Überwachung von „at risk“-Gewässern im Saarland in einem online-Monitoring Programm

5. Bericht, Januar 2010
Einzugsgebiete Köllerbach und Todbach sowie Blies in Ingweiler

Dr. Christina Klein, Dipl. Geogr. Angelika Meyer, Prof. Dr. Horst P. Beck

Universität des Saarlandes

Institut für Anorganische und Analytische Chemie

Postfach 15 11 50

66041 Saarbrücken

Tel.: 0681-302-4230

www.gewässer-monitoring.de

INHALT

1. EINLEITUNG 1

2. GRUNDLAGEN 2

3. ERGEBNISSE 4

3.1 Todbach 4

3.2 Köllerbach 16

3.3 Blies in Ingweiler 28

4. AUSBLICK 36

Abbildungen auf dem Titelblatt:

Oben: Blies in *St. Wendel* mit Trübungseintrag des Todbaches (links) und zugefrorener Todbach im Januar 2009 am Messstandort in *St. Wendel* (rechts)

Unten: große Messstation

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

Herrn Walter Köppen vom Ministerium für Umwelt, Energie und Verkehr
Herrn Bernd Kammer, Herrn Dr. Stefan Schmidt und Herrn Dr. Hans Rainer Kirn und
Herrn Ralf Franzen vom Landesamt für Umwelt - und Arbeitsschutz,
Herrn Pöbl, Herrn Sänger und Herrn Freichel vom
Landesamt für Umwelt- und Arbeitsschutz,
Frau Limbach, Herrn Daub, Herrn Leidinger, Herrn Buss und Herrn Woll
vom Entsorgungsverband Saar,
Familie Michel aus Habkirchen
Herrn Keller und Herrn Schiller von den Stadtwerken Saarbrücken
Herrn Dahmen von der Stadt Völklingen
Herrn Gottschlich und Herrn Wagner von Dr.-Walter-Bruch-Schule in St. Wendel
den Mitarbeitern der Kläranlage Baltersweiler
den Mitarbeitern der Kläranlage Püttlingen

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 von deren Eintragspfaden.
Mit Hilfe der vom IAARC[1] während eines EU-LIFE-Projektes[2] konzipierten mobilen Messstationen können Nährstoffparameter wie Phosphor, TOC und Stickstoff in Form von Nitrat und Ammonium sowie weitere Messgrößen wie Wassertemperatur, pH-Wert, Sauerstoffgehalt Leitfähigkeit und Trübung in sehr hoher zeitlicher Auflösung (fünf bis zehn Minuten, TOC zwanzig Minuten) ermittelt werden (s. Anhang, Abbildungen 5-1 bis 5-4 sowie Tabellen 5-1 und 5-2). Diese Stationen wurden daher in Ergänzung der Überwachungsprogramme zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie im Auftrag des Ministeriums für Umwelt, Energie und Verkehr des Saarlandes eingesetzt. Hauptaugenmerk lag dabei auf den als „at risk“ eingestuften Gewässern. Die erhobenen Online-Messungen lieferten sehr unterschiedliche und überaus interessante Ergebnisse und bilden somit ein solides Werkzeug zur Erstellung nachhaltiger Maßnahmenprogramme.
Die im Folgenden dargestellte Karte des Saarlandes (s. Abbildung 1-1) zeigt die Standorte, an denen bereits gemessen wurde (grün) sowie die Messstandorte des aktuellen Berichtszeitraumes (gelb).

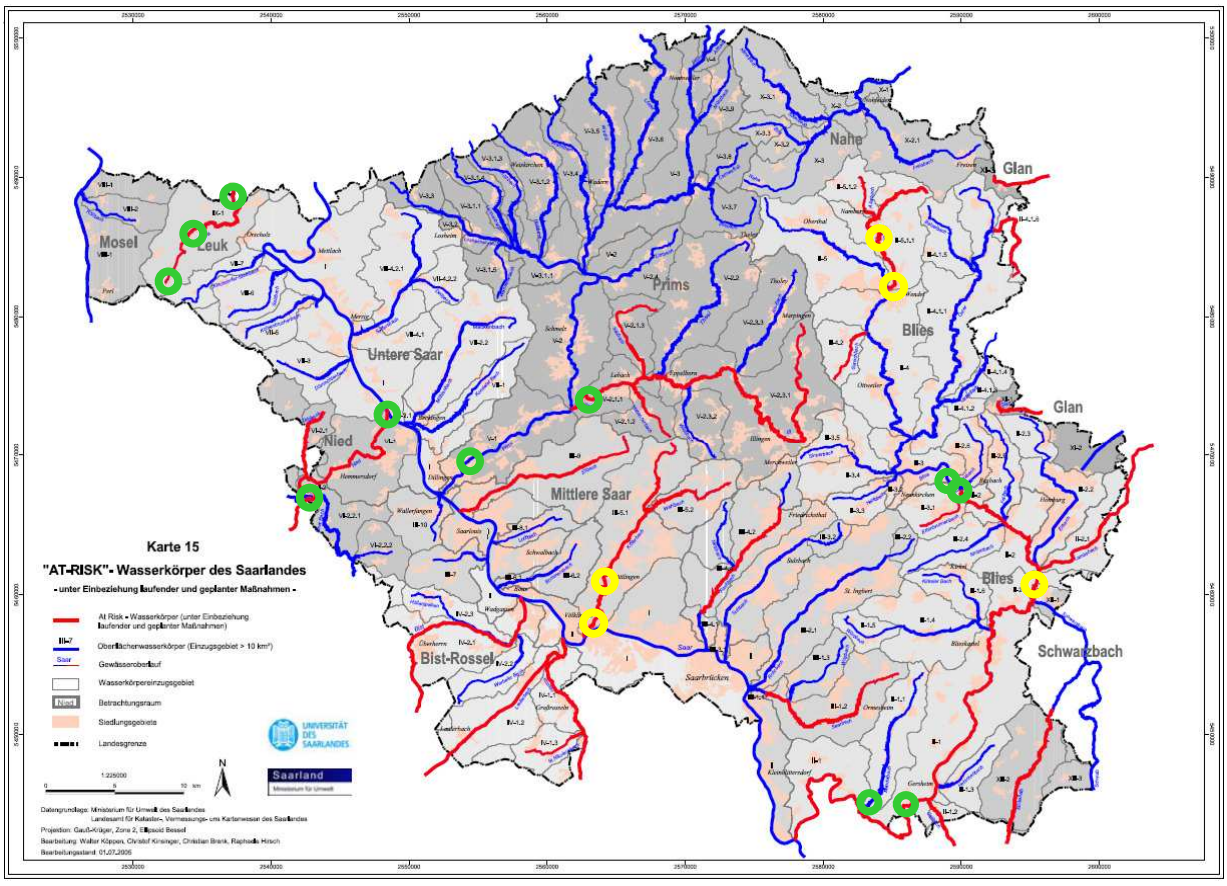


Abbildung 1-1: „At risk“-Wasserkörper im Saarland
(Quelle: Ministerium für Umwelt, Energie und Verkehr des Saarlandes)
● Standorte an Nied, Prims (2005 - 2006), Leuk, Theel (2006 - 2007) und an der Blies (2007–2008)
● Standorte im Berichtszeitraum im Einzugsgebiet von Köllerbach, Todbach und Blies (2008-2009)

[1] Institut für Anorganische und Analytische Chemie und Radiochemie an der Universität des Saarlandes
[2] LIFE00/ENVD/337: „FERNGESTEUERTE KONTROLLE DES EUTROPHIERENDEN EINTRAGS AUS DIFFUSEN QUELLEN IN DER REGION SAAR-LOR-LUX“ (September 2001 bis August 2004)

Die aktuellen Messungen wurden in den Einzugsgebieten von Köllerbach, Todbach und an der Blies durchgeführt:

- Der Todbach wird aus verschiedenen Zuflüssen gebildet, welche um die Ortschaft *Namborn* liegen. Die Bezeichnung Todbach wird erst ab *Baltersweiler* für das Gewässer verwendet, welches in *Urweiler (St. Wendel)* von links in die Blies mündet. Auf seiner Fließstrecke von 13,3 km entwässert er ein Einzugsgebiet von ca. 42 km^2.
- Der Köllerbach entspringt bei *Eiweiler* (*Heusweiler*) und mündet bei *Völklingen* von rechts kommend in die Saar. Dabei fließt er über eine Strecke von 19 km und entwässert ein Einzugsgebiet von etwa 79 km^2.
- Die Blies ist in fünf Oberflächenwasserkörper unterteilt. Über den Berichtszeitraum wurden die Schwermetallkonzentrationen in *Ingweiler* (OWK II-2) flussabwärts von Neunkirchen und oberhalb der Einmündung des Schwarzbaches, der ungefähr XX des Gesamtabflusses der Blies bildet.

Die mobilen Messstationen werden für jeweils ein Jahr an den zu untersuchenden Flüssen aufgestellt, wobei die großen Stationen an den Mündungen der Flüsse aufgebaut wurden, um ein möglichst umfassendes Bild der Belastungen zu erhalten. Die übrigen Stationen wurden dann zur genaueren Bestimmung der Herkunft der Einträge an weiteren neuralgischen Punkten installiert.
Alle gewonnenen Messwerte wurden zusammen mit diesem Bericht an das Ministerium für Umwelt, Energie und Verkehr übergeben. Zusätzlich wurden die Daten unter Berücksichtigung weiterer Informationen ausgewertet und zur Abschätzung der Herkunft der Gewässerverschmutzung herangezogen. Sie können so als Basis für die Planung und Umsetzung entsprechender Maßnahmen dienen.

2. Grundlagen

In den folgenden Kapiteln werden einige signifikante Beobachtungen beschrieben, die während der letzten zwölf Monate mit Hilfe der mobilen Messstationen am Köllerbach in *Völklingen* und *Püttlingen*, am Todbach in *St. Wendel* und *Baltersweiler* sowie an der Blies in *Ingweiler* gewonnen werden konnten. Zusätzlich zu den kontinuierlich erhobenen Messgrößen werden auch weitere Parameter zur Interpretation herangezogen, die im Rahmen der analytischen Qualitätssicherung etwa alle 10 Tage in einer Vergleichsprobe[3] bestimmt wurden. Diese Proben wurden aus dem Probentopf jeder Messstation entnommen und im Labor analysiert.

Die Messstationen waren an folgenden Punkten installiert, und es wurden folgende Messungen während der angegebenen Zeiträume durchgeführt:

- Am Todbach in *St. Wendel* (OWK II-1, Gewässertyp 5.1) auf dem Gelände der Dr.-Walter-Bruch-Schule (Koordinaten: R 2585011 H 5482172) (s. Anhang Abbildungen 5-1, 5-6, 5-8 und Tabelle 5-1) wurden vom 19.10.2008 bis 14.12.2009 Online-Messungen von Sauerstoff, pH-Wert, Leitfähigkeit, Wassertemperatur, Trübung, Nitrat, Ammonium- N^4, ortho- und Gesamt-Phosphat, TOC, SAK und sowie im Rahmen der analytischen Qualitätssicherung zusätzlich etwa alle 10 Tage Labor-Messungen von Gesamtstickstoff und Nitrit durchgeführt (s. auch Tabelle 3.1-1).
- Am Todbach in *Baltersweiler* (OWK II-1, Gewässertyp 5.1) auf dem Gelände der Kläranlage (Probenentnahme vor dem Ablauf) (Koordinaten: R 2584457 H 5484329) (s. Anhang Abbildungen 5-3, 5-4, 5-7 und 5-8) wurden vom 13.05.2009 bis 22.10.2009 Online-Messungen von Ammonium-N^4 sowie im Rahmen der analytischen Qualitätssicherung zusätzlich etwa alle 10 Tage Labor-Messungen von Gesamtstickstoff, Nitrat, Nitrit, Sauerstoff, pH-Wert, Leitfähigkeit und ortho- und Gesamt-Phosphat sowie TOC durchgeführt (Zeitraum der manuellen Probenahme: 11.02.2009 bis 14.10.2009; (s. auch Tabelle 3.1-2).
- Am Köllerbach in *Völklingen* (OWK III-5.1, Gewässertyp 5.1) auf dem Gelände des Hermann-Neuberger-Stadions (Koordinaten: R 2563397 H 5458044) (s. Anhang Abbildungen

[3] Die Ergebnisse werden mit den online ermittelten Werten verglichen, um die Funktionalität der einzelnen Messgeräte und des gesamtes Systems zu gewährleisten. Darüber hinaus wurden Proben aus dem Fluss und dem Probentopf verglichen, um sicher zu stellen, dass das Probengut durch den Transport nicht verändert wird.

5-1, 5-9, 5-11 und Tabelle 5-1) wurden vom 19.12.2008 bis 14.12.2009 Online-Messungen von Sauerstoff, pH-Wert, Leitfähigkeit, Wassertemperatur, Trübung, Nitrat, Ammonium-N[4], ortho- und Gesamt-Phosphat sowie TOC durchgeführt. Im Rahmen der analytischen Qualitätssicherung wurden zusätzlich etwa alle 10 Tage Gesamtstickstoff und Nitrit im Labor bestimmt (s. auch Tabelle 3.2-1).

- Am Köllerbach in *Püttlingen* (OWK III-5.1, Gewässertyp 5.1) wurden auf dem Gelände der Kläranlage (Probenentnahme vor dem Ablauf) (Koordinaten: R 2564242 H 5460625) (s. Anhang Abbildungen 5-3, 5-4, 5-10 und 5-11) vom 23.10.2009 bis 14.12.2009 Online-Messungen von Nitrat und Ammonium-N[4] sowie im Rahmen der analytischen Qualitätssicherung zusätzlich etwa alle 10 Tage Labor-Messungen von Gesamtstickstoff, Nitrit, Sauerstoff, pH-Wert, Leitfähigkeit und ortho- und Gesamt-Phosphat sowie TOC durchgeführt (Zeitraum der manuellen Probenahme: 04.02.2009 bis 14.12.2009) (s. auch Tabelle 3.2-2).
- An der Blies in *Ingweiler* auf dem Gelände der Stadtwerke Saarbrücken (Koordinaten: R 2595128 H 5460279, (OWK II-3, Gewässertyp 5.1) (s. Anhang Abbildungen 5-5 und 5-12) wurden vom 05.12.2008 bis 06.11.2009 Online-Messungen von Nickel, Blei, Cadmium, Zink und Kupfer und vom 27.10.2009 bis 04.02.2010 Online-Messungen von Sauerstoff, Leitfähigkeit, Trübung, Nitrat sowie im Rahmen der analytischen Qualitätssicherung zusätzlich etwa alle 10 Tage Labor-Messungen von pH-Wert, Gesamtstickstoff, Nitrit, Ammonium-N[4], ortho- und Gesamt-Phosphat sowie TOC durchgeführt (s. auch Tabelle 3.3-1).

Alle erfassten Online-Daten wurden dem Ministerium für Umwelt Energie und Verkehr des Saarlandes gleichzeitig mit diesem Bericht in evaluierter Form als Fünfminutenwerte, Stundenmittelwerte, Tagesmittelwerte, Tagesminima und Tagesmaxima übergeben.
Den im folgenden dargestellten 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 (LUA) zur Verfügung gestellten Stundenmittelwerten der Abflüsse sowie der Stundensummen der Niederschläge vergleichen lassen und zudem ein hoch aufgelöstes Bild der Konzentrationsverläufe wiedergeben.
Zur Interpretation der Messdaten der einzelnen Standorte wurden die Daten der folgenden Pegel- und Wetterstationen des LUA herangezogen:

- Messstationen am Köllerbach in *Völklingen* und in *Püttlingen*: Abflussmengen der Pegelstation in *Völklingen* und Niederschlagsdaten der Wetterstation in *Püttlingen.*
- Messstationen am Todbach in *St. Wendel* und *Baltersweiler*: Abflussmengen der Pegelstation in *Urweiler (St. Wendel)* und Niederschlagsdaten der Wetterstation in *Baltersweiler.*
- Messstation an der Blies in *Ingweiler*: Abflussmengen der Pegelstation in *Neunkirchen* und Niederschlagsdaten der Wetterstationen in *Homburg* und *Wellesweiler.*

[4] Da Ammonium von uns online und im Labor als Ammonium-Stickstoff (NH_4-N) ermittelt wird, werden die Ammonium-Gehalte in Text und Abbildungen als Ammonium-Stickstoff (NH_4-N) dargestellt. Um allerdings eine direkte Vergleichbarkeit mit den entsprechenden Daten von Ministerium und LUA zu ermöglichen, werden die Ammonium-Gehalte im Fazit im Text und in den Tabellen als Ammonium (NH_4) beschrieben.

3. Ergebnisse

3.1 Todbach

In Fließgewässern beobachtet man häufig tageszeitliche Schwankungen die sowohl natürlichen Ursprungs sein können (z.B. Tag/Nachtschwankungen der Wassertemperatur) als auch anthropogen bedingt (z.B. Zyklische Konzentrationsspitzen in kommunalen Abwässern).
Die zyklischen Schwankungen der Sauerstoffgehalte (s. Abbildung 3.1-1) werden im Frühjahr am Todbach maßgeblich durch die Temperaturunterschiede zwischen Tag und Nacht bestimmt. Auch die pH-Werte schwanken in geringem Maße, zeigen jedoch keinen signifikanten positiven oder negativen Trend. Die Maxima der Sauerstoffkonzentrationen und der pH-Werte liegen dabei in den Morgenstunden zwischen 9 Uhr und 11 Uhr, wenn die Wassertemperaturen geringe Werte aufweisen und die Sonneneinstrahlung bereits einsetzt. Die niedrigsten Sauerstoffkonzentrationen und pH-Werte werden in den späten Abendstunden gegen 22 Uhr bei noch erhöhten Temperaturen gemessen.
Betrachtet man diese Verläufe in einem Sauerstoff/Temperaturdiagramm genauer, so erkennt man, dass diese Tag/Nachtschwankungen weitgehend der Sättigungskurve (s. Abbildung 3.1-2) folgen. Übersättigungen wie sie in Fließgewässern mit erhöhtem Phytoplanktongehalt aufgrund der Photosynthese zu beobachten sind, können im gesamten Jahresverlauf nicht beobachtet werden.

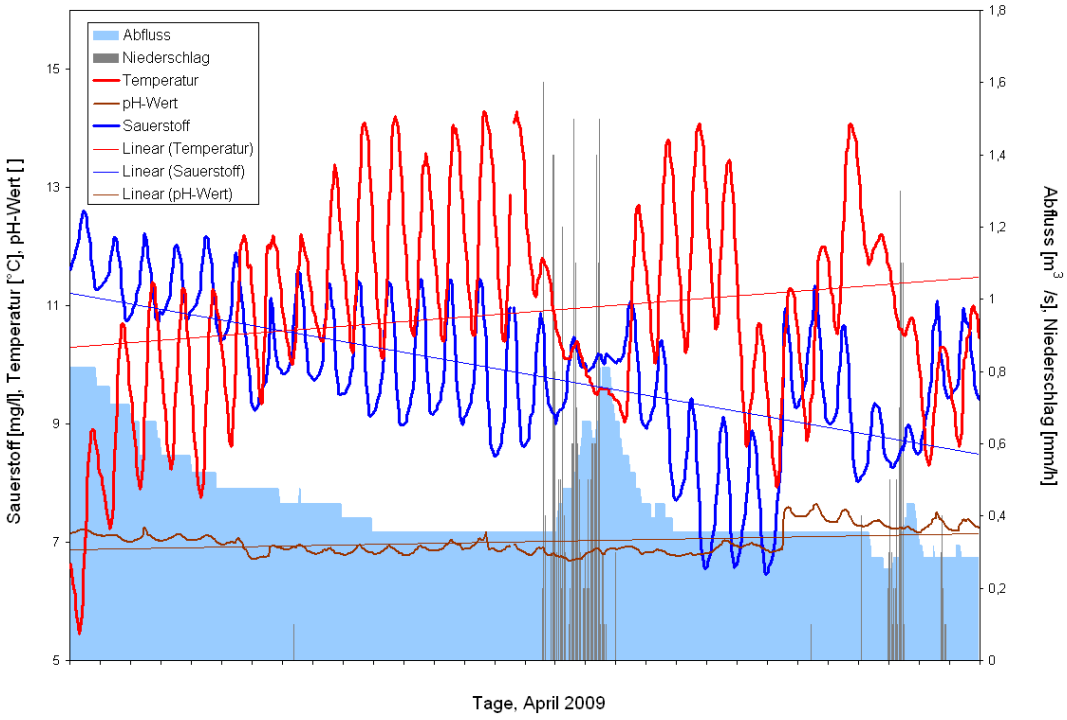


Abbildung 3.1-1: Sauerstoff, Wassertemperatur und pH-Wert (Station *St. Wendel*), Abfluss (Pegel *Urweiler*) und Niederschlag (Wetterstation *Baltersweiler*) (April 2009)

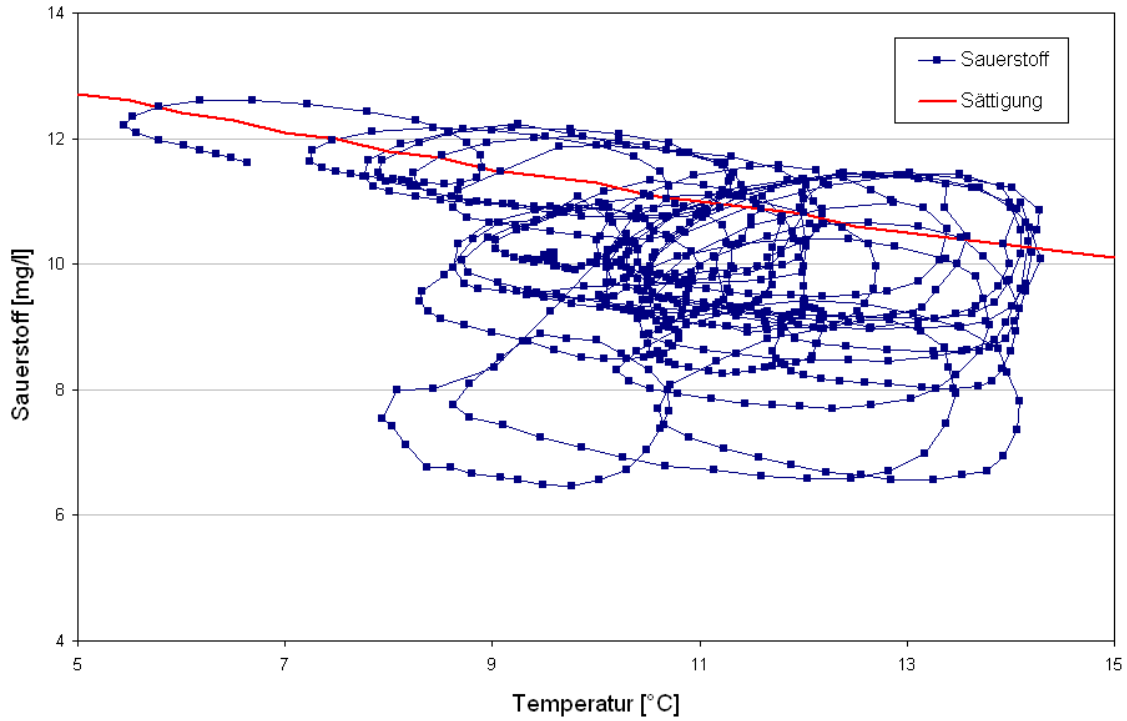


Abbildung 3.1-2: Sauerstoff gegen Wassertemperatur (Station Todbach, *St. Wendel*) (April 2009)

Im April 2009 wird diese natürliche Dynamik lediglich durch zwei Regenereignisse überdeckt (s. auch Abbildung 3.1-1), und es kommt dabei zu Sauerstoffminima von 6,5 mg/l. Diese geringen Gehalte sind vor allem auf hohe Einträge von Sauerstoff zehrenden Stoffen (z.B. Ammonium, siehe Abbildung 3.1-3) zurückzuführen, die aus der kommunalen Kläranlage *Baltersweiler* oder aus Regenentlastungsbecken stammen können. Die gemessenen Ammoniumkonzentrationen liegen bei starken Regenfällen häufig über der Messbereichsgrenze von 2 mg/l.

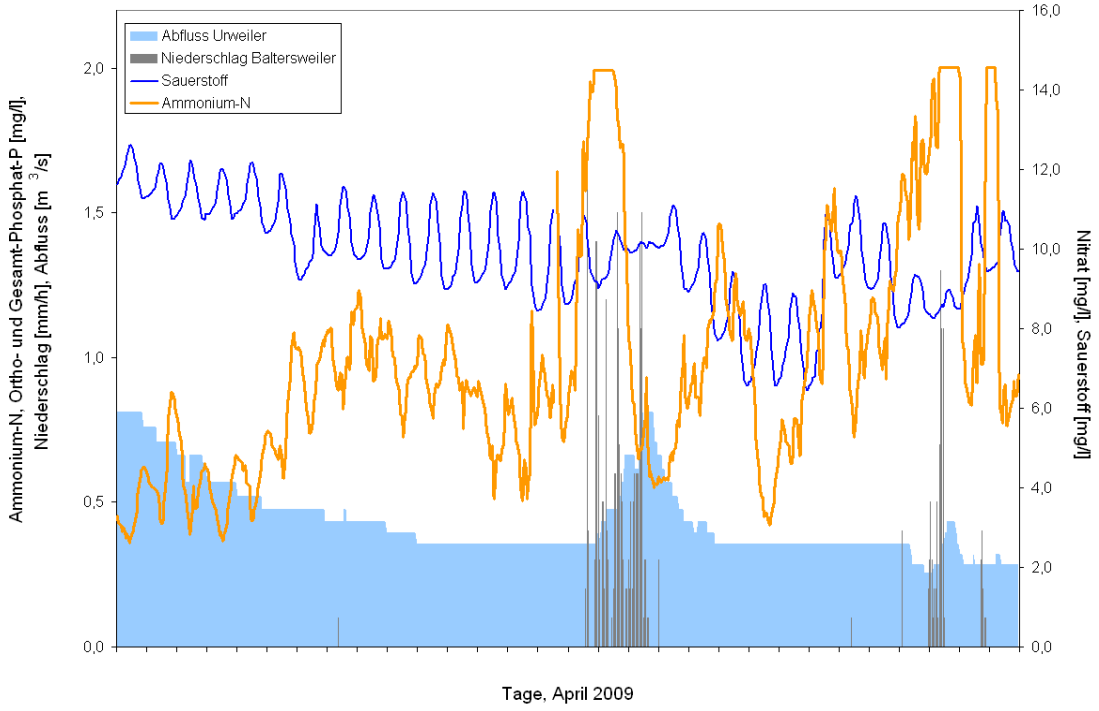


Abbildung 3.1-3: Sauerstoff und Ammonium (Station *St. Wendel*), Abfluss (Pegel *Urweiler*) und Niederschlag (Wetterstation *Baltersweiler*) (April 2009)

Vergleicht man die Sauerstoffgehalte und Zyklen in *Baltersweiler* (oberhalb des Auslaufs der Kläranlage *Baltersweiler*) mit den Gehalten, die über den gleichen Zeitraum im Juni 2009 in *St. Wendel* (Abbildung 3.1-4) gemessen wurden, so sieht man, dass die Sauerstoffgehalte *in St. Wendel* deutlich geringer ausfallen. Diese Tatsache kann auf einen erhöhten Sauerstoffverbrauch entlang der kurzen Fließstrecke (von weniger als 3 km) zurückgeführt werden.

