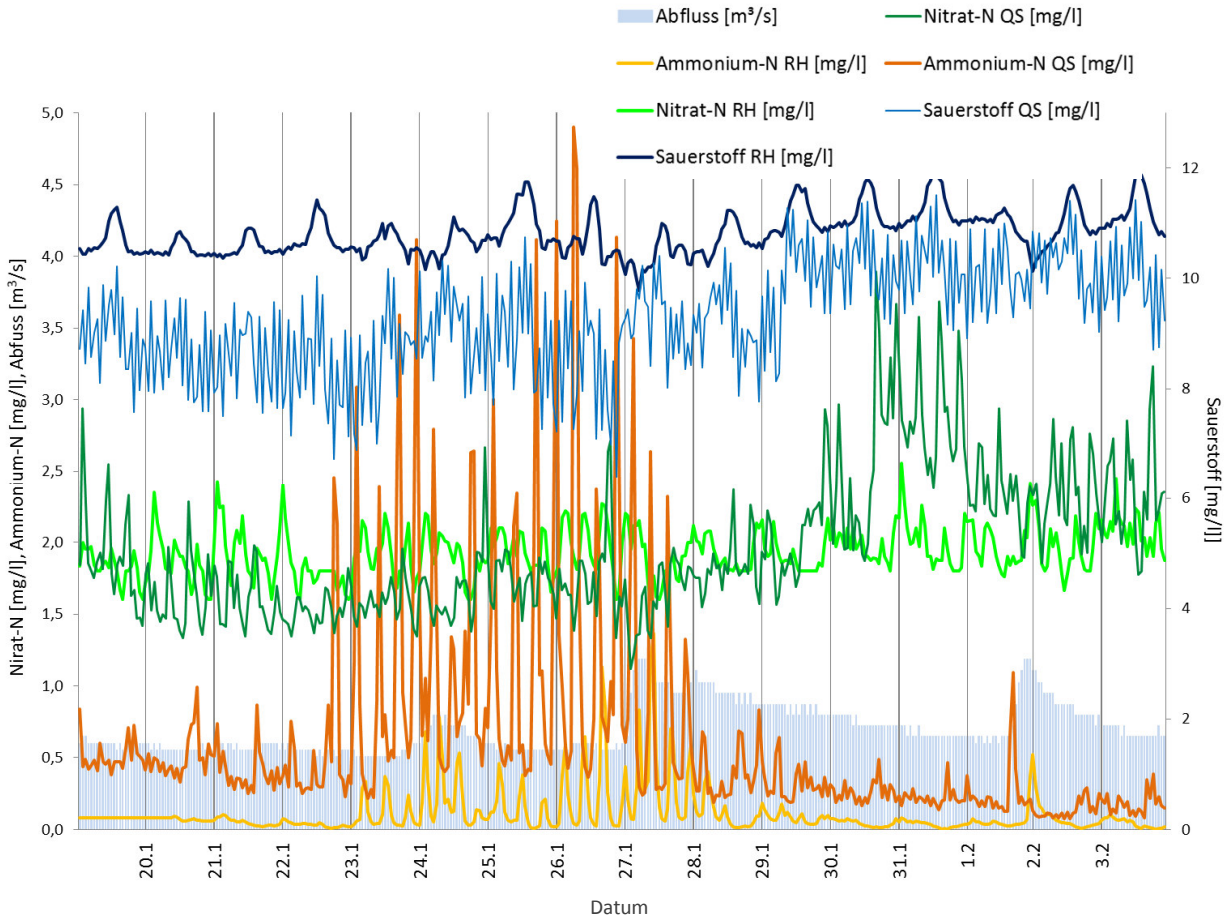


Abbildung 3.2-3: Zyklische Einträge von Ammonium- und Nitrat-N sowie Sauerstoffgehalte (Stationen *Quierschied* (QS) und *Rußhütte* (RH), Abfluss (Pegel *Rußhütte*) (19. Januar bis 3. Februar 2014)

[11] SBR: sequenz-batch-reactor

Nitrifikation und Denitrifikation und somit auch die Reinigungsleistung einer Kläranlage sind stark temperaturabhängig. Am effizientesten verlaufen diese Umbauprozesse im Temperaturbereich zwischen 20 und 30°C ab. Bei Temperaturen unter 10°C setzt eine rasche Leistungsabnahme ein. In Abbildung 3.2-4 sind die Lufttemperaturen zum Zeitpunkt der Ammonium-Einleitungen aufgetragen. Da auch zu anderen Zeiten solch niedrige Lufttemperaturen wie im Zeitraum der Ammonium-Spitzen herrschten, ist davon auszugehen, dass die erhöhten Ammonium-Gehalte offensichtlich nicht temperaturbedingt sind und die Gehalte nicht in Zusammenhang mit den kalten Außentemperaturen gebracht werden können.

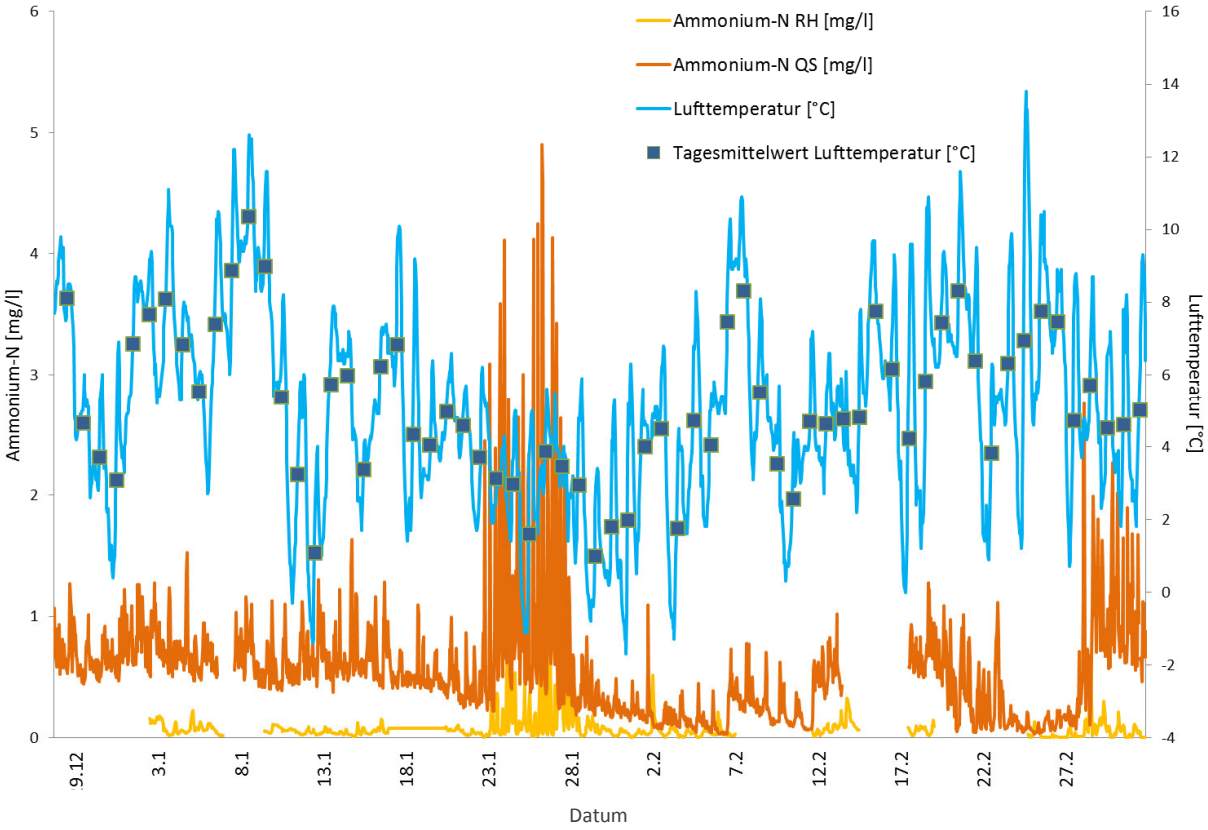


Abbildung 3.2-4: Zyklische Einträge von Ammonium-N (Stationen *Quierschied* (QS) und *Rußhütte* (RH)), Lufttemperatur (Wetterstation *Quierschied*) (29. Dezember 2013 bis 28. Februar 2014)

Während sich die Nitrat-Konzentrationen parallel zu den Ammonium-Gehalten abbilden, lassen sich diese Zyklen für TOC und Phosphor nicht nachvollziehen (siehe Abbildung 3.2-5). Diese beiden Komponenten sind mit einer Grundbelastung im Gewässer vorhanden. Für Trockenwetterphasen wurde am Standort *Rußhütte* eine Grundbelastung von 0,08 bis 0,09 mg/l Gesamt-Phosphor und etwa 4 mg/l TOC ermittelt. Größere Belastungen gelangen bei Regen (24. und 27. Januar) über Kanäle und Entlastungsbauwerke ins Gewässer.

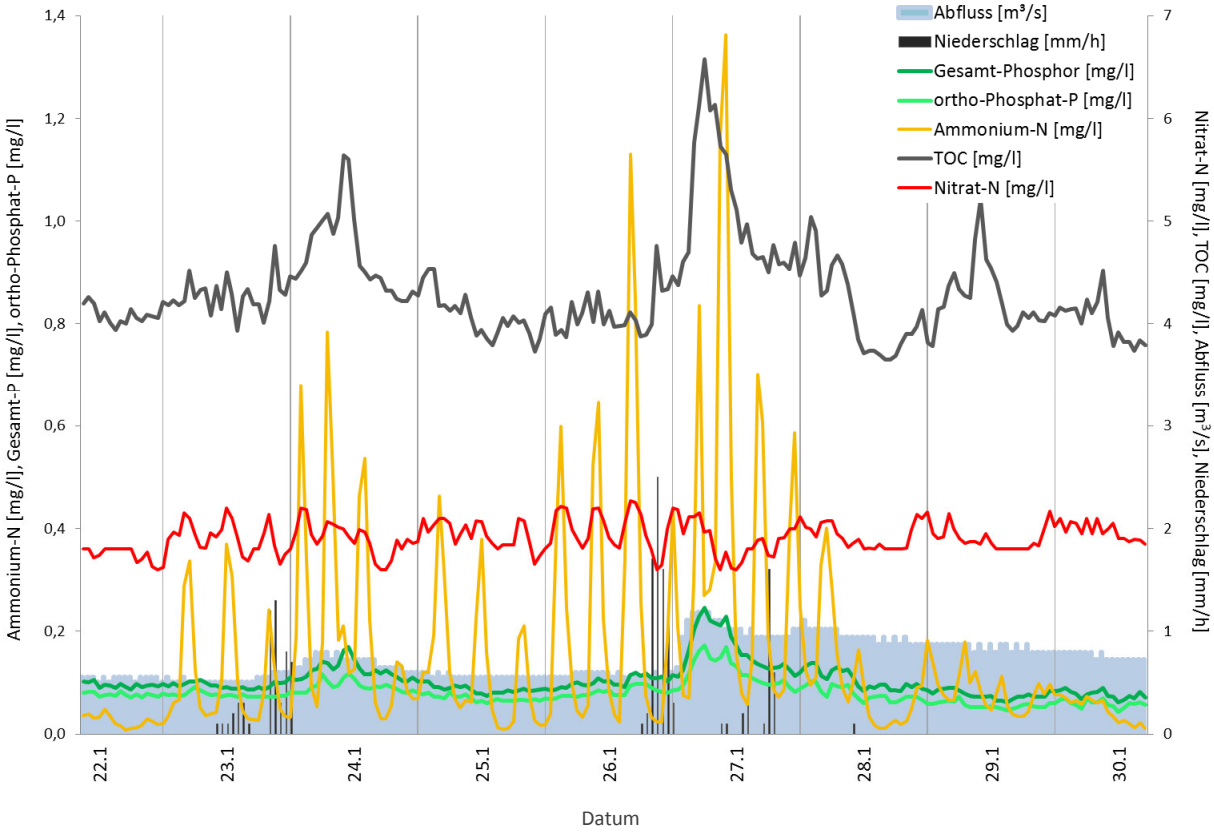


Abbildung 3.2-5: Konzentrationen von Ammonium- und Nitrat-N sowie TOC, ortho-Phosphat- und Gesamt-Phosphor (Station *Rußhütte*), Abfluss (Pegel *Rußhütte*) (22. bis 30. Januar 2014)

Nitrat wird auch durch die Grubenwassereinleitungen beeinflusst. Einerseits sind, da das Grubenwasser kaum Nitrat enthält, bei den kurzfristigen Amplituden Verdünnungen des Nitrates zu erkennen (siehe Abbildung 3.2-6): die Gehalte bewegen sich am 31. Oktober und 1. November antizyklisch zu den Grubenwasser-Einleitungen (als Hinweis dafür dient die Leitfähigkeit). Andererseits lässt der Trend der Nitrat-Konzentrationen eine Parallelität zu den Grubeneinleitungen erkennen. Es ist davon auszugehen, dass das eingetragene Ammonium, vor allem im Hinblick auf die für den Umbau optimalen Wassertemperaturen, zu Nitrat oxidiert wird. Die Ammonium-Konzentrationen weisen z.T. die für Grubenwasser typischen Schwankungen parallel zur Leitfähigkeit auf, welche sich jedoch bei Regenfällen etwas verlieren und dann die Einflüsse der Mischwasserentlastung zeigen.

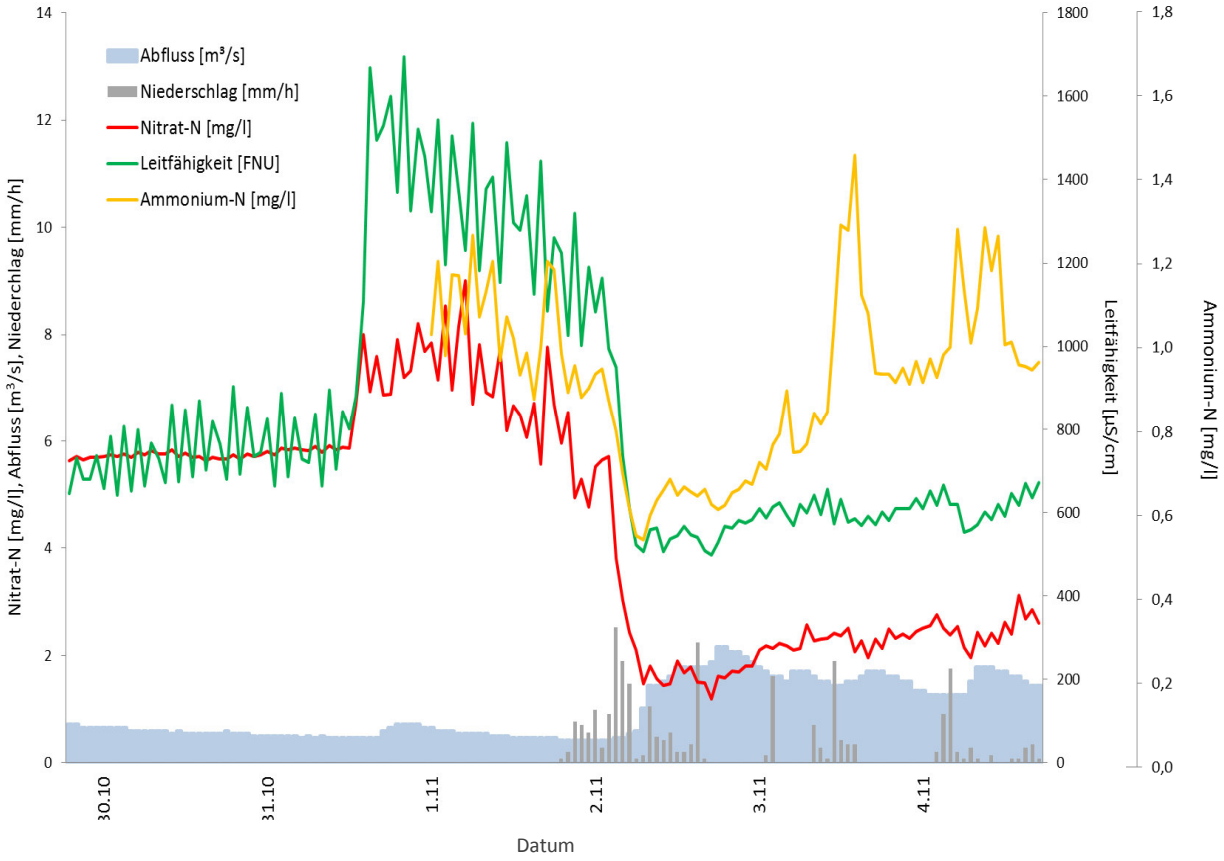


Abbildung 3.2-6: Verlauf von Nitrat-N und Leitfähigkeit (Station *Quierschied*), Abfluss (Pegel *Rußhütte*), Niederschlag (Wetterstation *Quierschied*) (29. Dezember 2013 bis 8. Februar 2014)

Darüber hinaus zeigen sich die für die Kläranlagenabläufe typischen, acht- bis neunstündigen Zyklen auch bei den Nitratkonzentrationen (siehe Abbildung 3.2-7). Je nach eingeleiteter Wassermenge, Qualtiät der Wässer sowie Abflussmenge im Gewässer selbst variieren die Beeinflussungen durch die unterschiedlichen Einleiter z.T. stark. Dennoch sind die durch die Einleitungen entstehenden Beeinträchtigungen gravierend.

