



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

**Abschlussbericht
Theel – III - Alsbach**

Messungen vom April 2018 bis Oktober 2019

**Dipl.-Geogr. Angelika Meyer, Dipl.-Ing. (FH) Elisabeth Fünfroeken,
Prof. Dr. Horst P. Beck, Prof. Dr. K. Hegetschweiler**

Universität des Saarlandes

Institut für Anorganische und Analytische Chemie

Postfach 15 11 50

66041 Saarbrücken

Tel.:+49 681 302 4230

www.gewaesser-monitoring.de

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

INHALTSVERZEICHNIS

<u>1. EINLEITUNG</u>	1
<u>2. TECHNISCHE GRUNDLAGEN UND UNTERSUCHUNGSRAUM</u>	1
<u>3 ERGEBNISSE DER AKTUELLEN MESSUNGEN</u>	3
3.1 ALSBACH IN MARPINGEN	4
3.1.1 NÄHRSTOFFE.....	4
3.1.2 CHEMISCH-PHYSIKALISCHE MESSGRÖßEN UND TRÜBUNG	8
3.1.3 VERGLEICH MIT DEN ANFORDERUNGEN UND SCHWELLENWERTEN	10
3.1.4 FRACHTEN	11
3.2 ILL IN EPELBOORN.....	13
3.2.1 NÄHRSTOFFE.....	13
3.2.2 CHEMISCH-PHYSIKALISCHE MESSGRÖßEN UND TRÜBUNG	16
3.2.3 VERGLEICH MIT DEN ANFORDERUNGEN UND SCHWELLENWERTEN	18
3.2.4 FRACHTEN	19
3.3 THEEL AN DER KNORSCHIEDER MÜHLE.....	20
3.3.1 NÄHRSTOFFE.....	20
3.3.2 CHEMISCH-PHYSIKALISCHE MESSGRÖßEN	24
3.3.3 VERGLEICH MIT DEN ANFORDERUNGEN UND SCHWELLENWERTEN	26
3.3.4 FRACHTEN	27
3.4 VERGLEICH DER ERGEBNISSE VON THEEL, ILL UND ALSBACH 2018/2019.....	28
<u>4. VERGLEICH DER AKTUELLEN ERGEBNISSE MIT DEN DATEN AUS VORANGEGANGENEN MESSKAMPAGNEN</u>	31
4.1 ILL IN EPELBOORN.....	31
4.1.1 VERGLEICH DER KONZENTRATIONEN	32
4.1.2 VERGLEICH DER FRACHTEN	40
4.1.3 FAZIT ILL	41
4.2 THEEL AN DER KNORSCHIEDER MÜHLE.....	42
4.2.1 VERGLEICH DER KONZENTRATIONEN	43
4.2.2 VERGLEICH DER FRACHTEN	53
4.2.3 FAZIT THEEL.....	55
<u>5. ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK</u>	57

***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;
Frau Kaiser, Herrn Dr. Haybach, Herrn Rigoll, Herrn Franzen und Herrn Stoffels
vom Landesamt für Umwelt - und Arbeitsschutz;
dem Zweckverband Natura Ill-Theel;
Herrn Dr. Hasselbach vom Entsorgungsverband Saar:
der Firma Juchem in Eppelborn, v.a. Herrn Becker;
Herrn Hell von der Gemeinde Marpingen;
Herrn Bonner aus Marpingen;
Familie Emanuel aus Lebach*

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 (UdS) konzipierten mobilen Messstationen können Nährstoffparameter sowie weitere Messgrößen wie Wassertemperatur, pH-Wert, Sauerstoffgehalt und Leitfähigkeit in sehr hoher zeitlicher Auflösung ermittelt werden. Diese Stationen werden seither in Ergänzung der Überwachungsprogramme zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) im Auftrag des Ministeriums für Umwelt und Verbraucherschutz (MUV) in Zusammenarbeit mit dem Landesamt für Umwelt und Arbeitsschutz des Saarlandes (LUA) im Rahmen eines investigativen Monitorings eingesetzt.

Vom 22. Juli 2006 bis zum 31. August 2007 und vom 01. April 2010 bis 31. März 2011 wurden bereits Messungen an der Theel in *Lebach-Knorscheid (Knorscheider Mühle)*, vom 26. März 2010 bis 31. März 2011 an der Ill in *Eppelborn* durchgeführt (2010/2011 im Auftrag des Zweckverbandes Illrenaturierung).

Die hier beschriebene neuerliche Untersuchung an Theel und Ill wurde im Auftrag des Zweckverbandes Natura Ill-Theel durchgeführt und beinhaltet diesmal auch Messungen am Alsbach in *Marpingen*. Dieser Standort wurde hinzugefügt, da derzeit oberhalb dieses Messpunktes alle geplanten Maßnahmen abgeschlossen sind; diese Messstelle dient sozusagen als Nullpunkt des Einzugsgebietes.

Der vorliegende Bericht ist die stark verkürzte Version des eigentlichen Endberichtes.

2. Technische Grundlagen und Untersuchungsraum

Aufbau und Funktionalität der mobilen Messstationen

Eine Tauchpumpe fördert kontinuierlich das Flusswasser in den in der Messstation befindlichen Probenkopf; über ein weiteres Rohrsystem wird der Überlauf des Probenkopfes ins Gewässer zurückgeleitet (Abb. 2-1). Im Probenkopf selbst befinden sich die Messsonden zur Erfassung von Nitrat ($\text{NO}_3\text{-N}$), Trübung, Temperatur, Sauerstoff (O_2), pH-Wert und Leitfähigkeit sowie die Entnahme-Einheiten der online-Photometer für die Bestimmung der Konzentrationen von Ammonium ($\text{NH}_4\text{-N}$), Phosphor als ortho-Phosphat ($\text{PO}_4\text{-P}$) und Gesamt-Phosphor (P_{ges}) und TOC (Total Organic Carbon, Gesamter organischer Kohlenstoff). So können – je nach Messmethode – sehr kurze Messintervalle zwischen wenigen Sekunden und zehn Minuten, bei TOC zwanzig Minuten, realisiert werden. Die Messwerte werden im Fünfminuten-Rhythmus von einem Datenlogger erfasst und können dort über ein Mobilfunk-Modem abgerufen werden.

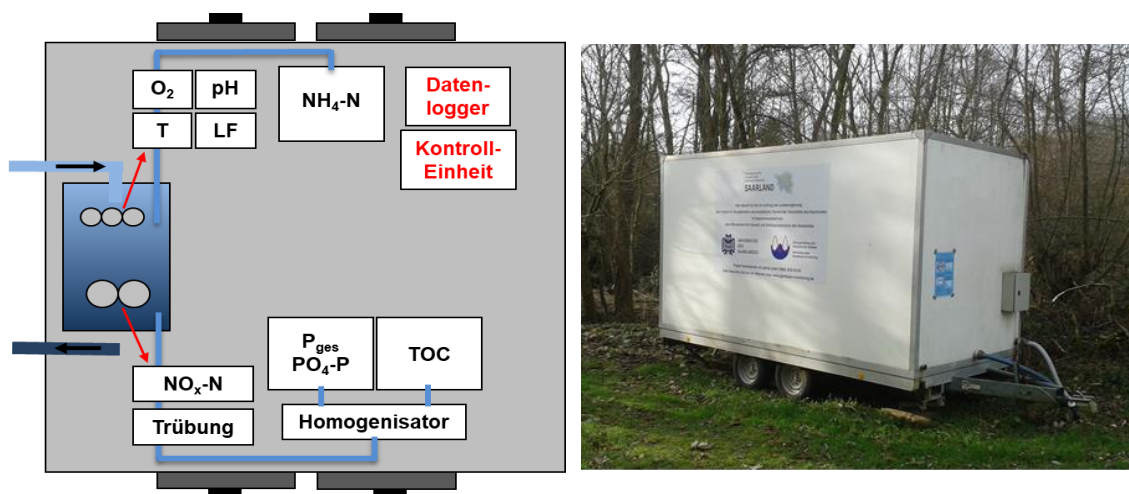


Abb. 2-1: Schematische Darstellung und Photo einer mobilen Messstation

Die Interpretation der gewonnenen Datenreihen erfolgt unter Berücksichtigung von Abflussdaten der entsprechenden Pegel, von Klimawerten sowie von Informationen über die geologischen Gegebenheiten des Einzugsgebietes, Landnutzung, Einleiter und weitere relevante Fakten.

Untersuchungsraum und Standorte

Die zur Verfügung stehenden Messstationen wurden im Mittellauf des Alsbachs als Nullpunkt, an der Theel-Mündung als Endpunkt des Einzugsgebietes und an der Ill als wichtigstem Zufluss zur Theel aufgestellt.

Die Theel entspringt in der Nähe von *Theley*. Nach einer Fließstrecke von insgesamt 25,3 km mündet sie bei *Körprich* in die Prims.

Informationen über die (Teil-)Einzugsgebiete finden sich in Tabelle 2-1, wobei die Angaben für Ill und Alsbach jeweils als Anteile im Gesamt-Einzugsgebiet der Theel zu verstehen sind.

Tabelle 2-1: Übersicht über die Anteile der Flächennutzung sowie die Anzahl der Mischwasserentlastungsbauwerke und der kommunalen Kläranlagen in den Einzugsgebieten

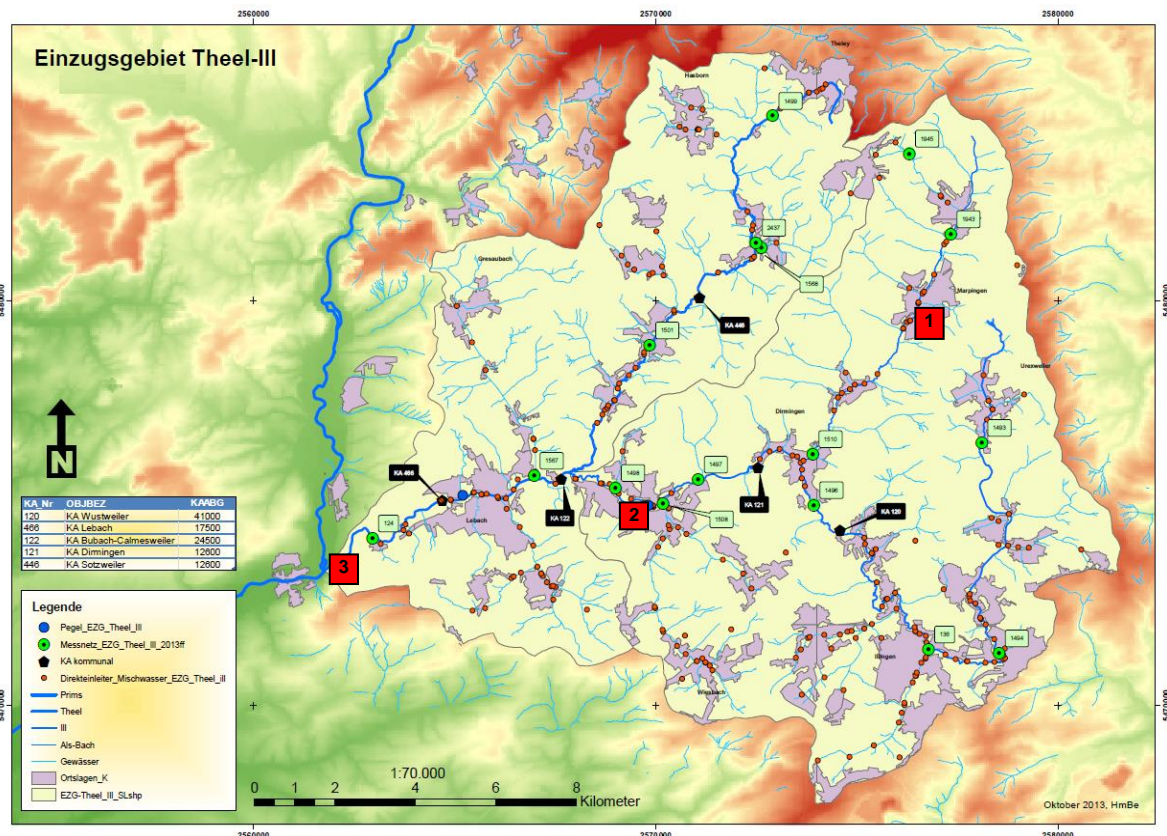
	Flächen(-anteile)						Anzahl	
	Gesamt [km ²]	Wald [%]	Grünland [%]	Acker [%]	Siedlung [%]	Sonstige [%]	Mischwasser- entlastung	Klär- anlagen
Alsbach (oberhalb des Messpunktes)	34,5 (12,3)	6,9 (35,2)	55,9 (30,1)	23,3 (30,8)	11,5 (3,6)	2,4 (0,3)	24 (11)	0
Ill (incl. Alsbach)	74,1	28	35,5	15,2	18,4	2,9	98	2 ¹
Theel (incl. Ill)	219	23,4	30,2	20,7	14	11,7	241	5 ²

¹ Kläranlagen *Wustweiler* (41.000 EW) und *Sotzweiler* (12.330 EW)

² oben und: Kläranlagen *Dirmingen* (12.600 EW), *Bubach-Calmesweiler* (26.000 EW) und *Lebach* (17.500 EW)

Die genauen Standorte der mobilen Messstationen befanden sich:

- vom 5. April 2018 bis 19. März 2019 am Alsbach in der Schafbrücke in *Marpingen* (R2576661 H5480196),
- vom 1. Juli 2018 bis 30. Oktober 2019 an der Ill auf dem Gelände der Firma Juchem in *Eppelborn* (R2569742 H5474965) und
- vom 4. April 2018 bis 8. Oktober 2019 an der Theel an der *Knorscheider Mühle* (Primsstrasse in *Lebach*; R2561971 H5473434) (Abb. 2-2)



■ Standorte der Messstationen am Alsbach in *Marpingen* (1), an der Ill in *Eppelborn* (2) und an der Theel an der *Knorscheider Mühle* (3)

Abb. 2-2: Einzugsgebiet von Ill und Theel mit Messpunkten, Pegeln und Direkteinleitern (Quelle: MUV)

3 Ergebnisse der aktuellen Messungen

Die Messungen wurden an drei Standorten über jeweils mehr als ein Jahr durchgeführt, weshalb zahlreiche unterschiedliche Ereignisse beobachtet werden konnten. Da es sich bei dem vorliegenden Bericht um eine gekürzte Version des Endberichtes handelt, werden in den folgenden Kapiteln allerdings nur wenige Beispiele für Eintrags-Muster aufgezeigt.