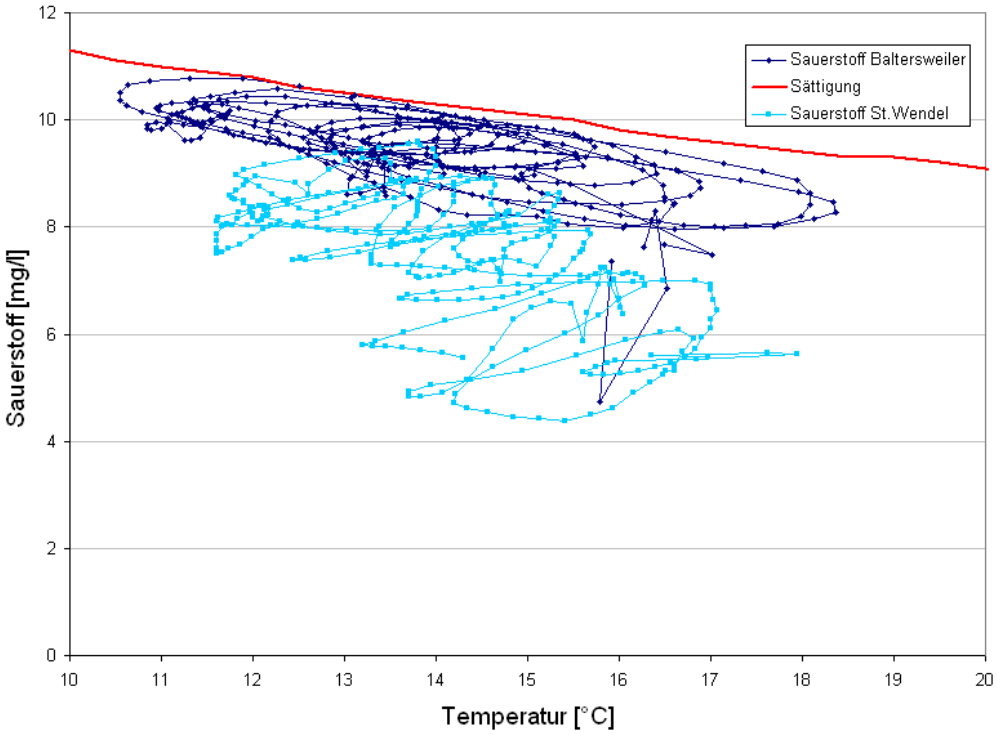


Abbildung 3.1-4: Sauerstoff-Temperaturzyklen (Stationen *Baltersweiler* und *St. Wendel*) (Juni 2009)

Im Mai 2009 verschieben sich die Wassertemperaturen naturgemäß aufgrund der zunehmenden Lufttemperatur zu deutlich höheren Werten und die Sauerstoffkonzentrationen nehmen weiter ab (Abbildung 3.1-5). Bei starken Niederschlägen liegen dann die gemessenen Sauerstoffminima bei nur 2 mg/l. Die Regelmäßigkeit der Zyklen bleibt jedoch noch weitgehend erhalten (Abbildung 3.1-6).

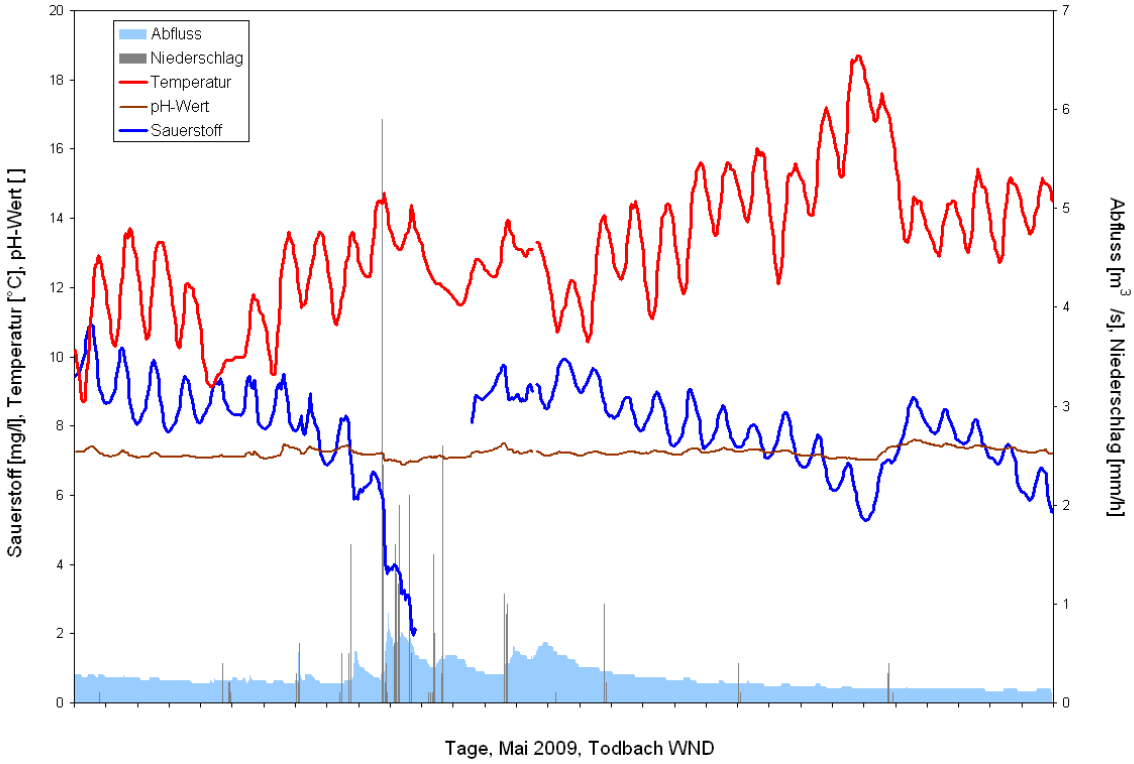


Abbildung 3.1-5: Sauerstoff, Temperatur und pH-Wert (Station *St. Wendel*) , Abfluss (Pegel *Urweiler*) und Niederschlag (Wetterstation *Baltersweiler*) (Mai 2009)

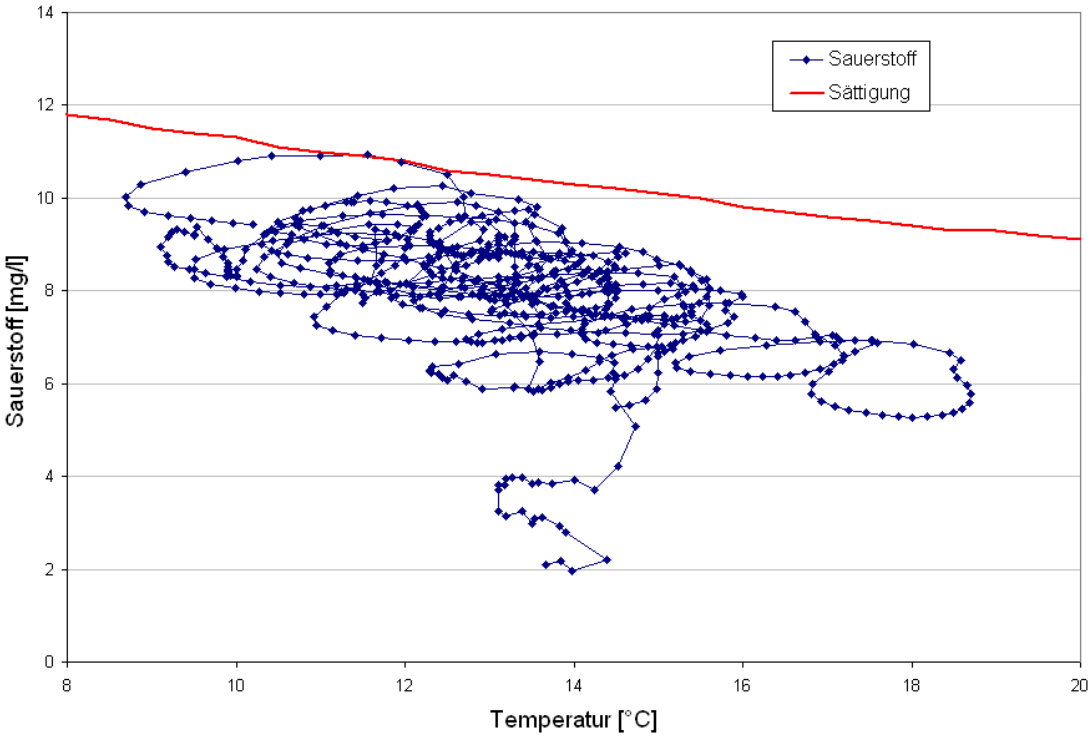


Abbildung 3.1-6: Sättigungskurve und Sauerstoffkonzentration gegen die Wassertemperatur (Station *St. Wendel*) (Mai 2009)

Diese rückläufige Tendenz der Sauerstoffkonzentration setzt sich in den Sommermonaten fort, und im August 2009 kommt es dann zu länger anhaltenden Defiziten, die sich über mehrere Tage (insgesamt 432 h) erstrecken (Abbildung 3.1-7 und 3.1-8). Die Regelmäßigkeit der Zyklen ist weitgehend aufgehoben, und es liegen über den gesamten Monat deutliche Untersättigungen vor. Auch die Wassertemperatur liegt im August 2009 mit 7% der Werte über der maximal tolerierbaren Temperatur von 20°C (Maximum 21,4°C).

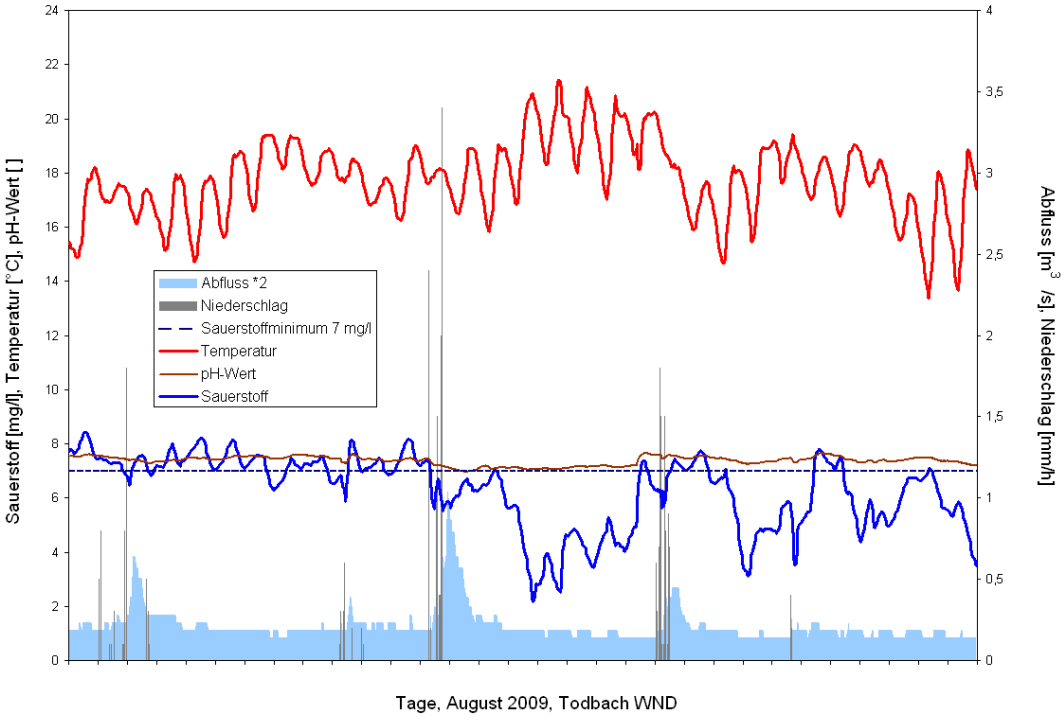


Abbildung 3.1-7: Sauerstoffkonzentration, Wassertemperatur und pH-Wert (Station *St. Wendel*), Abfluss (Pegel *Urweiler*) und Niederschlag (Wetterstation *Baltersweiler*) (August 2009)

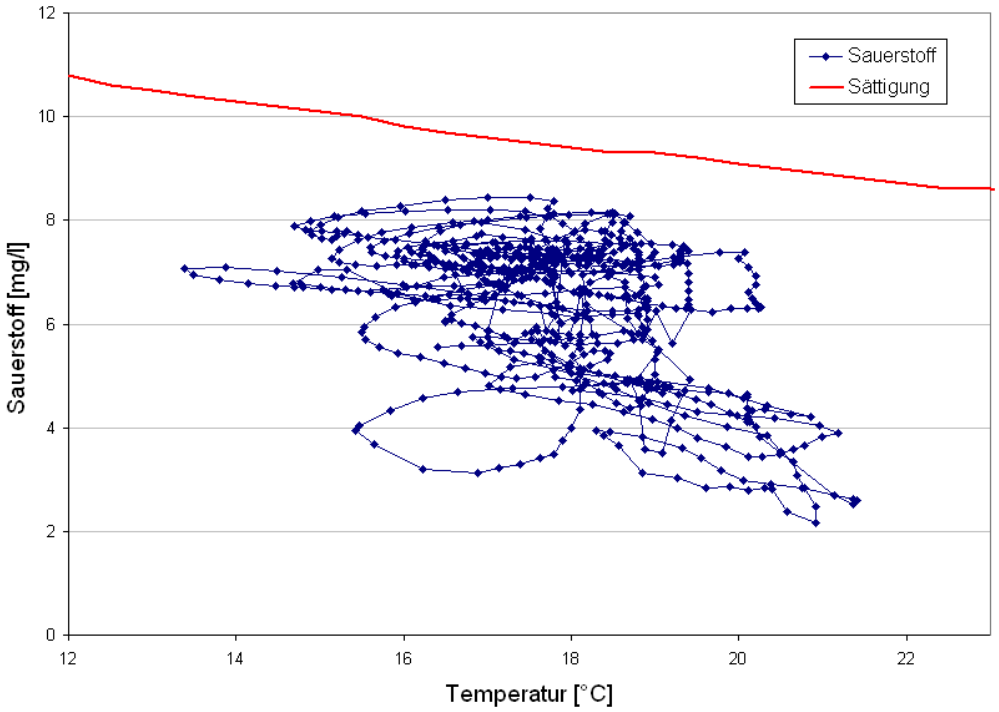


Abbildung 3.1-8: Sättigungskurve und Sauerstoffkonzentration gegen die Wassertemperatur (Station, *St. Wendel*) (August 2009)

Diese geringen Sauerstoffgehalte unterhalb der Sättigungswerte setzen sich auch für die Herbstmonate fort, und es kommt insbesondere bei starken Regenfällen und den damit verbundenen Eintragungen von Sauerstoff zehrenden Stoffen zu Konzentrationen, die kleiner als 2 mg/l sind.
Im Winter hingegen erholt sich das System wieder und die zyklischen Schwankungen folgen wieder weitgehend der Sättigungskurve.

Bei ausbleibenden Niederschlägen beobachtet man über das ganze Jahr hinweg aber auch zyklische Schwankungen der Phosphor- und Stickstoffparameter sowie des TOC, die nicht auf natürliche Ursachen zurückgeführt werden können. Die entstehenden Maxima der Ammonium-N-und Phosphat-P-Konzentrationen liegen im Januar zeitgleich um Mitternacht (Abbildung 3.1-9). Im Verlauf des Jahres verschieben sich die Maxima der Ammoniumkonzentrationen zeitlich bis in die frühen Morgenstunden, während die Phosphat-P-Spitzen weiterhin um Mitternacht zu erkennen sind. Die Partikel gebundene Phosphorfraktion zeigt im Allgemeinen nur geringe oder keine tageszeitlichen Schwankungen. Ihr Anteil an der Gesamt-P-Konzentration ist mit einem mittleren Wert von 26% als gering anzusehen.

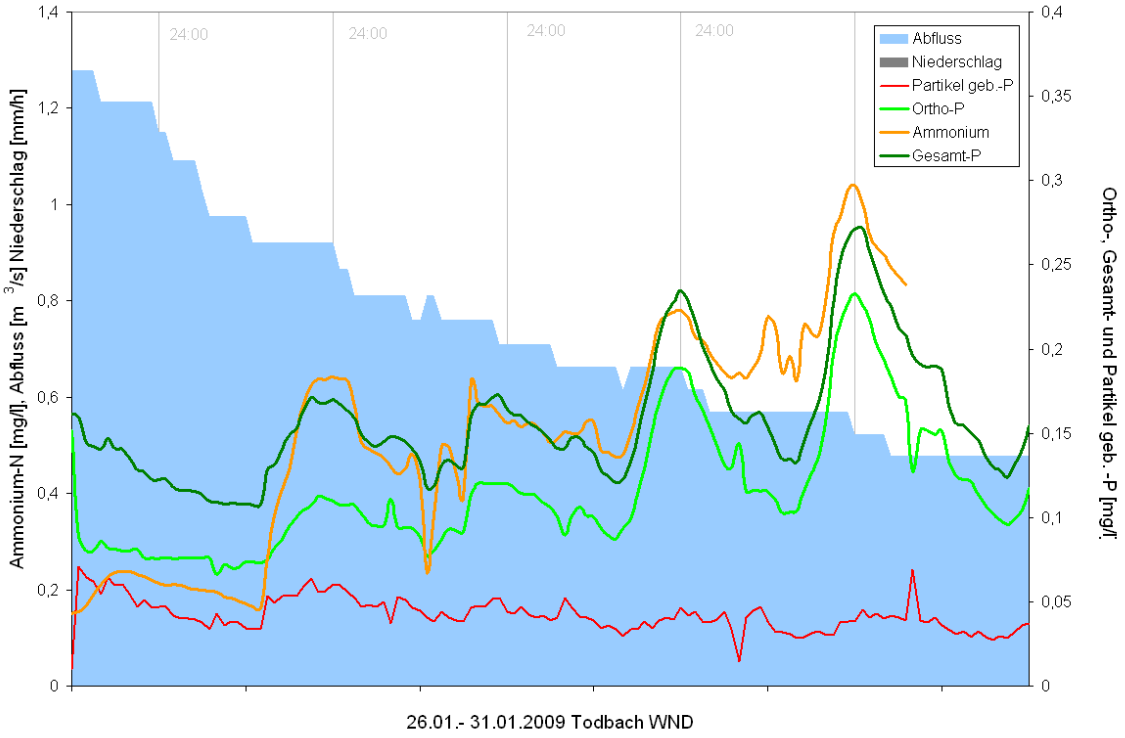


Abbildung 3.1-9: Zyklisch auftretenden Konzentrationsspitzen von Ammonium-N und Ortho-P (Station *St. Wendel*) und Abfluss (Pegel *Urweiler*) (Januar 2009)

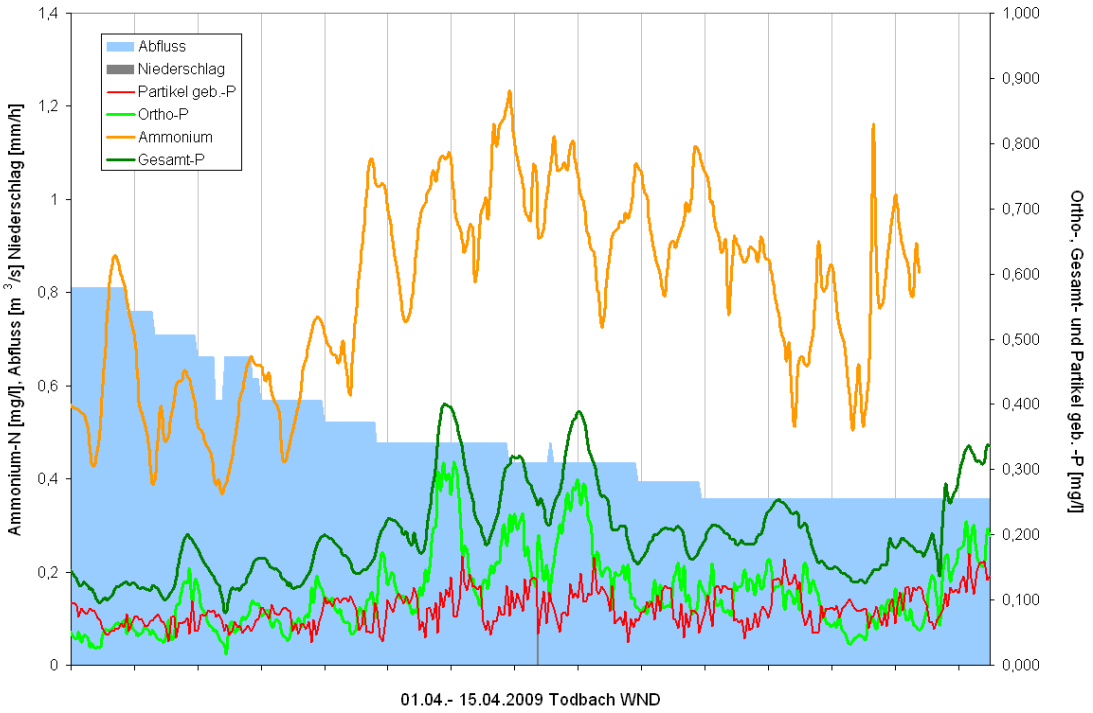


Abbildung 3.1-10: Zyklisch auftretenden Konzentrationsspitzen von Ammonium-N und Ortho-P (Station *St .Wendel*) und Abfluss (Pegel *Urweiler*) (April 2009)

Oberhalb der Kläranlage *Baltersweiler* können im Messzeitraum von Mai bis Juli keine Zyklen der Ammonium-N-Konzentrationen beobachtet werden (Abbildung 3.1-11). Hingegen kommt es bei starken Regenfällen zu Ammoniumspitzen, die auf Einträge aus Regenentlastungen hinweisen.

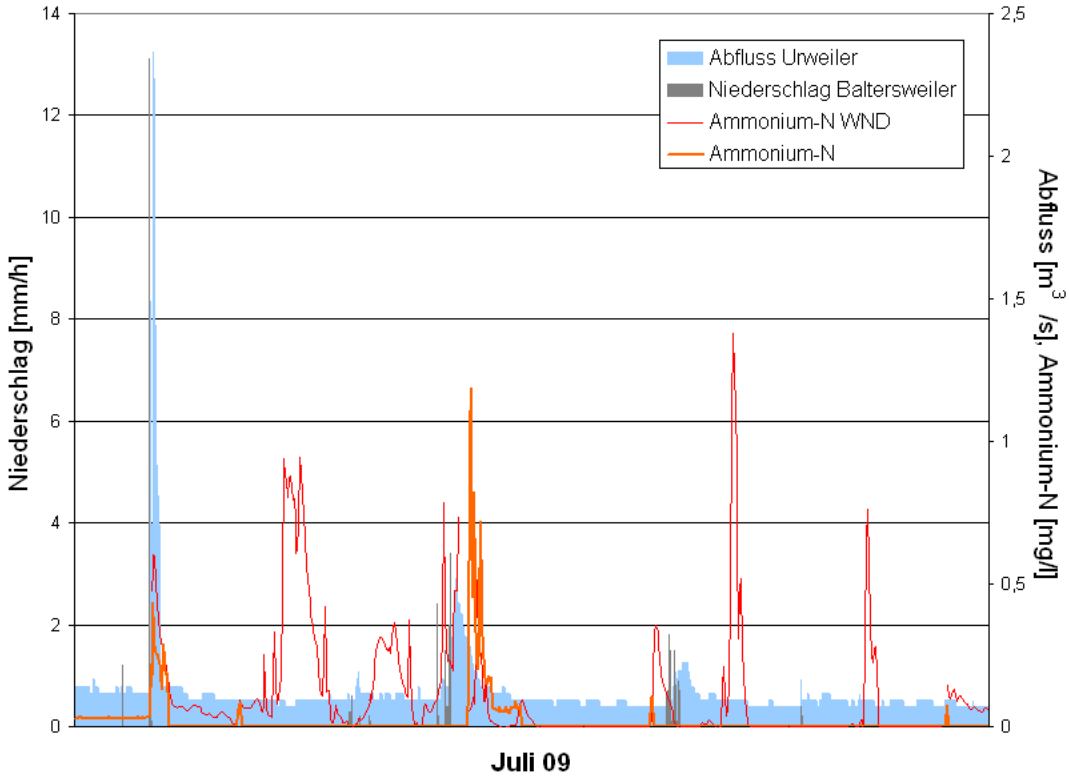


Abbildung 3.1-11: Vergleich der gemessenen Ammoniumkonzentrationen in *Baltersweiler* oberhalb der Kläranlage und *St. Wendel* (Stationen *Baltersweiler* und *St. Wendel*), Abfluss (Pegel *Urweiler*) und Niederschlag (Wetterstation *Baltersweiler*) (Juli 2009)

Durch Regenfälle und damit verbundene zusätzliche Einträge werden die zyklischen Schwankungen meist vollständig überdeckt und es kommt zu massiven Konzentrationsspitzen, die für Ammonium-N die 2 mg/l Messbereichsspitze und für die Phosphatfraktionen die 1 mg/l Grenze erreichen oder sogar überschreiten (Abbildung 3.1-12). Die Nitratkonzentrationen hingegen werden bei Regen im Allgemeinen verdünnt. Landwirtschaftliche Einträge von Nitrat über den Zwischenabfluss, wie sie in stark landwirtschaftlich genutzten Einzugsgebieten zu sehen sind, können über den Messzeitraum nicht isoliert beobachtet werden.