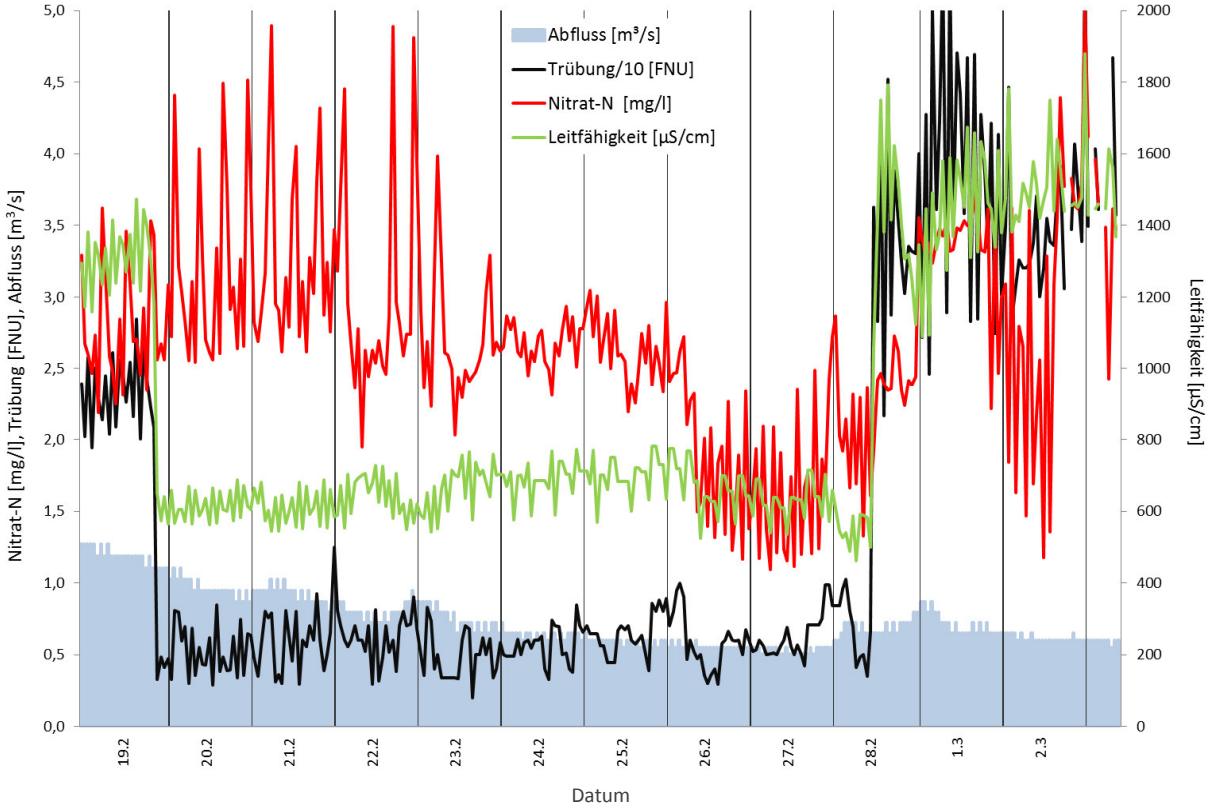


Abbildung 3.2-7: Verlauf von Nitrat-N, Trübung und Leitfähigkeit (Station *Quierschied*), Abfluss (Pegel *Rußhütte*) (19. Februar bis 3. März 2014)

Zudem zeigt sich bei der Betrachtung eine tendenzielle Zunahme der Nitrat-Konzentrationen ab Ende Januar (siehe Abbildung 3.2-8, Ende Januar). Die Nitratgehalte werden, ebenso wie Leitfähigkeit und Trübung, bei Regen verdünnt und nehmen danach wieder zu. Dass diese Veränderungen aber insgesamt dennoch nicht parallel zu denen der Leitfähigkeit und der Trübung verlaufen, verdeutlicht wiederum, dass die Nitratgehalte nicht aus den Grubenwassereinleitungen stammen. Dennoch kann nicht abschließend geklärt werden, ob die Nitratgehalte sich auf Grund steigender Ammonium-Belastungen aus den Grubenwässern oder kommunalen Abwässern erhöhen oder eventuell doch größere Mengen aus der Landschaft eingetragen werden.

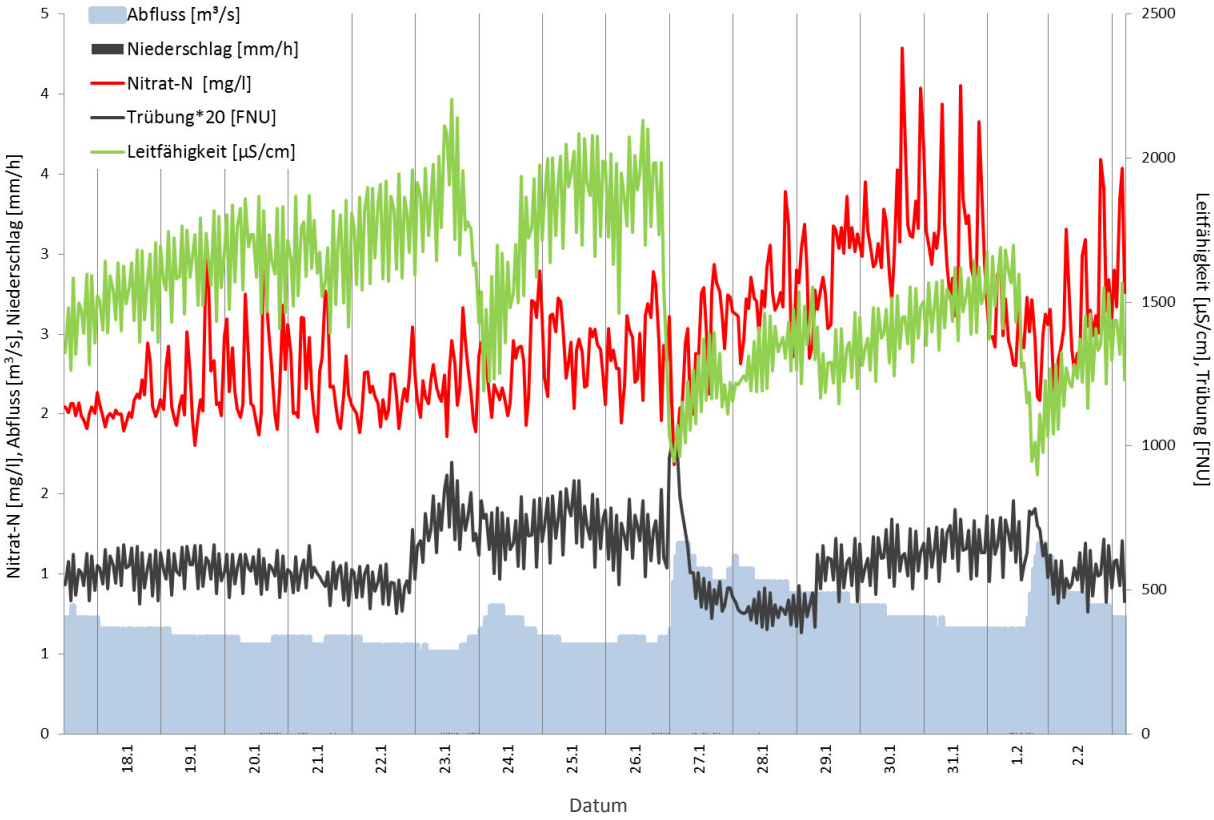


Abbildung 3.2-8: Verlauf von Nitrat-N, Trübung und Leitfähigkeit (Station *Quierschied*), Abfluss (Pegel *Rußhütte*), Niederschlag (Wetterstation *Quierschied*) (9. Januar bis 14. Februar 2014)

Einträge über Oberflächenabfluss konnten, mit Ausnahme der Trübung (vgl. Abbildung 3.1-2), nicht festgestellt werden. Als Indikator für derartige Einträge dient der an Partikel gebundene Phosphor, also die Differenz zwischen Gesamt-Phosphor und dem gelösten ortho-Phosphat-Phosphor. Wird z.B. Phosphor in der Landwirtschaft als Dünger eingesetzt, so kann er sich an Bodenteilchen anlagern, welche bei Regenfällen ins Gewässer transportiert werden. Dieses Phänomen konnte zu keinem Zeitpunkt beobachtet werden, die beiden gemessenen Phosphor-Fraktionen zeigten immer einen parallelen Verlauf (siehe Abbildung 3.2-9). Einträge von TOC konnten ebenso wenig auf Oberflächenabfluss zurückgeführt werden, ein Ansteigen der TOC-Gehalte geht immer mit Mischwasserentlastungen einher (vgl. auch Abbildung 3.2-1)

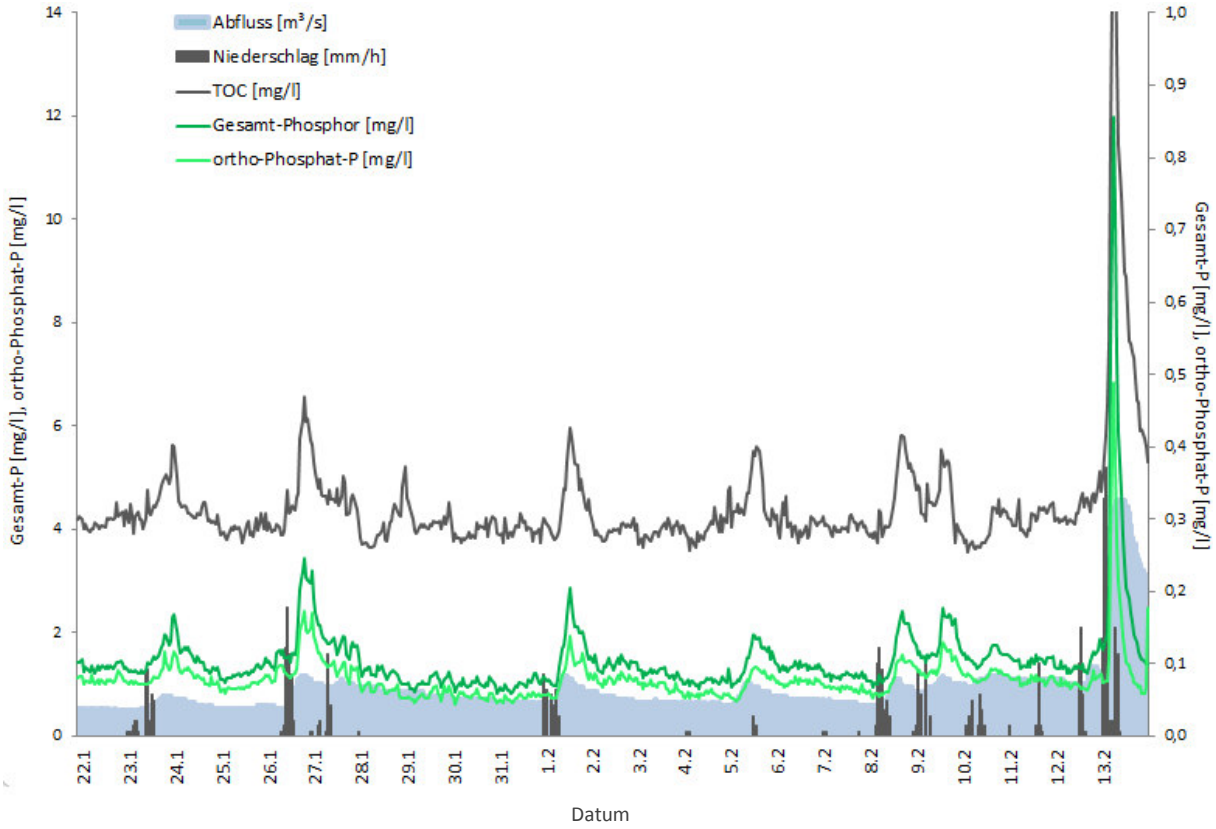


Abbildung 3.2-9: paralleler Verlauf von ortho-Phosphat- und Gesamt-Phosphor sowie TOC (Station *Rußhütte*), Abfluss (Pegel *Rußhütte*), Niederschlag (Wetterstation *Quierschied*) (21. Januar bis 14. Februar 2014)

Die Eintragswege für Phosphor und TOC verlaufen daher weitestgehend parallel, wobei je nach Ereignis ein unterschiedliches Verhältnis der beiden Parameter zu verzeichnen ist (siehe Abbildung 3.2-10). So findet sich beim Ereignis vom 19. bis 22. Dezember mehr Phosphor in Relation zu TOC als während des Ereignisses vom 13. bis 20. Februar.

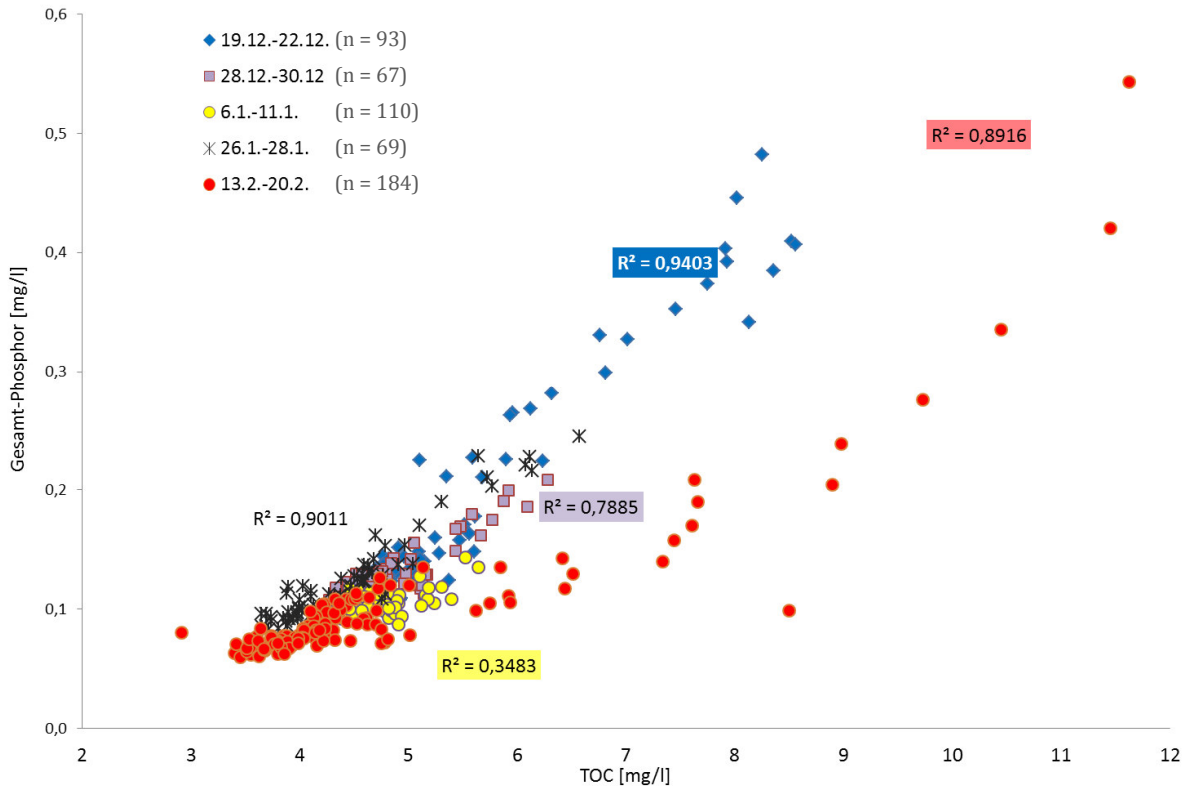


Abbildung 3.2-10: Zusammenhang von Gesamt-Phosphor und TOC während verschiedener Regenereignisse (Station *Rußhütte*)

Für TOC und Gesamt-Phosphor sowie auch für ortho-Phosphat ergeben sich ähnliche Korrelationen mit Abfluss bzw. Trübung, die Eintragswege sind also sehr ähnlich, und die Belastungen stammen bei derartigen Ereignissen aus kommunalem Abwasser.

Dennoch werden bei Regenfällen auch große Mengen an Stickstoff-Frachten im Fischbach transportiert (siehe Abbildung 3.2-11). Ein großer Anteil des TOC-Maximums von über 250 kg C pro Stunde stammt aber sicherlich auch aus autochthoner Biomasse, da besonders um diese Zeit (Ende Februar) die Entwicklung der Algen sehr stark ist.