3.1 Alsbach in Marpingen

3.1.1 Nährstoffe

Generell bewegen sich die Nährstoff-Gehalte am Alsbach in *Marpingen* auf einem sehr geringen Basis-Niveau, die Konzentrationen von ortho-Phosphat und Gesamt-Phosphor, die in vielen anderen Gewässern im Mittel so gut wie nie die Grenzwerte erfüllen, liegen hier fast immer deutlich unter den Anforderungen an den guten ökologischen Zustand und das gute ökologische Potenzial gemäß Anlage 7 (2.1.2) der OGeWV³.

Der kontinuierliche Anstieg der TOC-Konzentrationen während des Frühjahrs weist auf die Zunahme von Biomasse durch die Entwicklung von Algen während dieser Zeit hin, denn ein Teil des Phytoplanktons wird bei der Analyse des TOC miterfasst.

Während des gesamten Messzeitraumes wurden vereinzelt leichte Ammonium-Spitzen verzeichnet (Abb. 3.1.1-1 am 17.09.). Woher diese Belastungen rühren, ist unklar. Da diese zeitlich dezidierten Spitzen zu Trockenzeiten auftreten und es im Oberlauf des Alsbachs keine kommunale Kläranlage gibt, könnten diese durch Einträge durch Fehlanlüsse oder Defekte im Kanalnetz hervorgerufen werden.

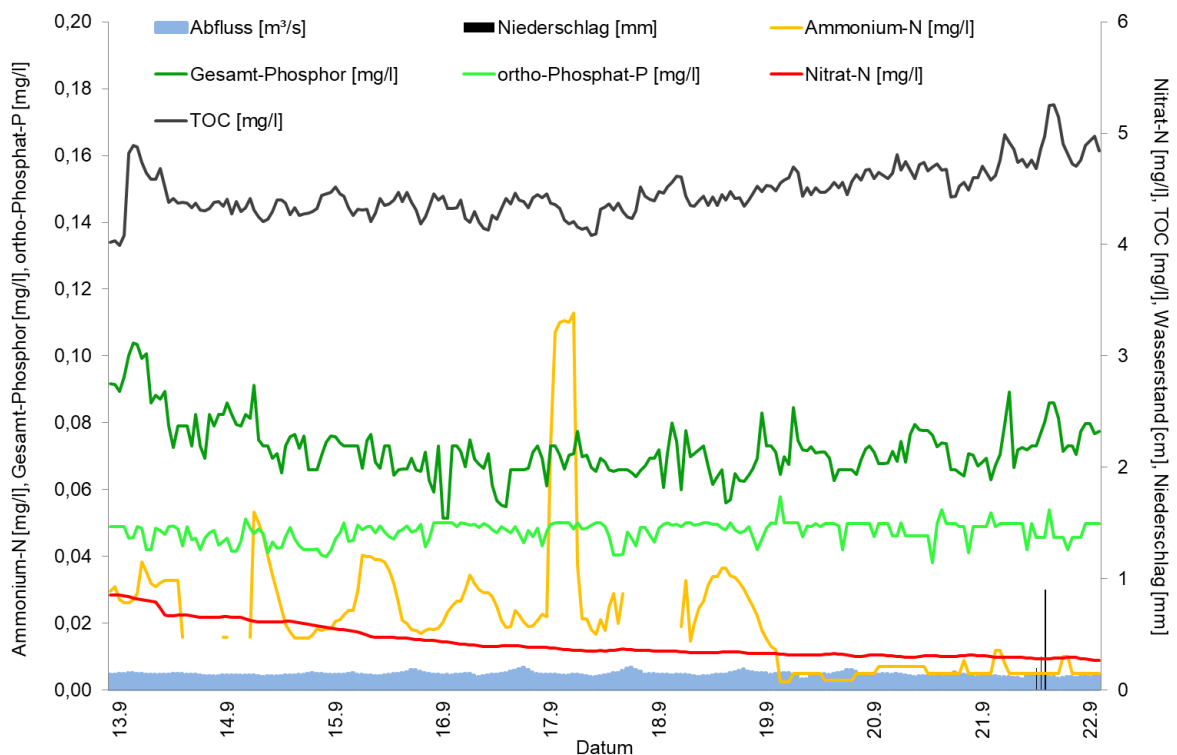


Abb. 3.1.1-1: Konzentrationen von Ammonium, Nitrat, TOC, Gesamt-Phosphor und ortho-Phosphat sowie Wasserstand bei Trockenwetter (Station *Marpingen*) und Niederschlag (Wetterstation *Sotzweiler*) im Sommer (13. bis 22. September 2018)

³ VERORDNUNG ZUM SCHUTZ DER OBERFLÄCHENGEWÄSSER - Oberflächengewässerverordnung vom 20. Juni 2016 (BGBl. I S. 373)

Wie an den meisten Fließgewässern konnten auch am Alsbach bei Regen Einträge aus Mischwasserentlastungsanlagen beobachtet werden. Dabei werden große Mengen an Ammonium, TOC sowie Phosphor, hauptsächlich in Form von gelöstem ortho-Phosphat, in das Gewässer gespült. In Abb. 3.1.1-2 sind mehrere solcher Ereignisse unterschiedlicher Ausprägung dargestellt. Die Konzentrationsmaxima an Ammonium erreichten bei derartigen Ereignissen gelegentlich die Messbereichsobergrenze von 2 mg/l Ammonium-N. Die TOC-Werte stiegen im Maximum auf nahezu 24 mg/l, die Werte für ortho-Phosphat-P auf über 1 mg/l an. Eine Veränderung des Abflusses ist dabei jedoch kaum zu beobachten, es kann also davon ausgegangen werden, dass bereits geringe Mengen an Regenfällen Abschlänge von Mischwasserentlastungsbauwerken zur Folge haben.

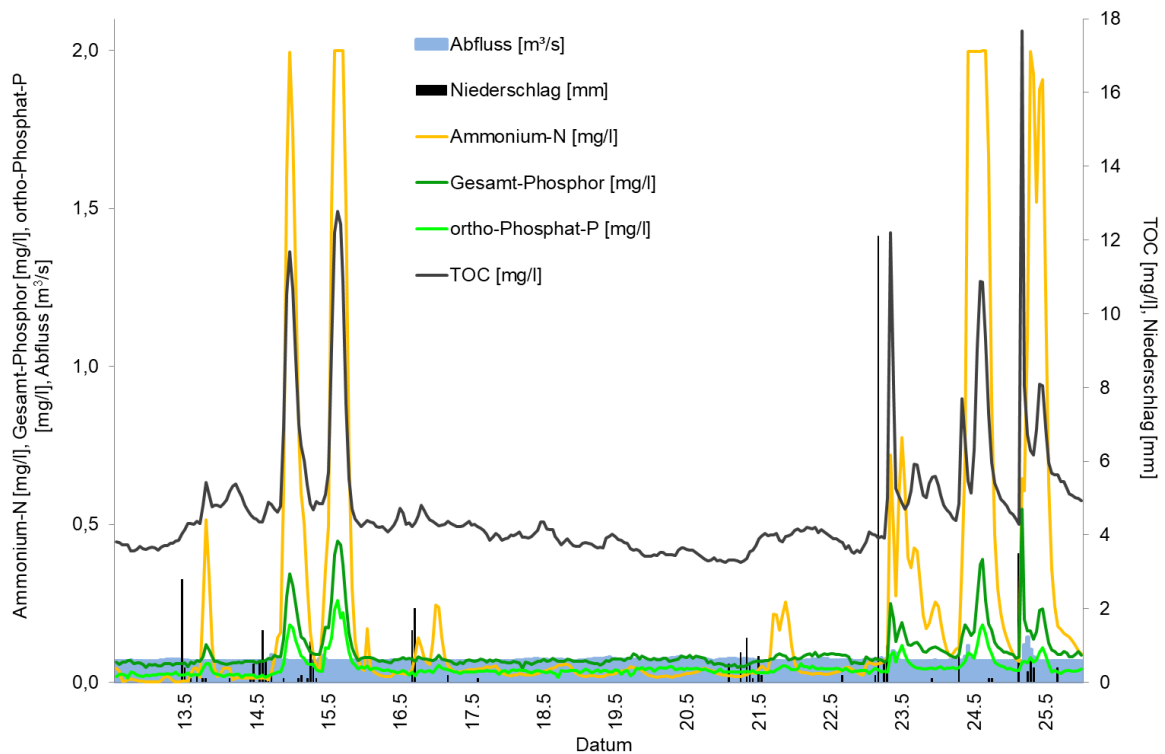


Abb. 3.1.1-2: Konzentrationsanstiege von Ammonium, Nitrat, TOC, Gesamt-Phosphor und ortho-Phosphat durch Einträge nach Regenwetter sowie Abfluss (Station *Marpingen*) und Niederschlag (Wetterstation *Sotzweiler*) (12. bis 25. Mai 2018)

Während des Messzeitraumes vom 5. März 2018 bis 19. März 2019 konnten insgesamt etwa 35 solcher Ereignisse unterschiedlicher Intensität beobachtet werden.

Die hohen Ammonium-Konzentrationen führen zur Bildung von Ammoniak (nicht ionisiertes Ammonium). Zwischen Ammonium und dem fischtoxischen Ammoniak besteht ein Gleichgewicht, welches von den Wassertemperaturen und den pH-Werten abhängig ist. Je höher die Wassertemperaturen und die pH-Werte sind, desto mehr verschiebt sich dieses Gleichgewicht in Richtung Ammoniak. Die Ammoniak-Gehalte werden rein rechnerisch aus der jeweiligen Ammonium-Konzentration, der Wassertemperatur sowie dem pH-Wert ermittelt. Aufgrund seiner hohen Toxizität gegenüber Fischen gelten für Ammoniak strenge Grenzwerte. Für den Fließgewässertyp 6 wird dieser Grenzwert mit 2 µg/l Ammoniak-Stickstoff angegeben (Abb. 3.1.1-3). Problematisch ist dies besonders im Frühjahr bzw. im Sommer, wenn tagsüber die pH-Werte aufgrund der erhöhten Photosyntheserate im Wasser stark ansteigen. Während des beschriebenen Messzeitraumes lagen die Ammoniak-Konzentrationen in *Marpingen* insgesamt 304 Stunden lang über dem Grenzwert, insgesamt wurde ein Maximum von 21,8 µg/l berechnet.

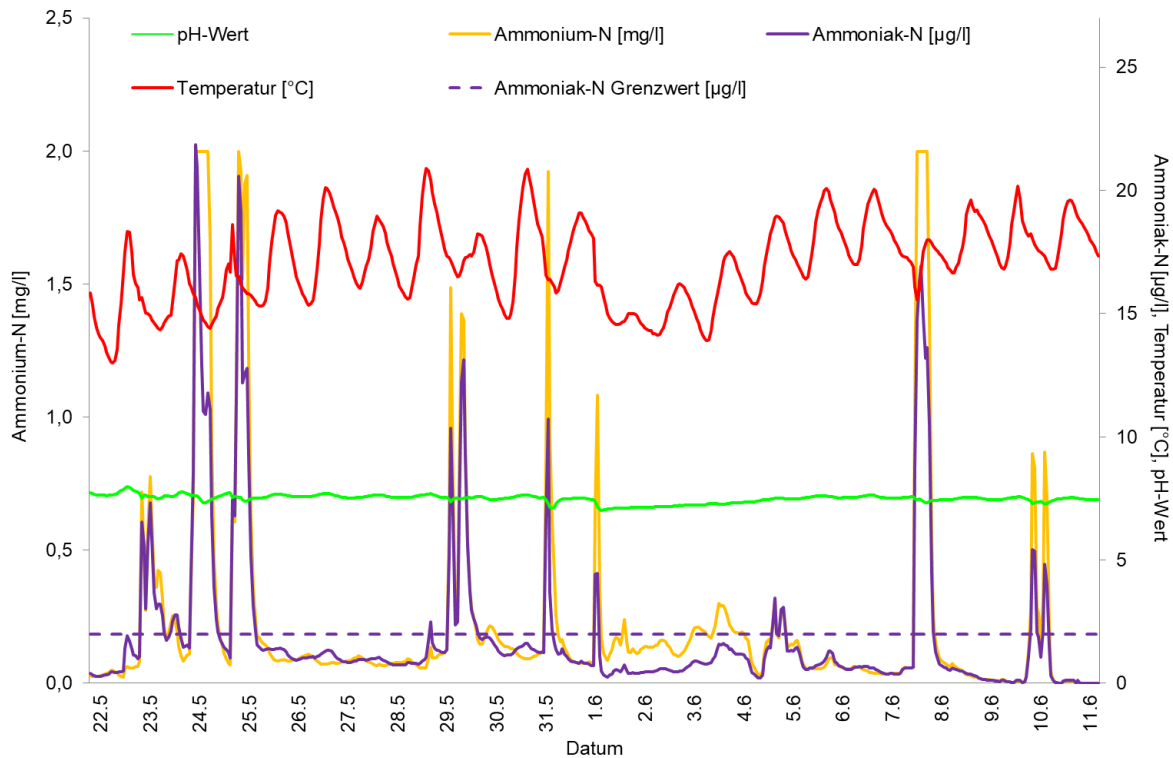


Abb. 3.1.1-3: Gehalte von Ammoniak in Abhängigkeit von Ammonium, pH-Wert und Temperatur (Station *Marpingen*) (Wetterstation *Sotzweiler*) (22. Mai bis 11. Juni 2018)

Darüber hinaus zeigten sich auch Einträge, die aus diffusen Quellen stammen. Dabei handelt es sich einerseits um Stoffe, die an Partikel gebunden sind und durch Oberflächenabfluss (Erosion) in das Gewässer gespült werden. Diese Einträge wirken sich zum einen in der Zunahme der Trübung aus. Zudem kann es dabei auch zu einem Anstieg der Konzentrationen an organischem Kohlenstoff und an Partikel gebundenem Phosphor kommen, welcher sich aus der Differenz von Gesamt-Phosphor und gelöstem ortho-Phosphat ergibt. In Abb. 3.1.1-4 sind 2 solcher Ereignisse mit unterschiedlicher Ausprägung zu sehen. Trübung, TOC und der an Partikel gebundene Phosphor steigen dabei jeweils (in unterschiedlichen Verhältnissen) parallel an. Einträge von Ammonium finden hingegen nicht statt, da eventuell in natürlichen Düngern ausgebrachtes Ammonium an der Luft sehr schnell zu Nitrat oxidiert wird. Andererseits sind im Zuge der oben beschriebenen Ereignisse auch Einträge von Nitrat zu erkennen, welche ebenfalls aus diffusen Quellen herrühren. Das Nitrat wird allerdings über den Zwischenabfluss (Interflow) in das Gewässer transportiert⁴. Dabei gehen die Konzentrationen während des Abflussereignisses zunächst zurück, der eigentliche Nitrat-Eintrag erfolgt dann mit einem gewissen Zeitversatz zu den oberflächlich eingetragenen Substanzen. Sowohl Phosphor als auch Nitrat stammen aus der Düngung landwirtschaftlicher Flächen und werden durch die Regenfälle mobilisiert. Die Schärfe der Konzentrationsspitzen lässt im Falle des ersten Doppel-Ereignisses (31. Mai) darauf schließen, dass die Einträge in der Nähe der Messstelle erfolgt sind. Während des zweiten Ereignisses am 1. Juni deutet vor allem der langsame Rückgang von Nitrat darauf hin, dass die Belastungen aus weiter entfernten Flächen ausgewaschen wurden.