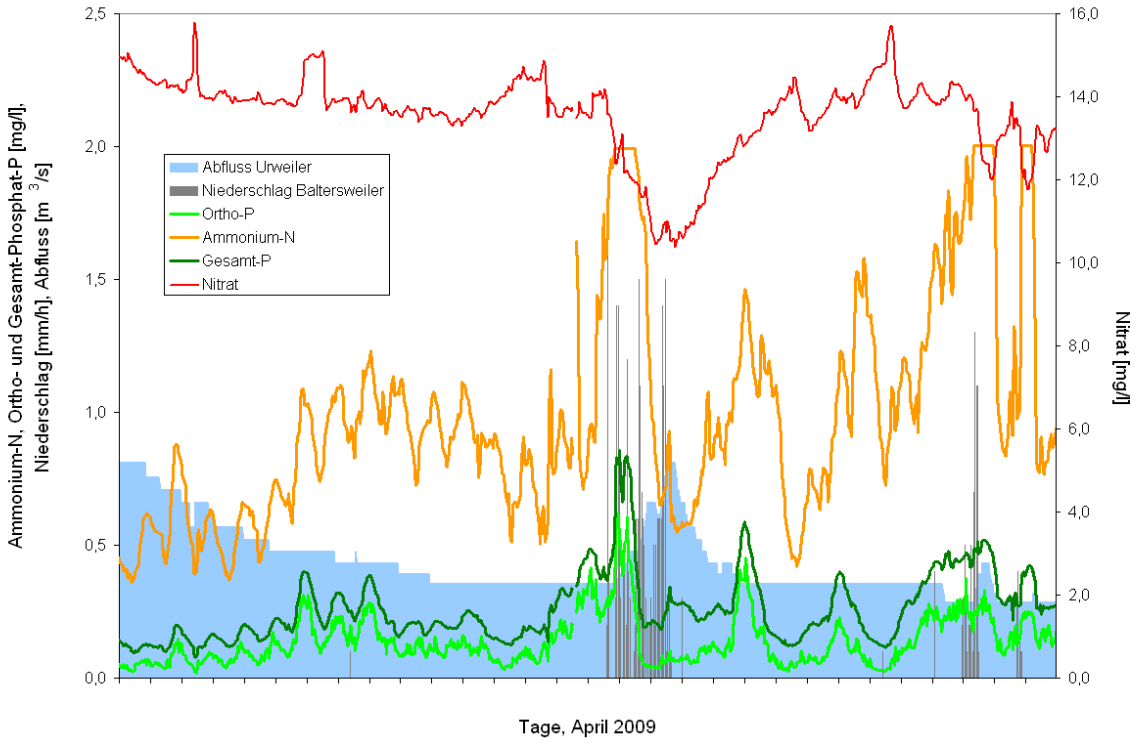


Abbildung 3.1-12: Ammonium-N, Phosphat-P und Nitratkonzentrationen (Station *St. Wendel*), Abfluss (Pegel *Urweiler*) und Niederschlag (Wetterstation *Baltersweiler*) (April 2009)

Vereinzelt sieht man jedoch auch zyklische Nitratschwankungen, deren Maxima gegen Mitternacht und deren Minima etwa um 6 h versetzt zu den Ammoniumspitzen auftreten (Abbildung 3.1-13). Diese Zyklen sind vor allem bei Ammoniumkonzentrationen, die deutlich geringer sind als 0,3 mg/l, zu erkennen und damit vermutlich auf Einträge des gereinigten Abwassers, indem das Ammonium teilweise in Nitrat überführt wurde, zurückzuführen.

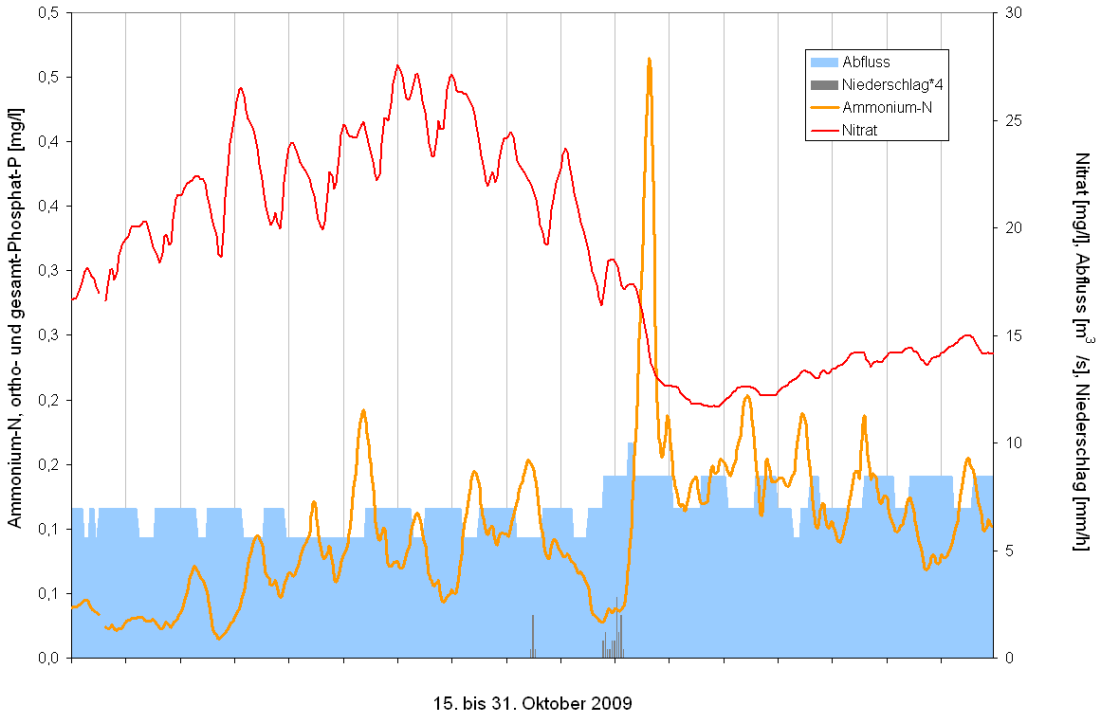


Abbildung 3.1-13: Ammonium-N- und Nitrat-Konzentration (Station *St. Wendel*), Abfluss (Pegel *Urweiler*) und Niederschlag (Wetterstation *Baltersweiler*) (Oktober 2009)

Bei einsetzendem Regen werden die Nitratkonzentrationen verdünnt und die Zyklen überdeckt. Die Verdünnung durch Niederschläge zeigt sich auch in den Leitfähigkeiten. Die SAK- Werte hingegen steigen bei Regen im Allgemeinen an, was auf Eintragungen von organischen Kohlenstoffverbindungen zurückzuführen ist (Abbildung 3.1-14).

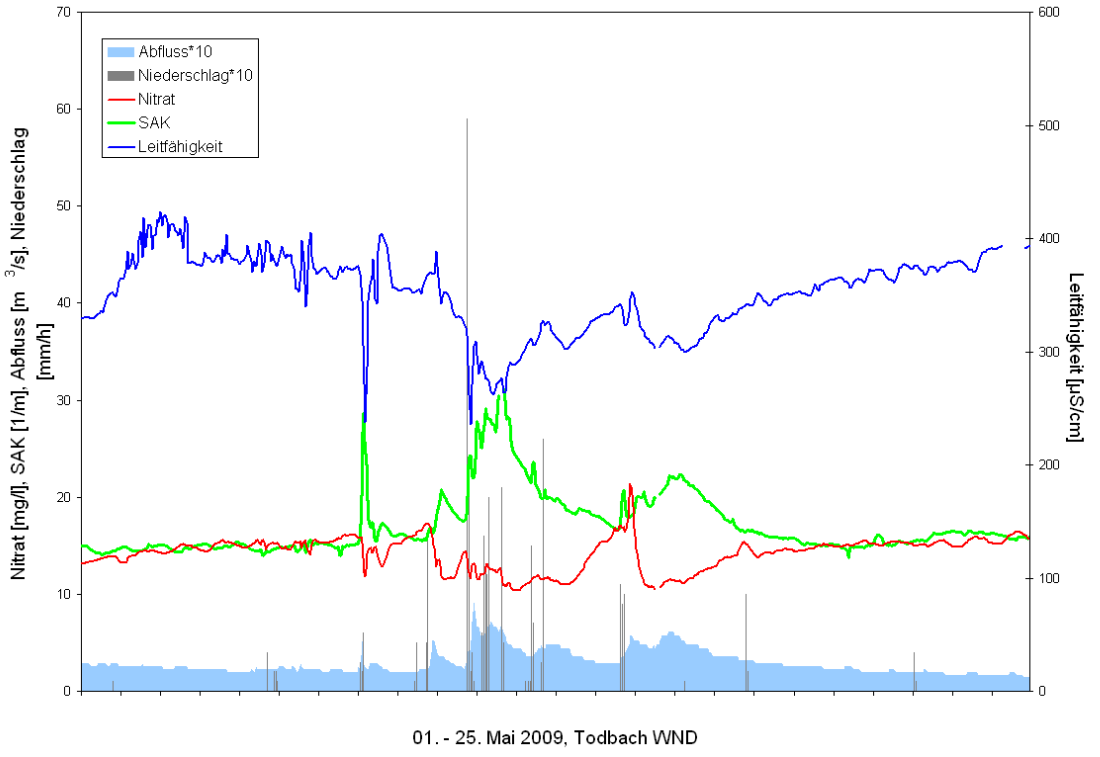


Abbildung 3.1-14: Verlauf der Nitratkonzentration, der Leifähigkeit und der SAK-Werte (Station *St. Wendel*), Abfluss (Pegel *Urweiler*), Niederschlag (Wetterstation *Baltersweiler*) (01. bis 25. Mai 2009)

Bei starken Regenereignissen kommt es auch zu Auswaschungen von Partikel gebundenem Phosphat und organischem Kohlenstoff (TOC) einhergehend mit einem Trübungseintrag (Abbildung 3.1-15). Über den Monat September korrelieren insbesondere der an Partikel gebundene Phosphor und der TOC-Gehalt, so dass man von einem gemeinsamen Eintragspfad dieser Stoffe über Bodenerosion ausgehen kann. Diese Korrelation ist für das stärkste Regenereignis am 4./5. September besonders gut (Abbildung 3.1-16).

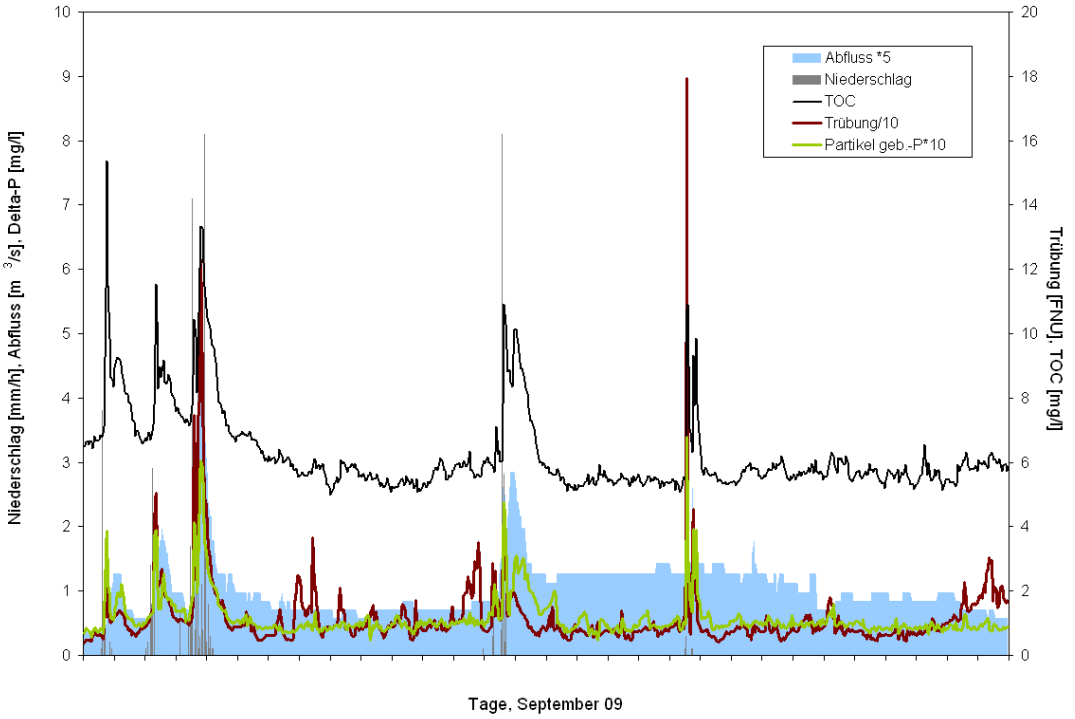


Abbildung 3.1-15: Konzentrationsverläufe von TOC Partikel gebundenem Phosphor und Trübungsverlauf (Station *St. Wendel*), Abfluss (Pegel *Urweiler*) und Niederschlag (Wetterstation *Baltersweiler*) (September 2009)

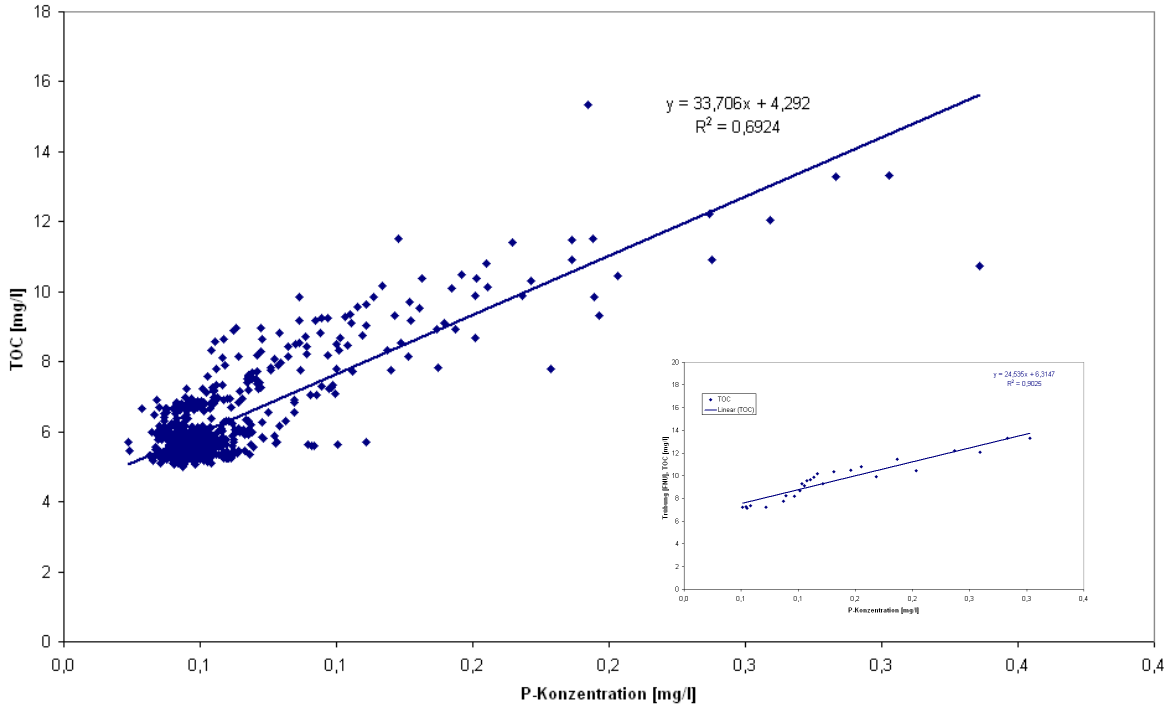


Abbildung 3.1-16: Korrelation von TOC und Partikel gebundenem Phosphat (Station *St. Wendel*), (September 2009)

Fazit Todbach

In dem betrachteten Messzeitraum vom 19.12.2008 bis zum 14.12.2009 zeigen sich im Todbach Überschreitungen der Orientierungswerte in den Mittelwerten aller Parameter mit Ausnahme von Nitrit und der Leitfähigkeit.
Obwohl die Wassertemperatur in weniger als 3% der Fälle die 20°C überschreitet und auch nur geringe bis keine Übersättigungen des Sauerstoffgehaltes zu verzeichnen sind (d.h. es findet wenig Photosynthese statt), liegen die Konzentrationen in 25% der Messungen unterhalb der 7 mg/l Marke. Dies muss auf einen hohen Eintrag an Sauerstoff zehrenden Stoffen zurückgeführt werden. So übersteigt der Mittelwert von Ammonium und TOC die Orientierungswerte deutlich. Die TOC Werte liegen in nur 15% der Messungen unterhalb von 5 mg/l.
Die Ammoniumkonzentrationen liegen in 42 % der Messwerte oberhalb von 0,4 mg/l und zeigen eine große Spanne zwischen dem kleinsten und größten Messwert. Aus diesem Grunde müssten vor allem die Spitzen der Ammoniumkonzentrationen, die bei starken Regenfällen auftreten und aus ungereinigten kommunalen Abwässern (aus Regenentlastungen) oder aus dem Oberflächenabtrag landwirtschaftlicher Flächen stammen, reduziert werden.
Die Nitratwerte halten nur in 8% der Messungen den Orientierungswert ein und der berechnete Mittelwert liegt oberhalb von 11 mg/l. Die auftretenden Maxima treten meist zyklisch auf und sind vermutlich auf Abbauprozesse des Ammoniums zurückzuführen.
Die gemessenen Gesamtphosphorkonzentrationen überschreiten in 100% der Fälle den Orientierungswert, während die gelösten P-Fraktionen in immerhin 11% der Messungen den Orientierungswert einhalten. Die Konzentration der Partikel gebundenen P-Anteile, die meist auf Erosion landwirtschaftlich genutzter Böden hinweisen, liegt im Mittel bei 0,09 mg/l und damit nur knapp unter dem Orientierungswert von Gesamt-P.
Die gemessenen Leitfähigkeiten sind vergleichsweise sehr niedrig und liegen deutlich unter dem geforderten Höchstwert von 1000 µS/cm für den Fließgewässertyp 5.1.

Tabelle 3.1-1: Mittel, Minima und Maxima der Stundemittelwerte des Todbaches in *St. Wendel* vom 19.12.2009 bis 14.12.2009 und Orientierungswerte für den „Guten Ökologischen Zustand“ gemäß Datenblatt Umweltziele/Bewirtschaftungsziele (Gewässertyp 5.1) und Grenzwert der Nitrat-Richtlinie

	NO_3 (mg/l)	**NO_2 (mg/l)**	**NH_4 [6] (mg/l)**	**N_{ges} (mg/l)**	**PO_4-P (mg/l)**	**P_{ges} (mg/l)**	**TOC (mg/l)**
Mittelwert	15,7	0,235	0,559	4,1	0,34	0,428	6,81
Minimum	5,21	0,043	0,013	1,73	0,016	0,081	2,63
Maximum	36,3	0,542	2,58 [5]	9,63	1,99	2,1	25
Orientierungswert	**11**	**0,3**	**0,4**	**3**	**0,07**	**0,1**	**5**
Nitrat-Richtlinie	**50**						

	O_2 (mg/l)	**pH- Wert**	**Leitfähigkeit (µS/cm)**	**Temperatur (°C)**
Mittelwert	8,84	7,27	326	12,1
Minimum	0,59	6,43	184	0,121
Maximum	14,2	8,25	519	24,8
Orientierungswert	**> 7**	**6,5 – 8,5**	**< 1000**	**< 20**

Alle Parameter außer Nitrit und Gesamt-Stickstoff wurden online ermittelt (grau unterlegt). Nitrit und Gesamt-Stickstoff wurden etwa alle 10 Tage im Labor bestimmt.

Der landwirtschaftliche Einfluss ist am Standort *Baltersweiler* deutlicher zu erkennen als am Standort in St. Wendel. Dies macht sich vor allem in den gemessenen Gesamt-P –Konzentrationen bemerkbar, die auf eine erhöhte Konzentration an Partikel gebundenem Phosphor zurückgehen.

[5] Dabei handelt es sich um die Messbereichs-Obergrenze, daher ist davon auszugehen, dass der eigentliche Maximalwert etwas über dem angegebenen Messwert liegt.

Tabelle 3.1-2: Mittel, Minima und Maxima der Messwerte des Todbaches in *Baltersweiler* vom 11.02.2009 bis 14.10.2009 (online vom 13.05.2009 bis 16.07.2009) und Orientierungswerte für den „Guten Ökologischen Zustand“ gemäß Datenblatt Umweltziele/Bewirtschaftungsziele (Gewässertyp 5.1) und Grenzwert der Nitrat-Richtlinie

	NO_3 (mg/l)	**NO_2 (mg/l)**	**NH_4 (mg/l)**	**N_{ges} (mg/l)**	**PO_4-P (mg/l)**	**P_{ges} (mg/l)**	**TOC (mg/l)**
Mittelwert	10,9	0,098	0,102	2,82	0,116	0,243	5,85
Minimum	7,7	0,001	0,01	1,24	0,068	0,156	2,67
Maximum	15,7	0,197	1,82	6,35	0,141	0,559	10,2
Orientierungswert	**11**	**0,3**	**0,4**	**3**	**0,07**	**0,1**	**5**
Nitrat-Richtlinie	**50**						

	O_2 (mg/l)	**pH- Wert**	**Leitfähigkeit (µS/cm)**
Mittelwert	7,83	7,55	330
Minimum	4	6,6	204
Maximum	11,2	7,94	396
Orientierungswert	**> 7**	**6,5 – 8,5**	**< 1000**

Ammonium wurde online ermittelt (grau unterlegt; Stundenmittelwerte), die übrigen Parameter wurden etwa alle 10 Tage im Labor bestimmt.

Tabelle 3.1-3: Mittel, Minima und Maxima der Stundemittelwerte der Frachten des Todbaches in *St. Wendel* (19.12.2009 - 14.12.2009) sowie Jahresfracht 2009

Fracht	**NO_3**	**NH_4**	**PO_4-P**	**P_{ges}**	**TOC**
Mittelwert	6,46 g/s	0,243 g/s	0,1 g/s	0,144 g/s	2,99 g/s
Minimum	0,766 g/s	0,001 g/s	0,009 g/s	0,022 g/s	0,245 g/s
Maximum	104 g/s	2,42 g/s	1,75 g/s	1,98 g/s	59,2 g/s
Durchschnittliche Gesamtfracht im Jahr	204 t/a	7,65 t/a	3,16 t/a	4,53 t/a	94,4 t/a

Dies ergibt rechnerisch eine durchschnittliche jährliche Stickstofffracht aus Nitrat und Ammonium von ca. 52 t/a. Hinzu kommen – jedoch in deutlich geringeren Mengen – Stickstoff aus Nitrit und organischen Stickstoff-Verbindungen.

3.2 Köllerbach

An Flüssen lassen sich mit Hilfe von Online-Messungen deutliche Tagesschwankungen aufzeichnen, welche die natürliche Dynamik innerhalb des Ökosystems Fließgewässer widerspiegeln. Abbildung 3.2-1 zeigt solche Tagesverläufe der Wassertemperatur, des Sauerstoffgehaltes sowie des pH-Wertes im Köllerbach (Station *Völklingen*) im März/April 2009. Auch die Trends der einzelnen Parameter sind zu erkennen: während die Wassertemperatur (mit steigender Lufttemperatur) tendenziell zu- und der Sauerstoffgehalt abnimmt, so bewegt sich der pH-Wert des Wassers auf einem gleichbleibenden Niveau.

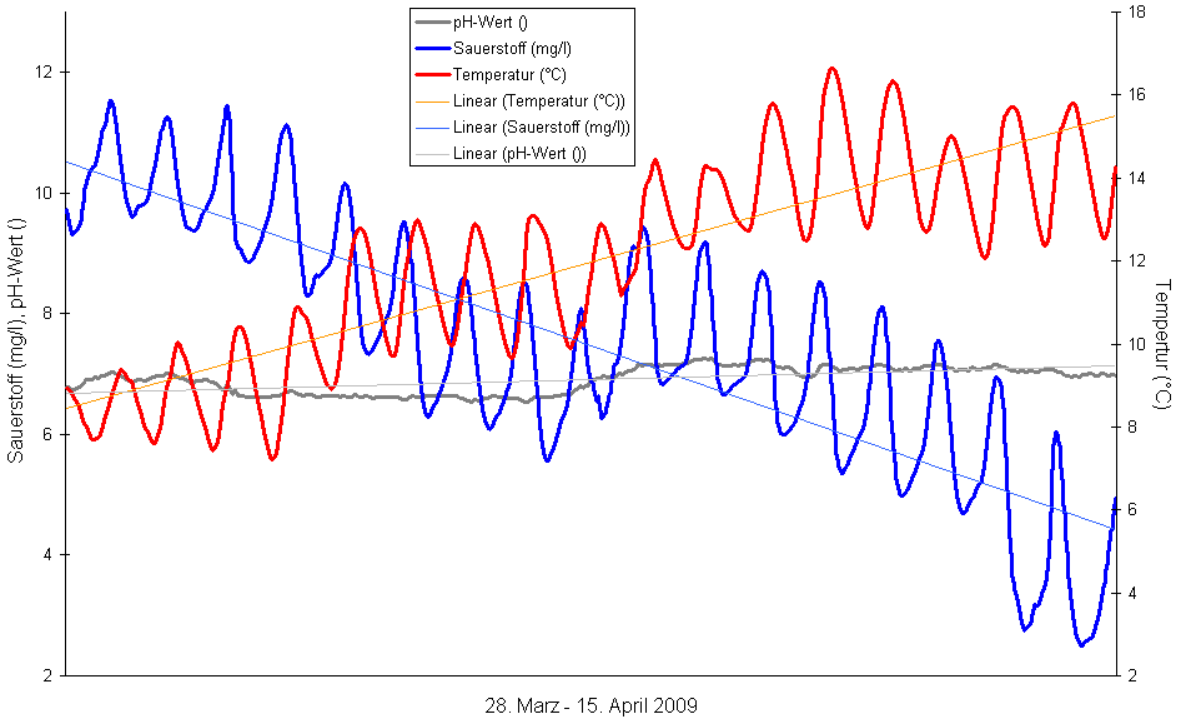


Abbildung 3.2-1: pH-Wert, Sauerstoff und Wassertemperatur (Station *Völklingen*) (28. März bis 15. April 2009)

Die Wassertemperaturen erreichen gegen 19 Uhr die höchsten und gegen 8 Uhr die niedrigsten Werte, wohingegen die Maxima der Sauerstoffkonzentrationen gegen 14 Uhr, die Minima gegen 22 Uhr auftreten.
Dies kann besonders gut verdeutlicht werden, wenn diese Sauerstoffkonzentrationen in Abhängigkeit von der Wassertemperatur aufgetragen werden (s. Abbildung 3.2-2 und 3.2-3). Jede einzelne farbige Ellipse zeichnet dabei einen Tageszyklus von 0 Uhr beginnend nach: Zunächst nimmt die Temperatur ab, wobei der Sauerstoffgehalt bereits leicht ansteigt. Ab dem ersten Wendepunkt um 8 Uhr steigen beide Parameter an. Gegen 14 Uhr nimmt die Sauerstoffkonzentration wieder ab, während die Wassertemperatur noch leicht ansteigt. Ab 22 Uhr geht auch die Wassertemperatur zurück, wodurch sich wieder mehr Sauerstoff im Wasser lösen kann (s. Beispiel im April Abbildung 3.2-2).