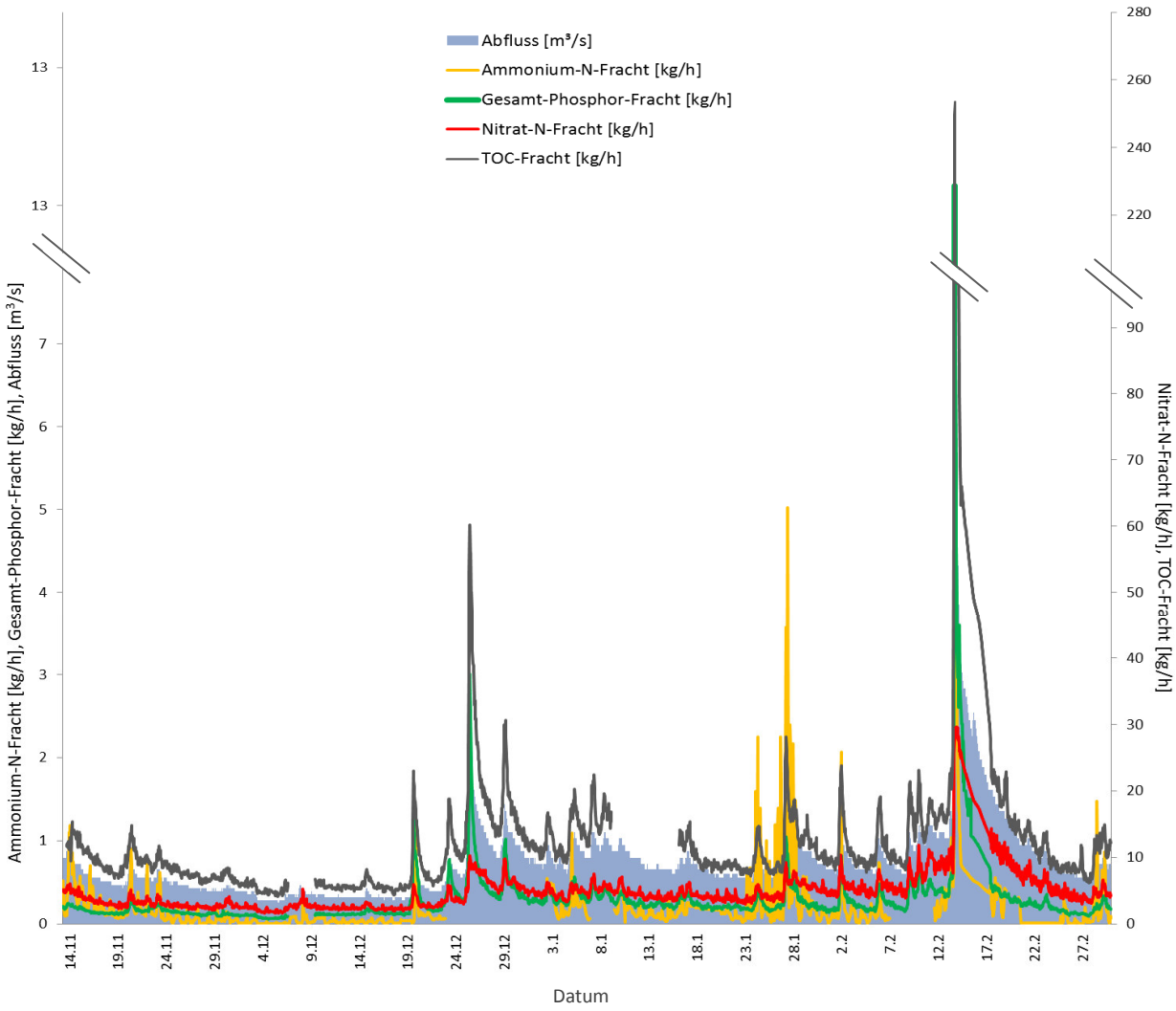


Abbildung 3.2-11: Frachten von Ammonium- und Nitrat-N, Gesamt-Phosphor und TOC (Station *Rußhütte*), Abfluss (Pegel *Rußhütte*) (14. November 2013 bis 28. Februar 2014)

Bei Betrachtung der Frachten an Gesamt-Phosphor wird ersichtlich, dass die Hauptmengen im Fluss aus der Kläranlage stammen (siehe Abbildung 3.2-12).
Zwischen dem 29. November und 16. Dezember sind die Einträge aus der Kläranlage recht hoch, die in der Station in *Rußhütte* ermittelten Werte jedoch eher gering. Wenn überhaupt werden jedoch nur geringe Mengen an Phosphor im Fischbach abgelagert, und bei sehr hohen Abflüssen in Form von partikelgebundenem P remobilisiert. So treten größere Differenzen zwischen den Frachten an Gesamt-Phosphor und ortho-Phosphat lediglich während des Abflussereignisses am 17. Februar auf. Bei anderen Abflussereignissen erreichen die Gehalte und Frachten von ortho-Phosphat und Gesamt-Phosphor auf Grund von Einträgen aus Mischwasserentlastungen fast gleich hohe Werte (vgl. auch Abbildung 3.2-9).

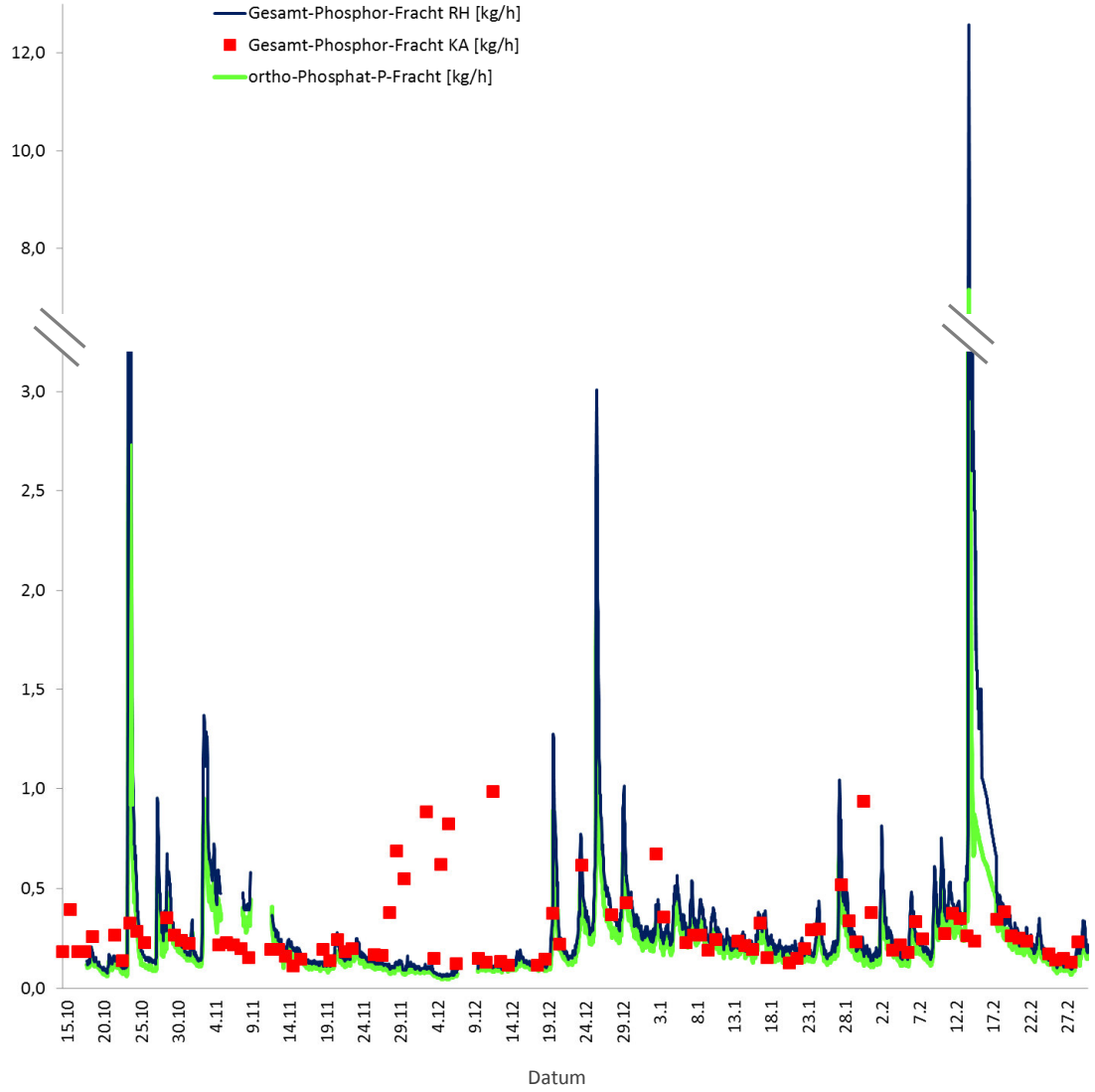


Abbildung 3.2-12: Vergleich der mittleren Tagesfrachten von Gesamt-Phosphor des Ablaufes der Kläranlage *Quierschied* und der Stundenmittelwerte der Frachten an ortho-Phosphat- und Gesamt-Phosphor im Fischbach (Messstation *Rußhütte* (gesamter Messzeitraum)

Da sich der einzige Pegel des Einzugsgebietes in *Rußhütte* befindet, kann zur Berechnung der Frachten am Standort *Quierschied* der Abfluss nur geschätzt werden. Das LUA legt für die Beurteilung der Daten der Messstelle in *Quierschied-Fischbach* (Brücke in etwa 1 km Entfernung zur Messstation) einen Faktor von 0,4 für den Abfluss (Pegel *Rußhütte*) zu Grunde. Dieses Verfahren wurde für die beiden folgenden Abbildungen übernommen; der vom LUA für die Regionalisierung von Hochwasserabflüssen verwendete Faktor von 0,6 wurde hingegen nicht berücksichtigt.

Der Vergleich der Nitratfrachten aus der Kläranlage sowie an beiden Messstandorten lässt einen parallelen Verlauf erkennen (siehe Abbildung 3.2-13). Ein Teil der Nitratfrachten ist auf die Einträge durch die Kläranlage zurückzuführen. Im Flussverlauf gelangt weiteres Nitrat hinzu, welches z.T. aus dem Umbau von Ammonium entsteht und durch Zuflüsse eingetragen wird.

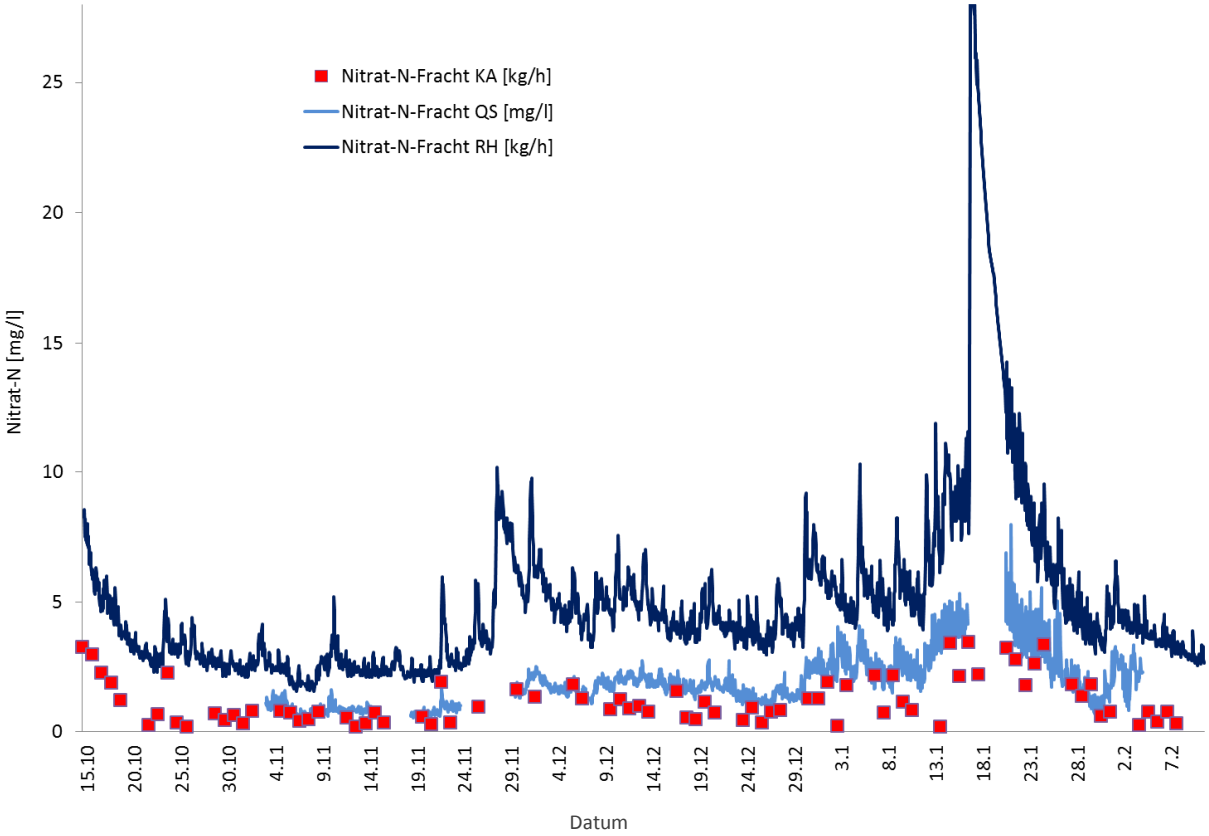


Abbildung 3.2-13: Vergleich der mittleren Tages-Frachten von Nitrat-N des Ablaufes der Kläranlage *Quierschied* und der Stundenmittelwerte der Nitrat-N Frachten im Fischbach (Messstationen *Fischbach-Quierschied* (QS) und *Rußhütte* (RH) (gesamter Messzeitraum)

Bei den Ammonium-Frachten zeigt sich ein anderes Bild (siehe Abbildung 3.2-14). Anhand der Überwachungswerte des Ablaufes der Grube *Camphausen* („CH“) und denen der Kläranlage in *Quierschied* („KA“) wird deutlich, dass die Belastungen sowohl aus der Grube als auch aus der Kläranlage stammen. Unter Berücksichtigung der Frachten des Kläranlagen-Ablaufes sind aber auch Phasen zu sehen, in denen diese Einträge dominieren. Im Vergleich mit den Frachten, die am Standort *Rußhütte* („RH“) gemessen wurden, wird deutlich, dass sie zeitweise sehr gut abgebaut werden, zum Teil jedoch auch große Mengen am unteren Standort ankommen (siehe Dezember 2013).

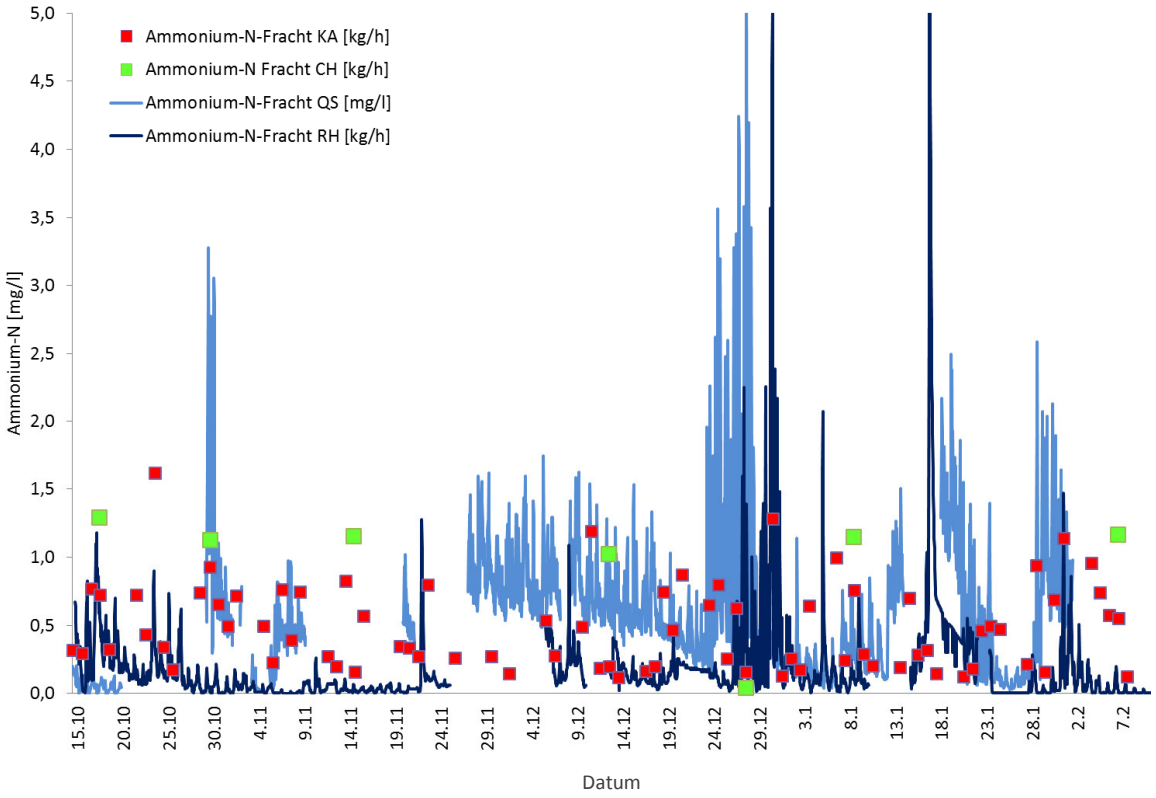


Abbildung 3.2-14: Vergleich der mittleren Tages-Frachten von Ammonium-N des Ablaufes der Kläranlage *Quierschied* und der Ablaufwerte der Grube *Camphausen* (CH) sowie Stundenmittelwerte der Ammonium-N Frachten im Fischbach (Messstationen *Fischbach-Quierschied* (QS) und *Rußhütte* (RH) (gesamter Messzeitraum)

.

Die Phosphor-Gehalte erreichen die höchsten Konzentrationen zwischen *Quierschied* und *Quierschied-Fischbach* nach dem Zulauf der Kläranlage (siehe Abbildung 3.2-15). Hier zeigt sich der Einfluss der Kläranlage sehr deutlich, zumal der Anteil an gelöstem ortho-Phosphat-Phosphor am Gesamt-Phosphor, wie für kommunale Abwässer typisch, sehr hoch ist. Am 10. Juli war das Maximum der Kläranlageneinleitung vermutlich schon weiter flussabwärts verlagert.

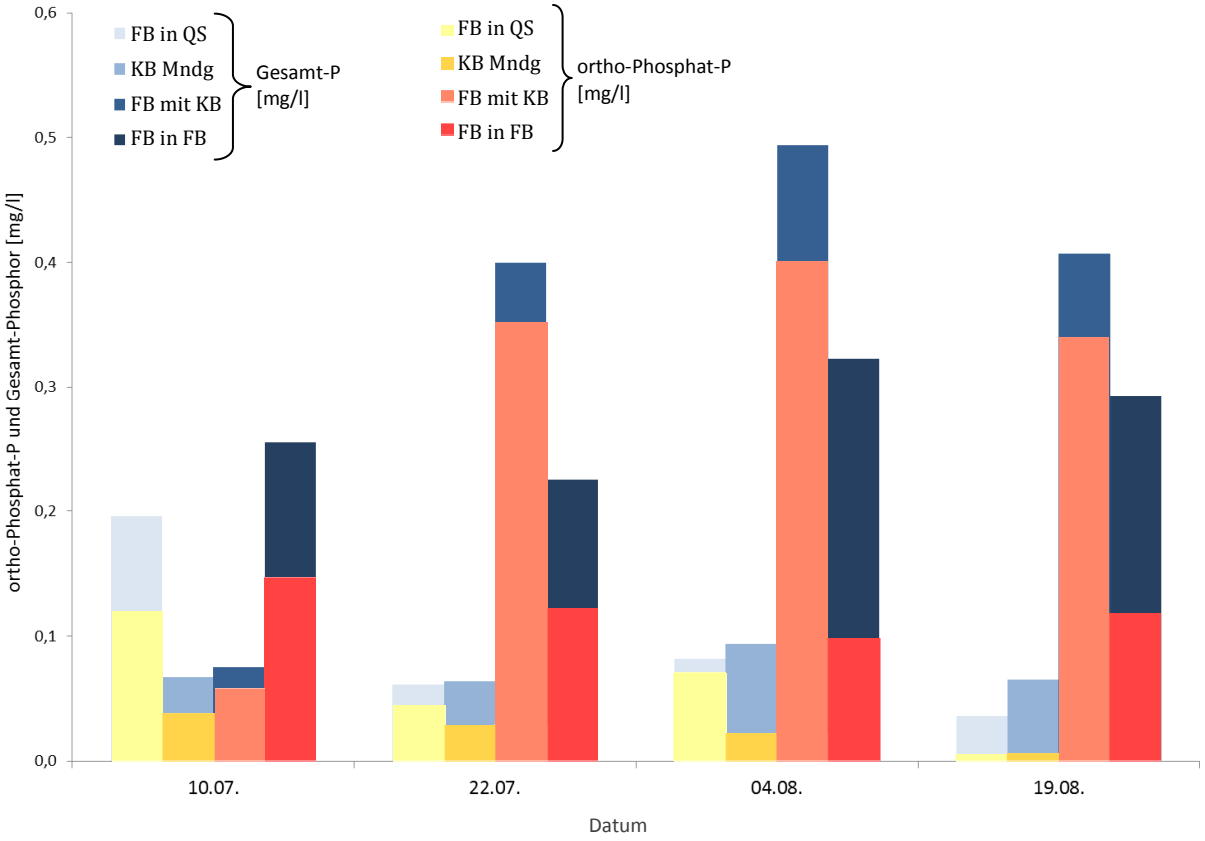


Abbildung 3.2-15: Gehalte an ortho-Phosphat- und Gesamt-Phosphor entlang des Fischbaches (Fischbach in *Quierschied* („FB in Quierschied"), Fischbach mit Kohlbach („FB mit KB") und Fischbach in *Fischbach* („FB in FB") sowie im Kohlbach („KB Mndg") (manuelle Beprobungen am 10. und 22. Juli sowie am 4. und 19. August. 2014)

Ein anderes Bild zeigt sich bei den Stickstoff-Parametern (siehe Abbildung 3.2-16). Durch die Einleitungen des Grubenwassers werden die Gehalte an Ammonium und Nitrit deutlich erhöht, Nitrat wird weitestgehend verdünnt.