⁴ Das leicht lösliche Nitrat wird durch die Regenfälle zunächst durch den Boden transportiert und gelangt dann lateral über den Zwischenabfluss in das Gewässer, wodurch sich der beschriebene Zeitversatz ergibt.

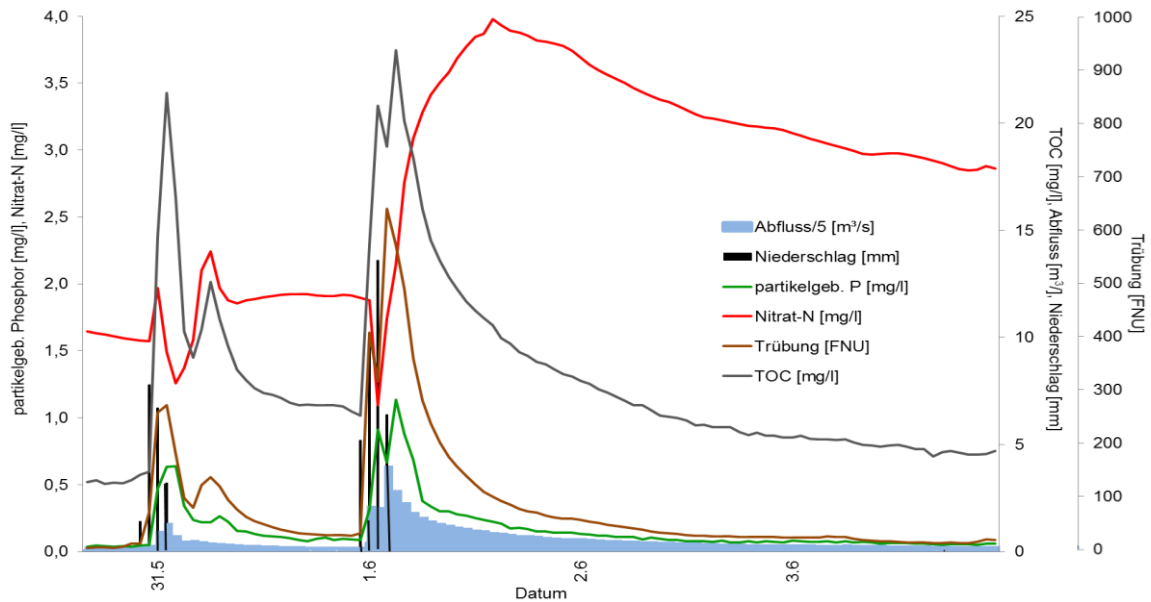


Abb. 3.1.1-4: Anstieg der Trübung sowie der Konzentrationen von partikelgebundenem Phosphor und TOC durch Oberflächenabfluss und von Nitrat über Zwischenabfluss, Abfluss (Station *Marpingen*) und Niederschlag (Wetterstation *Sotzweiler*) (30. Mai bis 4. Juni 2018)

In Abb. 3.1.1-5 ist zu erkennen, wie sehr die Nitrat-Gehalte nach jedem Regenereignis kurzfristig ansteigen und danach wieder abklingen. Während des Sommers nimmt der Grundgehalt an Nitrat insgesamt stark ab, die Konzentrationen erreichen so zeitweise Werte unter 1 mg/l $\text{NO}_3\text{-N}$. Anfang Dezember kommt es zudem durch starke Regenfälle zu Auswaschungen von sehr großen Mengen an Nitrat. Die Konzentrationen steigen in Folge dessen von Werten um 1,3 mg/l fast sprunghaft auf über 7,5 mg/l an. Nach einem leichten Rückgang der Gehalte bewegen sich diese während der nächsten 2 Monate um etwa 6 mg/l. Deutlich zu erkennen sind während dieses Zeitraumes auch die Einträge über Zwischenabfluss, welche im Nachgang zu den Abflussspitzen immer wieder zu einer Erhöhung der Nitrat-Gehalte führen.

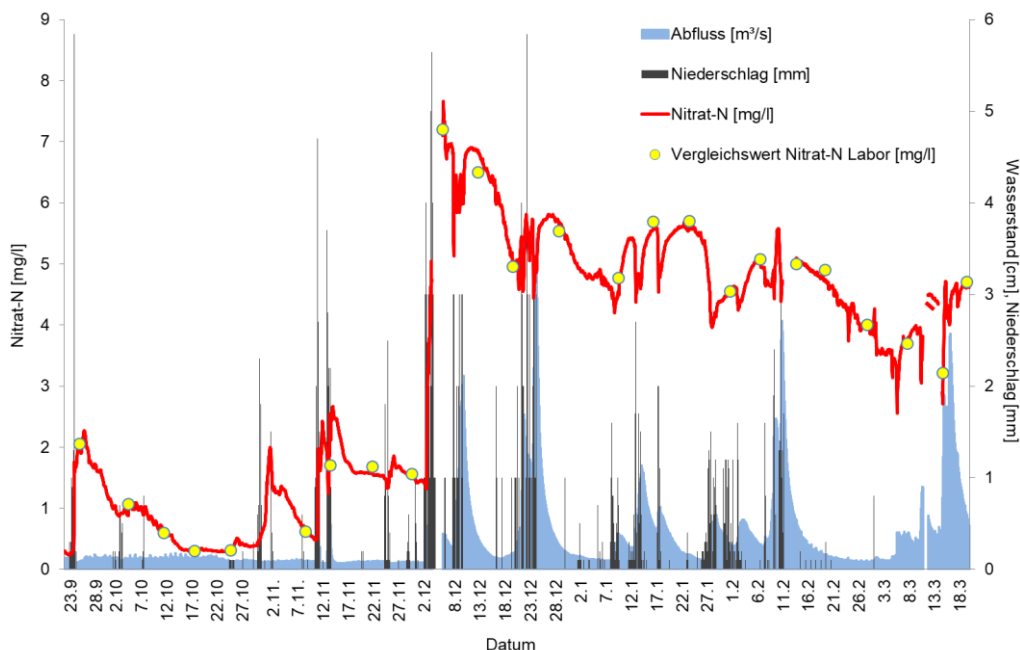


Abb. 3.1.1-5: Nitrat-Konzentrationen und Abfluss (Station *Marpingen*) und Niederschlag (Wetterstation *Sotzweiler*) sowie Nitrat-Werte der Kontrollmessungen (23. September 2018 bis 18. März 2019)

3.1.2 Chemisch-physikalische Messgrößen und Trübung

Das gesamte Sommerhalbjahr 2018 war gekennzeichnet durch sehr hohe Lufttemperaturen und sehr geringe Niederschlagsmengen. Die Hitze- und Trockenphasen hielten dabei ungewöhnlich lange an, was in allen Gewässern zu Niedrigwassersituationen führte und sich wiederum auf das Temperaturregime und den Sauerstoff-Gehalt im Wasser auswirkte.

Im Falle des Alsbachs ist in diesem Zusammenhang die Ausprägung der Tagesamplituden im Sauerstoff-Gang besonders auffällig. Die Sauerstoff-Gehalte im Fließgewässer werden einerseits durch die physikalische Löslichkeit von Sauerstoff im Wasser in Abhängigkeit von der Temperatur beeinflusst. Zudem gelangt vor allem im Frühjahr und im Sommer durch Photosynthese der Algen und Makrophyten tagsüber Sauerstoff ins Wasser. Am Messstandort in *Marpingen* zeigen die Tagesschwankungen des Sauerstoffs extrem große Amplituden mit zum Teil sehr ausgeprägten Phasen der Übersättigung am Tag und starken Sauerstoff-Defiziten in der Nacht. Die Konzentrationen verlaufen dabei parallel zur Temperatur, d.h., das Sauerstoff-Regime ist an dieser Messstelle fast ausschließlich von der Photosyntheserate gesteuert. Diese extremen Schwankungen lassen sich während der Frühjahrs- und Sommermonate beobachten (Abb. 3.1.2-1) und führen von Anfang Juli bis Ende September zu immer wiederkehrenden, z.T. gravierenden Unterschreitungen der Anforderung von 8 mg/l Sauerstoff gemäß OGWV. Im Oktober liegen die Sauerstoff-Gehalte dann fast durchgehend unter 8 mg/l. Ursache hierfür könnte das Absterben der einjährigen Wasserpflanzen und Algen sein, welches zu einem erhöhten Aufkommen von Detritus führt, welcher unter Verbrauch von Sauerstoff im Gewässer umgesetzt wird.

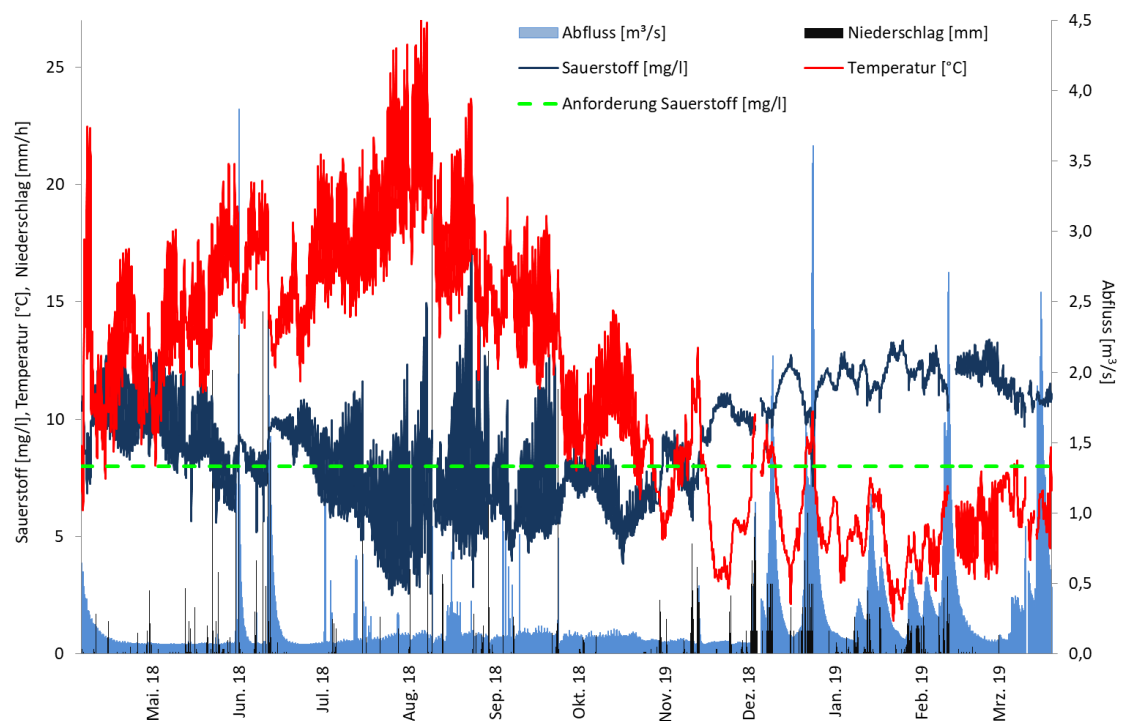


Abb. 3.1.2-1: Verlauf der Temperaturen und der Sauerstoffkonzentrationen und Anforderung für Sauerstoff gemäß OGWV sowie Abfluss (Station *Marpingen*) und Niederschlag (Wetterstation *Sotzweiler*) während des gesamten Messzeitraumes

Um die Bedeutung der Photosynthese im Gewässer besser darzustellen, sind in Abb. 3.1.2-2 die Verlaufskurven des Sauerstoffes dreier Tage in Abhängigkeit zur Temperatur im Vergleich zur theoretischen Sättigung des Wassers mit Sauerstoff bei Normaldruck aufgetragen. Im Maximum erreichen die Sauerstoff-Werte dabei fast 20 mg/l, was bei diesen Temperaturen einer Sättigung von

über 240% entspricht⁵. Die Konzentrationsspitzen werden gegen 15 Uhr erreicht. Während der Nacht hingegen veratmen auch die Pflanzen Sauerstoff (Dunkelreaktion), diese Zehrung führt zu erheblichen Sauerstoff-Defiziten und zu Minimalwerten von annähernd 4 mg/l. Bei Temperaturen von 18,5°C kommt dies einer Sättigung von weniger als 50% gleich.

Diese extremen Schwankungen sind einerseits auf die außergewöhnlichen Wetterbedingungen im Sommer 2018 zurückzuführen. Andererseits weist der Alsbach in *Marpingen* sehr geringe Fließgeschwindigkeiten auf, so dass sich viel Phytobenthos an diesem Standort ausbilden kann. Nichtsdestoweniger sind die Tagesschwankungen auch auf eine verstärkte Eutrophierung des Gewässers zurückzuführen.