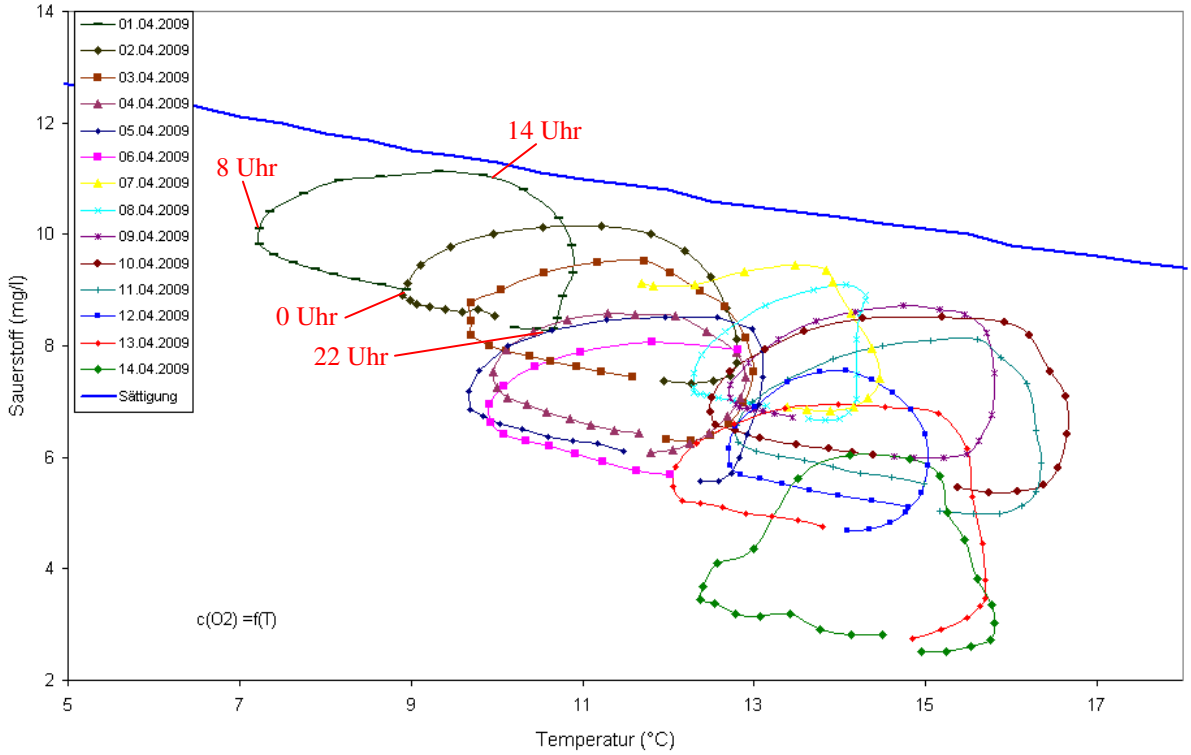


Abbildung 3.2-2: Sauerstoffverlauf in Abhängigkeit von der Wassertemperatur und Sauerstoffsättigung bei Normaldruck (Station *Völklingen)* (01. – 15. April 2009)

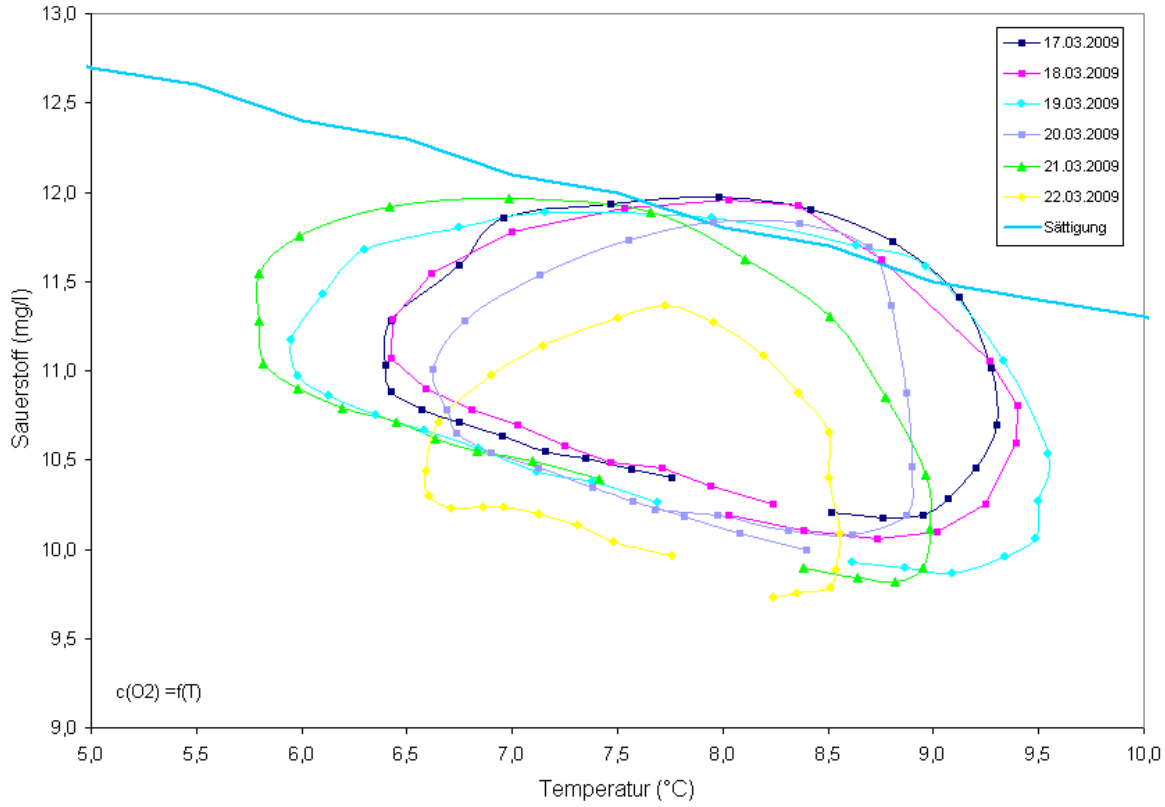


Abbildung 3.2-3: Sauerstoffverlauf in Abhängigkeit von der Wassertemperatur und Sauerstoffsättigung bei Normaldruck (Station *Völklingen)* (17. – 22. März 2009)

Bemerkenswert ist bei diesen Betrachtungen, dass die Sauerstoffgehalte bis auf die dargestellten wenigen Tage im März an der Station in *Völklingen* während des gesamten Messzeitraumes niemals

die Sauerstoffsättigung überschreiten. Aufgrund der hohen Nährstoffbelastungen, die an dieser Stelle gemessen wurden, wäre zu erwarten, dass sich die daraus resultierende Eutrophierung auch im Verlauf der Sauerstoffgehalte im Wasser äußert. Denn durch die erhöhte Konzentration an Nährstoffen entwickeln sich zunächst vermehrt photosynthetisch aktive Pflanzen. Damit steigt in der Regel die Sauerstoffproduktion und somit dessen Konzentration während des Tages stark an und überschreitet den Sättigungswert z.T. erheblich. In der Nacht hingegen wird Sauerstoff von den Pflanzen veratmet, so dass im Tagesverlauf große Amplituden in den Sauerstoffkonzentrationen aufzeichnen lassen. Diese Zyklen sind am Köllerbach, vor allem hinsichtlich der Übersättigung des Wassers mit Sauerstoff, nicht so stark ausgeprägt wie an anderen Gewässern. Ein Grund dafür könnte darin liegen, dass der Köllerbach zwischen *Völklingen* und *Püttlingen* über eine lange Strecke durch den Wald fließt. Die starke Beschattung des Wassers durch Bäume führt zu einer geringeren Photosyntheserate. Darüber hinaus könnte auch der Eintrag an organischer Belastung, wie er aus den kommunalen Kläranlagen zu erwarten ist, für eine Reduktion des Sauerstoffes auf Grund sauerstoffzehrender Abbauprozesse verantwortlich sein.

Neben diesen natürlichen Zyklen zeigen sich jedoch auch sehr deutliche Tagesschwankungen von Nitrat und Ammonium (s. Abbildung 3.2-4). Die Amplituden der beiden Stickstoff-Parameter sind dabei gegenläufig: Die Maxima der Nitratgehalte werden fast zeitgleich zu den Minima der Ammoniumkonzentrationen gegen 19 Uhr erreicht, die niedrigsten Nitratgehalte und die höchsten Ammoniumwerte treten gegen 9 Uhr auf. Zudem ist die Höhe der Konzentrationen bei beiden Messgrößen sehr auffällig (4,3 mg/l Ammonium-N, 35,4 mg/l Nitrat). Darüber hinaus sind die Tagesschwankungen auch in der Wassermenge sichtbar.

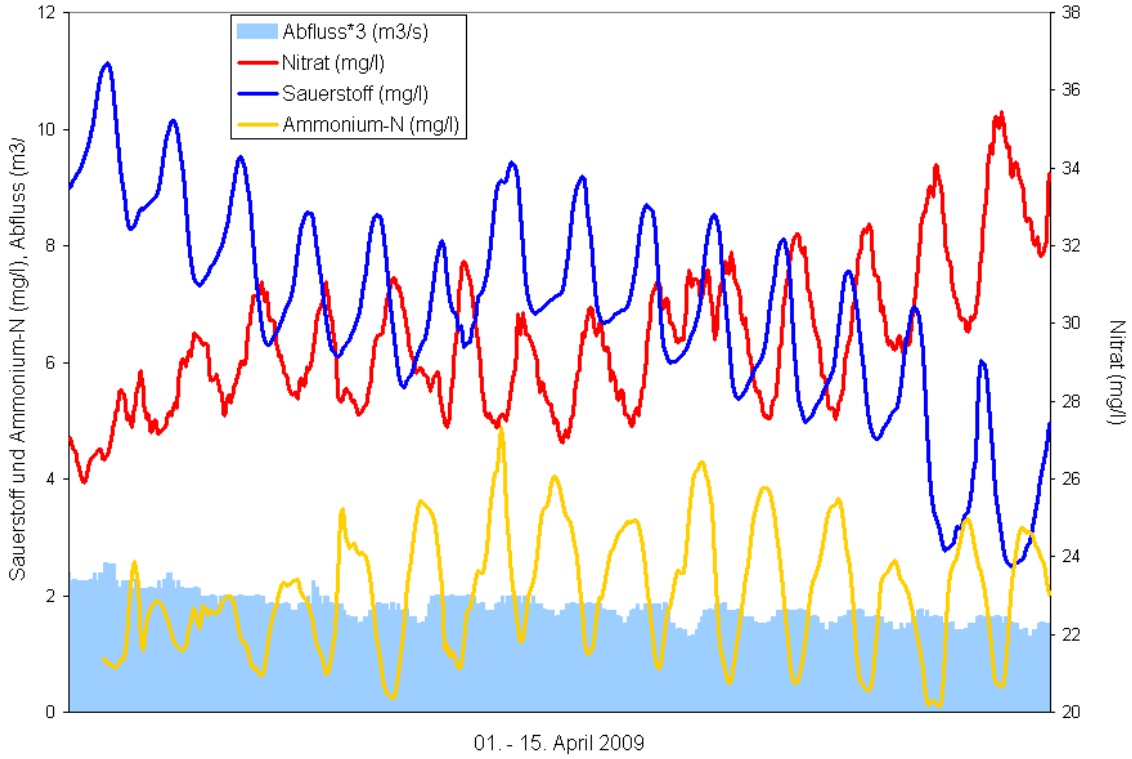


Abbildung 3.2-4: Nitrat, Ammonium-N und Sauerstoff (Station *Völklingen*) und Abfluss (Pegel *Völklingen*) (01. bis 15. April 2009)

Diese Belastungen stammen zweifelsohne aus einer kommunalen Kläranlage und zeichnen - Dank der von Regen unbeeinflussten Situation - die Konzentrationszyklen des gereinigten Abwassers nach. Es ist davon auszugehen, dass die Nitrifikation auf Grund der kühlen Temperaturen nur beschränkt ablief. Aufgrund der massiven Belastungen an Stickstoffen war es besonders wichtig, deren Herkunft zu klären, weshalb mittels eines zusätzlichen Forschungsauftrages eine weitere Messstation auf dem Gelände der Kläranlage *Püttlingen* installiert wurde. Dabei wurde die Gewässerprobe für die kontinuierliche Bestimmung von Nitrat und Ammonium vor dem Ablauf der Kläranlage entnommen,

um den Einfluss der Kläranlage *Walpershofen* abzuschätzen (Distanz zwischen Kläranlage *Walpershofen* und Messstation in *Völklingen* ca. 9,2 km).
Dabei zeigte sich, dass die Gehalte in *Püttlingen* in der Regel doch deutlich höhere Werte als in *Völklingen* erreichen (s. Abbildung 3.2-5).
Allerdings wurden an der Station in *Völklingen* in den Sommermonaten und auch im darauffolgenden Herbst und Winter keine solch hohen Ammonium-Spitzen wie im März und April mehr verzeichnet. Dieses Bild bestätigt sich auch in den Ergebnissen der manuellen Proben, welche hinter der Kläranlage *Walpershofen* entnommen wurden: im Februar 2009 betrug der Ammnoium-N-Gehalt der Probe 13 mg/l, die Nitratkonzentration lag hingegen bei 18 mg/l NO_3. In der wärmeren Jahreszeit im Juni 2009 lief die Nitrifikation auf Grund der wärmeren Temperaturen effektiver ab. So wurden an derselben Stelle ein Nitratwert von 103 mg/l und ein Ammnoium-N-Gehalt von 0,37 mg/l gemessen. Solche hohen Werte wurden im darauf folgen Halbjahr jedoch nicht mehr gemessen. Die Belastungen im ersten Halbjahr 2009 sind auf die Umbaumaßnahmen der Kläranlage *Walpershofen* zurück zu führen. Im zweiten Halbjahr wurde ein weiterer Belüfter eingebracht und die alte Nachklärung als Zusatzbecken eingesetzt, wodurch die Stickstoffelimination deutlich verbessert und die Einleitung von Stickstoffen in den Köllerbach drastisch reduziert werden konnte[6].

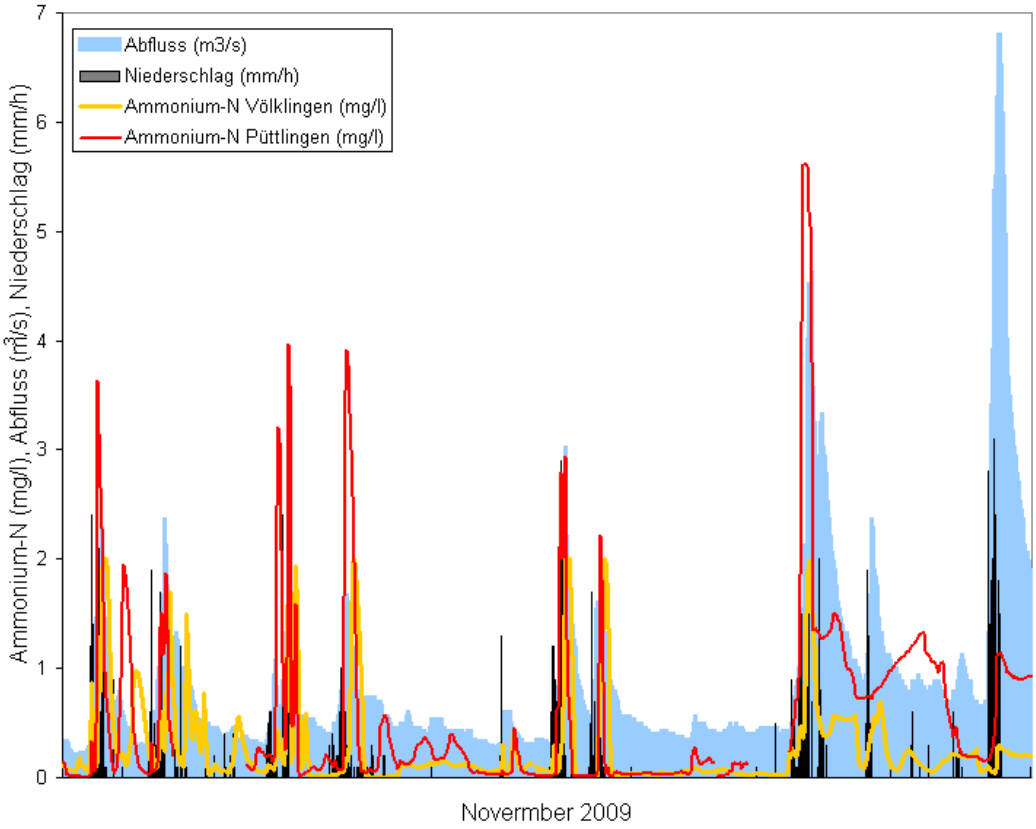


Abbildung 3.2-5: Ammonium-N (Stationen *Püttlingen* und *Völklingen*), Abfluss (Pegel *Völklingen*) und Niederschlag (Wetterstation *Püttlingen*) (November 2009)

Aufgrund zahlreicher Regenfälle konnten allerdings keine Stickstoff-Tageszyklen mehr an diesen Stationen aufgezeichnet werden. Dennoch zeigt sich sehr eindrucksvoll, dass die Ammonium-Konzentrationen an beiden Messstationen mit Zunahme der Wassermenge sprunghaft ansteigen, während Nitrat hingegen verdünnt wird (s. Abbildung 3.2-6).

[6] Mündliche Mitteilung von Herrn Woll vom EVS im Februar 2010.

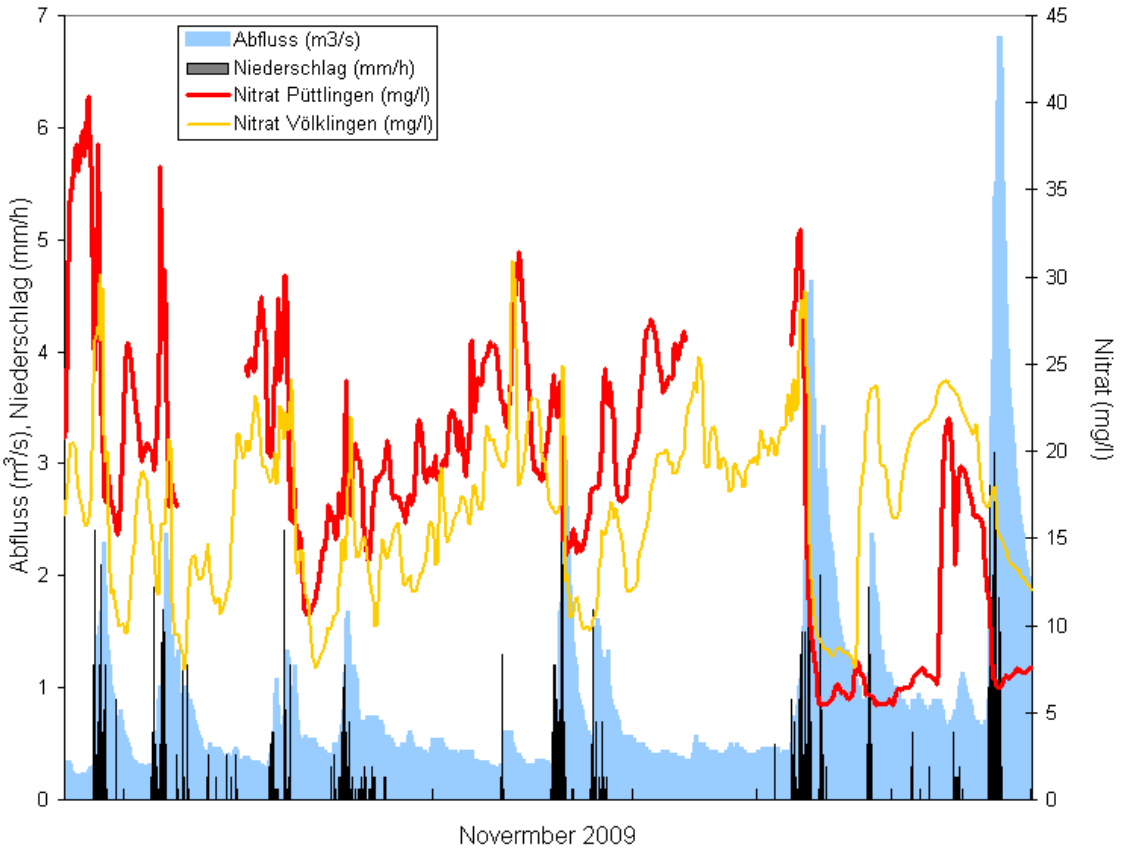


Abbildung 3.2-6: Nitrat (Station *Püttlingen* und *Völklingen*), Abfluss (Pegel *Völklingen*) und Niederschläge (Wetterstation *Püttlingen*) (November 2009)

Generell zeigt sich, dass sowohl die Ammonium- als auch die Nitratgehalte an der Station *Püttlingen* wesentlich höher sind als in *Völklingen*. Daher kann davon ausgegangen werden, dass die Belastungen im Flussverlauf durch Zuläufe verdünnt werden. Da auch die Nitratwerte in *Völklingen* geringer sind als in *Püttlingen*, wurden im Betrachtungszeitrum im Gewässer nur geringe Mengen an Ammonium zu Nitrat abgebaut.

Die Verdünnung des Nitratgehaltes bei Regenfällen weist darauf hin, dass die landwirtschaftlichen Einträge im Einzugsgebiet des Köllerbaches durch die aus kommunalen Abwässern stammende Grundbelastung überlagert werden. Neben den Ammonium-Werten steigen bei Niederschlägen auch die TOC- und Phosphat-Konzentrationen an, wobei die Zunahme des Anteils an gelöstem ortho-Phosphat bei solchen Ereignissen ein signifikanter Indikator für Einträge aus kommunalem Abwasser ist (s. Abbildung 3.2-7).

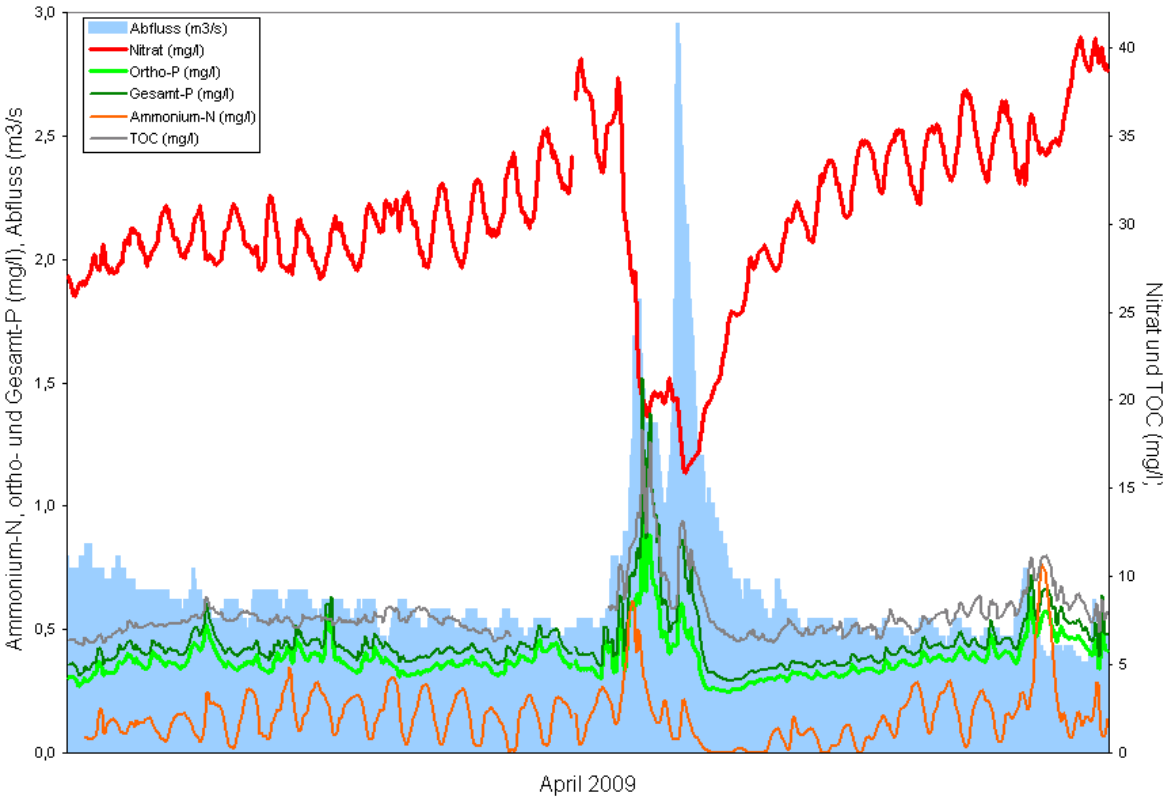


Abbildung 3.2-7: Ammonium-N, Nitrat ortho- und Gesamt-Phosphat (Station *Völklingen*), Abfluss (Pegel *Völklingen*) (April 2009)

Auch von TOC und Phosphor sind kaum Einträge aus diffusen Quellen zu beobachten. Über den gesamten Betrachtungszeitraum wurden fast ausschließlich Phosphor-Einträge mit hohem Anteil an gelöstem ortho-Phosphat erfasst. Die an Partikel gebundene Phosphorfraktion (Differenz aus den Messgrößen ortho- und Gesamt-Phosphat), welche über oberflächliche Abspülung in die Gewässer gelangt, betrug im Mittel an der Station *Völklingen* über den gesamten Messzeitraum nur etwas über 10% am Gesamt-Phosphor.
In Abbildung 3.2-8 ist am Beispiel einiger Abflussereignisse im Mai 2009 zu erkennen, dass trotz hoher Trübungsfrachten der Anteil an Partikel gebundenem Phosphor relativ gering, der an gelöstem ortho-Phosphat jedoch recht hoch ist. Gleichzeitig gelangen große Mengen an TOC in das Gewässer.