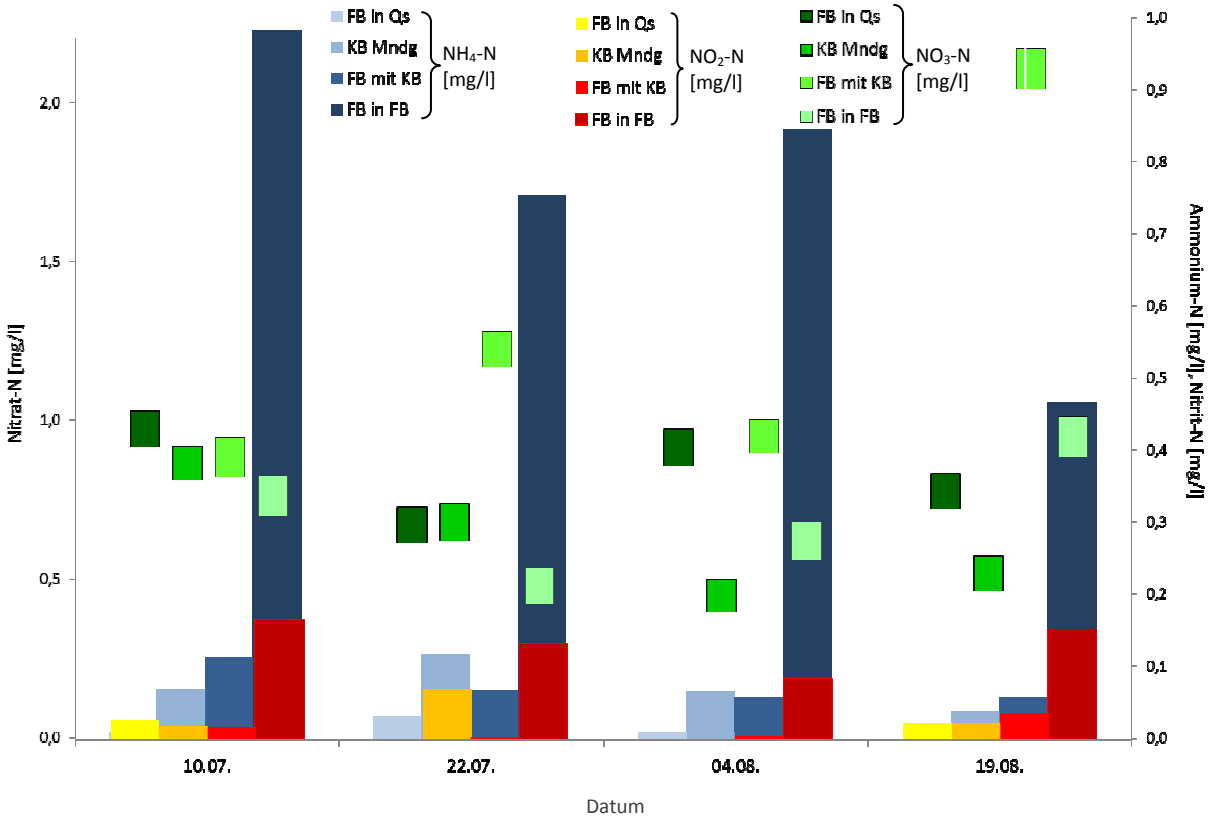


Abbildung 3.2-16: Gehalte von Ammonium-, Nitrat- und Nitrit-Stickstoff entlang des Fischbaches (Fischbach in Quierschied („FB in Quierschied“), Fischbach mit Kohlbach („FB mit KB“) und Fischbach in Fischbach („FB in FB“) sowie im Kohlbach („KB Mndg“) (manuelle Beprobungen am 10. und 22. Juli sowie am 4. und 19. August. 2014)

Beim TOC zeigt sich ein ähnliches Bild wie bei Phosphor, jedoch variiert der Gehalt an organischem Kohlenstoff je nach Probenahmetag an den Standorten (siehe Abbildung 3.2-17). Einflüsse aus den Einleitungen der Kläranlage können nur am ersten Tag beobachtet werden, an den übrigen Tagen geht die Konzentration an TOC im Flussverlauf zurück, die höchsten Einträge erfolgen z.T. auch über den Kohlbach. Über die Einleitungen aus *Camphausen* gelangen erwartungsgemäß hohe Gehalte an anorganischem Kohlenstoff (TIC)[12] in den Fluss (siehe Abbildung 3.2-15). Im Mittel der Jahre 2012 bis 2014 liegt der Gehalt an Hydrogencarbonat im Grubenwasser bei über 902 mg/l[13].

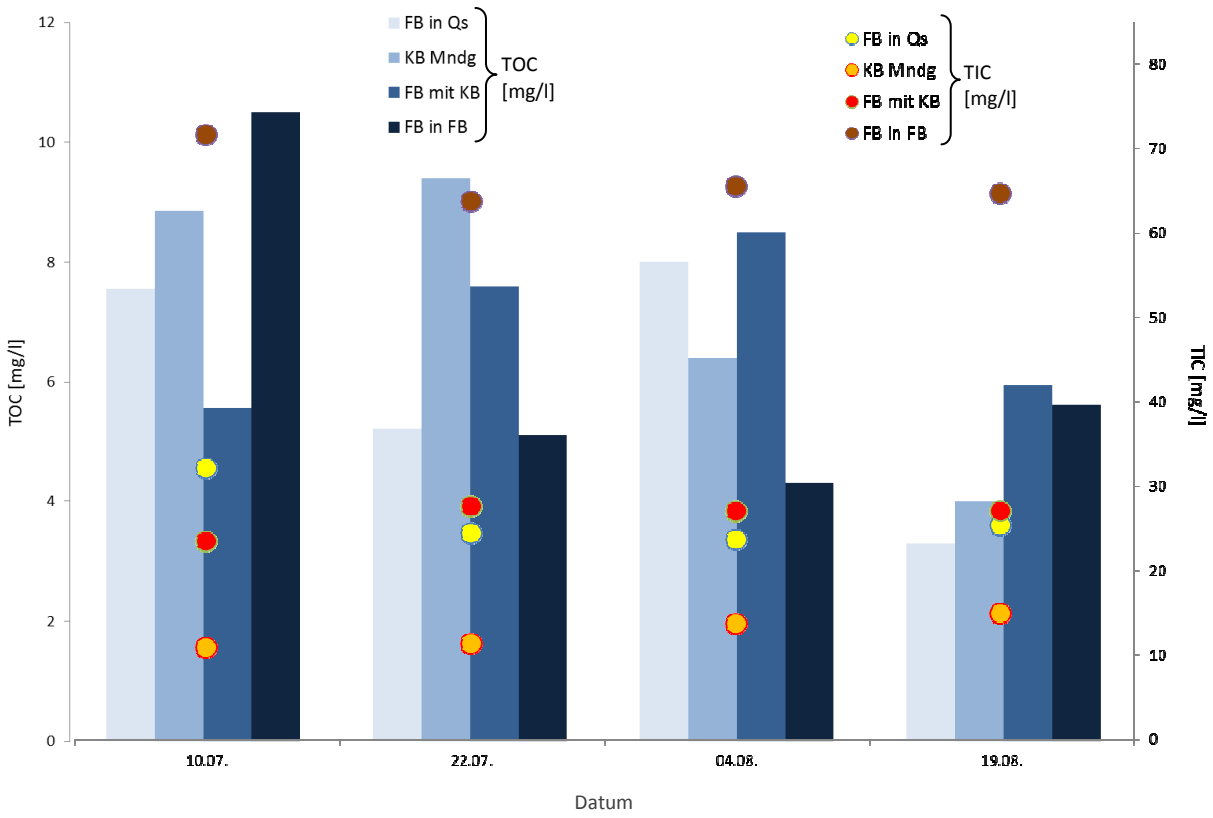


Abbildung 3.2-17: Gehalte von TOC und TIC entlang des Fischbaches (Fischbach in Quierschied („FB in Quierschied"), Fischbach mit Kohlbach („FB mit KB") und Fischbach in Fischbach („FB in FB") sowie im Kohlbach („KB Mndg") (manuelle Beprobungen am 10. und 22. Juli sowie am 4. und 19. August. 2014)

[12] TIC: Total Inorganic Carbon, gesamter anorganischer Kohlenstoff

[13] Jahresmittelwerte der zweiwöchigen Beprobung an der Einleitstelle in den Fischbach von Januar 2012 bis Oktober 2014.

Die während des gesamten Messzeitraumes entnommenen Stichproben zeigen, dass z.T. erhebliche Mengen von anorganischem Kohlenstoff in das Gewässer gelangen (siehe Abbildung 3.2-18). Die TIC-Werte weisen dabei im Gegensatz zu den TOC-Werten große Unterschiede zwischen den beiden Standorten auf. Generell können beide Fraktionen durch unbelastete Zuflüsse (auch Regenwasser) während des Transportes im Fluss verdünnt werden, sowie eher durch Sedimentation (temporär) aus dem System verschwinden. Organischer Kohlenstoff kann zusätzlich durch biologische Aktivität abgebaut bzw. produziert werden.

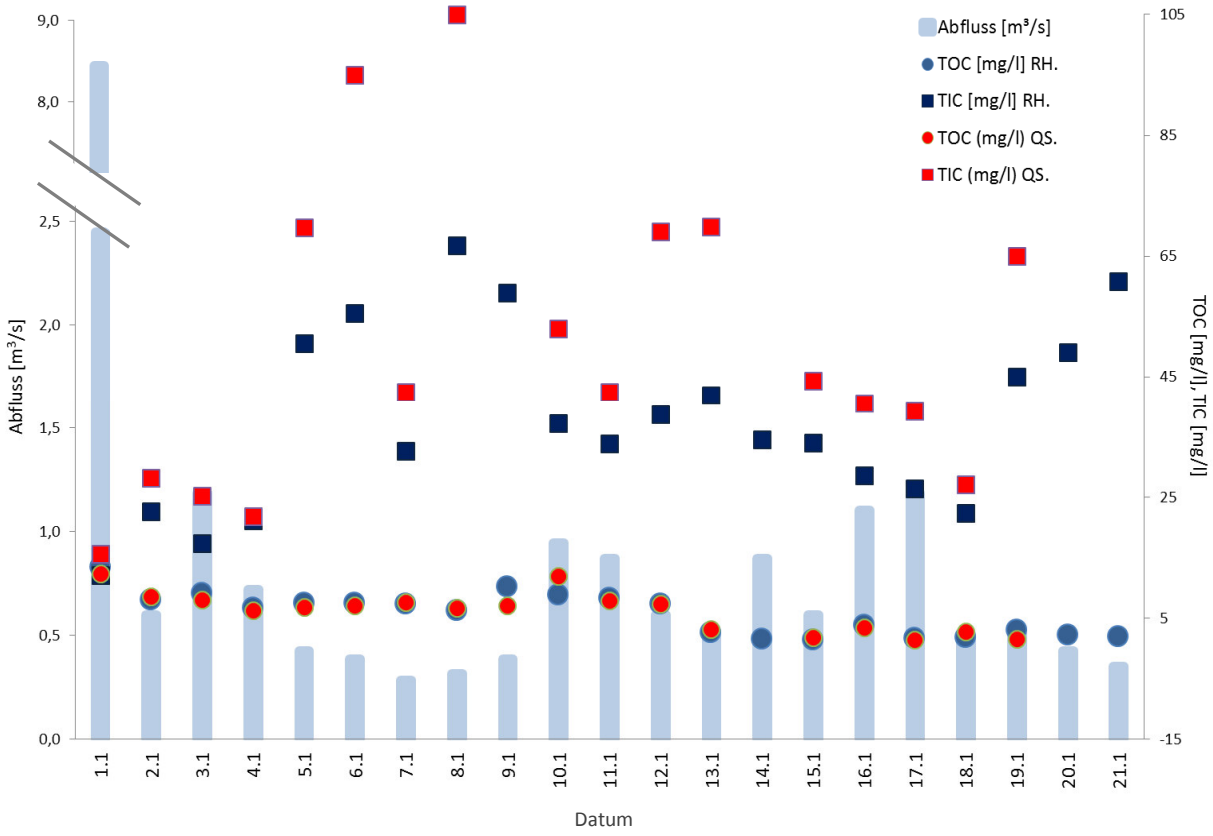


Abbildung 3.2-18: Gehalte an TOC und TIC im Fischbach in *Quierschied-Fischbach* und in *Rußhütte* (manuelle Beprobungen über den gesamten Messzeitraum)

3.3 Übersicht über die Ergebnisse der manuellen Beprobungen durch die Behörden

Zur Abschätzung langjähriger Trends wurden die Ergebnisse der Stichproben, die durch das LUA am Fischbach in *Rußhütte* (*Kindergarten*) entnommen wurden, herangezogen. Neben der Darstellung der Einzelwerte wurde der Trend gemäß der Vorschriften der Oberflächengewässerverordnung Anlage 11 (OGewV [6]) 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, so 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 2005 bis 2013[14]) wurden zunächst mit dem sog. Shapiro-Wilk-Test auf ihre Normalverteilung überprüft. Dabei stellte sich heraus, dass die Jahres-Mediane von Sauerstoff, pH-Wert, Temperatur, Gesamt- und ortho-Phosphor sowie TOC, Leitfähigkeit, Chlorid und Sulfat eine Normalverteilung aufweisen (siehe Abbildungen 6-5a bis 6-5i im Anhang). Die entsprechend durchgeführte Betrachtung mittels Linearer Regression ergab einen signifikant rückläufigen Trend für TOC sowie einen signifikant zunehmenden Trend für Sauerstoff und interessanterweise auch für den pH-Wert (siehe Abbildung 3.3-1 und Abbildung 6-7.a bis 6-7c.d im Anhang).

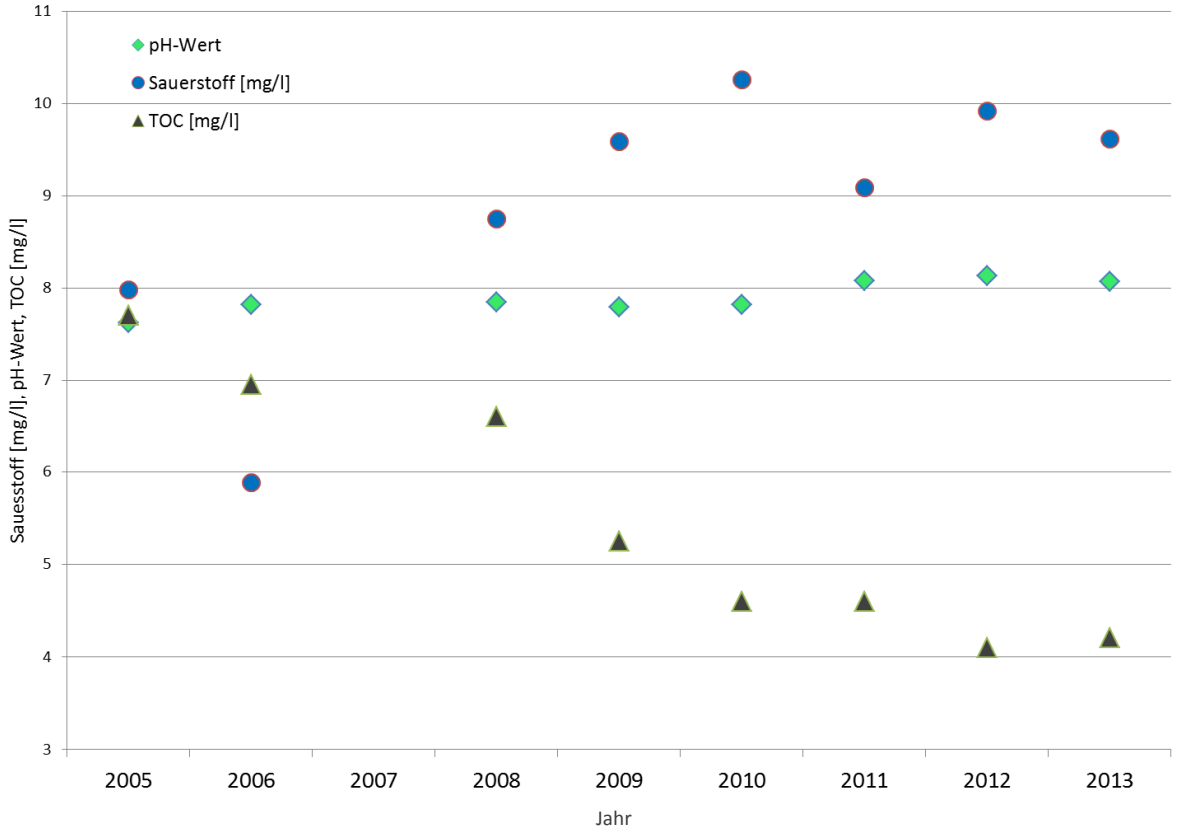


Abbildung 3.3-1: Jahres-Mediane der Konzentrationen von TOC mit signifikant abnehmendem Trend sowie von Sauerstoff und pH-Wert mit signifikant zunehmendem Trend (manuelle Beprobungen durch das LUA in *Rußhütte*) (2005 und 2006 sowie 2008 bis 2013)

Die Zunahme des pH-Wertes erfolgt dabei sehr kontinuierlich während des Betrachtungszeitraumes. Der Grund hierfür ist unklar, die vorliegenden Daten der Grubenwässer belegen einen gleichbleibend neutralen pH-Wert im Bereich 7,5, auch von den kommunalen Abwässern sind kaum kritische pH-Werte zu erwarten, und die Beprobungen des Kohlbaches als Vorfluter der Einleitungen des Kraftwerkes ergaben neutrale Werte.