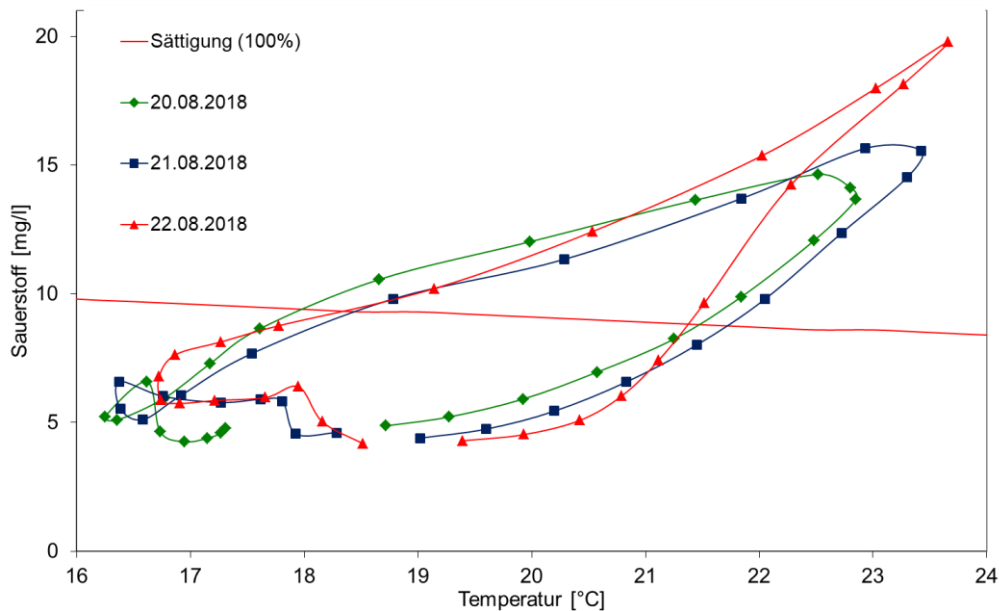


Abb. 3.1.2-2: Verlauf der Sauerstoff-Konzentrationen in Abhängigkeit von der Temperatur (Station *Marpingen*) sowie theoretische Sauerstoff-Sättigung bei Normaldruck (20., 21. und 22. August 2018)

Ebenso wird der pH-Wert durch die Photosynthese beeinflusst. Im Laufe des Tages steigen die pH-Werte deutlich an und nehmen in der Nacht wieder ab. Dabei können am Alsbach pH-Werte von fast 9 erreicht werden (Abb. 3.1.2-3). Dies spricht wieder für einen hohen Eutrophierungsgrad des Gewässers und ist besonders im Zusammenhang mit der Bildung von fischtoxischem Ammoniak relevant.

⁵ Unter Normaldruck sind bei einer Sauerstoff-Sättigung von 100% bei dieser Temperatur 8,5 mg/l Sauerstoff im Wasser enthalten.

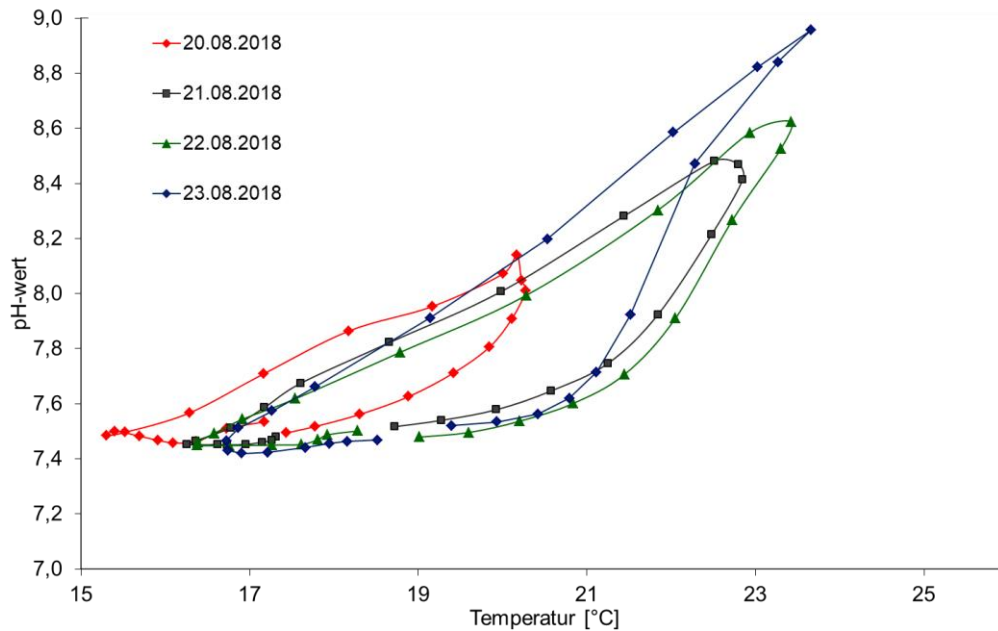


Abb. 3.1.2-3: Verlauf der pH-Werte in Abhängigkeit von der Temperatur (Station *Marpingen*) (20., 21., 22. und 23. August 2018)

3.1.3 Vergleich mit den Anforderungen und Schwellenwerten

Während des Messzeitraumes (5. April 2018 bis 19. März 2019) lagen im Alsbach in *Marpingen* die Werte für Nitrat-N in 47% der Fälle über dem im Methodenhandbuch festgeschriebenen Schwellenwert⁶⁷ (Tabelle 3.1.3-1).

Die TOC-Gehalte lagen nur vereinzelt oberhalb der gemäß OGWV geforderten Anforderungen für den guten ökologischen Zustand und das gute ökologische Potenzial. Die Konzentrationen von Ammonium überschritten die Anforderungen in etwa 13% der Fälle. Die Gehalte an Gesamt-Phosphor lagen in 18%, die des ortho-Phosphats nur in etwa 7% der Messungen über den Anforderungen. Die rechnerisch ermittelten Ammoniak-Gehalte zeigen in fast 10% der Messungen Überschreitungen des Anforderungswertes.

Die pH-Werte bewegten sich nur vereinzelt oberhalb des geforderten Bereiches, die Wassertemperaturen überschritten die Anforderung von 21,5°C in ca. 2% der Messungen. Der geforderte Mindestgehalt an Sauerstoff wurde hingegen in über einem Drittel der Messungen unterschritten. Sauerstoff ist der einzige Parameter, bei dem sich die Anzahl der Stundenmittelwerte, die die Anforderungen verfehlen, in den Sommermonaten wesentlich von der im gesamten Messzeitraum ermittelten Anzahl unterscheidet (Sommer: 50%, gesamter Messzeitraum 35% Unterschreitung der Anforderung). Das 10%-Perzentil (P10) der Sauerstoff-Messungen über den gesamten Messzeitraum liegt bei 12,1 mg/l, das entsprechende 90%-Perzentil (P90) bei 5,65 mg/l.

Ein Vergleich der Über- bzw. Unterschreitungen der Anforderungen an den 3 Standorten in *Marpingen*, *Eppelborn* und an der *Knorscheider Mühle* findet sich in Kapitel 3.4. 4

⁶ MINISTERIUM FÜR UMWELT UND VERBRAUCHERSCHUTZ & LANDESAMT FÜR UMWELT- UND ARBEITSSCHUTZ: Anhang VI - Methodenhandbuch für das Saarland - Anlage zum Bewirtschaftungsplan für das Saarland - Dezember 2020 - ENTWURF.- 3: 159 S. + 3 Anl., Saarbrücken, Dezember 2020.

⁷ Nähere Erläuterungen zu den relevanten Vergleichswerten (Anforderungen und Schwellenwerten) finden sich im eigentlichen Endbericht.

Tabelle 3.1.3-1: Mittelwerte, Minima und Maxima der Stundenmittelwerte des Alsbachs in *Marpingen* vom 5. April 2018 bis 19. März 2019, Schwellenwerte für Nitrat und Nitrit gemäß Methodenhandbuch für Gewässergüteklasse 2, Anforderungen an den guten ökologischen Zustand und das gute ökologische Potenzial für Gewässertyp 6 gemäß Anlage 7 OGWV sowie Anzahl der zugrundeliegenden Stundenmittelwerte bzw. Einzelmessungen (n)

	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]	NH ₃ -N [µg/l]
Mittelwert	2,74	0,081	0,059	3,57	0,044	0,084	3,99	0,451
Minimum	0,238	0,011	n.n.	0,491	0,002	0,026	1,69	n.n.
Maximum	7,66	0,851	> 2	9,84	0,657	1,17	23,8	21,9
Schwellenwert/ Anforderung	≤ 2,48	≤ 0,03	≤ 0,1	≤ 3	≤ 0,07	≤ 0,1	≤ 7	≤ 2
Anzahl Werte (n)	8163	48	7762	48	7930	8096	7943	7398

	pH-Wert	Sauerstoff [mg/l]	Temperatur [°C]	Leitfähigkeit [µS/cm]	Abfluss [m ³ /s]
Mittelwert	7,63	9,08	11,3	314	0,226
Minimum	6,93	2,51	1,41	109	0,068
Maximum	8,96	19,8	27,2	510	3,87
Anforderung	7 – 8,5	≥ 7	≤ 21,5	-	
Anzahl Werte (n)	7652	8166	8166	8166	8270

3.1.4 Frachten

Aufgrund des geringen Abflusses des Alsbachs sowie der Trockenheit während der Messphase 2018/2019 sind die Frachten relativ gering. Auffallend ist jedoch, welche maximalen Mengen an Ammonium bei Regen in das Gewässer gelangen. Diese Einträge können vornehmlich auf Abschlüge von Mischwasserentlastungsbauwerken zurückgeführt werden, da derartige Mengen kaum von Einleitungen aus Haushalten oder Hofabläufen stammen können. Bei diesen Ereignissen steigt auch die Fracht an ortho-Phosphat an, die Frachten von Gesamt-Phosphor erreichen allerdings sehr viel höhere Werte, was wiederum dafür spricht, dass es neben der Mischwasserentlastung oftmals auch zu Einträgen aus landwirtschaftlich genutzten Flächen kommt.

In Tabelle 3.1.4-1 sind die Mittel- und Extremwerte der Frachten sowie die Gesamtfrachten, die während des Messzeitraumes erhoben wurden, wiedergegeben.

Tabelle 3.1.4-1: Mittelwerte, Minima und Maxima der Frachten der Stundenmittelwerte der Nährstoffe und des Abflusses sowie Gesamtfracht des Alsbachs in *Marpingen* über den gesamten Messzeitraum (5. April 2018 bis 19. März 2019)

Frachten	NO ₃ -N [kg/h]	NH ₄ -N [kg/h]	P _{ges} [kg/h]	davon PO ₄ -P [kg/h]	TOC [kg/h]	NH ₃ -N ⁸ [g/h]	Abfluss [m ³ /h]
Mittelwert	2,97	0,057	0,094	0,038	3,99	0,335	0,226
Minimum	0,078	n.n.	0,007	0,003	0,483	n.n.	0,068
Maximum	63,3	8,36	11,6	0,717	264	46,8	3,87
Gesamtfracht	24,8 t	0,476 t	0,784 t	0,321 t	33,4 t	2,72 kg	

Wie in vielen Literaturstellen angegeben wurde im vorliegenden Fall der Median des Abflusses herangezogen, um die Frachten während Trockenwetter (unterhalb des Abfluss-Medians) von denen zu unterscheiden, die in Folge von Niederschlag (oberhalb des Abfluss-Medians) im Gewässer transportiert wurden⁹. Anhand dieser Frachtanteile kann dann abgeschätzt werden, welcher Anteil der Frachten für Gesamt-Phosphor und Gesamt-Stickstoff (als Summe aus Nitrat und Ammonium) aus welchen Belastungsquellen stammt (Tabelle 3.1.4-2).

Tabelle 3.1.4-2: Berechnete Herkunft der Frachten (Prozent-Angaben in Klammern) im Alsbach (Station *Marpingen*) über den gesamten Messzeitraum (5. April 2018 bis 19. März 2019)

Tonnen	Landwirtschaft	Kläranlagen	Mischwasser-entlastung	Grundwasser
Gesamt-Stickstoff [t]	19,6 (77)	-	0,32 (1)	5,39 (22)
Gesamt-Phosphor [t]	0,37 (47)	-	0,21 (27)	-

Bei der Kategorisierung des Phosphors fällt auf, dass etwa 200 kg an Gesamt-Phosphor für den Grundabfluss ermittelt wurden und somit im Vergleich zur Gesamt-Fracht in der Kategorisierung fehlen. Dies ergibt sich aus rechnerischen Ungenauigkeiten bei der Einstufung anhand des Abfluss-Medians und der Berechnung der Frachten. Prozentual schlagen diese absolut gesehen äußerst geringen Mengen (mit 26%) daher zu Buche, da der Alsbach an dieser Stelle insgesamt wenig belastet ist und daher bereits geringe Frachten einen hohen Anteil an der Gesamt-Fracht ausmachen. Die größten Mengen an Phosphor-Einträgen können hier mit einem Anteil von fast zwei Dritteln an der Gesamt-Fracht eindeutig der Landwirtschaft zugeordnet werden, da der Anteil des an Partikel gebundenen Phosphors, welcher durch Niederschlag in das Gewässer transportiert wird, sehr hoch ist. Es zeigt sich zudem, dass mit rechnerisch etwa 77% auch die weitaus größte Menge an Gesamt-Stickstoff aus der Landwirtschaft stammt. Der aus der übrigen Landschaft eingetragene Anteil kann nicht berücksichtigt werden. Kommunales Abwasser hat nur einen geringen Anteil an der Belastung mit Gesamt-Stickstoff, Einträge über das Grundwasser haben keine Bedeutung. Ein direkter Vergleich der Frachten von Alsbach, Ill und Theel für den gemeinsamen Zeitraum ist in Kapitel 3.4 beschrieben.

⁸ NH₃-N (Ammoniak-N) wurde rein rechnerisch ermittelt.

⁹ Nähere Erläuterungen zu den entsprechenden Methoden finden sich im eigentlichen Endbericht.

3.2 III in Eppelborn

3.2.1 Nährstoffe

Im Gegensatz zum Standort am Alsbach ist die III in *Eppelborn* deutlich durch kommunales Abwasser beeinflusst, welches durch die beiden oberhalb gelegenen Kläranlagen eingetragen wird. In Trockenwetterphasen wird dies besonders für Phosphor gut sichtbar. Da die von den Kläranlagen emittierte Menge an Phosphor in etwa gleich bleibt, nimmt die Konzentration im Gewässer bei rückläufigen Wassermengen zu (Abb. 3.2.1-1). Ammonium konnte während des Beispiel-Zeitraumes im Sommer hingegen nicht gemessen werden, da die Abbauraten von Ammonium bei hohen Temperaturen in den Kläranlagen sowie im Gewässer sehr hoch sind.