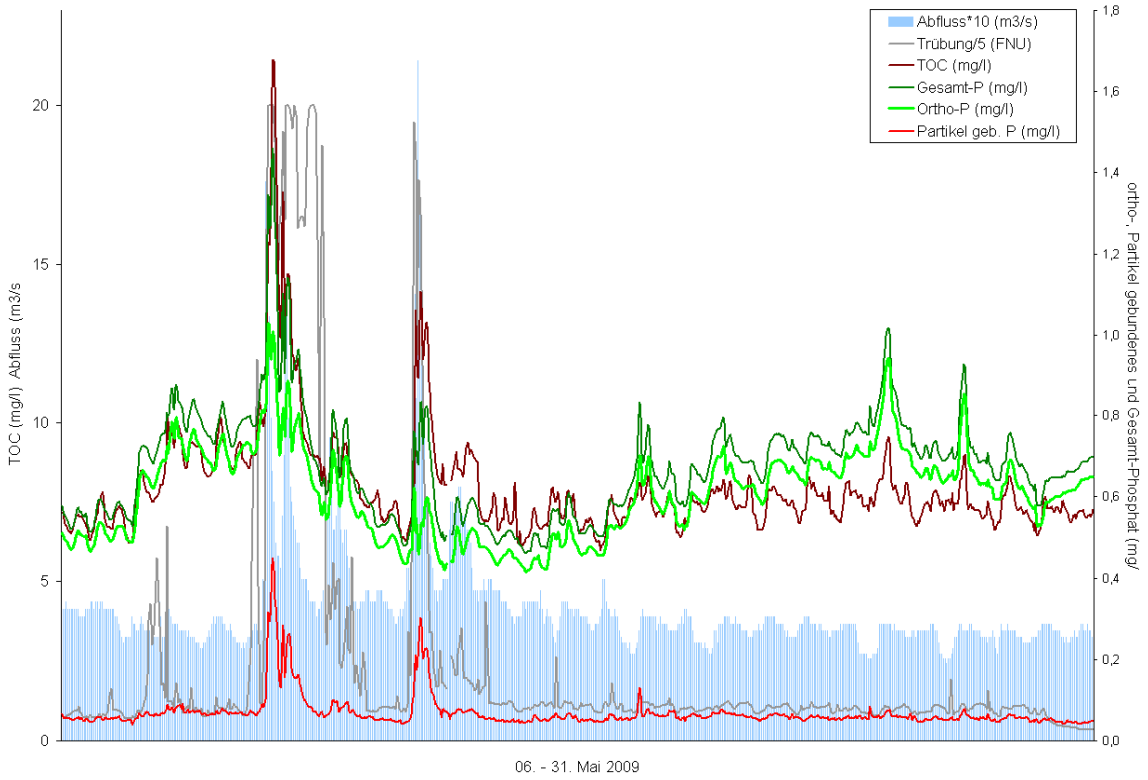


Abbildung 3.2-8: Trübung, TOC, Partikel gebundenes, ortho- und Gesamt-Phosphat (Station *Völklingen*), Abfluss (Pegel *Völklingen*) (06. bis 31. Mai 2009)

Betrachtet man die Korrelationen der dargestellten Parameter untereinander, so fällt auf, dass weder TOC noch Partikel gebundenes oder Gesamt-Phosphat in Zusammenhang mit Trübung oder Abfluss stehen. Eine eindeutige Wechselbeziehung ließ sich für diese wie auch für alle anderen Regenereignisse an der Station *Völklingen* lediglich für TOC und Partikel gebundenes Phosphat aufzeigen (s. Abbildung 3.2-9). Dies bedeutet, dass diese beiden Stoffe in den meisten Fällen über gleiche Eintragspfade ins Gewässer gelangen, dies aber nicht zwangsläufig von der Menge des Abflusses oder der Trübung abhängt.

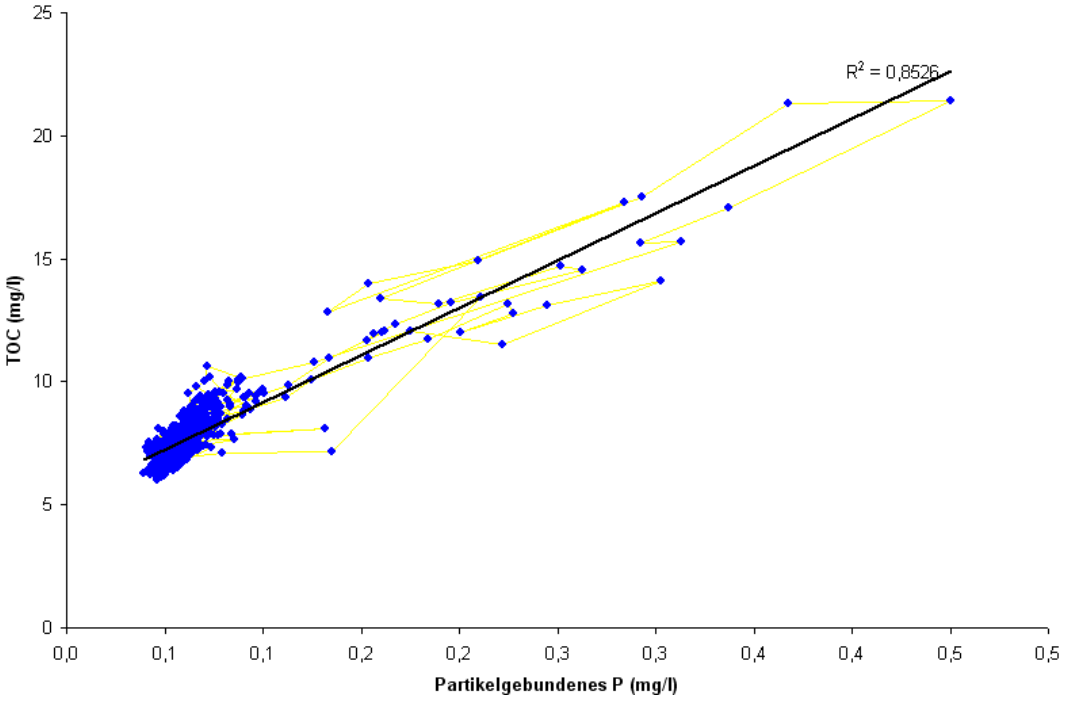


Abbildung 3.2-9: TOC gegen Partikel gebundenes Phosphat (Station *Völklingen*) (06. bis 31. Mai 2009)

Abbildung 3.2-10 zeigt ein Regenereignis, bei dem zunächst der Gehalt an Gesamt-Phosphor (dunkelgrüne Kurve) aufgrund des Eintrages von Partikel gebundenem Phosphor (rote Kurve) zunimmt, während der Gehalt an ortho-Phosphat (hellgrüne Kurve) (nach einem kurzen Maximum) verdünnt wird. In einem zweiten, zeitlich etwas verzögerten Schritt steigt die Konzentration an ortho-Phosphat kurzfristig wieder an, was auf Belastungen aus kommunalen Abwässern, wie z.B. Regenüberlaufbauwerken, hindeutet.

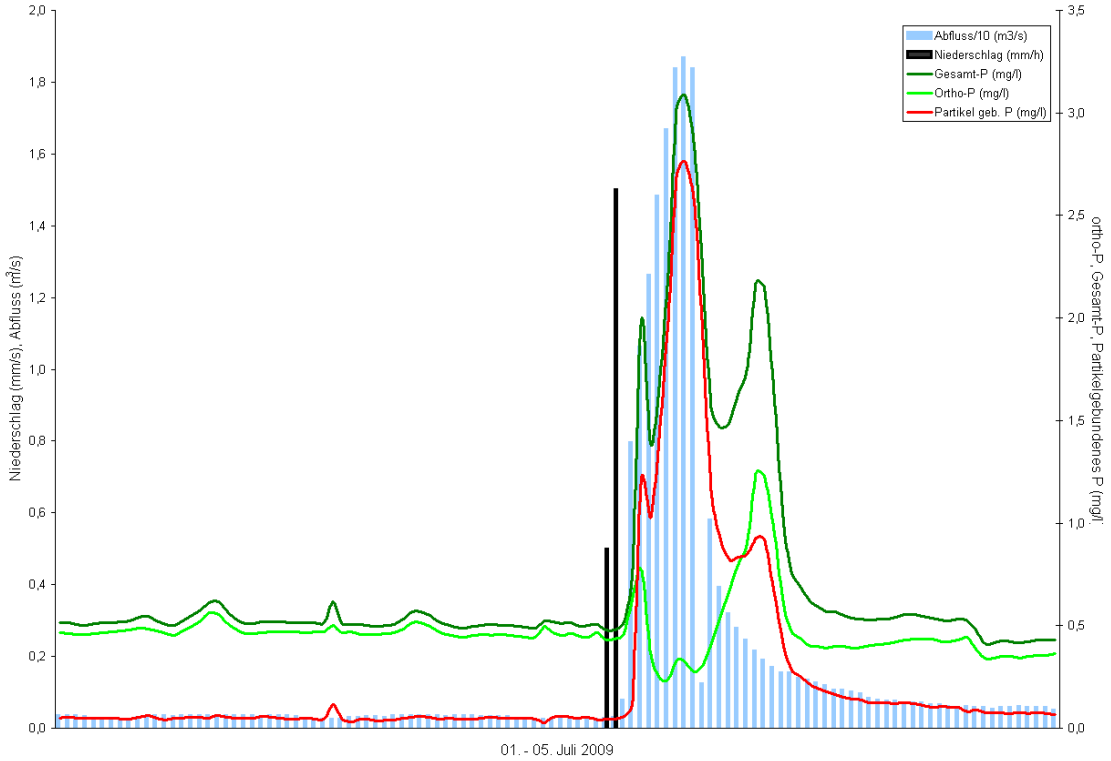


Abbildung 3.2-10: ortho-, Gesamt- und Partikelgebundenes Phosphat (Station *Völklingen*), Abfluss (Pegel *Völklingen*) und Niederschläge (Wetterstation *Püttlingen*) (01. bis 05. Juli 2009)

Durch die Trübung stark beeinflusst wird hingegen der Sauerstoffgehalt. Bei hoher Trübungsfracht nimmt die Sauerstoffversorgung im Gewässer zum Teil drastisch ab. Dies ist zum einen auf eine geringere Photosynthese der Grünpflanzen aufgrund von Lichtmangel zurückzuführen. Darüber hinaus werden neben mineralischen Trübstoffen auch organische Komponenten eingetragen, deren biologischer Abbau sehr stark Sauerstoff zehrend ist. Abbildung 3.2-11 zeigt die Sauerstoffkonzentrationen im Oktober 2009, welche den Orientierungswert von 7 mg/l über einen Gesamt-Zeitraum von fünf Tagen signifikant unterschreiten.

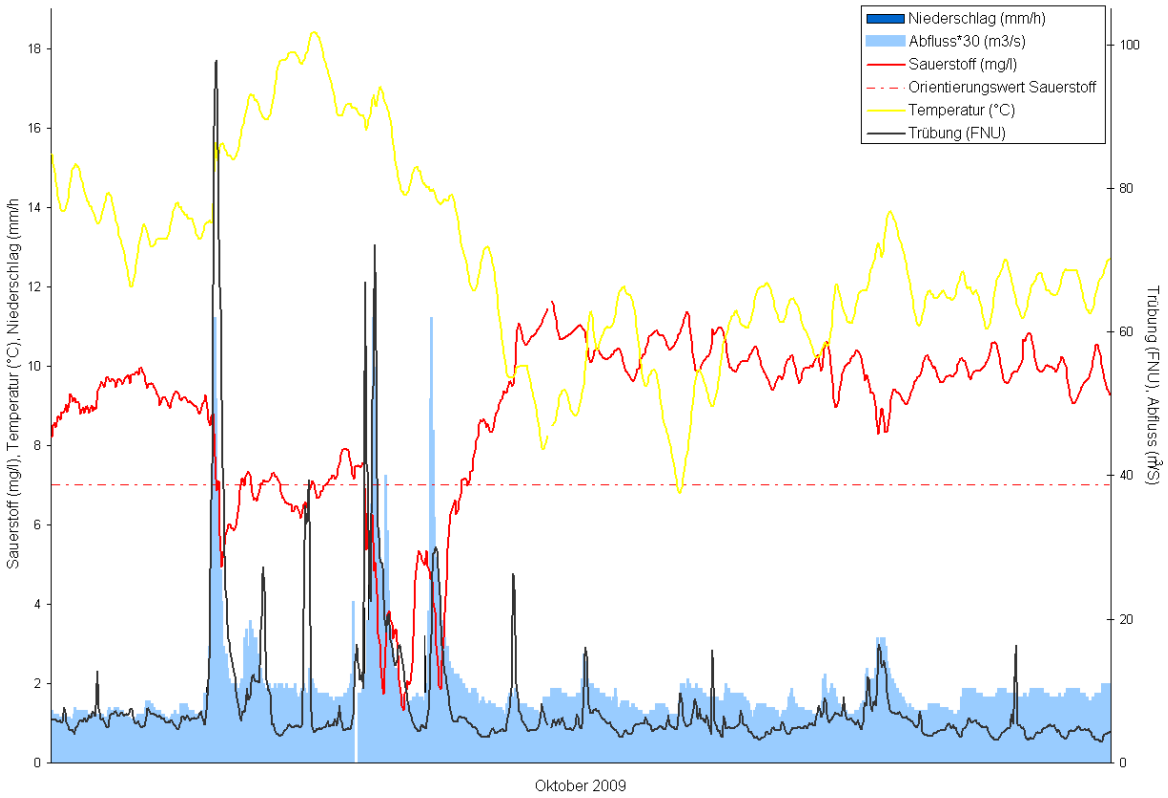


Abbildung 3.2-11: Sauerstoff, Temperatur und Trübung (Station *Völklingen*), Abfluss (Pegel *Völklingen*) und Niederschläge (Wetterstation *Püttlingen*) (Oktober 2009)

Auffällig sind hingegen die Schwankungen der Leitfähigkeit an beiden Messstationen: die Grundwerte sind sehr unterschiedlich, hohe Gehalte werden bei Regenfällen stark verdünnt. Die zum Teil erhebliche Salzfracht rührt von den Einträgen aus dem Schlehbach her, der kurz vor der Kläranlage *Püttlingen* in den Köllerbach mündet. Der Schlehbach ist in wechselndem Maße mit Wässern belastet, welche diskontinuierlich und in unterschiedlichen Mengen aus der Grube Luisenthal[7] in den Bach abgepumpt werden. Während die Konzentrationen an Nährstoffen darin sehr gering sind, sind die Salzfracht aufgrund von Chlorid- und Sulfatbelastungen sowie die Wassertemperaturen deutlich erhöht. Der maximale Leitfähigkeitswert, der während der letzten Monate im Schlehbach gemessen wurde, lag bei nahezu 3 mS/cm, der Mittelwert der Messungen liegt bei 1868 µS/cm. Die Chlorid-Konzentrationen lagen zwischen 100 und 490 mg/l Cl^-. Dies wirkt sich auch auf die Leitfähigkeit im Köllerbach aus (s. Abbildung 3.2-12). Die Temperaturlast des Schlehbaches macht sich hingegen am Standort *Püttlingen* im Köllerbach nicht mehr bemerkbar.

[7] Quelle: BUND Studie: Wärmelast Rhein, Mainz, Mai 2009

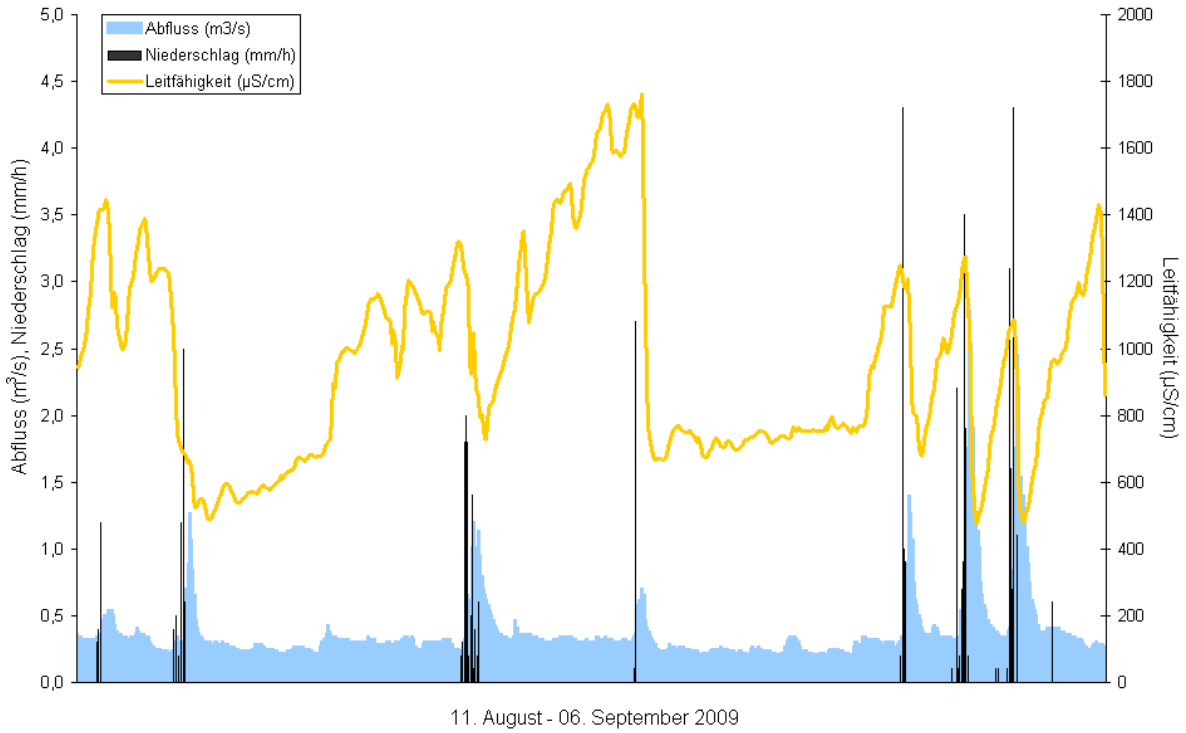


Abbildung 3.2-12: Leitfähigkeit (Station *Völklingen*), Abfluss (Pegel *Völklingen*) und Niederschläge (Wetterstation *Püttlingen*) (11. August bis 06 September 2009)

Fazit Köllerbach

Das Einzugsgebiet des Köllerbaches ist generell sehr stark durch anthropogene Einflüsse überprägt. Vor allem die Einleitungen aus kommunalen Kläranlagen, die auch mengenmäßig einen großen Anteil des Abflusses des Baches ausmachen, beeinträchtigen die Qualität des Gewässers stark (s. Abbildung 3.2-13).

So konnte während des gesamten Messzeitraumes an der Messstation *Völklingen* bei den Online-Messungen nur in Einzelfällen Unterschreitungen der Orientierungswerte für Gesamt- und ortho-Phosphat sowie für TOC erfasst werden (s. Tabelle 3.2-1). Auch die Nitratgehalte lagen nur in ca. 5% der Messungen unter dem Orientierungswert von 11 mg/l NO_3. Und obgleich die Hälfte der erhobenen Ammonium-Werte unter dem Orientierungswert von 0,4 mg/l NH_4 liegt, wird dieser durch die häufig auftretenden, starken Belastungsspitzen im Mittel sehr deutlich überschritten.
Ebenso war die Sauerstoffversorgung des Gewässers in einem Viertel der Messungen mit Werten unter 7 mg/l unzureichend, wohingegen die Wassertemperaturen nur in Einzelfällen oberhalb des Orientierungswertes von 21,5 °C lagen.
Die Salzgehalte, welche sowohl in *Püttlingen* als auch in *Völklingen* aufgezeichnet wurden,

Abbildung 3.2-13: Köllerbach mit Zulauf der Kläranlage *Walpershofen* (dunklere „Fahne“ auf linker Bildseite) (20. Januar 2010)

weisen starke Schwankungen auf, wobei (in *Völklingen*) in etwa 25% der Messungen Werte über 1000 µS/cm erreicht werden. Ursache hierfür sind die hohen: Chlorid- und Sulfatbelastungen des Schlehbaches, welche sich auch auf die Leitfähigkeit im Köllerbach auswirken.

Tabelle 3.2-1: Mittel, Minima und Maxima der Stundemittelwerte des Köllerbaches in *Völklingen* vom 19.12.2009 bis 14.12.2009 und Orientierungswerte für den „Guten Ökologischen Zustand" gemäß Datenblatt Umweltziele/Bewirtschaftungsziele (Gewässertyp 5.1) und Grenzwert der Nitrat-Richtlinie

	NO_3 (mg/l)	**NO_2 (mg/l)**	**NH_4 [8] (mg/l)**	**N_{ges} (mg/l)**	**PO_4-P (mg/l)**	**P_{ges} (mg/l)**	**TOC (mg/l)**
Mittelwert	22,5	0,529	0,195* (0,924)	6,92	0,465	0,543	7,36
Minimum	5,52	0,122	0,001	3,43	0,02	0,06	4,38
Maximum	74,5	1,91	13,8	12,6	1,39	3,09	27,7
Orientierungswert	**11**	**0,3**	**0,4**	**3**	**0,07**	**0,1**	**5**
Nitrat-Richtlinie	**50**						

	O_2 (mg/l)	**pH- Wert**	**Leitfähigkeit (µS/cm)**	**Temperatur (°C)**
Mittelwert	8,15	7,15	792	13,3
Minimum	0,12	6,09	250	0,355
Maximum	13,9	7,96	1866	22,6
Orientierungswert	**> 7**	**6,5 – 8,5**	**< 1000**	**< 21,5**

Alle Parameter außer Nitrit und Gesamt-Stickstoff wurden online ermittelt (grau unterlegt). Nitrit und Gesamt-Stickstoff wurden etwa alle 10 Tage im Labor bestimmt.

* Hinweis: die Bewertung des Mittelwertes der Ammonium-Gehalte im Köllerbach erweist sich als problematisch, da während des betrachteten Messzeitraumes die Kläranlage *Walpershofen* saniert wurde, wodurch die Funktionalität der Anlage eingeschränkt war. Dies hatte hohe Ammonium-Emissionen im ersten Halbjahr 2009 zur Folge. Zum einen konnten die auftretenden Spitzen-Konzentrationen zunächst nicht gemessen werden. Erst nach einer Umrüstung des Meßgerätes auf einen größeren Messbereich (von 0,02 bis 2 mg/l auf 0,1 bis 20 mg/l NH_4-N) war es möglich, Konzentrationen über 2 mg/l NH_4-N zu erfassen. Insofern ist der in Klammern angegebene Mittelwert mit großer Wahrscheinlichkeit kleiner als der reale Mittelwert. Anderseits spiegelt dieser Wert wegen der Sanierung der Kläranlage nicht die repräsentativen Ammonium-Gehalte des Köllerbaches wider. Daher wurden zur Berechnung des eigentlichen Mittelwertes (0,195 mg/l NH_4) lediglich die Daten ab Mai 2009 herangezogen, als keine derartigen Ammonium-Spitzen mehr auftraten (s. auch Angaben des EVS Seite 19).

Tabelle 3.2-2: Mittel, Minima und Maxima der Stundemittelwerte des Köllerbaches in *Püttlingen* vom 04.02.2009 (online: 23.10.2009) bis 14.12.2009 und Orientierungswerte für den „Guten Ökologischen Zustand" gemäß Datenblatt Umweltziele/Bewirtschaftungsziele (Gewässertyp 5.1)[9] und Grenzwert der Nitrat-Richtlinie

	NO_3 (mg/l)	**NO_2 (mg/l)**	**NH_4 [6] (mg/l)**	**N_{ges} (mg/l)**	**PO_4-P (mg/l)**	**P_{ges} (mg/l)**	**TOC (mg/l)**
Mittelwert	20,3	0,269	0,613	5,72	0,361	0,622	8,1
Minimum	5,39	0,154	0,004	2,11	0,129	0,241	3,29
Maximum	43,8	0,42	7,22	9,2	0,704	1,3	17,1
Orientierungswert	**11**	**0,3**	**0,4**	**3**	**0,07**	**0,1**	**5**
Nitrat-Richtlinie	**50**						

[8] Da Ammonium von uns online und im Labor als Ammonium-Stickstoff (NH_4-N) ermittelt wird, wurden die Ammonium-Gehalte in Text und Abbildungen als Ammonium-Stickstoff (NH_4-N) dargestellt. Um allerdings eine direkte Vergleichbarkeit mit den entsprechenden Daten von Ministerium und LUA zu ermöglichen, werden die Ammonium-Gehalte im Fazit im Text und in den Tabellen als Ammonium (NH_4) beschrieben.

[9] Beim Vergleich der beiden Tabellen ist zu beachten, dass sich die Mittelwerte, Minima und Maxima nicht auf den gleichen Messzeitraum beziehen. Berücksichtigt man lediglich die Werte desselben Zeitraumes der Station in *Völklingen* wie der in *Püttlingen*, so zeigt sich, dass die entsprechenden Konzentrationen in *Püttlingen* höher sind als in *Völklingen*.

	O_2 (mg/l)	**pH-Wert**	**Leitfähigkeit (µS/cm)**
Mittelwert	8,92	7,84	1005
Minimum	5,8	7,22	406
Maximum	10,7	8,39	2009
Orientierungswert	**> 7**	**6,5 – 8,5**	**< 1000**

Nitrat und Ammonium wurden online ermittelt (grau unterlegt; Stundenmittelwerte), die übrigen Parameter wurden etwa alle 10 Tage im Labor bestimmt.

Tabelle 3.2-3: Mittel, Minima und Maxima der Stundemittelwerte der Frachten des Köllerbaches in *Völklingen* (19.12.2009 - 14.12.2009) sowie Jahresfracht 2009

Fracht	**NO_3**	**NH_4**	**N_{anorg}**	**PO_4-P**	**P_{ges}**	**TOC**
Mittelwert	15,6 g/s	0,947 g/s		0,262g/s	0,367 g/s	5,45 g/s
Minimum	2,42 g/s	0,001 g/s		0,025 g/s	0,017 g/s	1,1 g/s
Maximum	264 g/s	18,8 g/s		8,19 g/s	57,7 g/s	106 g/s
Durchschnittliche Gesamtfracht im Jahr	492 t/a	29,9 t/a	134 t/a*	8,25 t/a	11,6 t/a	172 t/a

*Rein rechnerisch ermittelte Stickstofffracht aus Nitrat und Ammonium (Gesamt-Mittelwert von 0,924 mg/l NH_4). Hinzu kommen – jedoch in deutlich geringeren Mengen – Stickstoffe aus Nitrit und organischen Verbindungen.

Gemäß den Angaben der IKSMS[10] aus dem Jahre 2005 werden die Jahresfrachten der in den Köllerbach einleitenden Kläranlagen wie folgt veranschlagt:

- Kläranlage in *Holz* (5500 EW) (über den Wahlbach): 1,73 t/a Gesamtstickstoff und 1,3 t/a Gesamt-Phosphor;
- Kläranlage in *Walpershofen* (58000 EW): 121,6 t/a Gesamtstickstoff und 4,08 t/a Gesamt-Phosphor ;
- Kläranlage in *Püttlingen* (35000 EW): 115 t/a Gesamtstickstoff und 5,11 t/a Gesamt-Phosphor.