[14] Im Jahre 2007 wurden an diesem Standort keine Messwerte erhoben, daher n=8.

Normalverteilt, jedoch ohne signifikant zu- oder abnehmend sind Wassertemperatur und Leitfähigkeit sowie die Gehalte von Phosphor, Chlorid und Sulfat (siehe Abbildung 6-8a bis 6-8f im Anhang). Die Betrachtung der Einzelwerte für Leitfähigkeit, Chlorid und Sulfat zeigt einen Rückgang der Gehalte in den Jahren 2008 bis 2010 (siehe Abbildung 3.3-2). Dies könnte evtl. darauf zurückzuführen sein, dass während dieser Jahre Kohlesorten mit geringeren Chloridgehalten zum Einsatz kamen.

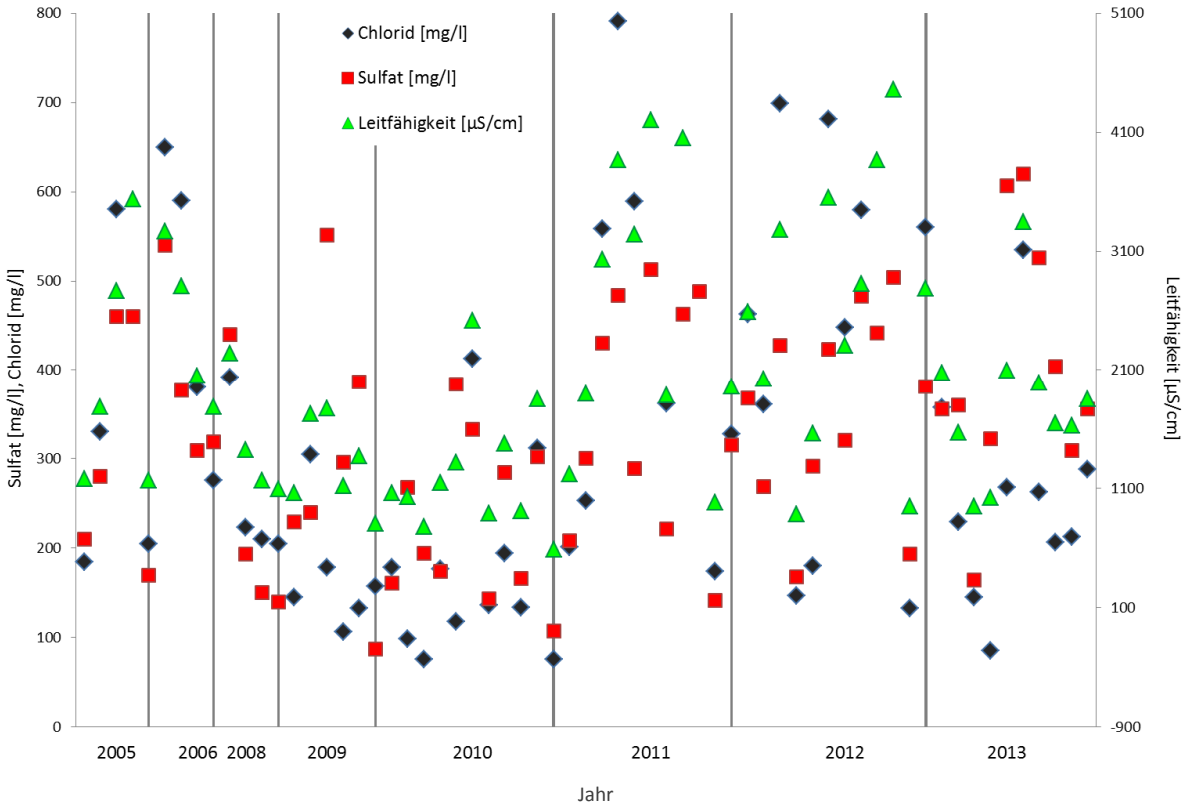


Abbildung 3.3-2: Ergebnisse der Beprobungen von Leitfähigkeit, Chlorid und Sulfat (manuelle Beprobungen durch das LUA in *Rußhütte*) (2005 und 2006 sowie 2008 bis 2013)

Weder für Sulfat noch für Chlorid existieren Grenz- oder Orientierungswerte für Oberflächengewässer, für Trinkwasser gelten jeweils 250 mg/l als Grenzwerte. Die Mittelwerte der durch das LUA erhobenen Daten (2005 bis 2013) liegen bei 360 mg/l Chlorid und 325 mg/l Sulfat an der Messstelle in *Rußhütte*. Eine Umweltqualitätsnorm für Chlorid ist in der OGewV nicht festgehalten. In der Grundwasserverordnung gilt (in Ablehnung an die Trinkwasserverordnung) ein Schwellenwert von 250mg/l. In der Literatur variieren die Angaben darüber, ab welchen Konzentrationen sich Chlorid schädlich auf Biozönosen auswirkt, sehr stark. Bekannt ist, dass vor allem Arten des Makrozoobenthos und Kieselalgen empfindlich auf hohe Salzfrachten reagieren. Gemäß TATZBER zeigen sich über 200 mg/l Störungen bei einzelnen Arten, ab 400 mg/l ist meist eine Verschiebung des Artenspektrums zu bemerken [7]. BRACKLOW beruft sich auf die Analyse der Kieselalgengemeinschaften als aussagekräftigste Indikatoren für eine Erhöhung des Salzgehalts im Fließgewässer. Aus der Zusammenfassung zahlreicher derartiger Untersuchungen „geht hervor, dass Gesamtsalzgehalt zwischen 1 und 2 g/l nach der Literatur die Schwellenwerte darstellen könnten, oberhalb derer die Biozönosen geschädigt werden. Zwar wird häufig ein Grenzwert von 1 g/l erwähnt, es darf jedoch nicht übersehen werden, dass unser Verständnis dieser Vorgänge aus Studien an unteren Flussläufen resultiert, wo die Salzeinträge (oft seit langem) bereits vorhanden sind. Andere Ökosysteme könnten sich so als empfindlicher herausstellen und auf Konzentrationen unterhalb dieses Werts reagieren.“ [8].

Als nicht normalverteilt erwiesen sich nach dem Shapiro-Wilk-Test die Werte der Stickstoff-Parameter (Nitrat-, Ammonium-, Nitrit- und Gesamt-N) (siehe Abbildungen 6-6a bis 6-6d im Anhang). Diese wurden gemäß OGewV mit dem Mann-Kendall-Test auf die Signifikanz des Trends hin überprüft und für alle ein signifikant abnehmender Trend festgestellt (siehe Abbildung 6-9a bis 6-9d im Anhang). Die Auftragung der Ergebnisse der Einzelmessungen lässt den sprunghaften Rückgang der Gehalte im Jahr 2008 erkennen, welche auf den Neubau der Kläranlage *Quierschied* zurückzuführen sind (siehe Abbildung 3.3-3). Werden nur die Jahre 2009 bis 2013 berücksichtigt, so kann kein signifikant rückläufiger Trend mehr für die Stickstoff-Parameter festgestellt werden.

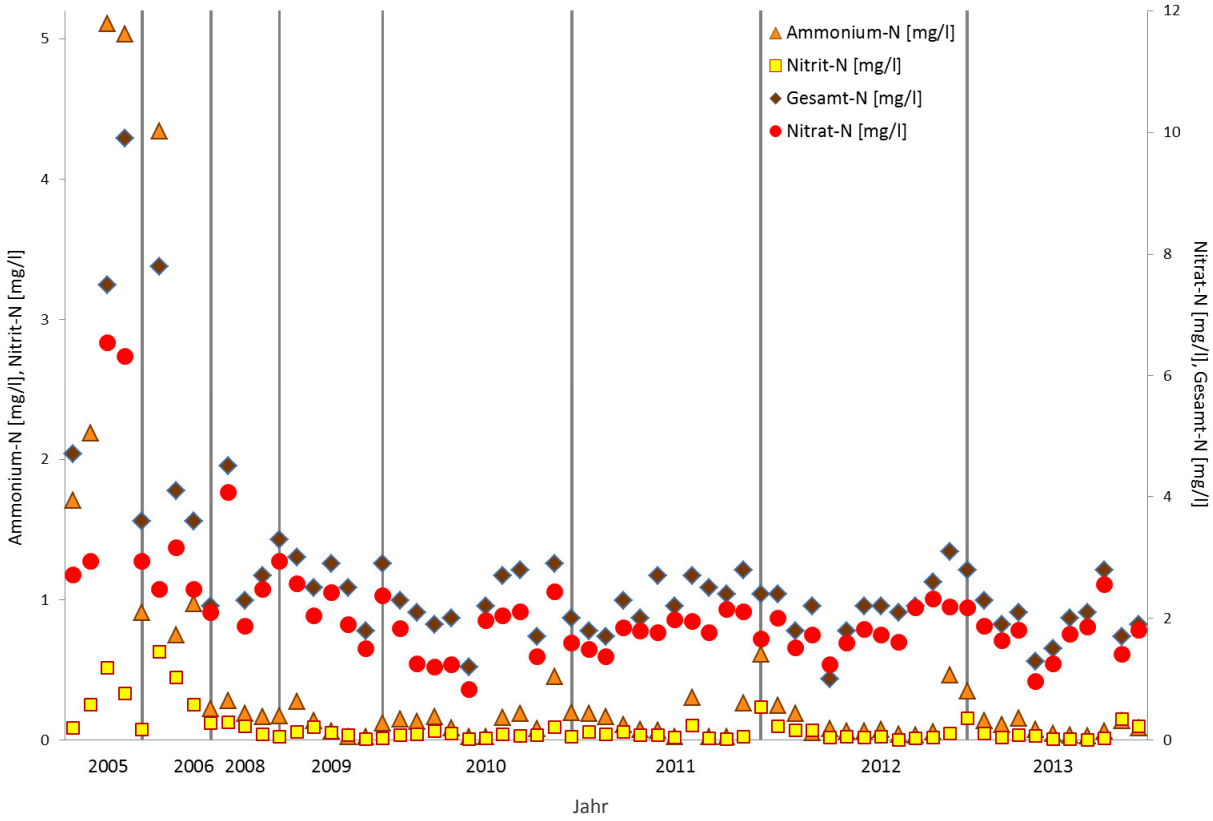


Abbildung 3.3-3: Rückgang der Konzentrationen von Nitrat-, Ammonium-, Nitrit- und Gesamt-N (manuelle Beprobungen durch das LUA in *Rußhütte*) (2005 und 2006 sowie 2008 bis 2013)

Eine Abnahme der Belastungen macht sich in diesem Zeitraum auch bei den TOC- und Phosphor-Gehalten bemerkbar (siehe Abbildung 3.3-4). Diese ist allerdings weniger ausgeprägt, so dass sich daraus statistisch kein signifikanter Trend ergibt (s.o.).

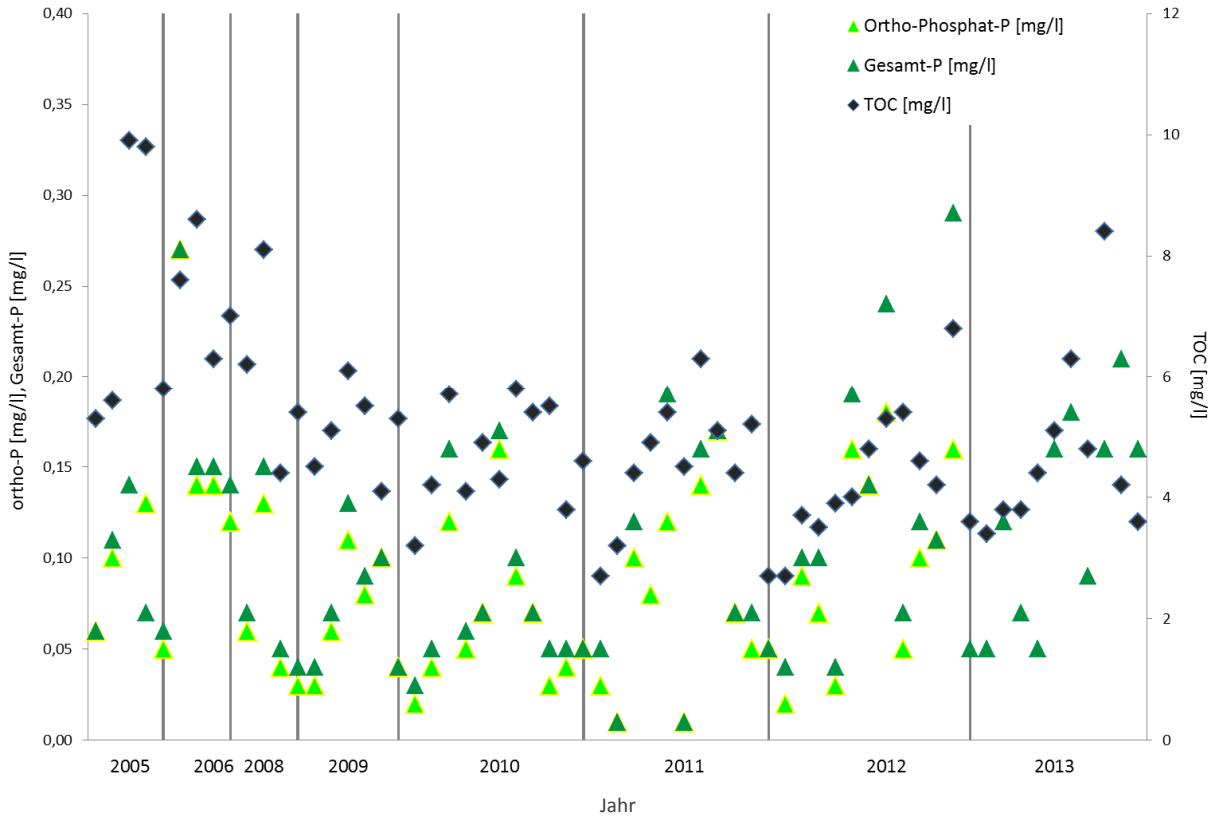


Abbildung 3.3-4: Rückgang der Konzentrationen von ortho- Phosphat- und Gesamt-Phosphor sowie TOC (manuelle Beprobungen durch das LUA in *Rußhütte*) (2005 und 2006 sowie 2008 bis 2013)

Von den übrigen beprobten Parametern weist lediglich Chrom einen signifikant zunehmenden Trend hinsichtlich der Jahres-Mediane auf (siehe Abbildung 3.3-6 und Abbildung 6-10c im Anhang). Der Grund dafür ist derzeit noch unklar.

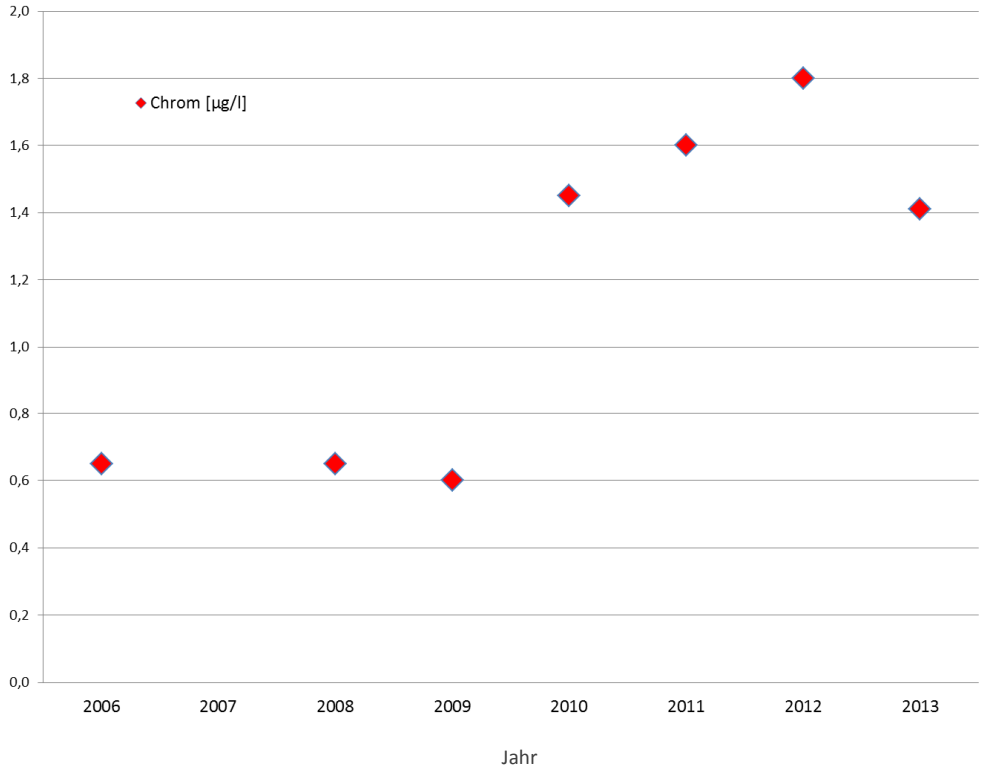


Abbildung 3.3-6: Jahres-Mediane der Chrom-Konzentrationen mit signifikant zunehmendem Trend (manuelle Beprobungen durch das LUA in *Rußhütte*) (2005 und 2006 sowie 2008 bis 2013)

Im Vergleich mit weiteren saarländischen Fließgewässern sind im Fischbach neben Sulfat und Chlorid die Gehalte von Bor, Mangan, Natrium und Nickel erhöht. Auffallend ist dabei, dass die Konzentrationen dieser Substanzen bereits zwischen *Weiher* und *Camphausen*[15] höher sind und zur Mündung hin z.T. wesentlich geringer werden.