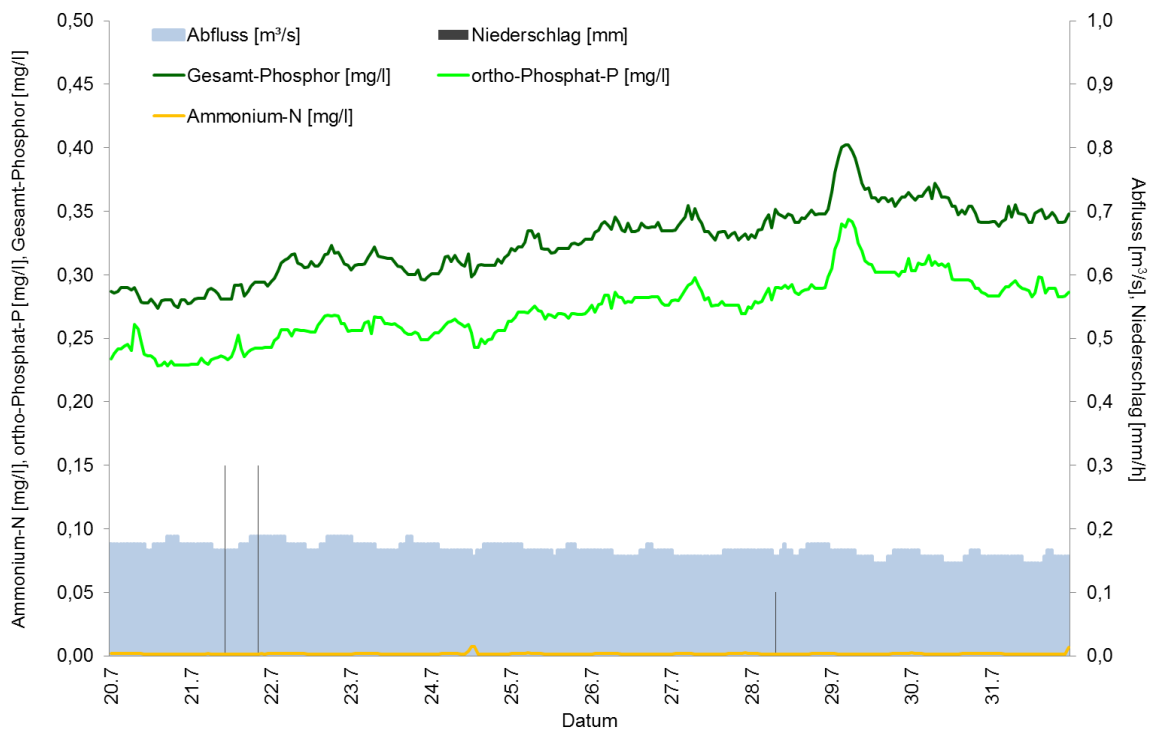


Abb. 3.2.1-1: Anstieg der Konzentrationen von Gesamt-Phosphor und ortho-Phosphat, Gehalte von Ammonium und TOC (Station *Eppelborn*) sowie Abfluss (Pegel *Eppelborn*) und Niederschlag (Wetterstation *Wustweiler*) (20. bis 31. Juli 2018)

Betrachtet man hingegen die Ammonium-Konzentrationen über den gesamten Jahresverlauf, so sind bei niedrigeren Temperaturen deutlich höhere Grundgehalte an Ammonium zu erkennen (Abb. 3.2.1-2). Darin zeigt sich einerseits, wie sehr die Abbaurate des Ammoniums von den Temperaturen abhängig ist. Andererseits bestätigt dieses Phänomen wiederum, wie stark der Standort in *Eppelborn* von den Einträgen aus den Kläranlagen geprägt ist.

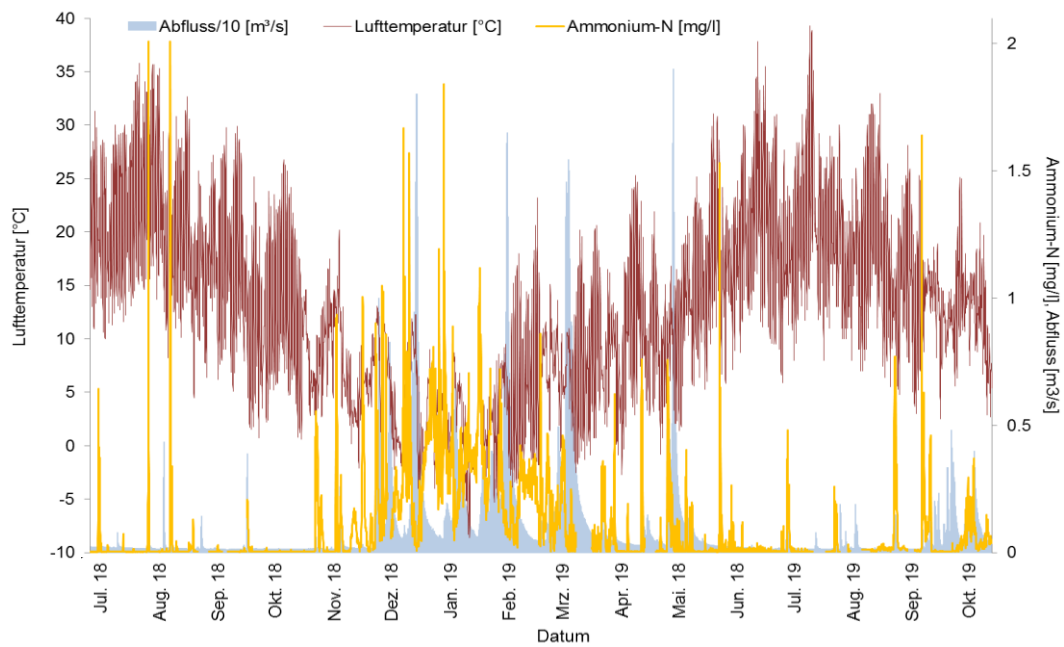


Abb. 3.2.1-2: Konzentrationen von Ammonium (Station *Eppelborn*) sowie Abfluss (Pegel *Eppelborn*) und Lufttemperatur (Wetterstation *Wustweiler*) über den gesamten Messzeitraum

Darüber hinaus konnten in *Eppelborn* bei Regenwetter sich überlagernde Einträge aus den oberhalb gelegenen Mischwasserentlastungsanlagen aufgezeichnet werden (Abb. 3.2.1-3). Wegen der unterschiedlichen Entfernung der Einleitpunkte zur Messstelle kommt es dabei zur Ausbildung von zeitlich versetzten Mehrfachspitzen sowie zu unterschiedlichen Peak-Breiten in den Konzentrationsverläufen von Phosphor, Ammonium und TOC. Die Gehalte der einzelnen Parameter, insbesondere der parallele Anstieg von Gesamt-Phosphor und ortho-Phosphat ist dabei typisch für Belastungen aus kommunalem Abwasser. Der Eintrag mit Maximum am 24. September stammt von einem weiter entfernten Bauwerk.

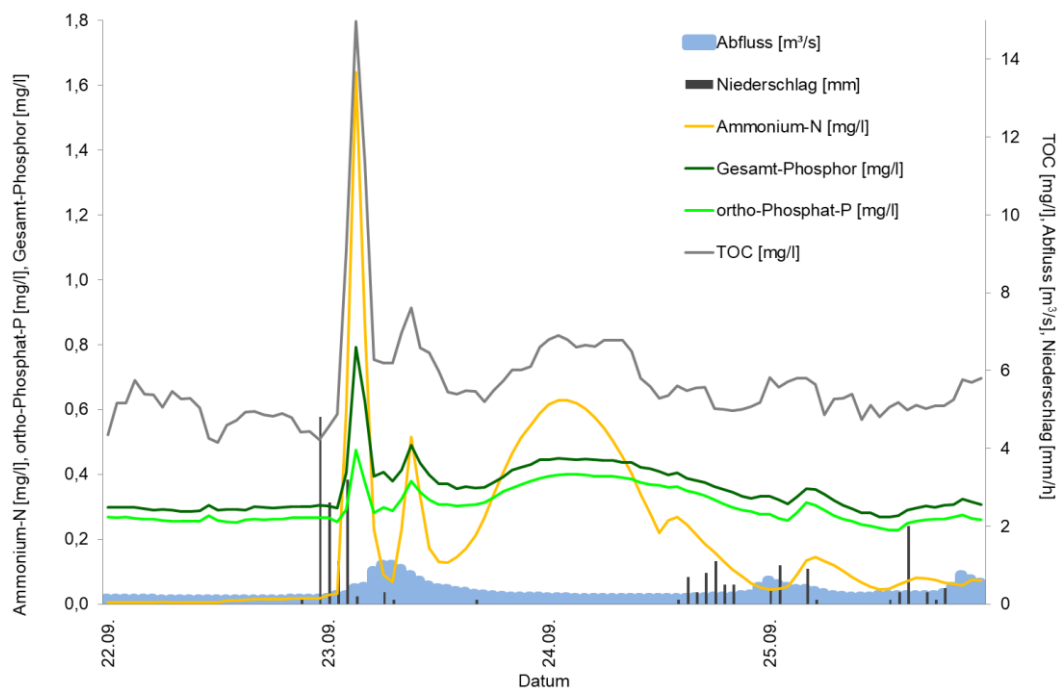


Abb. 3.2.1-3: Konzentrationsanstiege von Ammonium, TOC, Gesamt-Phosphor und ortho-Phosphat durch Einträge aus verschiedenen Mischwasserentlastungsbauwerken (Station *Eppelborn*), Wasserstand (Pegel *Eppelborn*) und Niederschlag (Wetterstation *Wustweiler*) (22. bis 25. September 2018)

Über den gesamten Messzeitraum von 16 Monaten konnten über 40 solcher Eintragsereignisse verschiedener Intensität aufgezeichnet werden.

Wie auch am Alsbach führen die Spitzen der Ammonium-Konzentrationen in der III zur Bildung von fischtoxischem Ammoniak. Für den Fließgewässertyp 9.1 wird dieser Grenzwert mit $2 \mu\text{g/l}$ Ammoniak-Stickstoff angegeben. Problematisch ist dies besonders im Frühjahr bzw. im Sommer, wenn tagsüber die pH-Werte aufgrund der erhöhten Photosyntheserate im Wasser stark ansteigen. Während des Messzeitraumes lagen die Ammoniak-Konzentrationen in *Eppelborn* insgesamt 1307 Stunden lang über dem Grenzwert, insgesamt wurde ein Maximum von $34,5 \mu\text{g/l}$ verzeichnet.

Am Standort in *Eppelborn* konnten nur selten Einträge aus diffusen Belastungsquellen beobachtet werden, welche sich durch einen Anstieg von Gesamt-Phosphor und TOC sowie einen Rückgang von Ammonium und ortho-Phosphat auszeichnen. Während der gesamten Messkampagne konnten nur wenige Einträge aus diffusen Quellen aufgezeichnet werden; so gab es lediglich 7 Ereignisse, die anhand der Konzentrationsverläufe der Parameter eindeutig als Oberflächeneinträge identifiziert werden konnten (Abb. 3.2.1-4). Diese Einträge werden durch dieselben Regenereignisse initiiert wie die Abschläge der Mischwasserentlastungen. Da die Oberflächeneinträge jedoch über größere Flächen und Distanzen transportiert werden als die Einträge aus Mischwasserentlastungen, erreichen sie den Messpunkt später und bilden sich daher als Konzentrationsanstieg von Gesamt-Phosphor (als partikelgebundenem Phosphor) und TOC sowie im Rückgang von Ammonium und ortho-Phosphat in der abnehmenden Flanke des „Gesamt-Eintrags“ ab. (roter Rahmen in Abb. 3.2.1-5).

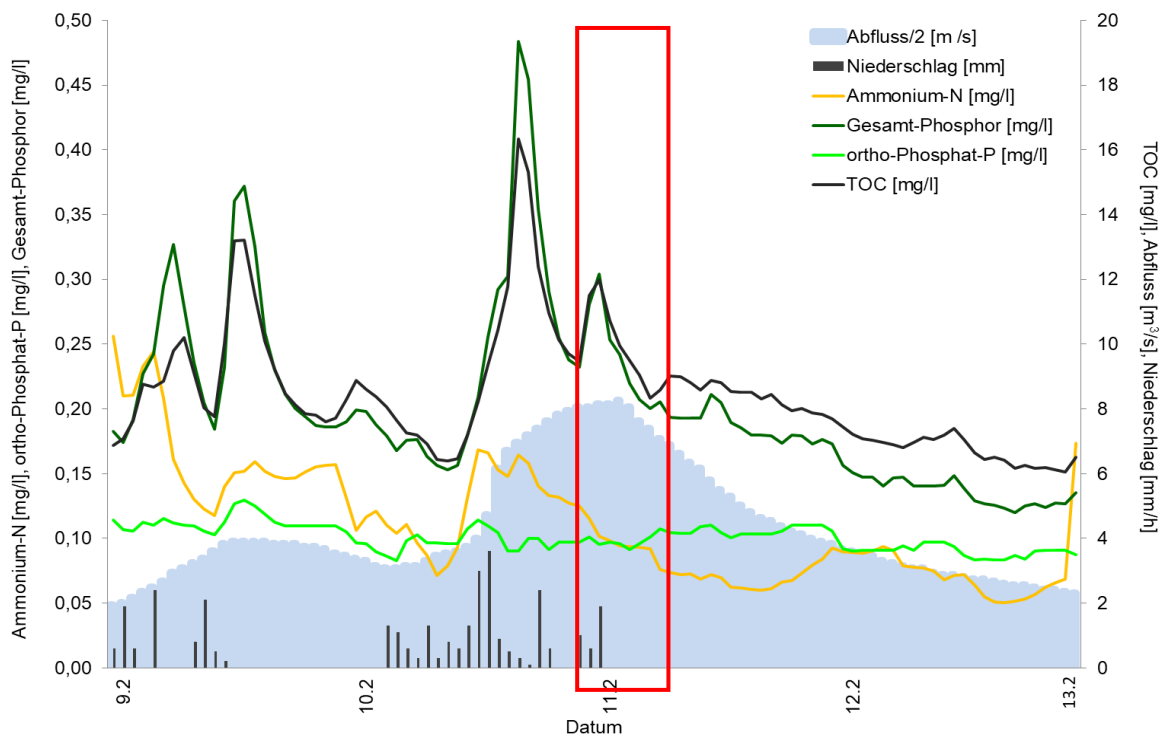


Abb. 3.2.1-4: Anstieg der Konzentrationen von Gesamt-Phosphor und TOC durch Oberflächeneinträge (Station *Eppelborn*), (Station *Eppelborn*) sowie Abfluss (Pegel *Eppelborn*) und Niederschlag (Wetterstation *Wustweiler*) (9. bis 13. Februar 2019)

Aufgrund der sehr seltenen Einträge über Erosion durch Oberflächenabfluss, welche durch eine große Differenz von Gesamt-Phosphor zu ortho-Phosphat und somit durch einen großen Anteil an partikelgebundenem Phosphor gekennzeichnet sind, ergibt sich am Standort in *Eppelborn* über den gesamten Messzeitraum ein sehr hoher Zusammenhang dieser beiden Parameter, welcher sich rein rechnerisch in einem Korrelationskoeffizienten von $R = 0,856$ (Pearson Korrelation) äußert.