Dies bedeutet eine durchschnittlich jährliche Gesamtfracht aus den genannten kommunalen Kläranlagen im Einzugsgebiet des Köllerbaches von 238 t/a Gesamtstickstoff und 10,5 t/a Gesamt-Phosphor. Im Vergleich mit den online ermittelten Frachten zeigt sich eine fast identische Menge an Phosphor. Dies würde zu dem Rückschluss führen, dass über 90% der gesamten Phosphor-Einträge aus kommunalen Kläranlagen stammen. Angesichts der landwirtschaftlichen Aktivität im Einzugsgebiet scheint der Anteil der diffusen P-Belastung jedoch zu gering. Für den Parameter (anorganischer) Stickstoff wurden mit Hilfe der online Messungen jedoch wesentlich geringere Mengen ermittelt als von der IKSMS angegeben.

[10] Quelle: Internationale Kommissionen zum Schutze der Mosel und der Saar (Hrsg.): Richtlinie 2000/60/EG - Internationale Flussgebietseinheit RHEIN - Internationales Bearbeitungsgebiet „Mosel-Saar“ – Bestandsaufnahme (Juni 2005)

3.3 Blies in Ingweiler

Die Bestimmung von Schwermetallen gewinnt vor dem Hintergrund der Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie zunehmend an Bedeutung. So wurde am 16. Dezember 2008 die Richtlinie 2008/105 EG verabschiedet, die die Aufhebung der Richtlinien zur Ableitung von bestimmten gefährlichen Stoffen wie u.a. Cadmium, Quecksilber (82/176/EWG, 83/513/EWG, 84/156/EWG, 84/491/EWG und 86/280/EWG) sowie die Änderung der WRRL (2000/60/EG) beinhaltet. Dabei geht es hauptsächlich um die Festsetzung der Umweltqualitätsnormen der so genannten Prioritären Stoffe.
Zurzeit wird auf deutscher Seite an einem Entwurf *Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer* zur Umsetzung dieser Richtlinie gearbeitet. Die dabei festgelegten Umweltqualitätsnormen umfassen einerseits Jahresdurchschnittswerte (JD-UQN) aber auch zulässige Höchstkonzentrationen (ZHK-UQN) für Binnenoberflächengewässer und sonstige Oberflächengewässer.

Eine kontinuierliche Bestimmung der Schwermetallkonzentrationen im Spuren und Ultraspurenbereich ist mit einem hohen finanziellen und technischen Aufwand verbunden. Die Störanfälligkeit des Analysenautomaten ist aufgrund der ungünstigen Bedingungen in den Messstationen sehr hoch: Analysen im Ultraspurenbereich unter 1 mg/l erfordern im Labor hohe Ansprüche an die Reinheit der verwendeten Geräte, die in den mobilen Messstationen nur schlecht gewährleistet werden können, so dass es zu Kontaminationen und Verschleppungen kommen kann. Die Probenvorbereitung umfasst eine kontinuierliche Filtration, um die Störanfälligkeit und die Langzeitstabilität sicher zu stellen. Darüber hinaus wird eine Aufschlusseinheit integriert, die die Proben unter Zugabe von Wasserstoffperoxid etwa eine Stunde mit UV Licht bestrahlt. Mit dieser Methode können also gelöste und komplexgebundene Metalle in der Wasserphase bestimmt werden. An Feststoff gebundene oder adsorbierte Stoffe sind nicht erfassbar. Durch die langen Analysenzeiten (größer 1h) handelt es sich bei der Methode lediglich um eine quasikontinuierliche Bestimmung.

Die Richtlinie 2008/105/EG ebenso wie der Entwurf zu deren Umsetzung gibt die Umweltqualitätsnormen für Metalle als Gesamtkonzentration wieder, mit Ausnahme der Umweltqualitätsnormen für Cadmium, Blei und Nickel, die sich auf die Wasserphase beziehen (durch 0,45 µm filtrierte Probe).

An der Blies in *Ingweiler* wurden vom 05.12.2008 bis zum 06..11.2009 Messungen von Zink, Cadmium, Blei, Kupfer und Nickel durchgeführt. Zu Beginn der Messreihe wurden alle Metalle in der unfiltrierten Probe mit Aufschluss bestimmt, so dass die Gesamtkonzentrationen ermittelt werden konnten. Wegen der damit einhergehenden Verschmutzung des Meßgerätes wurde jedoch ab dem 12. März ein Filter vorgeschaltet, so dass nur noch die gelösten und komplexgebundenen Metalle erfasst wurden. Messungen im Labor zeigten, dass sich der TOC-Gehalt der Proben durch die Filtration dabei um ca. 50% verringert. In folgedessen konnten die an kohlenstoffhaltige Partikel gebundenen Metalle nicht mehr vollständig bestimmt werden.

Bei einem Abflussereignis im Januar 2009 mit einem maximalen Stundenmittelwert des Abflusses von 58 m^3/s (höchster Wert über den Beobachtungszeitraum) konnten Abfluss korrelierende Schwermetallkonzentrationen gemessen werden (siehe auch 4. Bericht). Die besten Korrelationen ergeben sich dabei für Blei (Abbildung 3.3-1), Cadmium (Abbildung 3.3-2) und Zink (Abbildung 3.3-3). Verantwortlich für dieses Abfluss konforme Ansteigen der Konzentrationen ist eine Sedimentmobilisierung, die nur in den unfiltrierten Proben beobachtet werden kann.

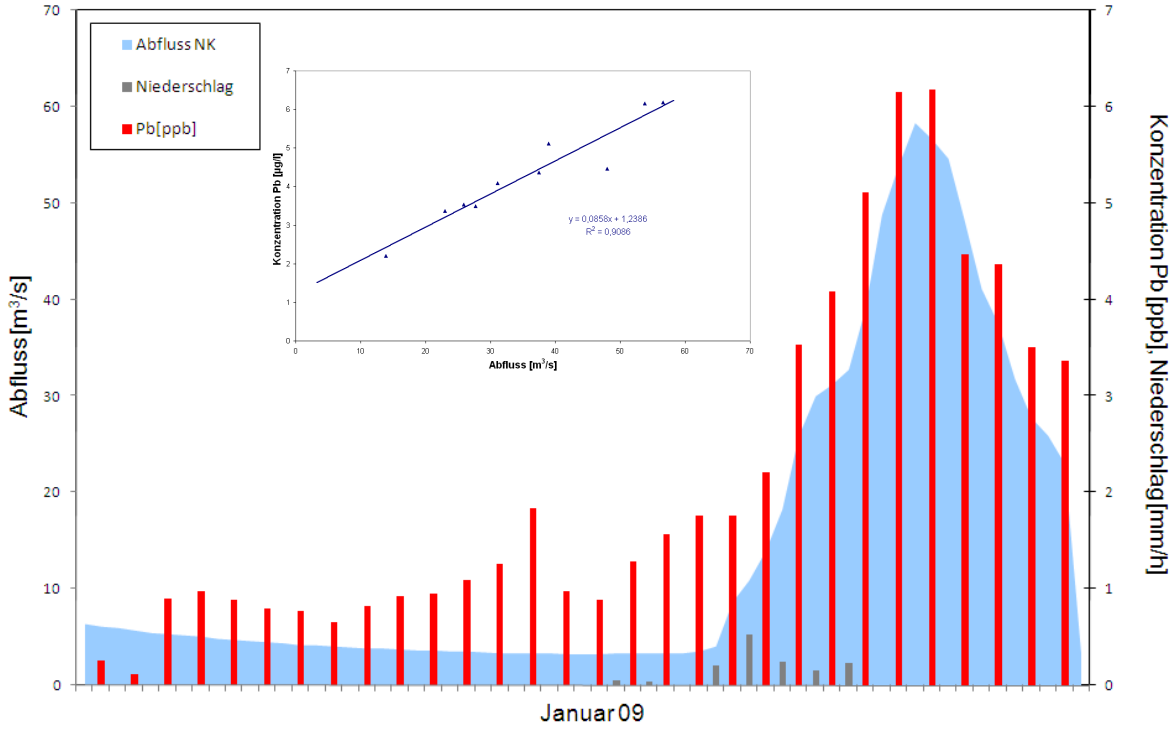


Abbildung 3.3-1: Konzentration Blei, Abfluss und Niederschlag (Station *Ingweiler*), (Januar 2009). Korrelation zwischen der Bleikonzentration und dem Abfluss während des Abflussereignisses am 23., 24. Januar 2009.

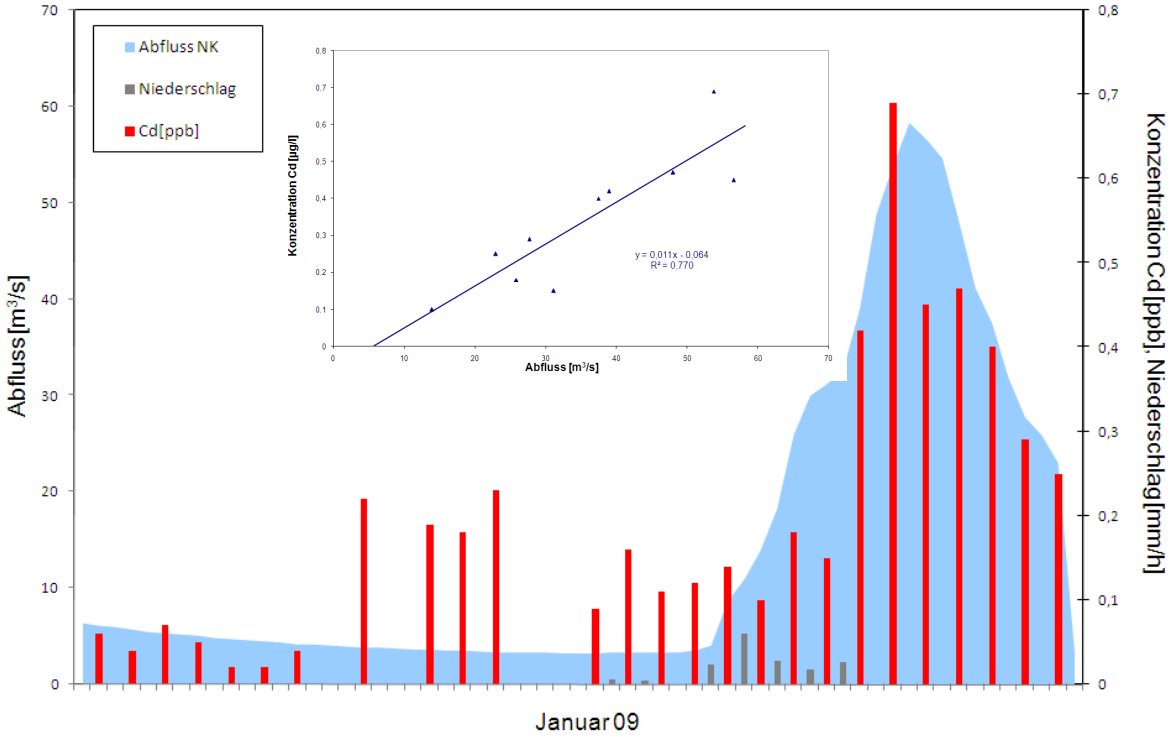


Abbildung 3.3-2: Konzentration Cadmium, Abfluss und Niederschlag (Station *Ingweiler*) (Januar 2009). Korrelation zwischen der Cadmiumkonzentration und dem Abfluss während des Abflussereignisses am 23., 24. Januar 2009.

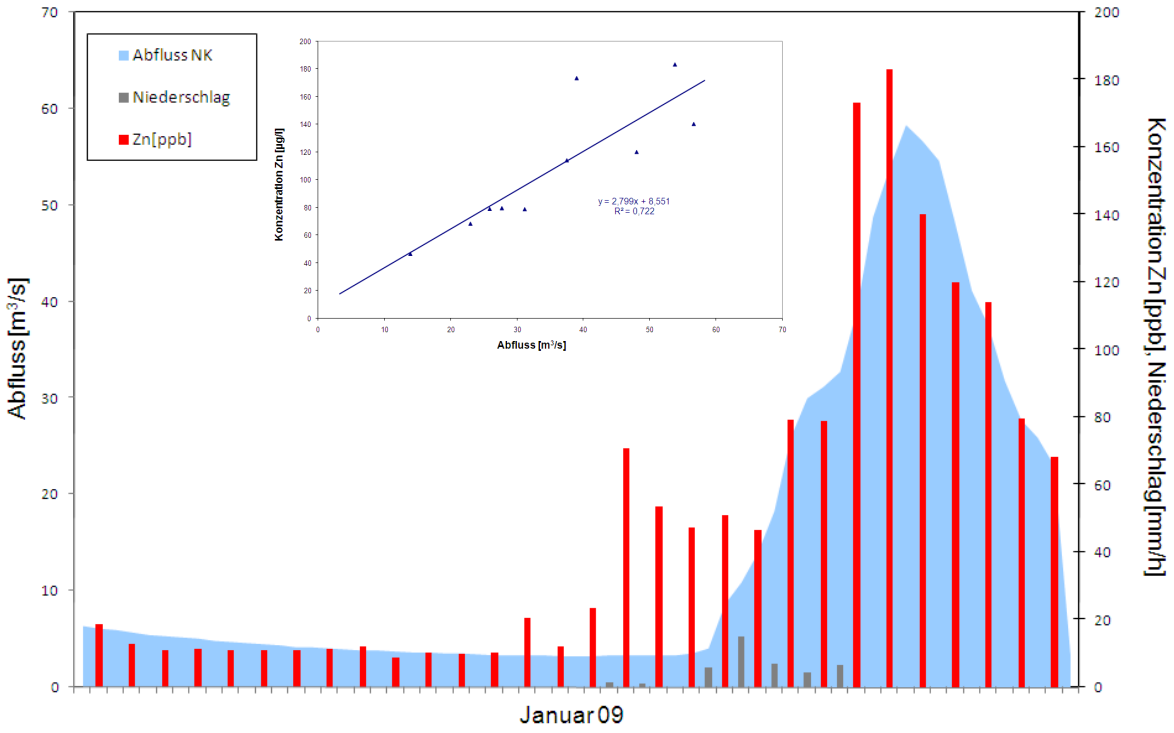


Abbildung 3.3-3: Konzentration Zink, Abfluss und Niederschlag (Station *Ingweiler*) (Januar 2009). Korrelation zwischen der Zinkkonzentration und dem Abfluss während des Abflussereignisses am 23., 24. Januar 2009.

Zusätzliche Eintragungen durch Niederschläge sind im Allgemeinen nicht erkennbar. Insgesamt können hohe Konzentrationen aller Metalle auch ohne Niederschlags- oder Abflussereignisse beobachtet werden (Abbildung 3.3-4). Eine mögliche Erklärung hierfür können punktuelle Einleitungen oder aber der Einfluss des Basisabflusses sein. Am Messstandort in *Ingweiler* liegt die Grundwasser leitende Schicht sehr oberflächennah, so dass der Basisabfluss und damit die geogen bedingte Belastung eine hohe Bedeutung erlangen kann.

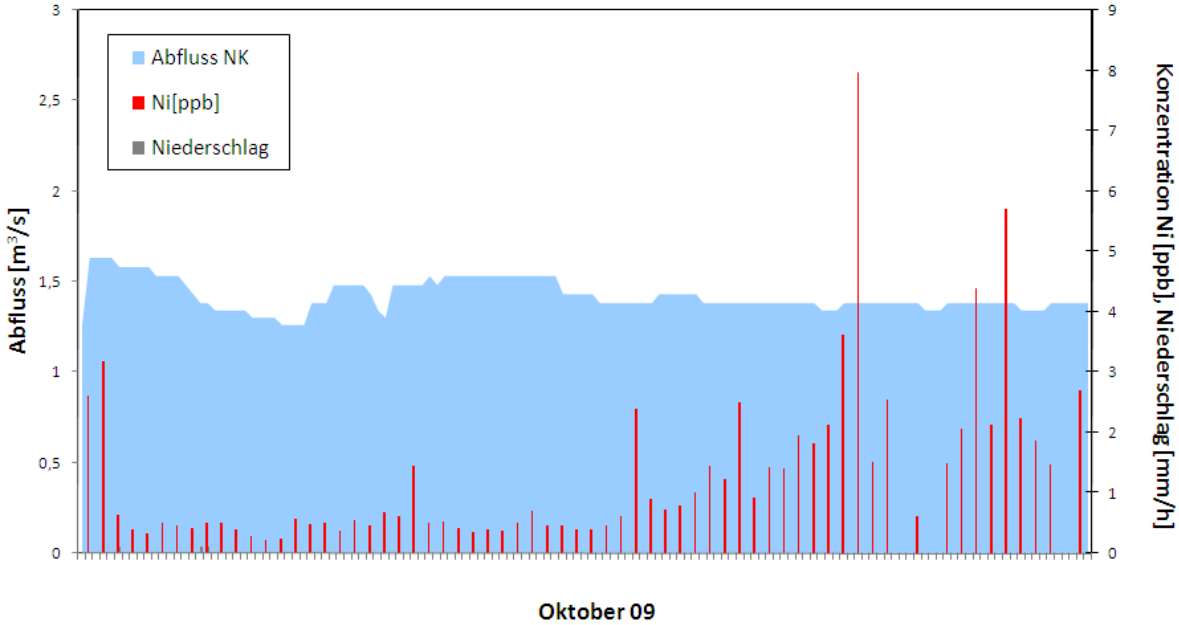


Abbildung 3.3-4: Nickelkonzentration, Niederschlag und Abfluss (Station *Ingweiler*) (Oktober 2009)

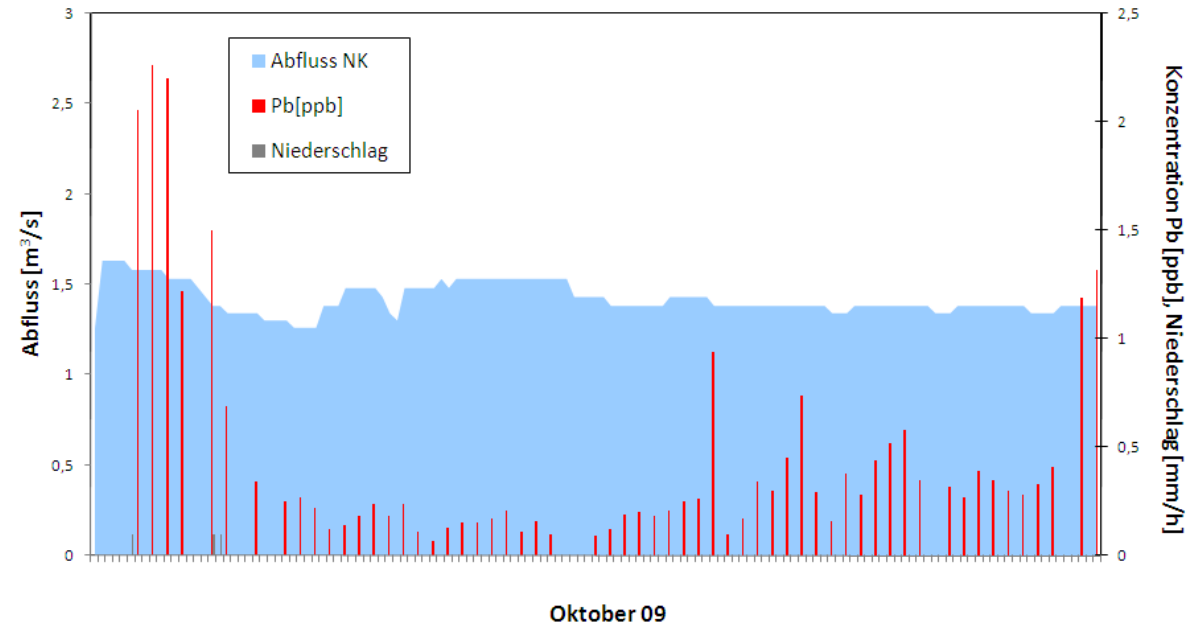


Abbildung 3.3-5: Bleikonzentration, Niederschlag und Abfluss (Station *Ingweiler*) (Oktober 2009)

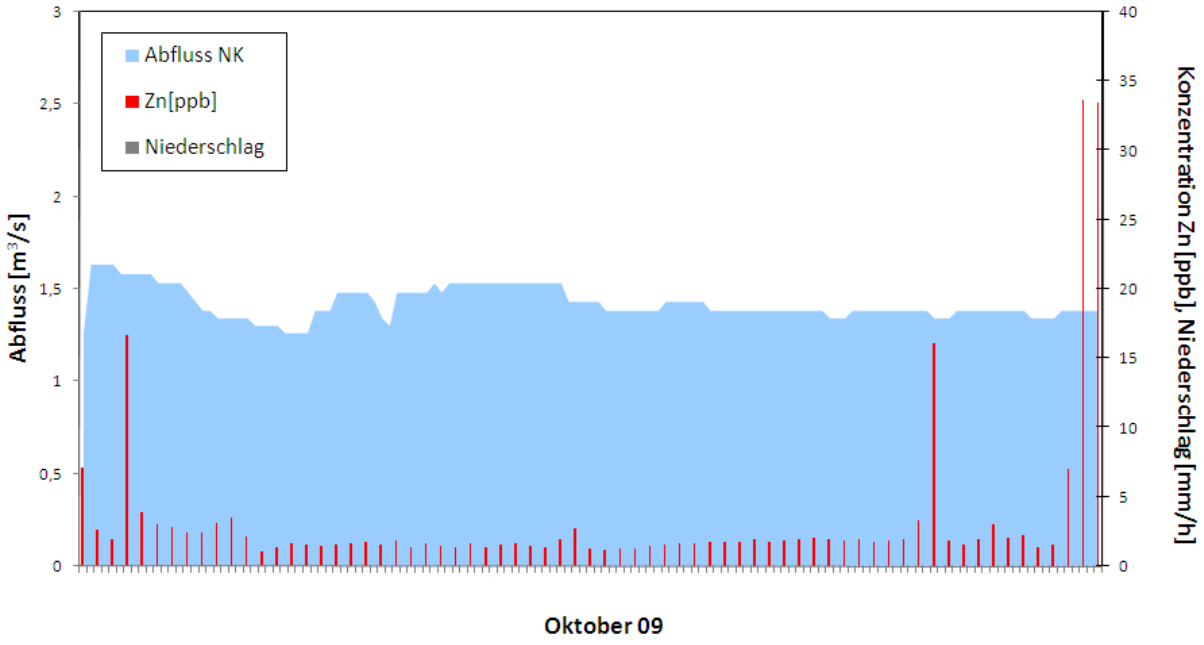


Abbildung 3.3-6: Zinkkonzentration, Niederschlag und Abfluss (Station *Ingweiler*) (Oktober 2009)

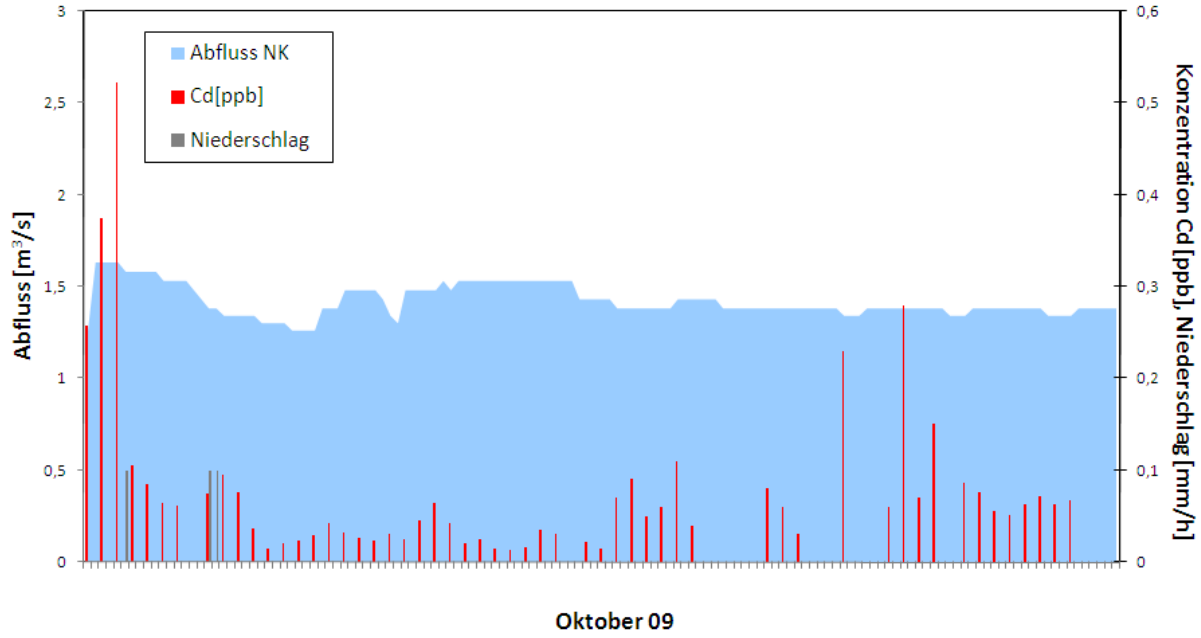


Abbildung 3.3-7: Cadmiumkonzentration, Niederschlag und Abfluss (Station *Ingweiler*) Oktober 2009

Zusätzlich zu den Schwermetallmessungen wurden im Oktober 2009 Sonden für die Erfassung von Nitrat, Leitfähigkeit, Sauerstoff und Trübung eingebracht. Mit Hilfe dieser Parameter sollte im Rahmen der Erweiterung des Forschungsauftrages festgestellt werden, in wie weit die Schwermetallgehalte mit Einträgen aus landwirtschaftlichen Flächen (Nitrat, Trübung) bzw. mit Belastungen aus industriellen Einleitungen (Leitfähigkeit) korrelieren.
Solche direkten Zusammenhänge zwischen einem Schwermetall und einem der übrigen Parameter konnten jedoch nicht festgestellt werden. Dennoch zeigt sich, dass auch die Nitratgehalte bei gleichbleibend geringem Wasserstand ohne vorangegangene Niederschläge sprunghaft ansteigen (s. Abbildung 3.3-8 Ende Oktober). Im November sind in der gleichen Abbildung hingegen auch Einträge über Interflow zu beobachten, die mit einem zeitlichen Versatz von etwa 15 Stunden zu den Niederschlägen auftreten. Diese Beobachtungen stützen die Hypothese, dass hier Einträge über Grundwasser eine Rolle spielen können, welche auch die gemessenen Schwermetallkonzentrationen beeinflussen.