[15] Bezugszeitraum 2009 bis 2012, Standorte *Quierschied*, Sonnenstr. uh. KW *Weiher* sowie *Rußhütte* Kindergarten

3.4 Tabellarische Übersicht

Während des Messzeitraumes vom 17. Oktober 2013 bis 3. März 2014 überschritten am Standort in *Quierschied-Fischbach* 70% der Ammoniumgehalte sowie ein Drittel der Nitratgehalte die Orientierungswerte von 0,3 bzw. 2,5 mg/l N für den guten Zustand [9] (siehe Tabelle 4-1). Die Sauerstoffgehalte lagen nur vereinzelt unter dem Orientierungswert von 7 mg/l, die Temperaturen überstiegen in 6% der Fälle den geforderten Wert von 20°C; allerdings muss in Betracht gezogen werden, dass die Messungen im Winter durchgeführt wurden und die Temperaturen im Sommer sicherlich zu einem großen Teil über dem geforderten Bereich liegen.
Im Betrachtungszeitraum vom 14. Oktober 2013 bis 27. März 2014 lagen am Messstandort *Rußhütte* die Mittelwerte von ortho-Phosphat zu fast 60% und von Gesamt-Phosphor 40% über den Orientierungswerten von 0,07 bzw. 0,1 mg/l. Ein Viertel der TOC-Gehalte überschritt den geforderten Wert von 5 mg/l. Der Orientierungswert für Ammonium-Stickstoff (0,3 mg/l NH_4-N) wurde fast immer eingehalten, ebenso wie für Nitrat (2,5 mg/l). Die Sauerstoffgehalte lagen so gut wie nie unter dem Orientierungswert von 7 mg/l.
An beiden Standorten lag die Leitfähigkeit zu 90% zum Teil deutlich über dem Orientierungswert von 1000 µS/cm.

Tabelle 3.4-1: Mittel, Minima und Maxima der Stundemittelwerte des Fischbaches in *Quierschied* vom 17. Oktober 2013 bis 3. März 2014 und Orientierungswerte für den guten chemischen Zustand (Gewässertyp 5.1) [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[16] [mg/l]**	**PO_4-P [mg/l]**	**P_{ges} [mg/l]**	**TOC[17] [mg/l]**
Mittelwert	2,01	0,089	**0,631**	2,45	**0,099**	**0,156**	**6,16**
Minimum	0,979	0,024	< 0,01	1,74	0,041	0,055	1,367
Maximum	9	0,201	5,48	3,17	0,23	0,443	12,3
Orientierungswert	**2,5**	**0,3**	**0,3**	**3**	**0,07**	**0,1**	**5**
Nitrat-Richtlinie	**11**						
Anzahl Werte (n)	2383	21	2004	21	21	21	21

	Sauerstoff [mg/l]*	**pH- Wert***	**Leitfähigkeit [µS/cm]**	***Temperatur [°C]****
Mittelwert	*9,64*	7,44	1219	*13,6*
Minimum	***5,26***	6,6	101	*5,78*
Maximum	*13,1*	7,9	> 2200	***26,6***
Orientierungswert	***> 7***	**6,5 – 8,5**	**< 1000**	***< 20***
Anzahl Werte (n)	2615	21	2697	2703

* Bei Sauerstoff ist der niedrigste, beim pH-Wert der niedrigste und der höchste und bei der Wassertemperatur der höchste innerhalb des Jahres gemessene Wert als Maßstab zum Vergleich mit den Orientierungswerten heranzuziehen. Für die übrigen Parameter ist der Jahresmittelwert entscheidend. Da die online Messungen jedoch im Winterhalbjahr durchgeführt wurden, ist ein Vergleich mit dem Jahresminimum von Sauerstoff bzw. dem Jahresmaximum der Temperatur nicht zulässig, die Daten sind hier nur der Vollständigkeit halber aufgeführt. Nitrat, Ammonium, Sauerstoff, Temperatur (und Trübung) wurden online ermittelt (grau unterlegt). Die übrigen Parameter wurden alle sieben bis zehn Tage im Labor bestimmt.

[16] TNb: Total Nitrogen bound, Gesamter gebundener Stickstoff
[17] TOC: Total Organic Carbon, Gesamter organischer Kohlenstoff

Tabelle 3.4-2: Mittel, Minima und Maxima der Stundemittelwerte des Fischbaches in *Rußhütte* vom 14. Oktober 2013 bis 27. März 2014 und Orientierungswerte für den guten chemischen Zustand (Gewässertyp 5.1 [4]) 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_s [mg/l]**	**PO_4-P [mg/l]**	**P_{ges} [mg/l]**	**TOC [mg/l]**
Mittelwert	1,92	0,046	0,063	1,82	0,079	0,103	4,73
Minimum	0,89	0,02	0,001	1,45	0,035	0,052	1,39
Maximum	3,47	0,114	1,36	2,25	0,488	0,857	17,0
Orientierungswert		**0,3**	**0,3**	**3**	**0,07**	**0,1**	**5**
Nitrat-Richtlinie	**11**						
Anzahl Werte (n)	3720	21	3018	21	3020	3020	3005

	Sauerstoff [mg/l]*	**pH- Wert***	**Leitfähigkeit [µS/cm]**	***Temperatur [°C]****
Mittelwert	*10,4*	8,54	1575	*9,74*
Minimum	*2,59*	7,64	534	*4,74*
Maximum	*14,7*	**9,35**	> 2300	*16,4*
Orientierungswert	***> 7***	**6,5 – 8,5**	**< 1000**	***< 20***
Anzahl Werte (n)	3768	3820	3734	3820

* Bei Sauerstoff ist der niedrigste, beim pH-Wert der niedrigste und der höchste und bei der Wassertemperatur der höchste innerhalb des Jahres gemessene Wert als Maßstab zum Vergleich mit den Orientierungswerten heranzuziehen. Für die übrigen Parameter ist der Jahresmittelwert entscheidend. Da die online Messungen jedoch im Winterhalbjahr durchgeführt wurden, ist ein Vergleich mit dem Jahresminimum von Sauerstoff bzw. dem Jahresmaximum der Temperatur nicht sinnvoll, die Daten sind hier nur der Vollständigkeit halber aufgeführt.
Alle Parameter außer Nitrit und TNb wurden online ermittelt (grau unterlegt). Nitrit und TNb wurden alle sieben bis zehn Tage im Labor bestimmt.

Aus der unten stehenden Tabelle lassen sich die Frachten für die einzelnen Substanzen am Standort in *Rußhütte* entnehmen, also in etwa die Mengen, die über den Fischbach in die Saar gelangen. Neben 1,2 t Phosphor und 51 t organischen Kohlenstoff ergibt sich aus Nitrat und Ammonium rein rechnerisch eine Stickstofffracht von etwa 19 t für den Messzeitraum. Hinzu kommt – jedoch in deutlich geringeren Mengen – Stickstoff aus Nitrit und organischen Verbindungen.

Tabelle 3.4-3: Mittel, Minima und Maxima der Stundenmittelwerte der Frachten des Fischbaches in *Rußhütte* vom 14. Oktober 2013 bis 27. März 2014 sowie die Gesamtfracht im Messzeitraum

Fracht	**NO_3-N**	**NH_4-N**	**P_{ges}**	**davon PO_4-P**	**TOC**
Mittelwert	4,6 kg/h	0,17 kg/h	0,3 kg/h	0,22 kg/h	13 kg/h
Minimum	1 kg/h	0,002 kg/h	0,57 kg/h	0,05 kg/h	4,15 kg/h
Maximum	57 kg/h	5,3 kg/h	12,6 kg/h	7,2 kg/h	254 kg/h
Fracht im Messzeitraum[18]	18,3 t	0,68 t	1,2 t	0,87 t	51 t

[18] Um Messausfälle auszugleichen, wurde der jeweilige Mittelwert aller Stundenmittelwerte der Frachten mit der Anzahl der gemessen Stunden multipliziert.

4. Zusammenfassung

Der Fischbach ist vor allem auf Grund der hohen Salzfrachten beeinträchtigt. Die Frage, ab wann sich Salzbelastungen schädlich auf Biozönosen auswirken, wird in Literatur sehr unterschiedlich diskutiert, bei derartig hohen Frachten ist jedoch zumindest mit einer Verschiebung des Artenspektrums zu rechnen.
Hinzu kommen, im mittleren Flussbereich, eine fast permanente Trübung sowie sehr hohe Wassertemperaturen und zeitweise starke Einträge an Ammonium. Diese Phänomene erstrecken sich z.T. noch in Mündungsnähe.
Diese Belastungen stammen aus Einleitungen des Kraftwerkes *Weiher*, der Kläranlage *Quierschied*, der Grube *Camphausen* sowie aus Mischwasserentlastungsanlagen. Auf Grund der typischen kurzzeitigen Schwankungen im 2- bis 3-stündigen Puls konnte die Leitfähigkeit als Indikator für die Einleitungen der Grubenabwässer herangezogen werden, am oberen Standort in Quierschied zeigten auch Temperatur und Trübung diesen Verlauf. Es konnte beobachtet werden, dass sich bei Regen die Gehalte kurzfristig normalisieren, einige Male konnten zudem Verringerungen in der gepumpten Wassermenge festgestellt werden, was auch mit den Aufzeichnungen des Betreibers korrespondierte.
Hingegen konnten die maximalen Ammonium-Einträge nicht sicher auf Kläranlagen- oder Grubenwasser-Einleitungen zurückgeführt werden. Vereinzelt kam es zu Belastungen aus Mischwasserentlastungsbauwerken, durch die neben Ammonium auch große Mengen an Phosphor und TOC in das Gewässer gelangen. Einträge über Oberflächenabfluss konnten dagegen nicht verzeichnet werden. Die Nitratfrachten stammen hauptsächlich aus der Kläranlage, da im Flussverlauf große Teile des Ammonium zu Nitrat oxidiert werden.
Auf Grund der Nährstoff-Belastung muss von einer Eutrophierung des Gewässers ausgegangen werden, worauf auch die im März aufgezeichneten großen Amplituden der Sauerstoff- und pH-Werte hinweisen. Die Stickstoff-Fraktionen sind seit dem Neubau der Kläranlage *Quierschied* allerdings deutlich zurückgegangen.
Die Sauerstoff-Gehalte sind zwar insgesamt etwas niedrig, dennoch bleiben sie überraschenderweise selbst bei Spitzenbelastungen, z.B. durch Einleitungen aus Entlastungsbauwerken, zumindest während der Wintermonate relativ stabil. Im Sommer machen sich die thermischen Einleitungen aus Kraftwerk und Grube sicherlich stärker bemerkbar, so dass in den Sommermonaten häufiger mit Sauerstoff-Defiziten zu rechnen ist. Der langjährige Trend für die Sauerstoffgehalte (2005 bis 2013) nimmt dennoch signifikant zu.

5. Literatur

[1] MINISTERIUM FÜR UMWELT DES SAARLANDES (Hrsg.) in Zusammenarbeit mit dem Landesamt für Umwelt- und Arbeitsschutz: Entwurf des 2. Bewirtschaftungsplans nach Artikel 13 der Richtlinien 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000, Saarbrücken, Dezember 2014

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

[3] GEWÄSSERKUNDLICHES JAHRBUCH, PEGEL FISCHBACH (http://www.saarland.de/40233.htm)

[4] UNIVERSITÄT DES SAARLANDES, LEHRSTUHL FÜR PHYSIKALISCHE GEOGRAPHIE, PROF. DR. ERNST LÖFFLER Gutachten im Rahmen der Bestandserfassung und Risikobewertung zum Vollzug des Art. 5 der WRRL: Ermittlung und Bewertung der Entwicklungsfähigkeit saarländischer Fließgewässer als Grundlage für die Erstellung von Bewirtschaftungsplänen zur Erreichung des guten Zustandes nach Vorgabe der EG-WRRL; Auftraggeber: Ministerium für Umwelt

[5] MINISTERIUM FÜR UMWELT DES SAARLANDES (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

[6] VERORDNUNG ZUM SCHUTZ DER OBERFLÄCHENGEWÄSSER (Oberflächengewässerverordnung – OGewV) vom 20.07.2011

[7] TATZBER, J.: Chlorid – Auswirkung auf Gewässer, Vortag im Rahmen der Umweltberatung Österreich, Oktober 2009

[8] BEISE, J.-N., PELTRE, M.-C., USSEGLIO-POLATERA, P.: Einfluss der Salzbelastung auf die aquatische Biozönose der Mosel; Bericht des Labors LIEBE im Auftrag der IKSMS, Metz 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 sowie Methoden und Messbereiche der verwendeten Online-Messgeräte

Parameter	**Messbereich**	**Messprinzip**
pH-Wert	2 – 14	elektrochemisch
Sauerstoff gelöst (O_2)	0 – 20 mg/l	optisch (Lumineszenz)
Leitfähigkeit	0 - 4000 µS/cm	elektrochem./konduktometrisch
Wassertemperatur	0 – 50°C	
Nitrat (NO_3 bzw. NO_x-N)	0,1 – 100 mg/l	direkte Absorption (UV-Bereich)
Ammonium als NH_4-N	0,02 – 2 mg/l	photometrisch
Ammonium als NH4-N	0,02 – 5 mg/l	GSE (Gas-sensitive Elektrode)
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
Chlorophyll a von Grünalgen, Blaualgen, Diatomeen und Cryptophyceen sowie Kompensationsmessung der Gelbstoffe	0 – 100 µg/l	Fluoreszenz bei Anregung 450 nm, 525 nm, 570 nm, 590 nm und 610 nm Absorption bei 370 nm

Tabelle 6-2: Mittelwerte, Minima und Maxima der monatlichem Beprobungen des LUA in *Rußhütte* von März 2005 bis Dezember 2013

	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	2,11	0,084	0,458	2,70	0,086	0,113	5,1
Minimum	0,841	0,004	0,026	1,00	0,010	0,010	2,7
Maximum	6,55	0,628	5,11	9,90	0,270	0,670	9,9

	Sauerstoff [mg/l]	**pH- Wert**	**Leitfähigkeit [µS/cm]**	**Temperatur [°C]**
Mittelwert	9,60	7,91	1990	11,9
Minimum	4,20	7,45	590	1,5
Maximum	13,3	8,36	4460	23,6

Tabelle 6-3: Mittelwerte der Online-Messungen im Sommerhalbjahr 2013 im Vergleich mit den Werten der Bestandsaufnahme des Rohrbaches aus dem Jahr 2006* (Quelle: [8]) sowie den Werten aus dem Operativen Messprogramm des Jahres 2012* (Quelle: MUV) am Standort *Rußhütte* Kindergarten

	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 Online	1,92	0,056	0,063	1,92	0,079	0,103	4,73
Bestandsaufnahme 2006	2,77	1,15	1,75	4,78	0,15	0,16	7,08
Operative Überwachung 2013	1,74	0,052	0,112	2,04	-	0,118	4,67

	Sauerstoff [mg/l]*	**pH- Wert**	**Leitfähigkeit [µS/cm]**	***Temperatur [°C]****
Werte Online*	*2,59*	7,64 – 9,35	1575	*16,4*
Bestandsaufnahme 2006	4,2	6,55 – 7,85	2330	17,6
Operative Überwachung 2013	7,75	7,7 – 8,25	1907	23,6

* Bei Sauerstoff ist der niedrigste, beim pH-Wert der niedrigste und der höchste und bei der Wassertemperatur der höchste innerhalb des Jahres gemessene Wert als Maßstab zum Vergleich mit den Orientierungswerten heranzuziehen. Für die übrigen Parameter ist der Jahresmittelwert entscheidend. Da die online Messungen jedoch im Winterhalbjahr durchgeführt wurden, ist ein Vergleich mit dem Jahresminimum von Sauerstoff bzw. dem Jahresmaximum der Temperatur nicht zulässig, die Daten sind hier nur der Vollständigkeit halber aufgeführt.