Sehr viel häufiger als diffuse Einträge von Phosphor sind hingegen solche von Nitrat zu verzeichnen. Diese sind ebenfalls auf den Einsatz von Düngemitteln zurückzuführen; der Ablauf dieser Eintragsform ist in Kapitel 3.1.1 näher erläutert. Ein Beispiel für Nitrat-Einträge über Zwischenabfluss ist in Abb. 3.2.1-5 gegeben.

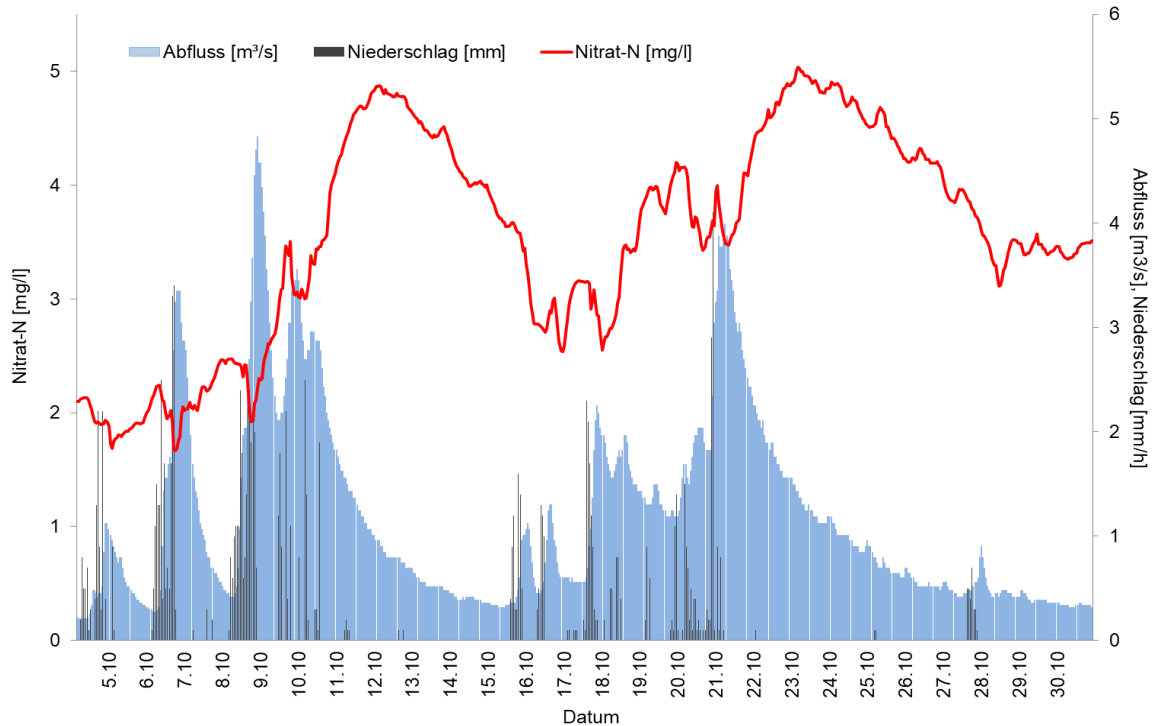


Abb. 3.2.1-5: Einträge von Nitrat über Zwischenabfluss, (Station *Eppelborn*) sowie Wasserstand (Pegel *Eppelborn*) und Niederschlag (Wetterstation *Wustweiler*) (4. bis 31. Oktober. 2019)

3.2.2 Chemisch-physikalische Messgrößen und Trübung

Die oben beschriebenen Einleitungen aus Mischwasserentlastungsanlagen führen in den meisten Fällen zu Sauerstoff-Defiziten, da der biologische Abbau der ins Gewässer eingetragenen organischen Stoffe, vornehmlich Ammonium und TOC, stark sauerstoffzehrend ist. Daher treten auch an der Ill in *Eppelborn* häufig länger anhaltende Phasen auf, in denen die Sauerstoff-Gehalte deutlich unter den geforderten Mindestwert von 7 mg/l sinken (Abb. 3.2.2-1).

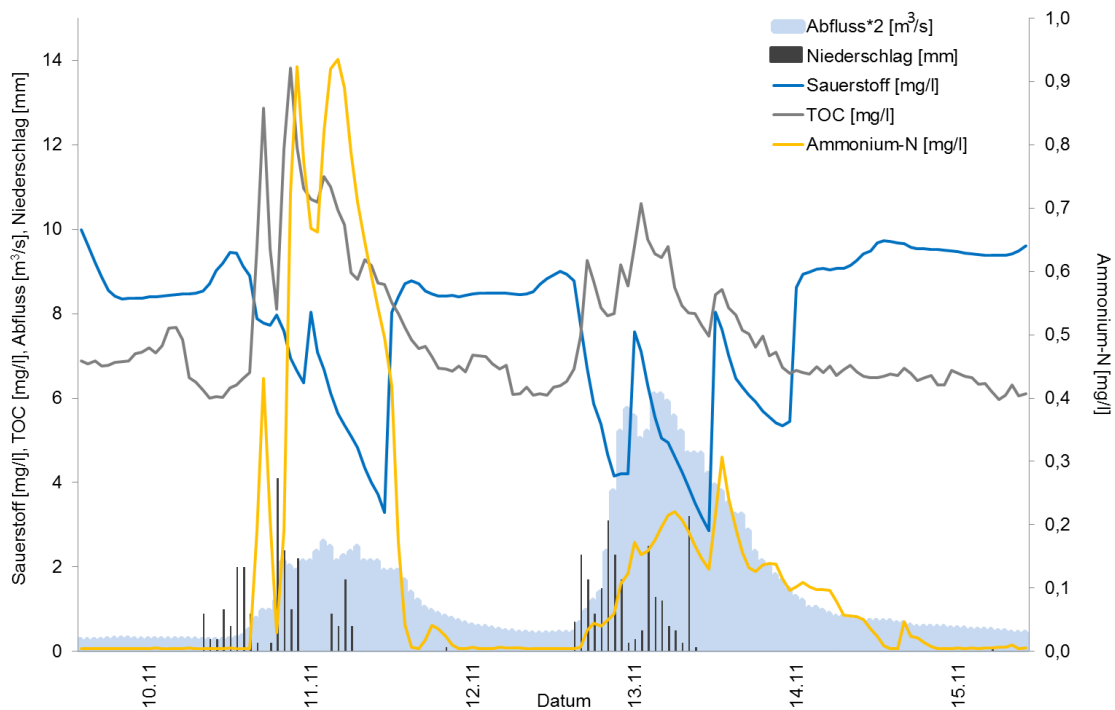


Abb. 3.2.2-1: Sauerstoff-Defizit durch Einleitungen von Ammonium und TOC bei Regen (Station *Eppelborn*) sowie Abfluss (Pegel *Eppelborn*) und Niederschlag (Wetterstation *Wustweiler*) (9. bis 15. November 2018)

Es ist zu bemerken, dass sich die Sauerstoff-Gehalte während der kühleren Monate in *Eppelborn* fast ausschließlich unter dem Wert der theoretischen Sättigung bei Normaldruck bewegten, wobei die vereinzelt zu erkennenden größeren Sauerstoff-Defizite dabei durch Einträge aus Mischwasserentlastungsanlagen bedingt waren (Abb. 3.2.2-2). Ende Februar bis Mitte Mai zeigen sich hingegen auch Phasen, in denen das Wasser mit Sauerstoff übersättigt ist (rot markierte Daten). Diese Übersättigungen sind, wie bereits in Kapitel 3.1.2 beschrieben, Folge der Entwicklung der Gruppflanzen und Algen im Gewässer und der damit verbundenen Photosynthese.

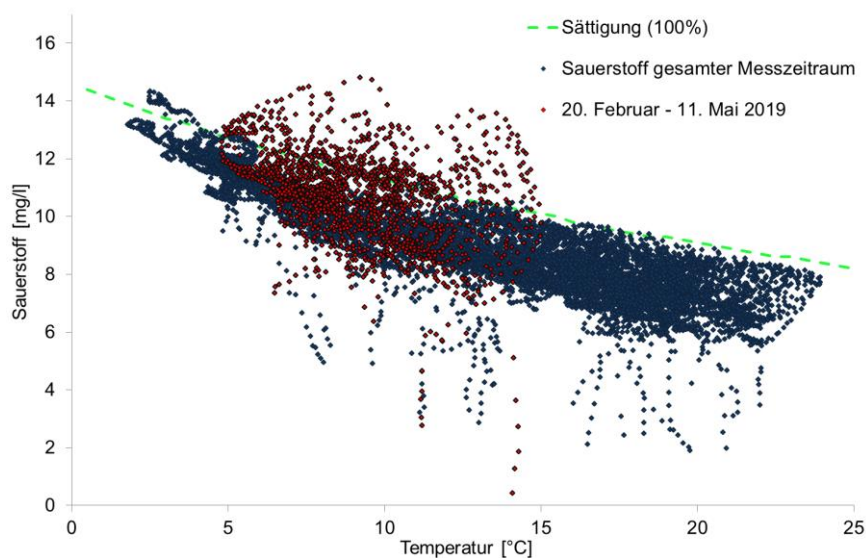


Abb. 3.2.2-2: Verlauf der Sauerstoff-Konzentrationen in Abhängigkeit von der Temperatur (Station *Eppelborn*) über den gesamten Messzeitraum (Daten vom 20. Februar bis 11. Mai: rot markiert) sowie theoretische Sauerstoff-Sättigung bei Normaldruck

Die in Abb. 3.2.2.-3 dargestellten extremen Amplituden in den Tagesschwankungen weisen, wie auch beim Alsbach, auf eine verstärkte Eutrophierung des Gewässers hin.

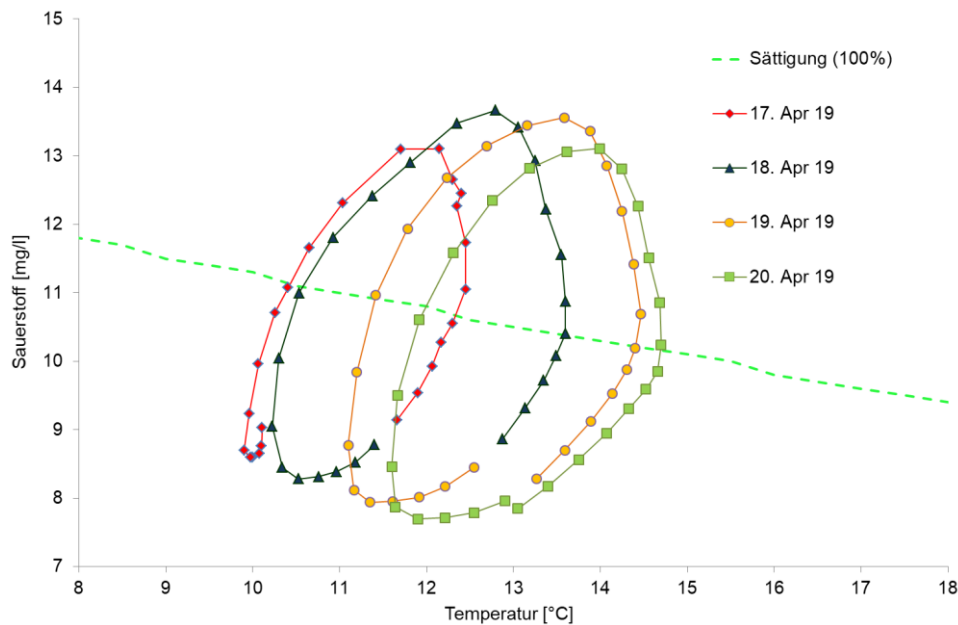


Abb.

3.2.2-3: Verlauf der Sauerstoff-Konzentrationen in Abhängigkeit von der Temperatur (Station *Eppelborn*) sowie theoretische Sauerstoff-Sättigung bei Normaldruck (17. bis 20. April 2019)

3.2.3 Vergleich mit den Anforderungen und Schwellenwerten

Während des Messzeitraumes (1. Juli 2018 bis 30. Oktober 2019) lagen in der Ill in *Eppelborn* die Werte für Nitrat-N in 36% der Fälle über dem im Methodenhandbuch festgeschriebenen Schwellenwert¹⁰ (Tabelle 3.2.3-1).

Die Konzentrationen von Ammonium überschritten die Anforderungen gemäß OGeV für den guten ökologischen Zustand und das gute ökologische Potenzial in über einem Viertel der Messungen, die TOC-Gehalte überschritten in 15% der Fälle die Anforderungen. Hingegen lagen die Gehalte von Gesamt-Phosphor nur in Einzelfällen, die Gehalte von ortho-Phosphat nur in 15% der Fälle innerhalb der Anforderungen. Die rechnerisch ermittelten Ammoniak-Gehalte zeigen in fast 23% der Messungen Überschreitungen des Anforderungswertes.

Die pH-Werte lagen nur vereinzelt oberhalb des geforderten Bereiches. Die Wassertemperaturen wurden in 3%, die Sauerstoff-Konzentrationen in 10%, der Messungen überschritten. Das 10%-Perzentil (P10) der Sauerstoff-Messungen über den gesamten Messzeitraum liegt bei 11,7 mg/l, das entsprechende 90%-Perzentil (P90) bei 6,99 mg/l.

Ein Vergleich der Über- bzw. Unterschreitungen der Anforderungen an den 3 Standorten in *Marpingen*, *Eppelborn* und an der *Knorscheider Mühle* findet sich in Kapitel 3.4.

¹⁰ Nähere Erläuterungen zu den relevanten Vergleichswerten (Anforderungen und Schwellenwerten) finden sich im eigentlichen Endbericht.