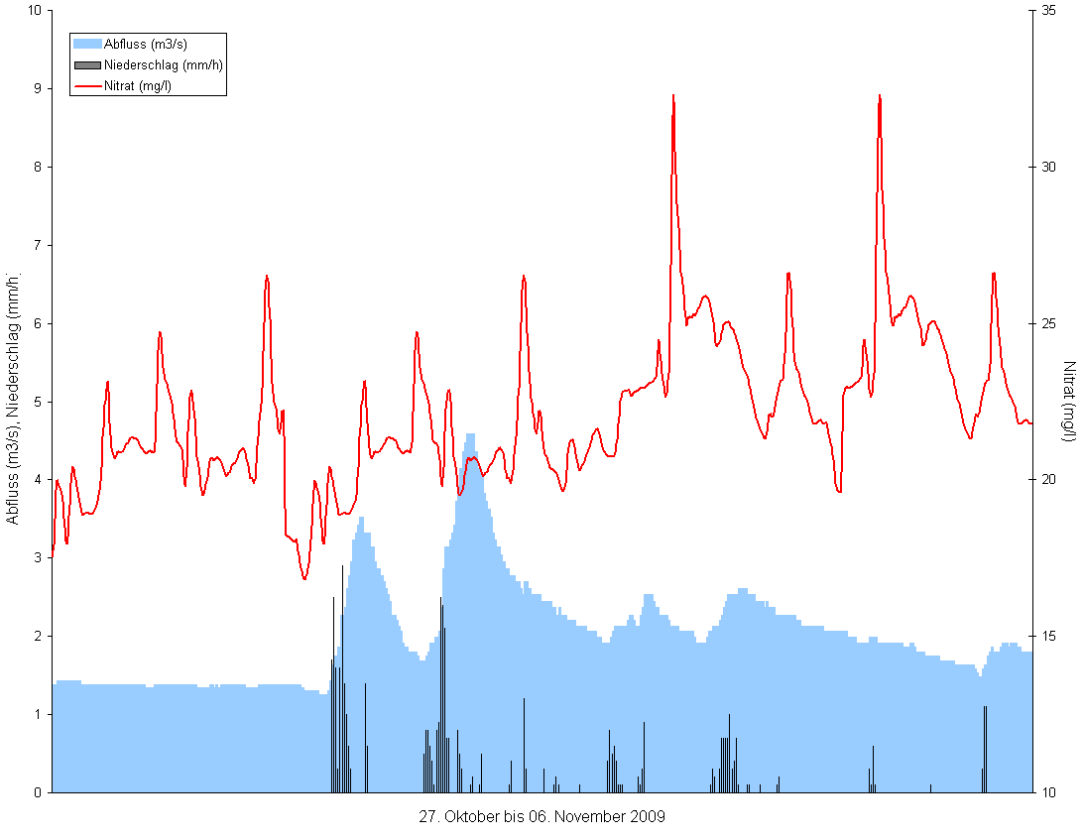


Abbildung 3.3-8: Nitrat (Station *Ingweiler*), Abfluss (Pegel *Neunkirchen*) und Niederschläge (Wetterstation *Wellesweiler*) (27. Oktober bis 06. November 2009)

Später im Jahresverlauf werden die hohen Grundbelastungen von Nitrat (30 bzw. 25 mg/l) bei Regenfällen stark verdünnt (s. Abbildung 3.3-9). Auch die Leitfähigkeit nimmt bei solchen Ereingissen stark ab, drei Mal lässt sich jedoch kurzfristig ein sprunghafter Anstieg der Salzfrachten vor deren Verdünnung feststellen. Aufgrund der Witterungsverhältnisse im Dezember und januar ist davon auazugehen, dass dies durch den Eintrag von Streusalzen bedingt wurde.

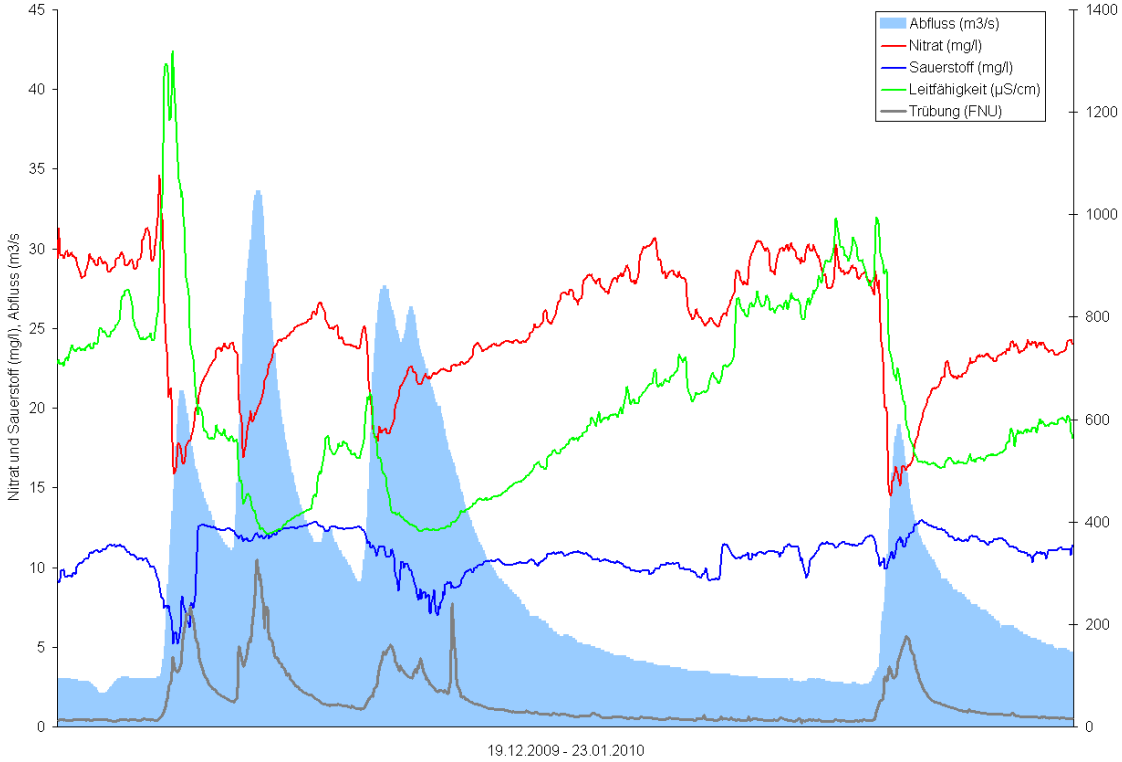


Abbildung 3.3-9: Nitrat, Sauerstoff, Trübung und Leitfähigkeit (Station *Ingweiler*), Abfluss (Pegel *Neunkirchen*) (19. Dezember 2009 bis 23. Januar 2010)

Fazit Blies in *Ingweiler*

Die Messungen der Schwermetalle Zink, Cadmium, Blei, Kupfer und Nickel zeigen über den Messzeitraum (Dezember 2008 bis November 2009) stark schwankende Konzentrationswerte.
Bei hohen Abflusswerten findet man eine gute Korrelation zwischen den Gesamtkonzentrationen (gelöste und komplexierte Metalle sowie an Partikel gebundene Metalle) von Zink, Blei und Cadmium in der unfiltrierten Probe, was auf eine erhöhte Sedimentmobilisierung zurückgeführt werden kann, die vor allem bei sehr hohen Abflusswerten unabhängig von der Niederschlagsstärke auftritt. Hierbei werden im Sediment abgelagerte und angereicherte Metalle mobilisiert und der Bestimmung zugänglich. Die Umweltqualitätsziele werden jedoch auch für die unfiltrierten Proben für Nickel und Blei in allen Messungen und für Cadmium in 32% der Messungen eingehalten.
In den filtrierten Proben werden die Umweltziele für Cadmium in 65% der Fälle unterschritten.

Abbildung 3.3-10: Messstation in *Ingweiler* (rechts) während Überschwemmung (Grundwassereinfluss) (4. Februar 2010)

Tabelle 3.3-1 :Mittelwerte der Metallkonzentrationen von Zink, Cadmium, Blei, Kupfer und Nickel sowie der zugeordneten Niederschlagssummen und Abflussmittelwerte in der unfiltrierten Proben, von 12. Dezember 2008 bis zum 12. März 2009 und Umweltqualitätsziele

	Zn [µg/l]	**Cd [µg/l]**	**Pb [µg/l]**	**Cu [µg/l]**	**Ni [µg/l]**	**Abfluss [m^3/s]**	**Niederschlag [mm/h]**
Mittelwert	40,95	0,40	1,50	1,24	0,58	5,381	1,0
Minimum	0,04	0,01	0,11	0,05	0,13	1,430	0,1
Maximum	183,12	1,49	6,52	7,60	5,16	58,254	5,2
Anzahl	241	187	224	48	173	494	76
Umwelt-qualitätsziel		0,08 - 0,25	7,2		20		

Tabelle 3.3-2 :Mittelwerte der Metallfrachten von Zink, Cadmium, Blei, Kupfer und Nickel sowie der zugeordneten Niederschlagssummen und Abflussmittelwerte in der unfiltrierten Probe, von 12. Dezember 2008 bis zum 12. März 2009

	Zn [mg/s]	**Cd [mg/s]**	**Pb [mg/s]**	**Cu [mg/s]**	**Ni [mg/s]**	**Abfluss [m^3/s]**	**Niederschlag [mm/h]**
Mittelwert	305,75	2,59	12,56	18,98	5,30	5,381	1,0
Minimum	0,22	0,05	0,64	0,19	0,27	1,430	0,1
Maximum	9844,35	37,09	349,75	408,57	106,25	58,254	5,2
Anzahl	238	173	221	47	172	494	76

Tabelle 3.3-3 :Mittelwerte der Metallkonzentrationen von Zink, Cadmium, Blei, Kupfer und Nickel sowie der zugeordneten Niederschlagssummen und Abflussmittelwerte in der filtrierten Probe, von 12. März 2009 bis zum 06. November 2009 und Umweltqualitätsziele

	Zn [µg/l]	**Cd [µg/l]**	**Pb [µg/l]**	**Cu [µg/l]**	**Ni [µg/l]**	**Abfluss [m^3/s]**	**Niederschlag [mm/h]]**
Mittelwert	12,01	0,26	0,80	14,62	1,19	2,203	1,1
Minimum	0,14	0,01	0,05	0,07	0,01	1,066	0,1
Maximum	216,79	1,17	4,79	505,22	11,64	17,803	24,4
Anzahl	497	411	482	199	509	1348	137
Umwelt-qualitätsziel		0,08 - 0,25	7,2		20		

Tabelle 3.3-4 :Mittelwerte der Metallfrachten von Zink, Cadmium, Blei, Kupfer und Nickel sowie der zugeordneten Niederschlagssummen und Abflussmittelwerte in der filtrierten Probe, von 12. März 2009 bis zum 06. November 2009 und Umweltqualitätsziele

	Zn [mg/s]	**Cd [mg/s]**	**Pb [mg/s]**	**Cu [mg/s]**	**Ni [mg/s]**	**Abfluss [m^3/s]**	**Niederschlag [mm/h]**
Mittelwert	30,07	0,54	1,93	25,81	2,13	2,203	1,1
Minimum	0,21	0,02	0,10	0,13	0,01	1,066	0,1
Maximum	837,30	2,96	39,72	697,20	38,00	17,803	24,4
Anzahl	497	410	482	199	508	1348	137

Die zusätzlichen Messungen von Nitrat, Leitfähigkeit, Sauerstoff und Trübung zeigten keine Korrelation dieser Parameter mit einem Schwermetall. Der Nitratgehalt bewegt sich deutlich über dem Orientierungswert auf einem durchgehend hohen Niveau, wird allerdings bei Regenfällen zum Teil stark verdünnt. Gelegentlich zeigt der Verlauf der Nitratkonzentration jedoch auch Einträge über Zwischenabfluss an, so dass ebenfalls ein Transport von Schwermetallen über Interflow bzw. Grundwasser nicht ausgeschlossen werden kann. Trotz Wintertemperaturen konnten angelegentlich Unterschreitungen des Sauerstoffgehaltes unter 7 mg/l beobachtet werden. Diese sind dann auf Trübungseinträge zurückzuführen (s. Tabelle 3.3-1).

Tabelle 3.3-1: Mittel, Minima und Maxima der Stundemittelwerte der Blies in *Ingweiler* vom 27.10.2009-04.02.2010 (manuell 24.02.2009 bis 02.12.2009 und Orientierungswerte für den „Guten Ökologischen Zustand“ gemäß Datenblatt Umweltziele/Bewirtschaftungsziele (Gewässertyp 5.1) und Grenzwert der Nitrat-Richtlinie

	NO_3 (mg/l)	**NO_2 (mg/l)**	**NH_4 [6] (mg/l)**	**N_{ges} (mg/l)**	**PO_4-P (mg/l)**	**P_{ges} (mg/l)**	**TOC (mg/l)**
Mittelwert	23,9	0,177	0,319	5,20	0,303	0,409	5,43
Minimum	11,2	0,020	0,013	2,66	0,142	0,144	2,80
Maximum	34,6	0,263	0,865	7,86	0,595	0,711	7,91
Orientierungswert	**11**	**0,3**	**0,4**	**3**	**0,07**	**0,1**	**5**
Nitrat-Richtlinie	**50**						

	O_2 (mg/l)	**pH-Wert**	**Leitfähigkeit (µS/cm)**
Mittelwert	10,2	7,43	636
Minimum	5,2	7,21	332
Maximum	13,0	7,82	1320
Orientierungswert	**> 7**	**6,5 – 8,5**	**< 1000**

4. Ausblick

Mit diesem Bericht wurde der Auftrag des Ministeriums für Umwelt, Energie und Verkehr des Saarlandes über den „Betrieb, Ausbau und Wartung eines Netzes von Stationen zur Überwachung der Oberflächengewässer im Saarland gemäß den Intentionen der EG-Wasserrahmenrichtlinie vom Dezember 2000 - Online-Überwachung der „at-risk“-Gewässer im Saarland“ erfolgreich abgeschlossen.
Im Laufe der letzten Jahre konnten dabei zahlreiche neue Erkenntnisse über die Belastungsursachen in den Einzugsgebieten von Nied, Prims, Theel, Leuk, Blies, Köllerbach und Todbach gewonnen werden. Diese Erkenntnisse konnten dazu beitragen, die geeigneten Maßnahmen an den Gewässern im Sinne der Wasserrahmenrichtlinie zu planen und umzusetzen.
Die Expertise sowie das technische Equipment werden nun innerhalb des Modellprojektes zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie im Einzugsgebiet von Theel und Ill zum Einsatz kommen. Die Messungen sollen dabei zur Beurteilung der Ausgangssituation hinsichtlich der Belastung von Ill, Theel und Saubach vor der Durchführung von Maßnahmen sowie im Anschluß daran zur Überprüfung der Effektivität der umgesetzten Maßnahmen dienen.

5. Anhang

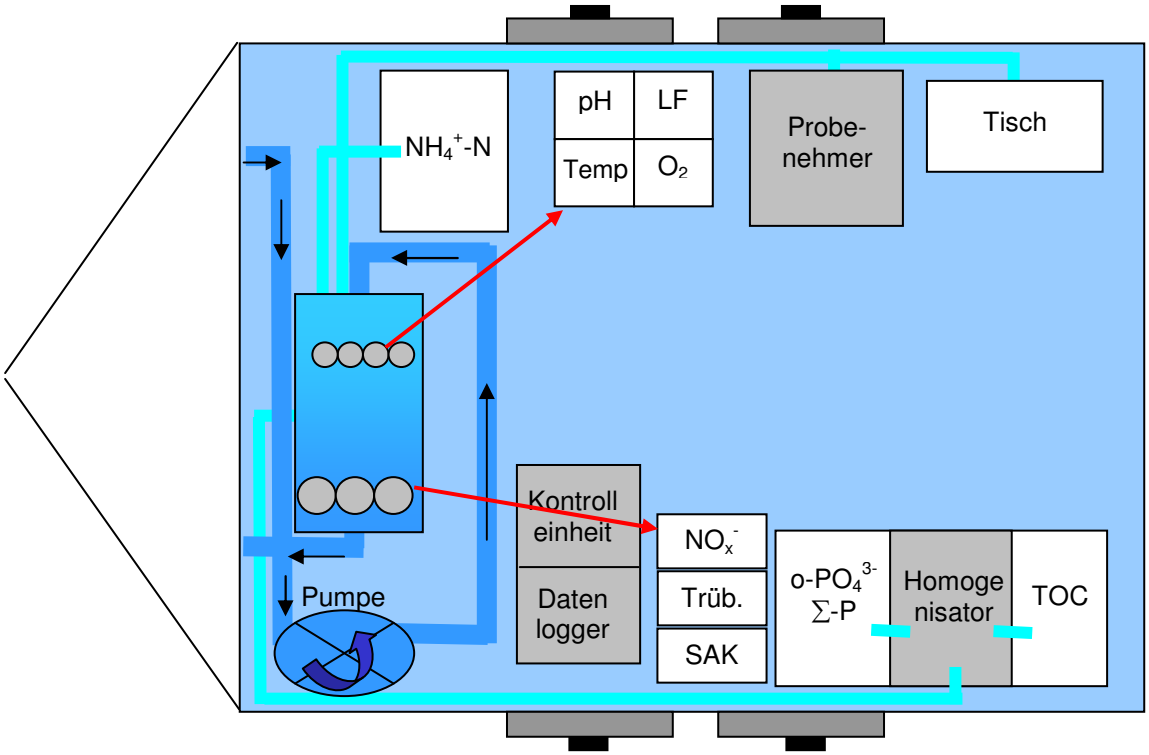


Abbildung 5-1: Schematische Darstellung der Messcontainer Alpha und Beta

Tabelle 5-1: Messparameter in den Messcontainern Alpha und Beta

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
Gesamt Phosphor (P_{ges}) und	0,02 – 5 mg/l	photometrisch
ortho-Phosphat (PO_4-P)	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 254nm

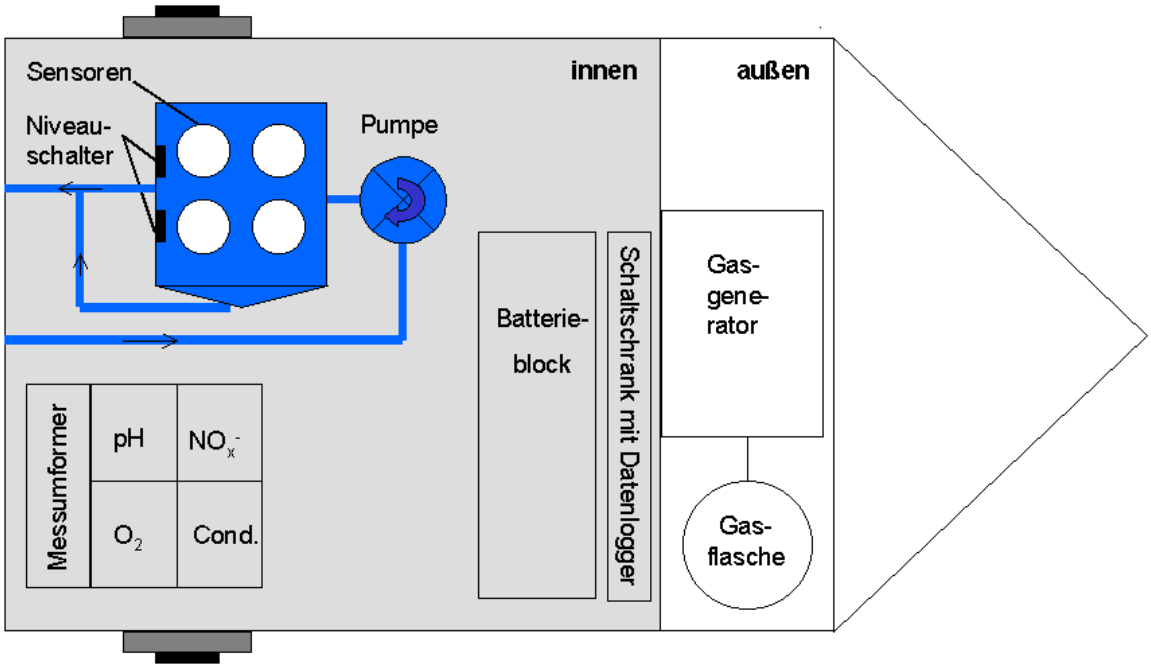


Abbildung 5-2: Schematische Darstellung des Solarcontainers

Tabelle 5-2: Messparameter im Solarcontainer

Parameter	**Messbereich**	**Messprinzip**
pH-Wwert	2 – 14	elektrochemisch
Sauerstoff gelöst (O_2)	0 – 20 mg/l	Optisch (Lumineszenz)
Leitfähigkeit	0 – 4000 µS/cm	elektrochem./konduktometrisch
Nitrat (NO_3 bzw. NO_x-N)	0,1 – 100 mg/l	optisch
Wassertemperatur	0 – 50°C	

Abbildung 5-3: Probenahmeschrank mit Probentopf zur Online-Messung von Nitrat und automatischen Probenehmer

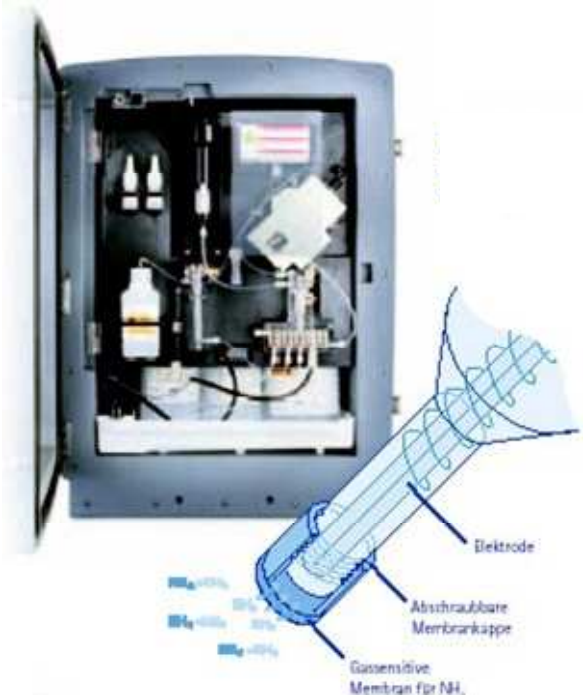


Abbildung 5-4: Ammonium-Analysator (innen) und Membran

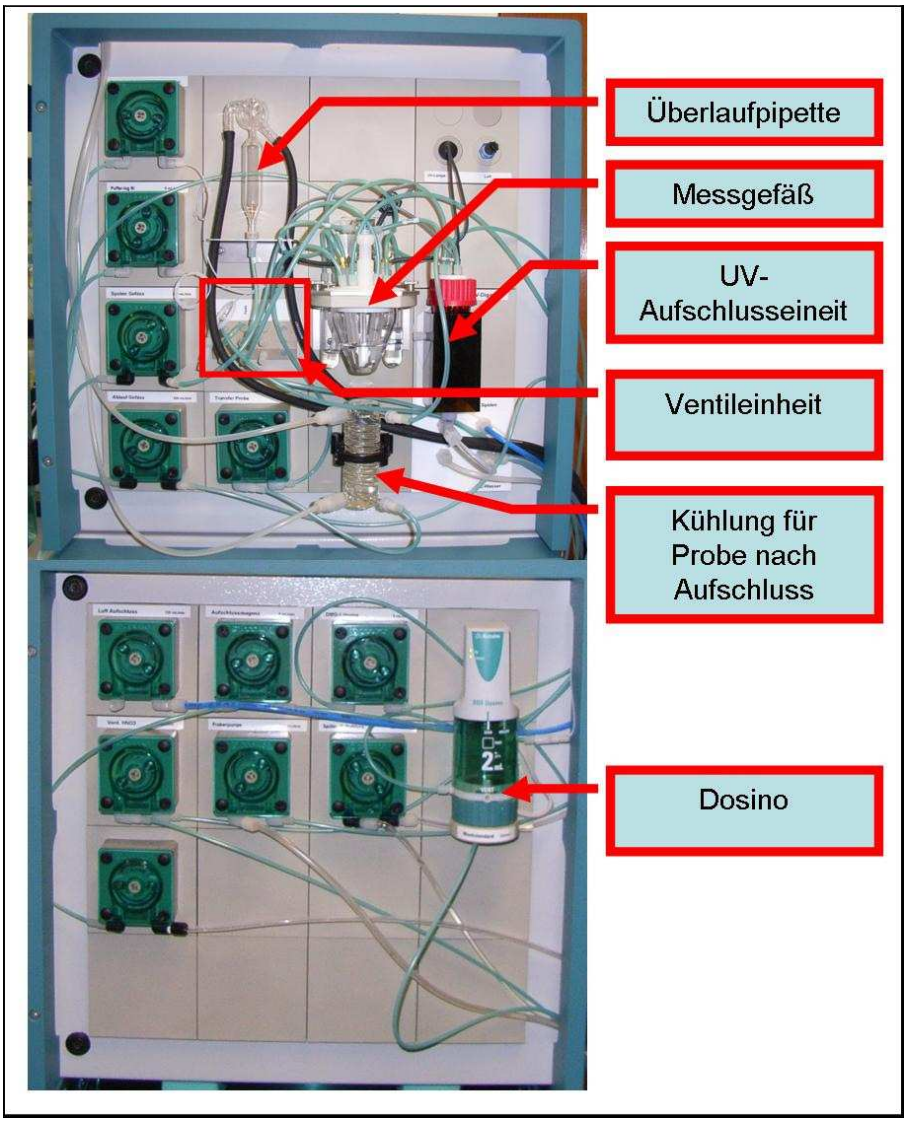
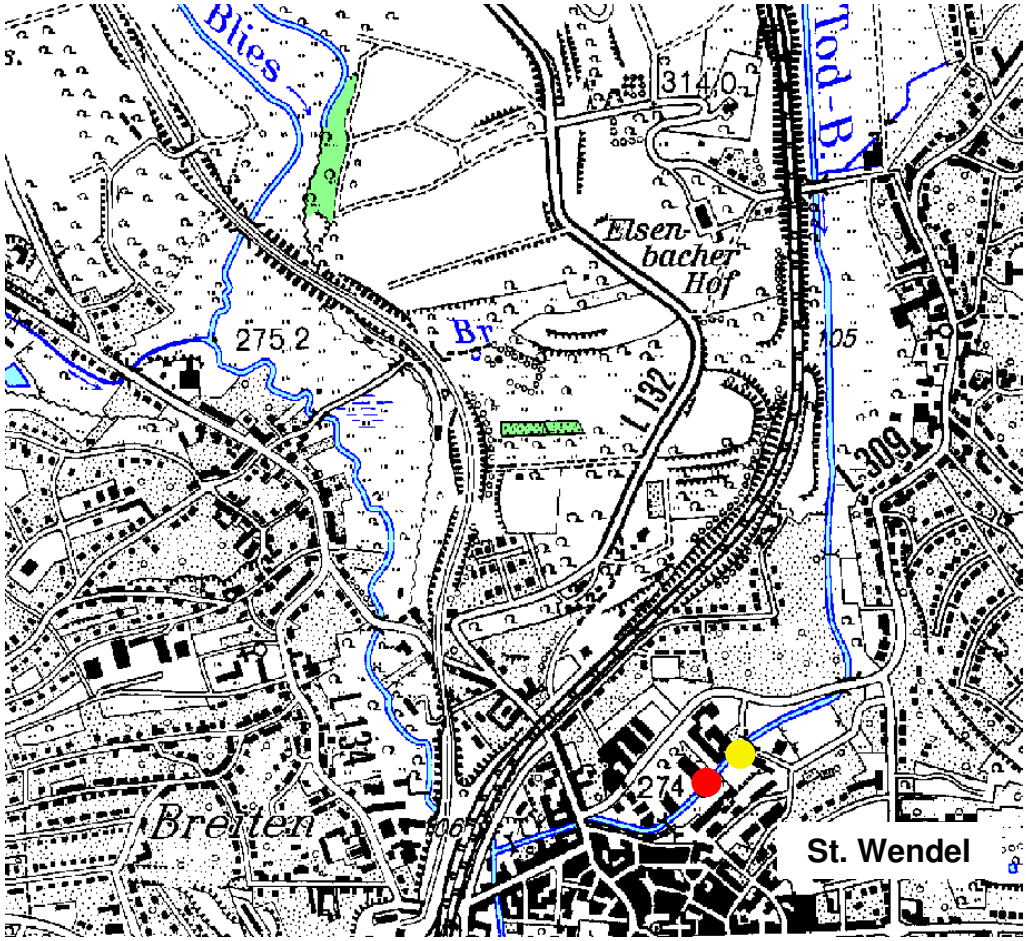