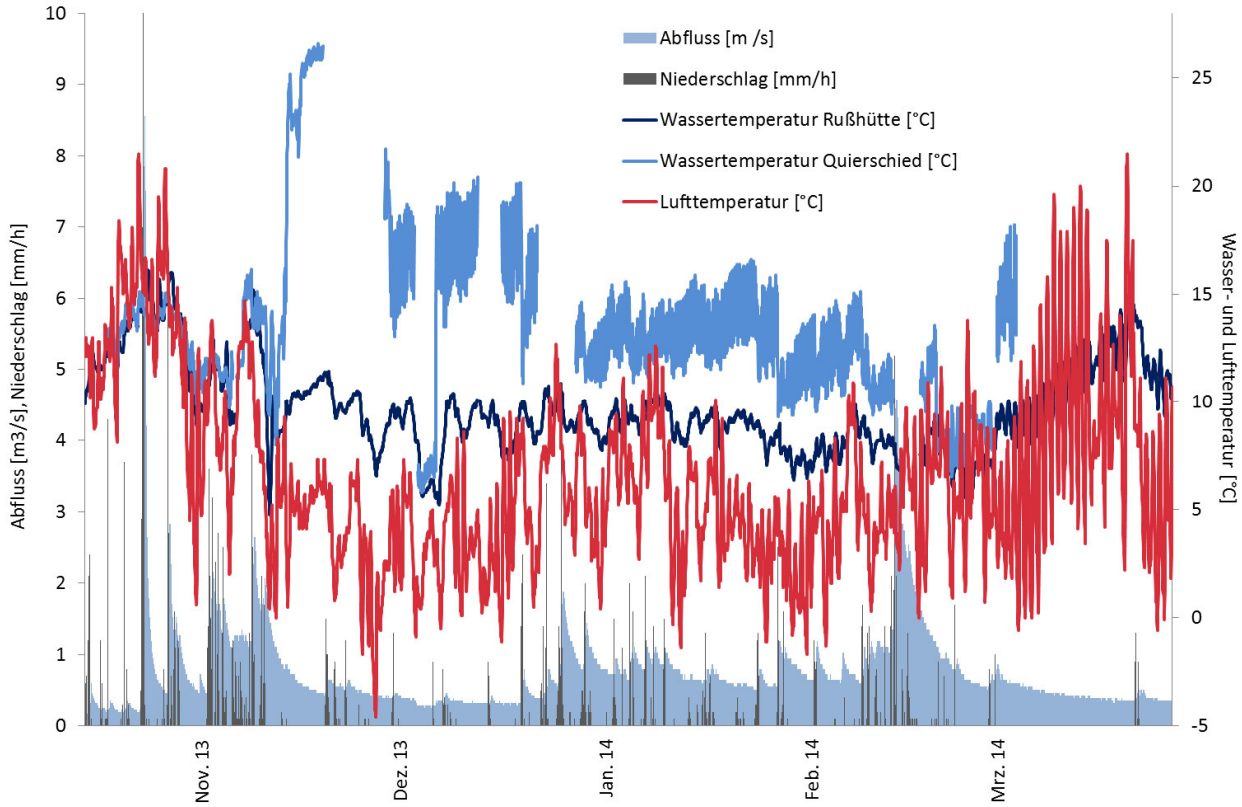


Abbildung 6-2: Wassertemperatur (Messstationen *Rußhütte* und *Quierschied*), Abfluss (Pegel *Rußhütte*) sowie Niederschläge und Lufttemperatur (Wetterstation *Quierschied*) über den gesamten Messzeitraum

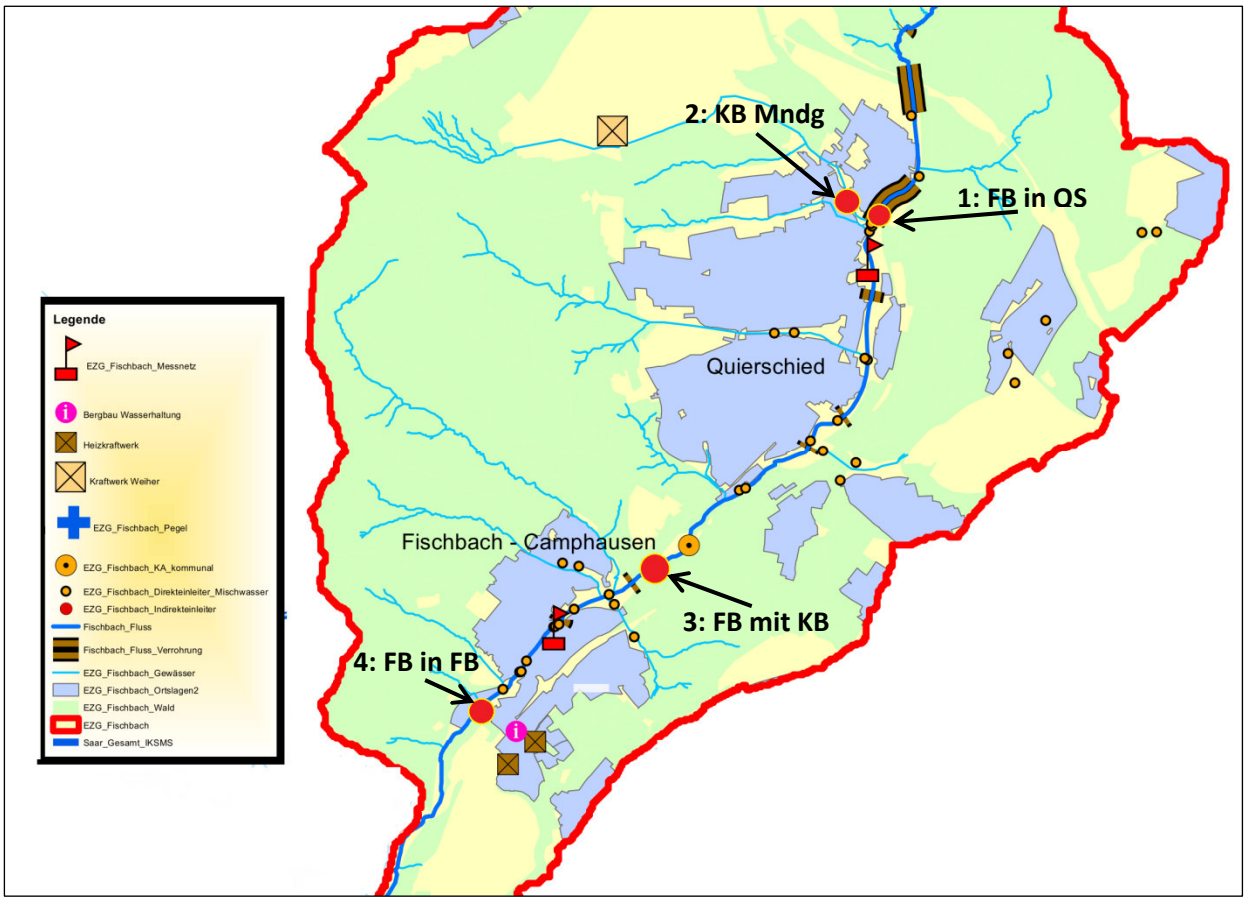


Abbildung 6-3: Standorte der manuellen Beprobung im August 2014

Datenblatt Umweltziele / Bewirtschaftungsziele

Stand 31.12.2006

Gewässer	Fischbach	Überwachungsart	
Überwachungsstelle	SB Rußhütte (Ch.), Fischbach (Biol.)	operativ	Überblick
OWK-Nr:	III-4.1, 4.2, 4.3	ja (Ch.)	nein
Gewässertyp	5.1	**teilweise HMWB (III-4.1)**	
MSt.Nr.	1545 (Ch.), 1544 (Biol.)		
Abfluss MQ m³/s	0,864		

Prioritäre und prioritär gefährliche Stoffe	Einheit	Umwelt-qualitätsnorm	Istzustand	Problem [2]
Nickel	µg/l MW	20 [1]	7,5	
Blei	µg/l MW	7,2 [1]	0,98	
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]	LAWA [3]	UmsVO [3]
Ammonium	mg/l MW	0,4	2,24		RAKON	
Orthophosphat als Phosphor	mg/l MW	0,07	0,15		RAKON	
Phosphor gesamt	mg/l MW	0,1	0,16		RAKON	
Nitrit [4]	mg/l MW	0,3 (0,03)	1,15			
Nitrat	mg/l MW	11 (50 [5])	12,25			
Gesamtstickstoff	mg/l MW	3	4,78			
Leitfähigkeit	µS/cm Max	1000	2330			
Chlorid	mg/l MW	200	456,25		RAKON	
BSB 5	mg/l MW	4	10,50		RAKON	
TOC	mg/l MW	5 (7 [6])	7,08		RAKON	
O2	mg/l Min	7	4,2		RAKON	
Temperatur	°C Max	20,0	17,6		RAKON	
pH-Wert	Min-Max	6,5 - 8,5	6,55-7,85		RAKON	

Biologische Parameter		Umweltziel	Istzustand	Bemerkung
Fischzonierung		SA-MR	-	
Vorkommen von Groppe / gemeine Flussmuschel / Bachneunauge		FFH ja/nein/nein	nein/nein/nein	
Fische		II	V	*2007*
Makrozoobenthos		II	V	*Ex*
Phytoplankton		-	-	
Hydromorphologische Parameter		**Umweltziel**	**Istzustand**	**Bemerkung**
GEF	III-4.1	II	V	HMWB
	III-4.2	II	III	
	III-4.3	II	III	
Durchgängigkeit	III-4.1	*[7]	III[8]	
	III-4.2	*[7]	III[8]	
	III-4.3	*[7]	III[8]	
relevante Richtlinien		**Umweltziel**	**Istzustand**	**Problem**
Kommunalabwasserrichtlinie	III-4.1	eingehalten	eingehalten	
	III-4.2	eingehalten	nicht eingehalten	
	III-4.3	eingehalten	nicht eingehalten	
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 Stubstanz 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 - "schlechte" Rahmenbedingungen*

[9] *Gewässergüte-Saprobiensystem*

[10] *Daten 2007 erhoben*

Abbildung 6-4: Datenblatt Umweltziele / Bewirtschaftungsziele für den Fischbach (Quelle: [5]

Test auf Normalverteilung

Hinweise

Eingabedaten

Deskriptive Statistik

	N-Analyse	N fehlend	Mittelwert	Standardabweichung	SE des Mittelwerts
Chlorid-Ion Cl1- [mg/l]	8	1	347,98312	157,76593	55,77868

Test auf Normalverteilung

Shapiro-Wilk

	DF	Statistik	p-Wert	Entscheidung bei Niveau(5%)
Chlorid-Ion Cl1- [mg/l]	8	0,88263	0,19951	Normalverteilung kann nicht zur ückgewiesen werden.

Chlorid-Ion Cl1- [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 Chlorid (Mediane der Jahre 2005und 2006 sowie 2008 bis 2013) (manuelle Beprobung durch das LUA in *Rußhütte*) (OriginPro 9.1)

Test auf Normalverteilung

Hinweise

Eingabedaten

Deskriptive Statistik

	N-Analyse	N fehlend	Mittelwert	Standardabweichung	SE des Mittelwerts
Leitfähigkeit [µS/cm]	8	1	1929,5	559	197,63635

Test auf Normalverteilung

Shapiro-Wilk

	DF	Statistik	p-Wert	Entscheidung bei Niveau(5%)
Leitfähigkeit [µS/cm]	8	0,86048	0,12142	Normalverteilung kann nicht zur ückgewiesen werden.

Leitfähigkeit [µS/cm]: 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 Leitfähigkeit (Mediane der Jahre 2005und 2006 sowie 2008 bis 2013) (manuelle Beprobung durch das LUA in *Rußhütte*) (OriginPro 9.1)

Test auf Normalverteilung

Hinweise

Eingabedaten

Deskriptive Statistik

	N-Analyse	N fehlend	Mittelwert	Standardabweichung	SE des Mittelwerts
Sauerstoff [mg/l]	8	1	8,88375	1,40796	0,49779

Test auf Normalverteilung

Shapiro-Wilk

	DF	Statistik	p-Wert	Entscheidung bei Niveau(5%)
Sauerstoff [mg/l]	8	0,85316	0,10255	Normalverteilung kann nicht zur ückgewiesen werden.

Sauerstoff [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 Sauerstoff (Mediane der Jahre 2005und 2006 sowie 2008 bis 2013) (manuelle Beprobung durch das LUA in Rußhütte) (OriginPro 9.1)

Test auf Normalverteilung

Hinweise

Eingabedaten

Deskriptive Statistik

	N-Analyse	N fehlend	Mittelwert	Standardabweichung	SE des Mittelwerts
Ortho-Phosphat-P [mg/l]	7	2	0,08929	0,02684	0,01014

Test auf Normalverteilung

Shapiro-Wilk

	DF	Statistik	p-Wert	Entscheidung bei Niveau(5%)
Ortho-Phosphat-P [mg/l]	7	0,90298	0,34941	Normalverteilung kann nicht zur ückgewiesen werden.

Ortho-Phosphat-P [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 ortho-Phopshat-P (Mediane der Jahre 2005und 2006 sowie 2008 bis 2013) (manuelle Beprobung durch das LUA in Rußhütte) (OriginPro 9.1)

Test auf Normalverteilung

Hinweise

Eingabedaten

Deskriptive Statistik

	N-Analyse	N fehlend	Mittelwert	Standardabweichung	SE des Mittelwerts
Gesamt-P [mg/l]	8	1	0,09813	0,02815	0,00995

Test auf Normalverteilung

Shapiro-Wilk

	DF	Statistik	p-Wert	Entscheidung bei Niveau(5%)
Gesamt-P [mg/l]	8	0,94683	0,67925	Normalverteilung kann nicht zur ückgewiesen werden.

Gesamt-P [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 Jahre 2005und 2006 sowie 2008 bis 2013) (manuelle Beprobung durch das LUA in *Rußhütte*) (OriginPro 9.1)

Test auf Normalverteilung

Hinweise

Eingabedaten

Deskriptive Statistik

	N-Analyse	N fehlend	Mittelwert	Standardabweichung	SE des Mittelwerts
pH-Wert	8	1	7,8975	0,17726	0,06267

Test auf Normalverteilung

Shapiro-Wilk

	DF	Statistik	p-Wert	Entscheidung bei Niveau(5%)
pH-Wert	8	0,90348	0,31042	Normalverteilung kann nicht zur ückgewiesen werden.

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

Abbildung 6-5f: positives Ergebnis des Tests auf Normalverteilung (Shapiro-Wilk) des pH-Wertes (Mediane der Jahre 2005und 2006 sowie 2008 bis 2013) (manuelle Beprobung durch das LUA in Rußhütte) (OriginPro 9.1)

Test auf Normalverteilung

Hinweise

Eingabedaten

Deskriptive Statistik

	N-Analyse	N fehlend	Mittelwert	Standardabweichung	SE des Mittelwerts
TOC [mg/l]	8	1	5,5	1,38796	0,49072

Test auf Normalverteilung

Shapiro-Wilk

	DF	Statistik	p-Wert	Entscheidung bei Niveau(5%)
TOC [mg/l]	8	0,87498	0,16852	Normalverteilung kann nicht zur ückgewiesen werden.

TOC [mg/l]: 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 TOC (Mediane der Jahre 2005und 2006 sowie 2008 bis 2013) (manuelle Beprobung durch das LUA in *Rußhütte*) (OriginPro 9.1)

Test auf Normalverteilung

Hinweise

Eingabedaten

Deskriptive Statistik

	N-Analyse	N fehlend	Mittelwert	Standardabweichung	SE des Mittelwerts
Wassertemperatur [°C]	8	1	12,03125	2,44831	0,86561

Test auf Normalverteilung

Shapiro-Wilk

	DF	Statistik	p-Wert	Entscheidung bei Niveau(5%)
Wassertemperatur [°C]	8	0,95224	0,73379	Normalverteilung kann nicht zur ückgewiesen werden.

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

Abbildung 6-5h: positives Ergebnis des Tests auf Normalverteilung (Shapiro-Wilk) der Temperatur (Mediane der Jahre 2005und 2006 sowie 2008 bis 2013) (manuelle Beprobung durch das LUA in *Rußhütte*) (OriginPro 9.1)

Test auf Normalverteilung

Hinweise

Eingabedaten

Deskriptive Statistik

	N-Analyse	N fehlend	Mittelwert	Standardabweichung	SE des Mittelwerts
Sulfat [mg/l]	8	1	309,05625	52,60134	18,59738

Test auf Normalverteilung

Shapiro-Wilk

	DF	Statistik	p-Wert	Entscheidung bei Niveau(5%)
Sulfat [mg/l]	8	0,91008	0,35465	Normalverteilung kann nicht zur ückgewiesen werden.

Sulfat [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 Sulfat (Mediane der Jahre 2005und 2006 sowie 2008 bis 2013) (manuelle Beprobung durch das LUA in *Rußhütte*) (OriginPro 9.1)

Test auf Normalverteilung

Hinweise

Eingabedaten

Deskriptive Statistik

	N-Analyse	N fehlend	Mittelwert	Standardabweichung	SE des Mittelwerts
Gesamt-N [mg/l]	8	1	3,15	1,85106	0,65445

Test auf Normalverteilung

Shapiro-Wilk

	DF	Statistik	p-Wert	Entscheidung bei Niveau(5%)
Gesamt-N [mg/l]	8	0,65526	6,95677E-4	Normalverteilung zurückweisen

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

Abbildung 6-6a: negatives Ergebnis des Tests auf Normalverteilung (Shapiro-Wilk) von TNb (Mediane der Jahre 2005und 2006 sowie 2008 bis 2013) (manuelle Beprobung durch das LUA in Rußhütte) (OriginPro 9.1)

Test auf Normalverteilung

Hinweise

Eingabedaten

Deskriptive Statistik

	N-Analyse	N fehlend	Mittelwert	Standardabweichung	SE des Mittelwerts
Ammonium-N [mg/l]	8	1	0,658	1,22707	0,43384

Test auf Normalverteilung

Shapiro-Wilk

	DF	Statistik	p-Wert	Entscheidung bei Niveau(5%)
Ammonium-N [mg/l]	8	0,56083	5,50165E-5	Normalverteilung zurückweisen

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

Abbildung 6-6b: negatives Ergebnis des Tests auf Normalverteilung (Shapiro-Wilk) von Ammonium-N (Mediane der Jahre 2005und 2006 sowie 2008 bis 2013) (manuelle Beprobung durch das LUA in *Rußhütte*) (OriginPro 9.1)

Test auf Normalverteilung

Hinweise

Eingabedaten

Deskriptive Statistik

	N-Analyse	N fehlend	Mittelwert	Standardabweichung	SE des Mittelwerts
Nitrat-N [mg/l]	8	1	2,35035	0,99252	0,35091

Test auf Normalverteilung

Shapiro-Wilk

	DF	Statistik	p-Wert	Entscheidung bei Niveau(5%)
Nitrat-N [mg/l]	8	0,73684	0,00584	Normalverteilung zurückweisen

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

Abbildung 6-6c: negatives Ergebnis des Tests auf Normalverteilung (Shapiro-Wilk) von Nitrat-N (Mediane der Jahre 2005und 2006 sowie 2008 bis 2013) (manuelle Beprobung durch das LUA in *Rußhütte*) (OriginPro 9.1)

Test auf Normalverteilung

Hinweise

Eingabedaten

Deskriptive Statistik

	N-Analyse	N fehlend	Mittelwert	Standardabweichung	SE des Mittelwerts
Nitrit-N [mg/l]	8	1	0,116	0,13023	0,04604

Test auf Normalverteilung

Shapiro-Wilk

	DF	Statistik	p-Wert	Entscheidung bei Niveau(5%)
Nitrit-N [mg/l]	8	0,71683	0,00349	Normalverteilung zurückweisen

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

Abbildung 6-6d: negatives Ergebnis des Tests auf Normalverteilung (Shapiro-Wilk) von Nitrit-N (Mediane der Jahre 2005 und 2006 sowie 2008 bis 2013) (manuelle Beprobung durch das LUA in *Rußhütte*) (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	-103,06378	24,78852
	Steigung	0,05523	0,01234

Einige Eingabedatenpunkte fehlen.