Tabelle 3.2.3-1: Mittelwerte, Minima und Maxima der Stundenmittelwerte der III in *Eppelborn* vom 1. Juli 2018 bis 30. Oktober 2019, Schwellenwerte für Nitrat und Nitrit gemäß Methodenhandbuch für Gewässergüteklasse 2, Anforderungen an den guten ökologischen Zustand und das gute ökologische Potenzial für Gewässertyp 9.1 gemäß Anlage 7 OGeWV sowie Anzahl der zugrundeliegenden Stundenmittelwerte bzw. Einzelmessungen (n)

	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]	NH ₃ -N [µg/l]
Mittelwert	2,62	0,035	0,099	3,65	0,181	0,232	6,18	0,771
Minimum	0,953	n.n.	n.n.	2,26	0,033	0,087	2,34	n.n.
Maximum	6,48	0,138	> 2	8,62	0,665	1,33	24,6	34,4
Schwellenwert/ Anforderung	≤ 2,48	≤ 0,03	≤ 0,1	≤ 3	≤ 0,07	≤ 0,1	≤ 7	≤ 2
Anzahl Werte (n)	11565	61	11128	61	11082	11182	10369	9826

	pH- Wert	Sauerstoff [mg/l]	Temperatur [°C]	Leitfähigkeit [µS/cm]	Abfluss [m ³ /s]
Mittelwert	7,77	9,09	12,8	419	0,971
Minimum	7,04	1,29	1,81	120	0,111
Maximum	8,74	14,8	23,9	977	18,9
Anforderung	7 – 8,5	≥ 7	≤ 21,5	-	
Anzahl Werte (n)	11384	11302	11241	11366	11698

3.2.4 Frachten

Eine Übersicht über die für den Standort in *Eppelborn* ermittelten Mittel- und Extremwerte der Frachten sowie der Gesamt-Frachten in der III findet sich in Tabelle 3.2.4-1.

Tabelle 3.2.4-1: Mittelwerte, Minima und Maxima der Frachten der Stundenmittelwerte der Nährstoffe und des Abflusses sowie Gesamtfracht der III in *Eppelborn* über den gesamten Messzeitraum (1. Juli 2018 bis 30. Oktober 2019)

Frachten	NO ₃ -N [kg/h]	NH ₄ -N [kg/h]	P _{ges} [kg/h]	davon PO ₄ -P [kg/h]	TOC [kg/h]	NH ₃ -N [g/h]	Abfluss [m ³ /h]
Mittelwert	12,8	0,531	0,715	0,455	26,6	2,77	0,971
Minimum	0,525	n.n.	0,079	0,064	1,64	n.n.	0,111
Maximum	352	13,9	24,3	7,41	847	79,6	19,0
Gesamtfracht	149 t	6,21 t	8,37 t	5,32 t	311 t	32,2 kg	

Wie auch für den Alsbach wurde das Kriterium des Abfluss-Medianes auch auf die Frachten der Ill angewandt, so dass die Frachten von Gesamt-Phosphor und Gesamt-Stickstoff (als Summe von Nitrat und Ammonium) den entsprechenden Kategorien wie in Tabelle 3.2.4-2 dargelegt, zugeordnet werden konnten.

Tabelle 3.2.4-2: Berechnete Herkunft der Frachten (Prozent-Angaben in Klammern) in der Ill (Station *Eppelborn*) über den gesamten Messzeitraum (1. Juli 2018 bis 31. Oktober 2019)

Tonnen	Landwirtschaft	Kläranlagen	Mischwasserentlastung	Grundwasser	Summe
Gesamt-Stickstoff [t]	133 (86)	17,1 (11)	5,38 (3)	0	155
Gesamt-Phosphor [t]	2,62 (31)	2,06 (25)	3,69 (44)	-	8,37

Es zeigt sich, dass mit rechnerisch etwa 86% die weitaus größte Menge an Gesamt-Stickstoff aus der Landwirtschaft stammt, der aus der übrigen Landschaft eingetragene Anteil kann nicht berücksichtigt werden. Kommunales Abwasser hat nur einen geringen Anteil an der Belastung mit Gesamt-Stickstoff, da dieser in der Summe hauptsächlich aus Nitrat besteht und der Ammonium-Anteil an Gesamt-Stickstoff gering ist (Abb. 3.2.4-4). Einträge über das Grundwasser haben keine Bedeutung. Dies korrespondiert mit der Annahme, dass die Böden im Einzugsgebiet der Ill ein mittleres Nitratrückhaltevermögen aufweisen.

Hingegen ist der Anteil der Phosphoreinträge aus der Landwirtschaft mit etwa einem Drittel (31%) sehr viel geringer. Große Mengen an Gesamt-Phosphor im Einzugsgebiet stammen aus Kläranlagen und vor allem aus der Mischwasserentlastung, summarisch etwa 70 %.

Ein direkter Vergleich der Frachten von Alsbach, Ill und Theel ist – für den gemeinsamen Zeitraum – in Kapitel 3.4 beschrieben.

3.3 Theel an der Knorscheider Mühle

3.3.1 Nährstoffe

Ebenso wie der Messpunkt an der Ill ist auch der Standort an der Theel durch kommunales Abwasser geprägt. Die Grundgehalte von Phosphor bewegen sich an beiden Standorten im selben Bereich um 0,2 bis 0,3 mg/l P. In Niedrigwasserphasen wird der Einfluss der Kläranlage an der *Knorscheider Mühle* besonders gut sichtbar (Abb. 3.3.1-1). Denn einerseits steigen die Konzentrationen an Phosphor mit dem Rückgang der Wassermenge im Gewässer deutlich an. Zum anderen zeigen sich die Einträge von Ammonium. Die tageszeitlichen Schwankungen in den Konzentrationen aller vier Parameter rühren dabei daher, dass je nach Tageszeit unterschiedliche Mengen an Abwasser anfallen. Die TOC-Gehalte stagnieren tendenziell, ebenso wie in der Ill auch, in Trockenwetterphasen auf demselben Niveau.

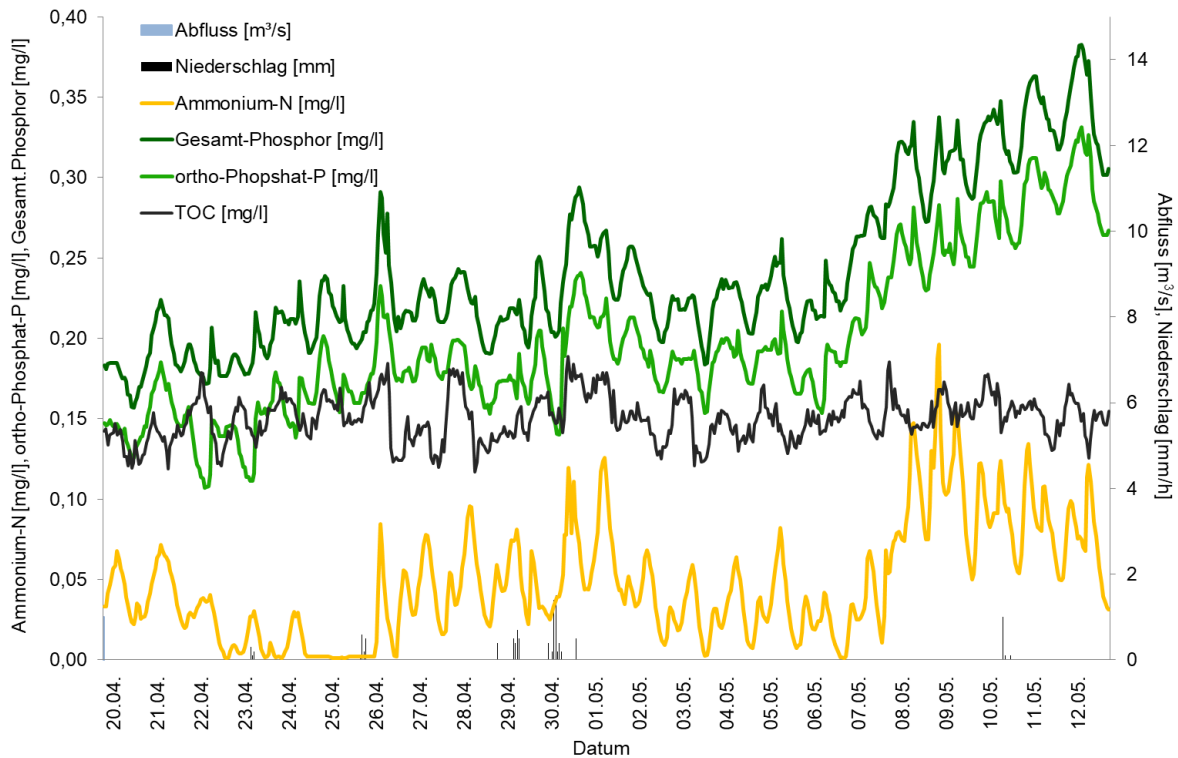


Abb. 3.3.1-1: Konzentrationen von ortho-Phosphat, Gesamt-Phosphor, Ammonium und TOC bei Niedrigwasser (Station *Knorscheider Mühle*) sowie Abfluss (Pegel *Lebach*) und Niederschlag (Wetterstation *Lebach*) (19. April. bis 12. Mai 2018)

Zudem treten häufig teilweise gravierende Konzentrationsanstiege aufgrund von Abschlägen aus Mischwasserentlastungsanlagen auf. Sehr vereinzelt folgen auf diese Ereignisse zusätzlich Oberflächen-Einträge, durch die vornehmlich gelöste und an Partikel gebundene Substanzen von landwirtschaftlichen Flächen in das Gewässer gelangen. Besonders gut lässt sich dies anhand der Ereignisse in Abb. 3.3.1-2 darstellen. Während des Eintrages am 7. Juni dominiert der Anteil an kommunalem Abwasser, was an den hohen Konzentrationen an Ammonium und gelöstem ortho-Phosphat zu erkennen ist. Am 8. und 9. Juni wird verstärkt Material über Oberflächenabfluss in das Gewässer transportiert, der Anteil des gelösten ortho-Phosphat an Gesamt-Phosphor ist recht gering, Ammonium ist (fast) nicht nachweisbar. Während des Ereignisses am 12./13. Juni schließlich überlagern sich die beiden Komponenten. Die Abwasserfracht erreicht den Messpunkt etwas früher, das entsprechende Mischwasserentlastungsbauwerk liegt also in der Nähe des Messstandortes. Mit einer weiteren kleineren Wasserwelle in der Flanke des abklingenden Abflusses gelangt schließlich das oberflächlich abgespülte Regenwasser mit hohem Anteil an partikelgebundenem Phosphor in das Gewässer (in der Abb. durch den roten Rahmen markiert).

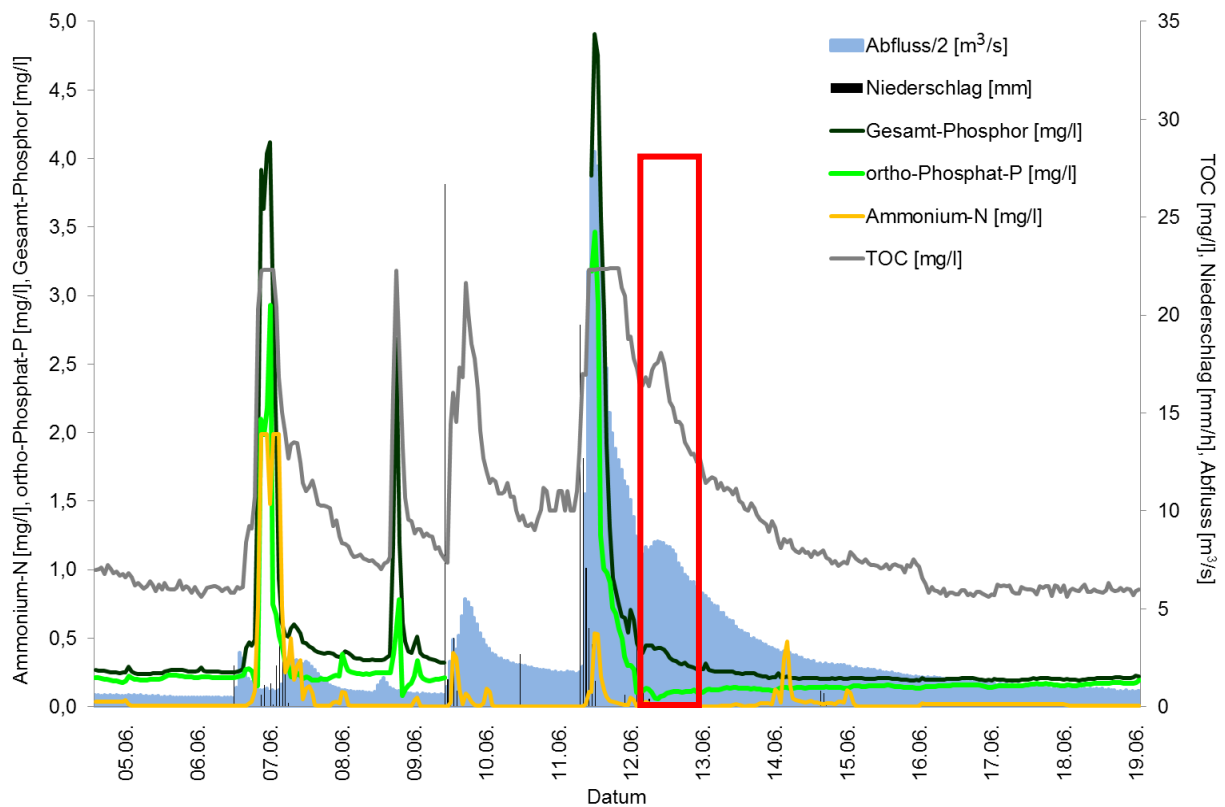


Abb. 3.3.1-2: Konzentrationsanstieg von Gesamt-Phosphor, ortho-Phosphat, Ammonium und TOC bei Regen (Station *Knorscheider Mühle*) sowie Abfluss (Pegel *Lebach*) und Niederschlag (Wetterstation *Lebach*) (04. bis 19. Juni 2018)

Ebenso wie an der Ill finden Einträge über Oberflächenabfluss nur selten statt, was, wie in Kapitel 3.2.1 beschrieben, die Betrachtung des Zusammenhangs der Konzentrationen von ortho-Phosphat und Gesamt-Phosphor bestätigt ($R = 0,8457$).

Während des gesamten Messzeitraumes konnte keine Phase mit einem ausschließlichen Rückgang der ortho-Phosphat-Gehalte aufgezeichnet werden, wie er sich aus einer Verdünnung bei Regen und einem erosionsbedingten Phosphoreintrag nur aus der Landwirtschaft ergeben würde - und auch der parallele Anstieg von ortho-Phosphat und Ammonium ist deutlich zu erkennen (Abb. 3.3.1-3), der auf kommunale Wässer oder Abschlüge aus Mischwasserentlastungen hinweist. Die roten Pfeile in der Abb. markieren die ungefähre Lage derjenigen Ereignisse, bei denen, wie für die Abb. 3.3.1-3 erläutert, Einträge von Oberflächenabflüssen in der abnehmenden Flanke der Einträge aus Mischwasserentlastungen erfasst werden konnten. Über den gesamten Messzeitraum von 18 Monaten konnten über 50 solcher Eintragsereignisse aufgezeichnet werden.