Abbildung 5-5: Metrohm Prozeß Lab zur quasi-online Bestimmung von Schwermetallen



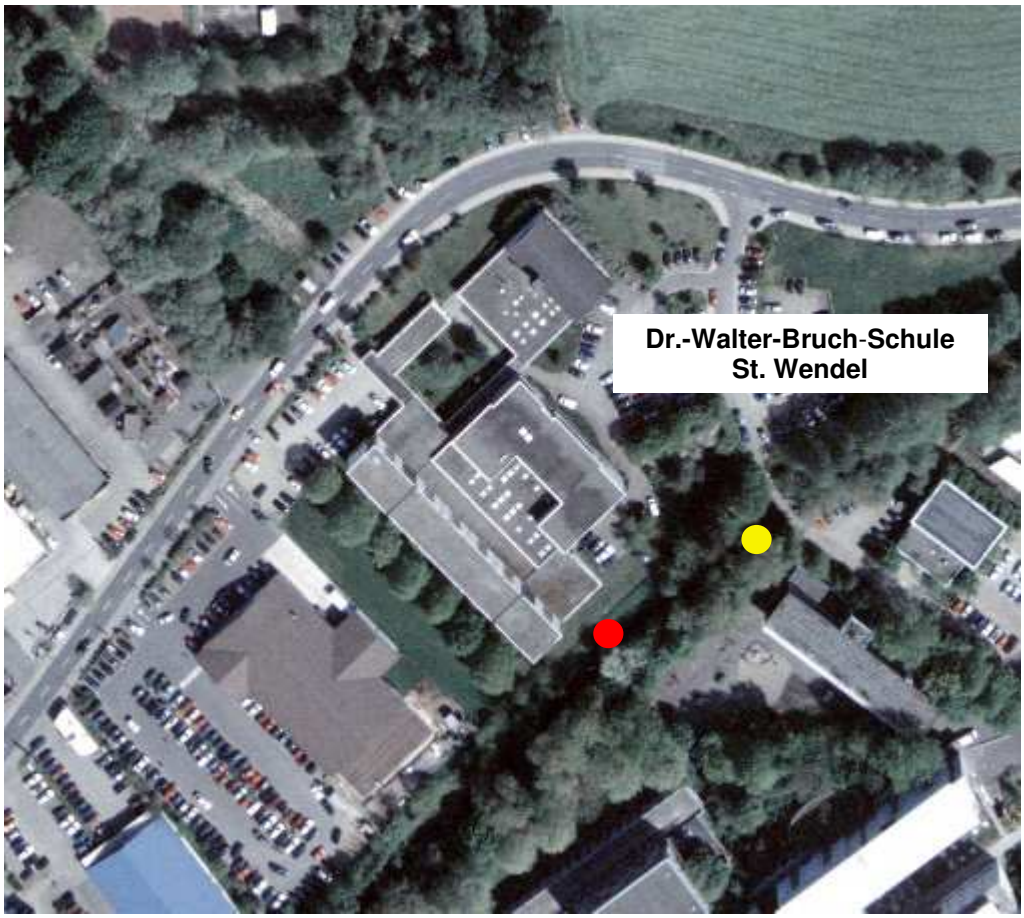


Abbildung 5-6: Messstandort (rot) und Pegelstation des LUA (gelb) am Todbach in *St. Wendel*

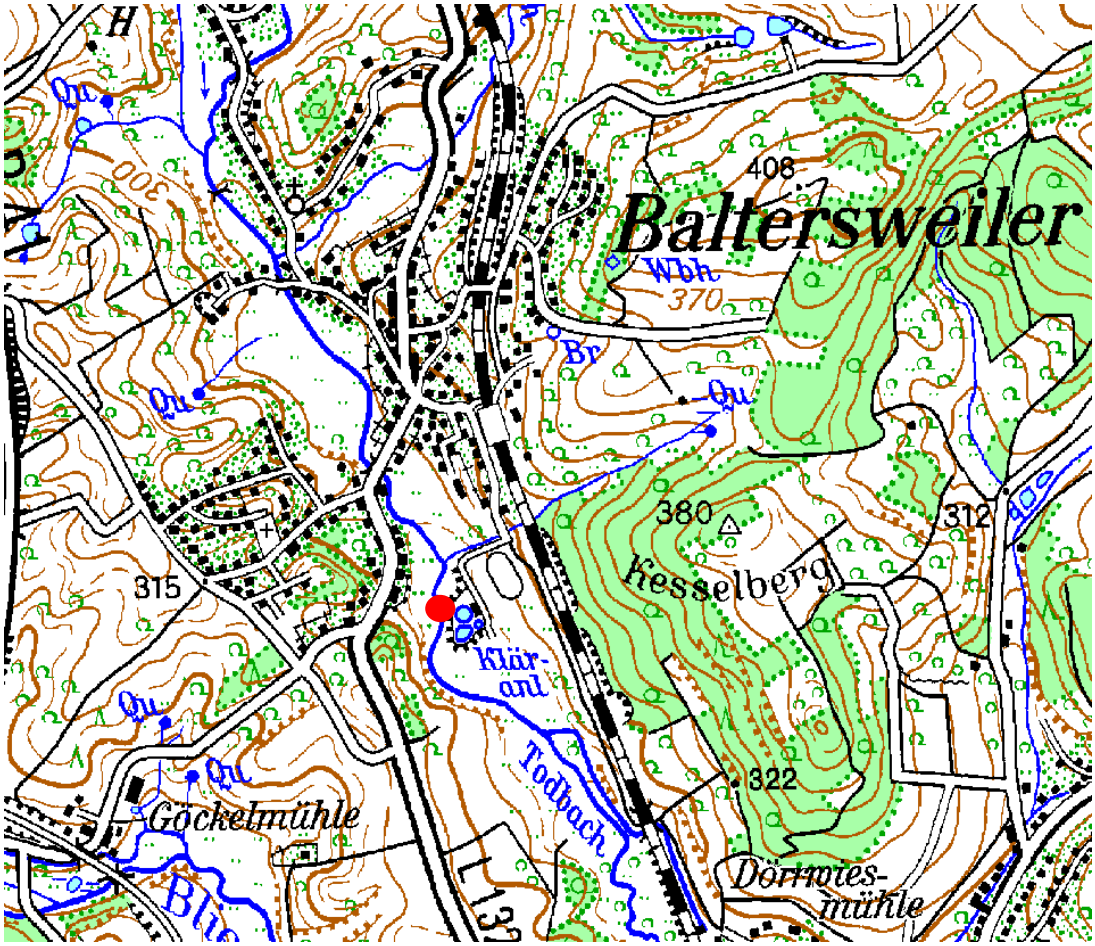


Abbildung 5-7: Messstandort am Todbach auf der Kläranlage in *Baltersweiler*

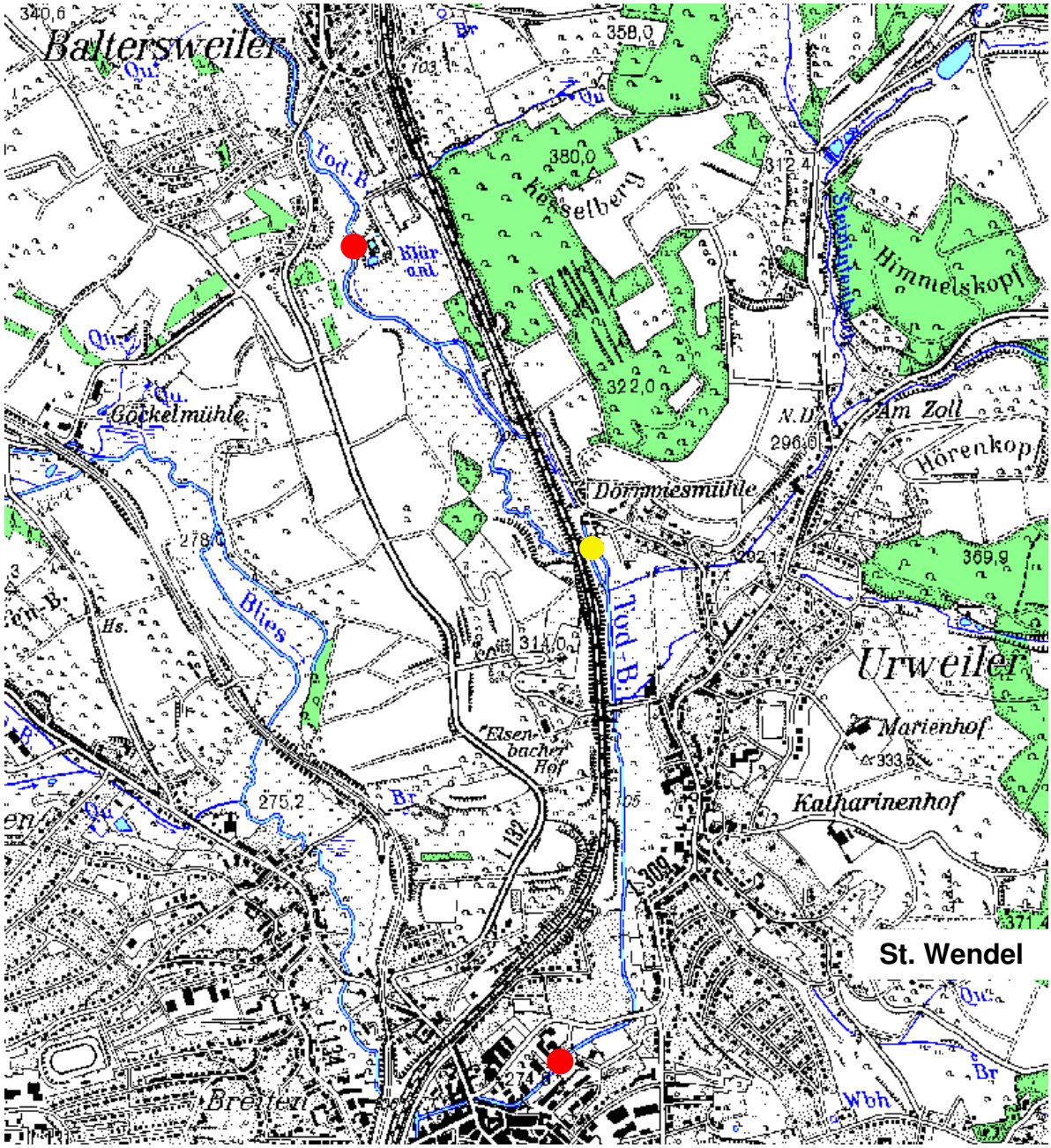


Abbildung 5-8: Unteres Einzugsgebiet des Todbaches mit Messstandorten in *St. Wendel* und *Baltersweiler* (rot) sowie Entnahmestellen von Einzelproben an der *Dörrwiesmülhe* (gelb)

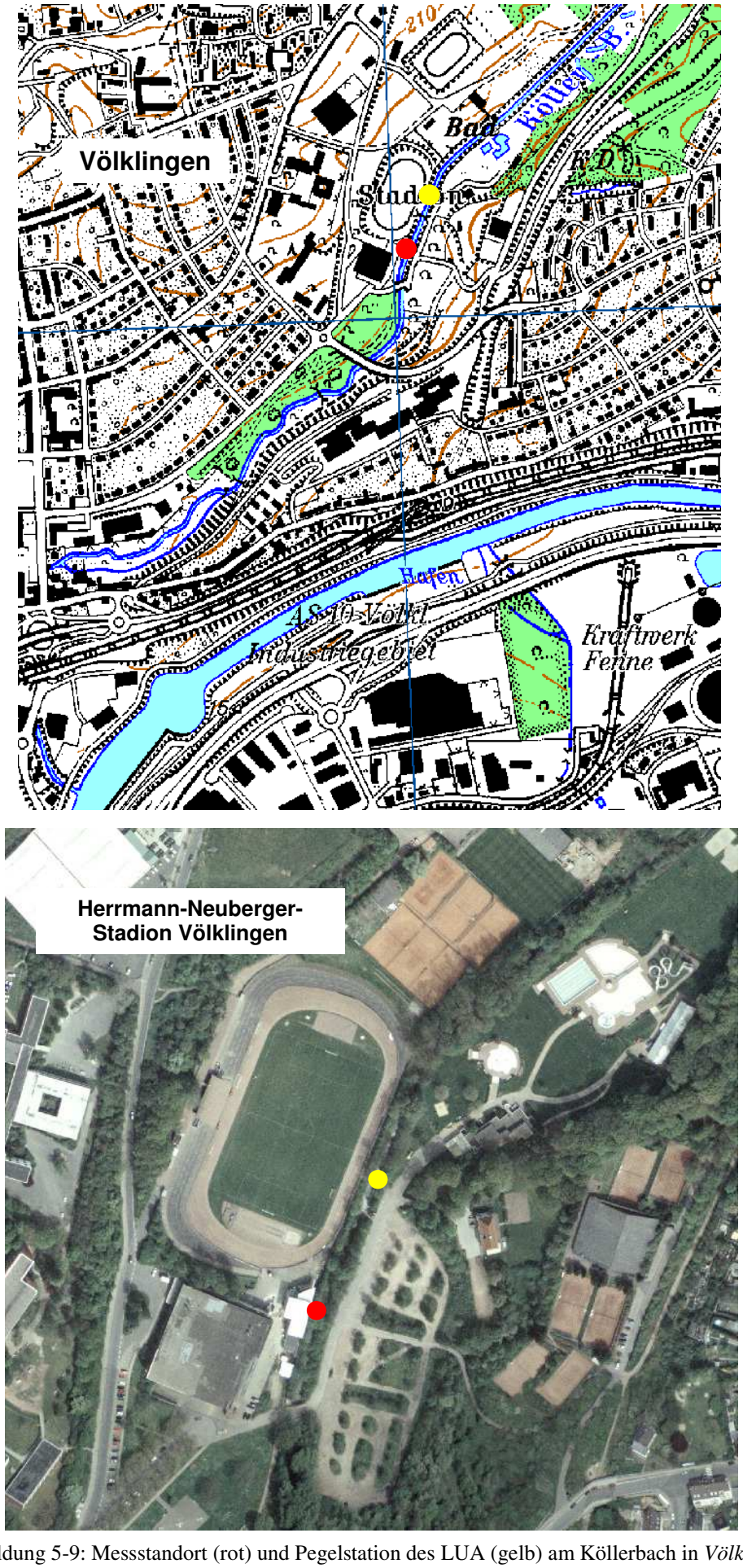


Abbildung 5-9: Messstandort (rot) und Pegelstation des LUA (gelb) am Köllerbach in *Völklingen*

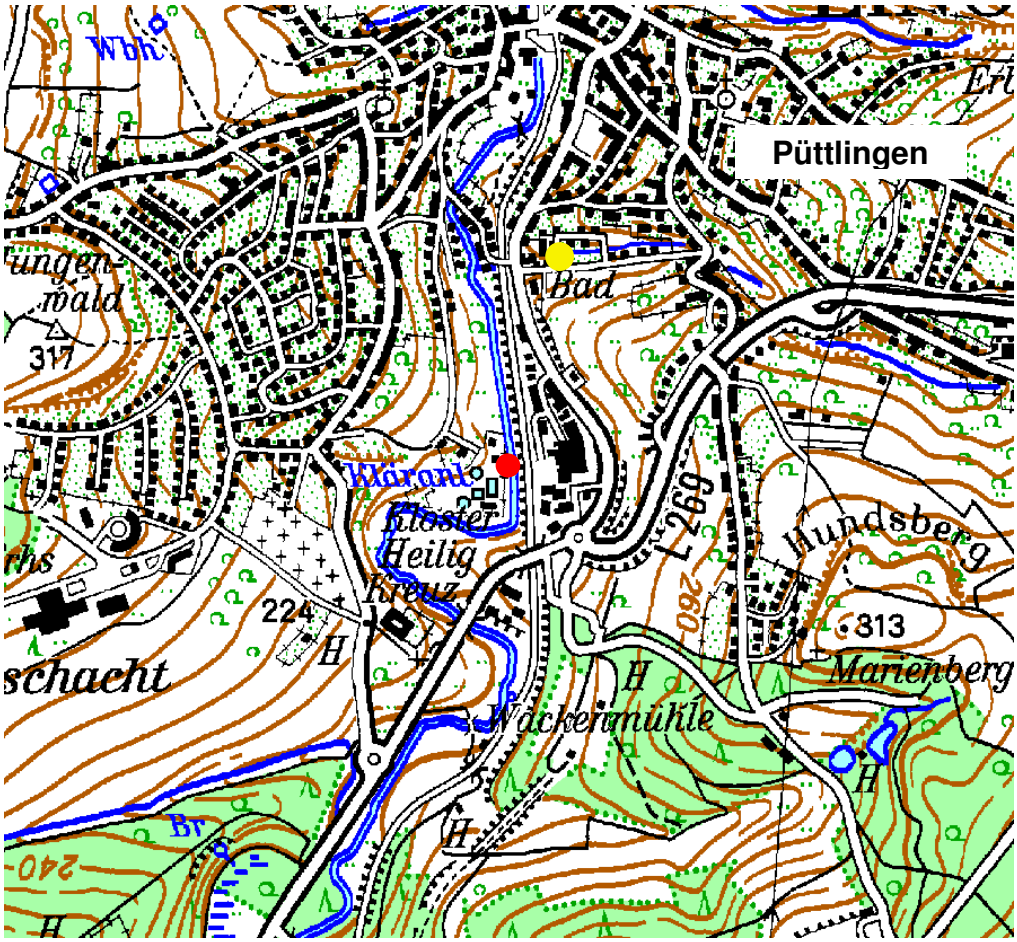


Abbildung 5-10: Messstandort am Köllerbach auf der Kläranlage *Püttlingen* (rot) und Entnahmestelle Schlehbach (oben; gelb) in *Püttlingen*

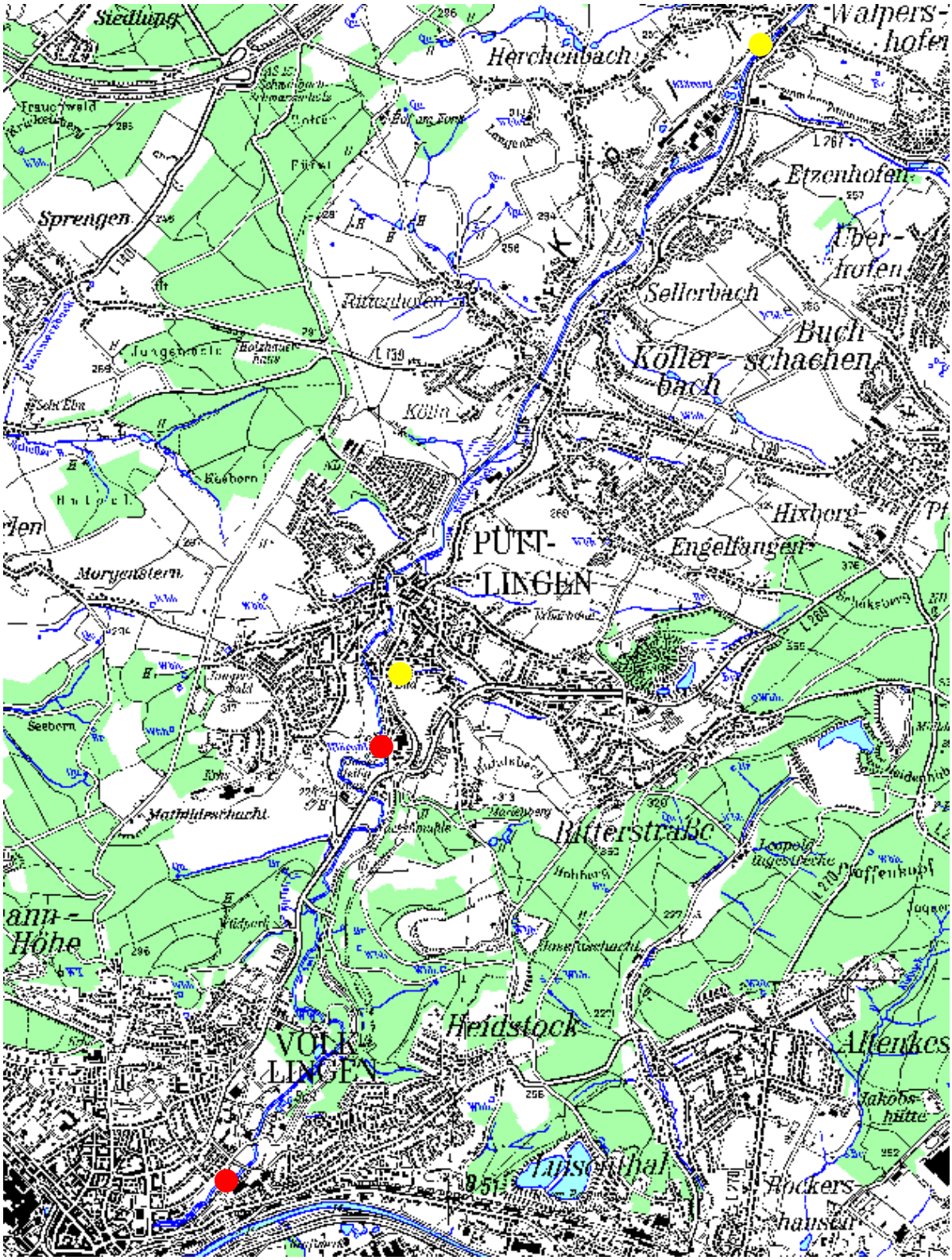


Abbildung 5-11: Unteres Einzugsgebiet des Köllerbaches mit Messstandorten in *Völklingen* und *Püttlingen* (rot) sowie Entnahmestellen von Einzelproben unterhalb *Walpershofen* und am Schlehbach in *Püttlingen* (gelb)

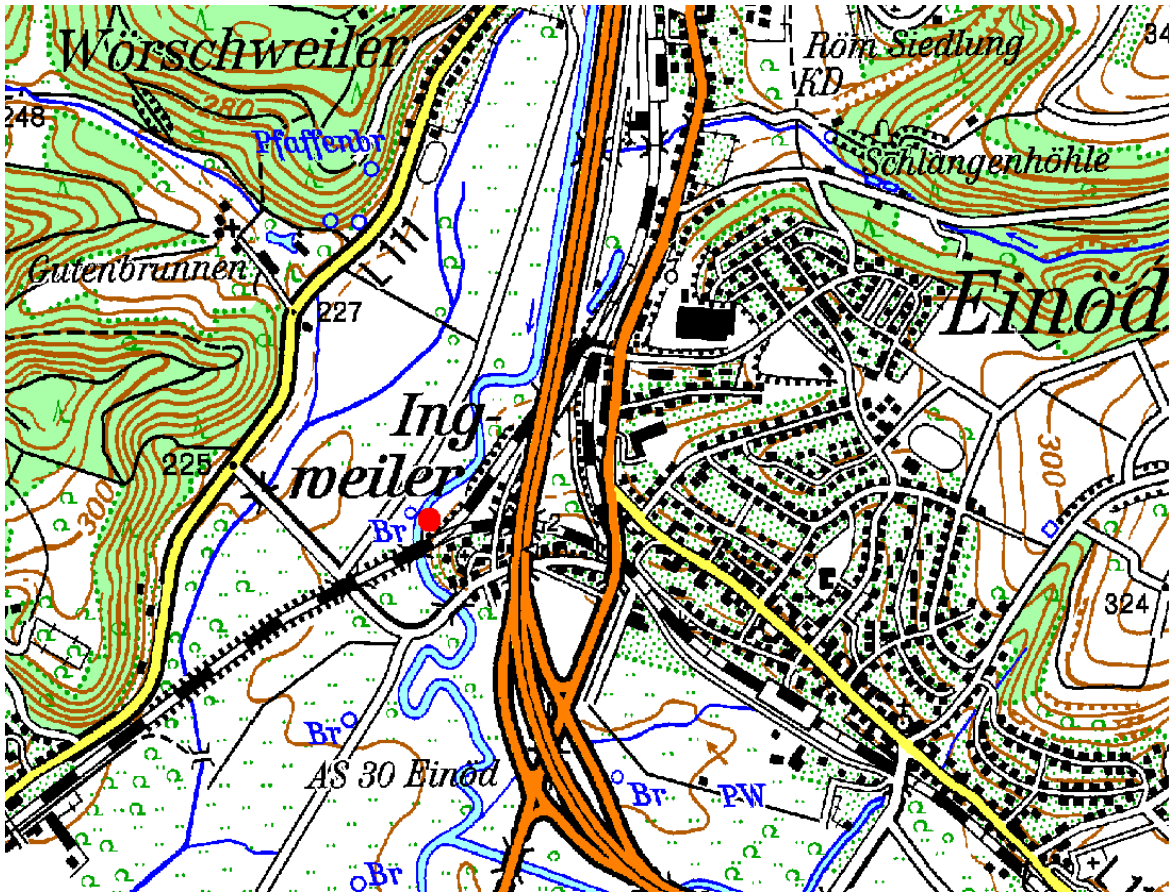


Abbildung 5-12: Messstandort an der Blies in *Ingweiler*