Statistik

	pH-Wert
Anzahl der Punkte	8
Freiheitsgrade	6
Fehler der Summe der Quadrate	0,05068
Pearson R	0,87725
Kor. R-Quadrat	0,73116

Zusammenfassung

	Schnittpunkt mit der Y-Achse		Steigung		Statistik
	Wert	Standardfehler	Wert	Standardfehler	Kor. R-Quadrat
pH-Wert	-103,06378	24,78852	0,05523	0,01234	0,73116

ANOVA

		DF	Summe der Quadrate	Mittelwert der Quadrate	F-Wert	Wahrs.>F
pH-Wert	Modell	1	0,16927	0,16927	20,03745	0,00421
	Fehler	6	0,05068	0,00845		
	Gesamt	7	0,21995			

pH-Wert: Auf einem Niveau von 0,05 unterscheidet sich die Steigung signifikant von Null.

Abbildung 6-7a: positives Ergebnis des Trend-Tests (Lineare Regression) des pH-Wertes (Mediane der Jahre 2005 und 2006 sowie 2008 bis 2013) (manuelle Beprobung durch das LUA in *Rußhütte*) (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	-734,99128	275,68904
	Steigung	0,37023	0,13721

Einige Eingabedatenpunkte fehlen.

Statistik

	Sauerstoff [mg/l]
Anzahl der Punkte	8
Freiheitsgrade	6
Fehler der Summe der Quadrate	6,26923
Pearson R	0,74041
Kor. R-Quadrat	0,47291

Zusammenfassung

	Schnittpunkt mit der Y-Achse		Steigung		Statistik
	Wert	Standardfehler	Wert	Standardfehler	Kor. R-Quadrat
Sauerstoff [mg/l]	-734,99128	275,68904	0,37023	0,13721	0,47291

ANOVA

		DF	Summe der Quadrate	Mittelwert der Quadrate	F-Wert	Wahrs.>F
Sauerstoff [mg/l]	Modell	1	7,6072	7,6072	7,28051	0,03566
	Fehler	6	6,26923	1,04487		
	Gesamt	7	13,87644			

Sauerstoff [mg/l]: Auf einem Niveau von 0,05 unterscheidet sich die Steigung signifikant von Null.

Abbildung 6-7b: positives Ergebnis des Trend-Tests (Lineare Regression) von Sauerstoff (Mediane der Jahre 2005 und 2006 sowie 2008 bis 2013) (manuelle Beprobung durch das LUA in *Rußhütte*) (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	959,44122	108,70369
	Steigung	-0,47477	0,0541

Einige Eingabedatenpunkte fehlen.

Statistik

	TOC [mg/l]
Anzahl der Punkte	8
Freiheitsgrade	6
Fehler der Summe der Quadrate	0,97468
Pearson R	-0,96318
Kor. R-Quadrat	0,91567

Zusammenfassung

	Schnittpunkt mit der Y-Achse		Steigung		Statistik
	Wert	Standardfehler	Wert	Standardfehler	Kor. R-Quadrat
TOC [mg/l]	959,44122	108,70369	-0,47477	0,0541	0,91567

ANOVA

		DF	Summe der Quadrate	Mittelwert der Quadrate	F-Wert	Wahrs.>F
TOC [mg/l]	Modell	1	12,51032	12,51032	77,01146	1,21347E-4
	Fehler	6	0,97468	0,16245		
	Gesamt	7	13,485			

TOC [mg/l]: Auf einem Niveau von 0,05 unterscheidet sich die Steigung signifikant von Null.

Abbildung 6-7c: positives Ergebnis des Trend-Tests (Lineare Regression) von TOC (Mediane der Jahre 2005 und 2006 sowie 2008 bis 2013) (manuelle Beprobung durch das LUA in *Rußhütte*) (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
Chlorid-Ion Cl1- [mg/l]	Schnittpunkt mit der Y-Achse	19534,37473	45287,02584
	Steigung	-9,54903	22,53925

Einige Eingabedatenpunkte fehlen.

Statistik

	Chlorid-Ion Cl1- [mg/l]
Anzahl der Punkte	8
Freiheitsgrade	6
Fehler der Summe der Quadrate	169169,91577
Pearson R	-0,17043
Kor. R-Quadrat	-0,13278

Zusammenfassung

	Schnittpunkt mit der Y-Achse		Steigung		Statistik
	Wert	Standardfehler	Wert	Standardfehler	Kor. R-Quadrat
Chlorid-Ion Cl1- [mg/l]	19534,37473	45287,02584	-9,54903	22,53925	-0,13278

ANOVA

		DF	Summe der Quadrate	Mittelwert der Quadrate	F-Wert	Wahrs.>F
Chlorid-Ion Cl1- [mg/l]	Modell	1	5060,71218	5060,71218	0,17949	0,68658
	Fehler	6	169169,91577	28194,98596		
	Gesamt	7	174230,62795			

Chlorid-Ion Cl1- [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 Chlorid (Mediane der Jahre 2005 und 2006 sowie 2008 bis 2013) (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 [µS/cm]	Schnittpunkt mit der Y-Achse	41064,62162	162058,83807
	Steigung	-19,47748	80,65631

Einige Eingabedatenpunkte fehlen.

Statistik

	Leitfähigkeit [µS/cm]
Anzahl der Punkte	8
Freiheitsgrade	6
Fehler der Summe der Quadrate	2,16631E6
Pearson R	-0,09811
Kor. R-Quadrat	-0,15544

Zusammenfassung

	Schnittpunkt mit der Y-Achse		Steigung		Statistik
	Wert	Standardfehler	Wert	Standardfehler	Kor. R-Quadrat
Leitfähigkeit [µS/cm]	41064,62162	162058,83807	-19,47748	80,65631	-0,15544

ANOVA

		DF	Summe der Quadrate	Mittelwert der Quadrate	F-Wert	Wahrs.>F
Leitfähigkeit [µS/cm]	Modell	1	21055,15315	21055,15315	0,05832	0,81722
	Fehler	6	2,16631E6	361051,97447		
	Gesamt	7	2,18737E6			

Leitfähigkeit [µS/cm]: 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 Leitfähigkeit (Mediane der Jahre 2005 und 2006 sowie 2008 bis 2013) (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	12,64375	7,5448
	Steigung	-0,00625	0,00376

Einige Eingabedatenpunkte fehlen.

Statistik

	Ortho-Phosphat-P [mg/l]
Anzahl der Punkte	7
Freiheitsgrade	5
Fehler der Summe der Quadrate	0,00278
Pearson R	-0,597
Kor. R-Quadrat	0,22769

Zusammenfassung

	Schnittpunkt mit der Y-Achse		Steigung		Statistik
	Wert	Standardfehler	Wert	Standardfehler	Kor. R-Quadrat
Ortho-Phosphat-P [mg/l]	12,64375	7,5448	-0,00625	0,00376	0,22769

ANOVA

		DF	Summe der Quadrate	Mittelwert der Quadrate	F-Wert	Wahrs.>F
Ortho-Phosphat-P [mg/l]	Modell	1	0,00154	0,00154	2,76886	0,157
	Fehler	5	0,00278	5,5625E-4		
	Gesamt	6	0,00432			

Ortho-Phosphat-P [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 ortho-Phosphat-P (Mediane der Jahre 2005 und 2006 sowie 2008 bis 2013) (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-P [mg/l]	Schnittpunkt mit der Y-Achse	4,12568	8,03389
	Steigung	-0,002	0,004

Einige Eingabedatenpunkte fehlen.

Statistik

	Gesamt-P [mg/l]
Anzahl der Punkte	8
Freiheitsgrade	6
Fehler der Summe der Quadrate	0,00532
Pearson R	-0,20051
Kor. R-Quadrat	-0,11976

Zusammenfassung

	Schnittpunkt mit der Y-Achse		Steigung		Statistik
	Wert	Standardfehler	Wert	Standardfehler	Kor. R-Quadrat
Gesamt-P [mg/l]	4,12568	8,03389	-0,002	0,004	-0,11976

ANOVA

		DF	Summe der Quadrate	Mittelwert der Quadrate	F-Wert	Wahrs.>F
Gesamt-P [mg/l]	Modell	1	2,23001E-4	2,23001E-4	0,25132	0,634
	Fehler	6	0,00532	8,87312E-4		
	Gesamt	7	0,00555			

Gesamt-P [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 Gesamt-Phopshor (Mediane der Jahre 2005 und 2006 sowie 2008 bis 2013) (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
Sulfat [mg/l]	Schnittpunkt mit der Y-Achse	3175,67676	15278,75007
	Steigung	-1,42671	7,6042

Einige Eingabedatenpunkte fehlen.

Statistik

	Sulfat [mg/l]
Anzahl der Punkte	8
Freiheitsgrade	6
Fehler der Summe der Quadrate	19255,33979
Pearson R	-0,07637
Kor. R-Quadrat	-0,15986

Zusammenfassung

	Schnittpunkt mit der Y-Achse		Steigung		Statistik
	Wert	Standardfehler	Wert	Standardfehler	Kor. R-Quadrat
Sulfat [mg/l]	3175,67676	15278,75007	-1,42671	7,6042	-0,15986

ANOVA

		DF	Summe der Quadrate	Mittelwert der Quadrate	F-Wert	Wahrs.>F
Sulfat [mg/l]	Modell	1	112,9706	112,9706	0,0352	0,85736
	Fehler	6	19255,33979	3209,2233		
	Gesamt	7	19368,31039			

Sulfat [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 Sulfat (Mediane der Jahre 2005 und 2006 sowie 2008 bis 2013) (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
Wassertemperatur [°C]	Schnittpunkt mit der Y-Achse	-1162,29392	528,06608
	Steigung	0,58446	0,26282

Einige Eingabedatenpunkte fehlen.

Statistik

	Wassertemperatur [°C]
Anzahl der Punkte	8
Freiheitsgrade	6
Fehler der Summe der Quadrate	23,00128
Pearson R	0,67218
Kor. R-Quadrat	0,36046

Zusammenfassung

	Schnittpunkt mit der Y-Achse		Steigung		Statistik
	Wert	Standardfehler	Wert	Standardfehler	Kor. R-Quadrat
Wassertemperatur [°C]	-1162,29392	528,06608	0,58446	0,26282	0,36046

ANOVA

		DF	Summe der Quadrate	Mittelwert der Quadrate	F-Wert	Wahrs.>F
Wassertemperatur [°C]	Modell	1	18,9584	18,9584	4,94539	0,06784
	Fehler	6	23,00128	3,83355		
	Gesamt	7	41,95969			

Wassertemperatur [°C]: Bei dem Niveau von 0,05 weicht die Steigung NICHT signifikant von Null ab.

Abbildung 6-8f: negatives Ergebnis des Trend-Tests (Lineare Regression) der Temperatur (Mediane der Jahre 2005 und 2006 sowie 2008 bis 2013) (manuelle Beprobung durch das LUA in Rußhütte) (OriginPro 9.1)

Gesamt-Stickstoff [mg/l]	Jahr	2005	2006	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Summe
Jahr	Median	**7,50**	**3,85**	**2,50**	**2,70**	**2,15**	**2,30**	**2,20**	**2,00**	
2005	**7,50**	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	**-7**
2006	**3,85**		0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	**-6**
2008	**2,50**			0	1	-1	-1	-1	-1	**-3**
2009	**2,70**				0	-1	-1	-1	-1	**-4**
2010	**2,15**					0	1	1	-1	**1**
2011	**2,30**						0	-1	-1	**-2**
2012	**2,20**							0	-1	**-1**
2013	**2,00**								0	**0**

S	**-22**
n	**8**
p	**0,028**

Abbildung 6-9a: positives Ergebnis des Trend-Tests (Mann-Kendall) von TNb (Mediane der Jahre 2005 und 2006 sowie 2008 bis 2013)

Nitrat-N [mg/l]	Jahr	2005	2006	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Summe
Jahr	Median	**4,63**	**2,71**	**2,29**	**2,24**	**1,60**	**1,79**	**1,73**	**1,81**	
2005	**4,63**	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	**-7**
2006	**2,71**		0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	**-6**
2008	**2,29**			0	-1	-1	-1	-1	-1	**-5**
2009	**2,24**				0	-1	-1	-1	-1	**-4**
2010	**1,60**					0	1	1	1	**3**
2011	**1,79**						0	-1	1	**0**
2012	**1,73**							0	1	**1**
2013	**1,81**								0	**0**

S	**-18**
n	**8**
p	**0,016**

Abbildung 6-9b: positives Ergebnis des Trend-Tests (Mann-Kendall) von Nitrat-N (Mediane der Jahre 2005 und 2006 sowie 2008 bis 2013)

Ammonium-N [mg/l]	Jahr	2005	2006	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Summe
Jahr	Median	**3,609**	**0,938**	**0,208**	**0,101**	**0,141**	**0,112**	**0,070**	**0,085**	
2005	**3,609**	0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	**-7**
2006	**0,938**		0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	**-6**
2008	**0,208**			0	-1	-1	-1	-1	-1	**-5**
2009	**0,101**				0	1	1	-1	-1	**0**
2010	**0,141**					0	-1	-1	-1	**-3**
2011	**0,112**						0	-1	-1	**-2**
2012	**0,070**							0	1	**1**
2013	**0,085**								0	**0**

S	**-22**
n	**8**
p	**0,028**

Abbildung 6-9c: positives Ergebnis des Trend-Tests (Mann-Kendall) von Ammonium-N (Mediane der Jahre 2005 und 2006 sowie 2008 bis 2013) (manuelle Beprobung durch das LUA in Rußhütte)

Nitrit-N [mg/l]	Jahr	2005	2006	2008	2009	2010	2011	2012	2013	Summe
Jahr	Median	**0,293**	**0,350**	**0,108**	**0,046**	**0,039**	**0,034**	**0,027**	**0,031**	
2005	**0,293**	0	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	**-5**
2006	**0,350**		0	-1	-1	-1	-1	-1	-1	**-6**
2008	**0,108**			0	-1	-1	-1	-1	-1	**-5**
2009	**0,046**				0	-1	-1	-1	-1	**-4**
2010	**0,039**					0	-1	-1	-1	**-3**
2011	**0,034**						0	-1	-1	**-2**
2012	**0,027**							0	1	**1**
2013	**0,031**								0	**0**

S	**-24**
n	**8**
p	**0,0087**

Abbildung 6-9d: positives Ergebnis des Trend-Tests (Mann-Kendall) von Nitrit-N (Mediane der Jahre 2005 und 2006 sowie 2008 bis 2013) (manuelle Beprobung durch das LUA in *Rußhütte*)

Test auf Normalverteilung

Hinweise

Eingabedaten

Deskriptive Statistik

	N-Analyse	N fehlend	Mittelwert	Standardabweichung	SE des Mittelwerts
Chrom Cr [µg/l]	7	2	1,16571	0,51371	0,19416

Test auf Normalverteilung

Shapiro-Wilk

	DF	Statistik	p-Wert	Entscheidung bei Niveau(5%)
Chrom Cr [µg/l]	7	0,83306	0,08554	Normalverteilung kann nicht zur ückgewiesen werden.

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

Abbildung 6-10a: positives Ergebnis des Tests auf Normalverteilung (Shapiro-Wilk) von Chrom (Mediane der Jahre 2005und 2006 sowie 2008 bis 2013) (manuelle Beprobung durch das LUA in *Rußhütte*) (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
Chrom Cr [µg/l]	Schnittpunkt mit der Y-Achse	-350,31217	109,50541
	Steigung	0,17488	0,05448

Einige Eingabedatenpunkte fehlen.

Statistik

	Chrom Cr [µg/l]
Anzahl der Punkte	7
Freiheitsgrade	5
Fehler der Summe der Quadrate	0,51737
Pearson R	0,82052
Kor. R-Quadrat	0,6079

Zusammenfassung

	Schnittpunkt mit der Y-Achse		Steigung		Statistik
	Wert	Standardfehler	Wert	Standardfehler	Kor. R-Quadrat
Chrom Cr [µg/l]	-350,31217	109,50541	0,17488	0,05448	0,6079

ANOVA

		DF	Summe der Quadrate	Mittelwert der Quadrate	F-Wert	Wahrs.>F
Chrom Cr [µg/l]	Modell	1	1,066	1,066	10,30209	0,02374
	Fehler	5	0,51737	0,10347		
	Gesamt	6	1,58337			

Chrom Cr [µg/l]: Auf einem Niveau von 0,05 unterscheidet sich die Steigung signifikant von Null.

Abbildung 6-10b: positives Ergebnis des Trend-Tests (Lineare Regression) von Chrom (Mediane der Jahre 2005 und 2006 sowie 2008 bis 2013) (manuelle Beprobung durch das LUA in *Rußhütte*) (OriginPro 9.1)

Test auf Normalverteilung

Hinweise

Eingabedaten

	Daten	Bereich
Daten	[Book1]Sheet1!C6"Blei Pb [µg/l]"	[1*:9*]

Deskriptive Statistik

Test auf Normalverteilung

Shapiro-Wilk

	DF	Statistik	p-Wert	Entscheidung bei Niveau(5%)
Blei Pb [µg/l]	7	0,76783	0,01941	Normalverteilung zurückweisen

Blei Pb [µg/l]: Beim Niveau 0.05 wurden die Daten NICHT signifikant aus einer normalverteilten Grundgesamtheit gezogen.

Abbildung 6-10c: negatives Ergebnis des Tests auf Normalverteilung (Shapiro-Wilk) von Blei (Mediane der Jahre 2005und 2006 sowie 2008 bis 2013) (manuelle Beprobung durch das LUA in *Rußhütte*) (OriginPro 9.1)