Zudem können, wie auch an der Ill, hinsichtlich der Ammonium-Gehalte unterschiedliche Grundbelastungen während der kühleren und der wärmeren Monate unterschieden werden. Bis etwa Mitte Juni und ab Mitte November sind die Grundgehalte im Wasser deutlich höher als im Sommer, da die bakterielle Nitrifikation bei Wassertemperaturen unter 10°C nur sehr eingeschränkt abläuft. Die Ammonium-Belastungen stammen, wenn nicht aus Mischwasserentlastungsanlagen eingetragen, zumeist aus den kommunalen Kläranlagen und werden unter aeroben Verhältnissen im Gewässer relativ rasch abgebaut. Die Abbauleistung der Kläranlagen ist in Bezug auf Ammonium stark temperaturabhängig und läuft im Winter weniger effektiv ab. Da sich der Standort *Knorscheider Mühle* recht nah an der Kläranlage *Lebach* befindet, sind die Ammonium-Belastungen sowie deren jahreszeitliche Unterschiede am Messpunkt gut zu erkennen. Zudem zeigen sich in der Übersicht des

gesamten Messzeitraumes immer wieder meist sehr hohe, sprunghafte Zunahmen der Ammonium-Konzentration, die auf Mischwasserentlastungen zurückzuführen sind.

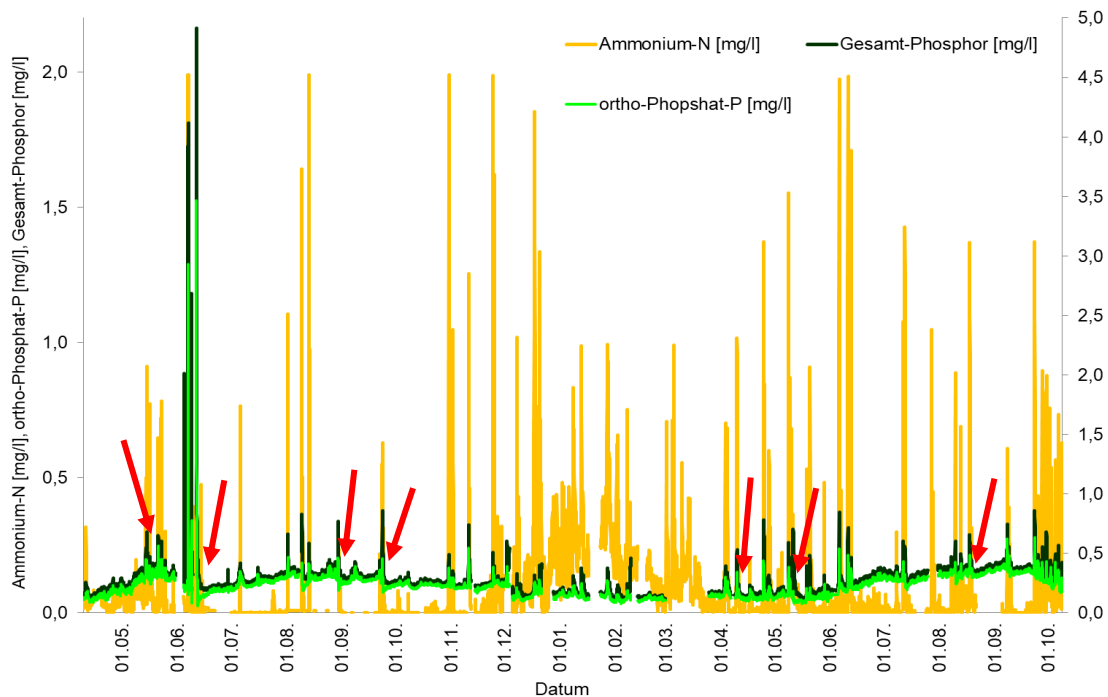


Abb. 3.3.1-3: Verlauf der Konzentrationen von Gesamt-Phosphor, ortho-Phosphat und Ammonium (Station *Knorscheider Mühle*) über den gesamten Messzeitraum

Wie auch an den beiden anderen Messstandorten bedingt ein Anstieg von Ammonium bei erhöhten Wassertemperaturen und entsprechenden pH-Werten die Bildung von Ammoniak. So erreichten die Ammoniak-Konzentrationen am Standort an der *Knorscheider Mühle* während des Messzeitraumes einen Maximalwert von 33,8 $\mu\text{g/l}$ und bewegten sich insgesamt 1407 Stunden über dem Grenzwert von 2 $\mu\text{g/l}$.

Ebenso wie an der III konnten auch an der Theel für Nitrat nur vereinzelte Einträge über Zwischenabfluss beobachtet werden. Nach dem Anstieg nehmen die Nitrat-Konzentrationen sehr langsam wieder ab. Dies ist darauf zurückzuführen, dass an der *Knorscheider Mühle* die Einträge aus dem gesamten Einzugsgebiet erfasst werden. Die Flächen, aus denen die Einträge erfolgen, liegen unterschiedlich weit von Messpunkt entfernt, so dass über einen längeren Zeitraum immer noch Nitrat aus entlegeneren Gebieten nachgeliefert wird.

Am Standort *Knorscheider Mühle* spiegeln sich besonders für Nitrat die Mechanismen wider, die auch im oberen Teil des Einzugsgebietes zu beobachten sind. So weisen die Nitrat-Konzentrationen wie auch in Alsbach und III über den Sommer eine abnehmende Tendenz auf (Abb. 3.3.1-4). Grund dafür ist der steigende Umsatz von Stickstoff während der Vegetationsperiode an Land und im Wasser sowie ein abnehmender Transport von Nitrat aus den Flächen aufgrund geringer Niederschläge. Zudem kann, genau wie am Standort in *Eppelborn*, eine sprunghafte Zunahme der Grundgehalte von Nitrat von unter 2 mg/l auf über 6 mg/l zwischen dem 3. und 4. Dezember 2018 einhergehend mit einem Anstieg des Abflusses festgestellt werden.

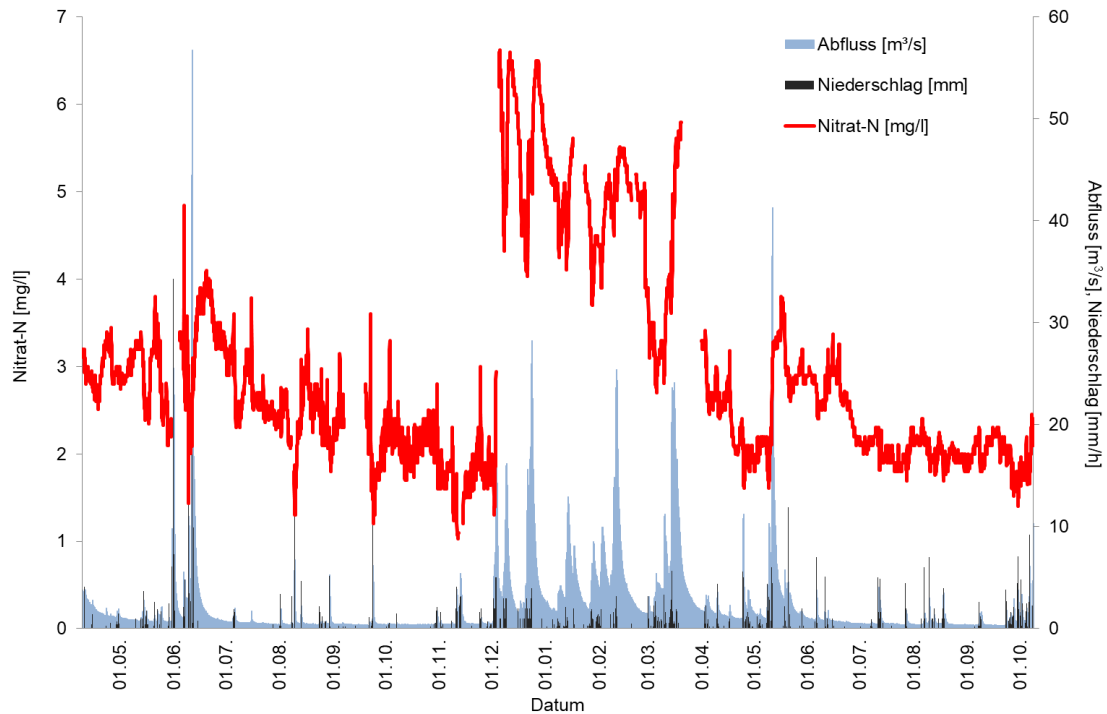


Abb. 3.3.1-4: Veränderung der Nitrat-Konzentrationen (Station *Knorscheider Mühle*) sowie Abfluss (Pegel *Lebach*) und Niederschlag (Wetterstation *Lebach*) über den gesamten Messzeitraum

3.3.2 Chemisch-physikalische Messgrößen

Im Frühjahr treten an der *Knorscheider Mühle* leichte Tagesschwankungen der Sauerstoff-Gehalte und der pH-Werte durch photosynthetische Aktivität im Gewässer auf (Abb. 3.3.2-1).

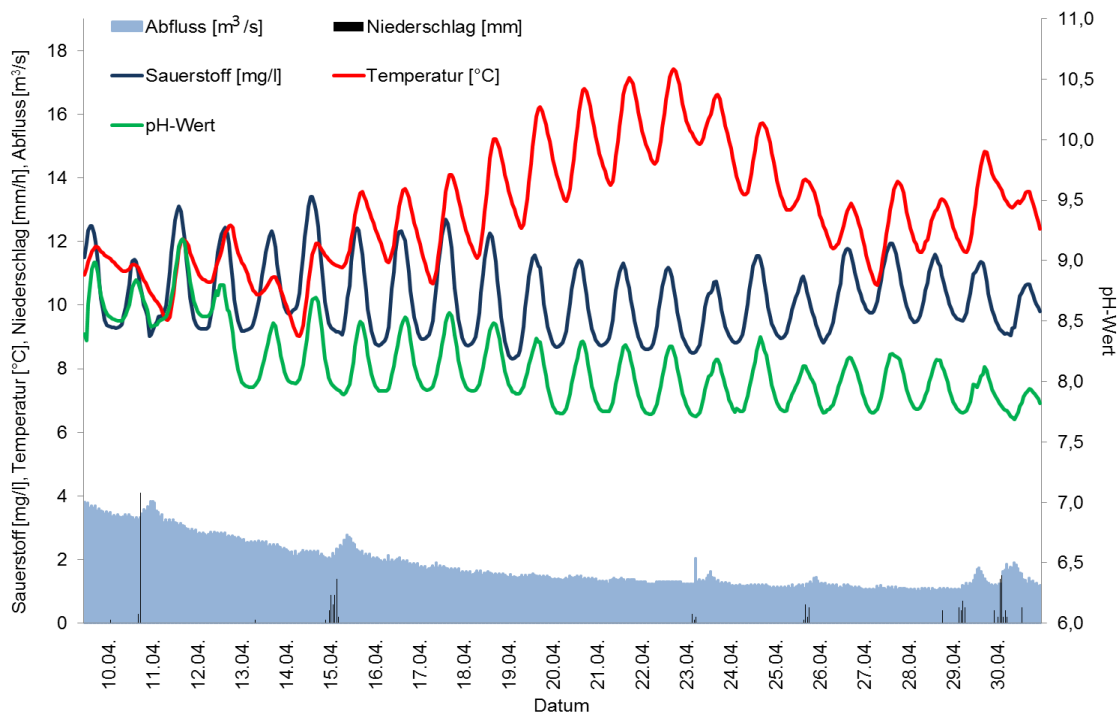


Abb. 3.3.2-1: Tageszyklen von Sauerstoff, Temperaturen und pH-Wert (Station *Knorscheider Mühle*) sowie Abfluss (Pegel *Lebach*) und Niederschlag (Wetterstation *Lebach*) (9. bis 30. April 2018)

Die Sauerstoff-Gehalte liegen während der kühleren Monate in *Lebach* fast ausschließlich unter dem Wert der theoretischen Sättigung. Vereinzelt zu erkennende größere Sauerstoff-Defizite sind durch Einträge aus Mischwasserentlastungsanlagen bedingt (Abb. 3.3.2-2). In Phasen verstärkter Photosynthese im Frühjahr ist das Gewässer in der Regel tagsüber mit Sauerstoff übersättigt (rot markierte Daten für das Jahr 2018 und gelb markierte Daten für das Jahr 2019). Wie auch an den beiden anderen Standorten ist dies ein Hinweis auf eine verstärkte Eutrophierung des Gewässers. Deutlich zu erkennen ist zudem, dass die Wassertemperaturen aufgrund des sehr warmen Wetters im Frühjahr 2018 (rot markierte Daten) sehr viel höher waren als im selben Zeitraum ein Jahr später (gelb markierte Daten). Die Höhe der tageszeitlichen Amplituden ist dennoch vergleichbar.

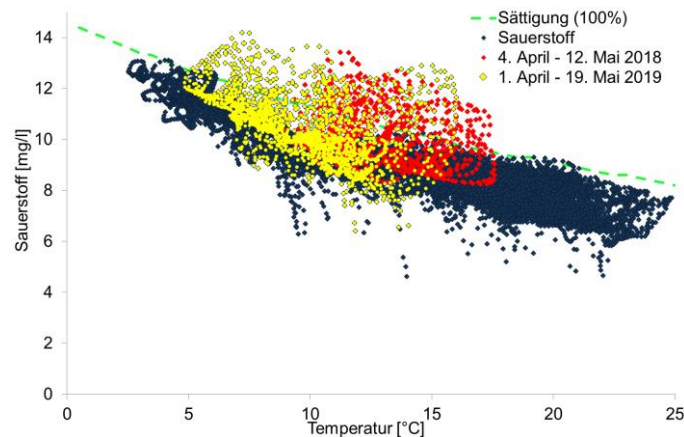


Abb. 3.3.2-2: Verlauf der Sauerstoff-Konzentrationen in Abhängigkeit von der Temperatur (Station *Knorscheider Mühle*) sowie theoretische Sauerstoff-Sättigung über den gesamten Messzeitraum

Die in der obenstehenden Abb. zu sehenden Sauerstoff-Defizite sind durch Einträge aus Mischwasserentlastungsanlagen verursacht. Besonders die hohen Gehalte von Ammonium und TOC führen zur Zehrung von Sauerstoff (Abb. 3.3.2-3). Das absolute innerhalb des Messzeitraumes erfasste Sauerstoff-Minimum betrug 4,65 mg/l. Angesichts der extremen Niedrigwassersituation im Sommer 2018 ist dies noch ein recht hoher Wert.

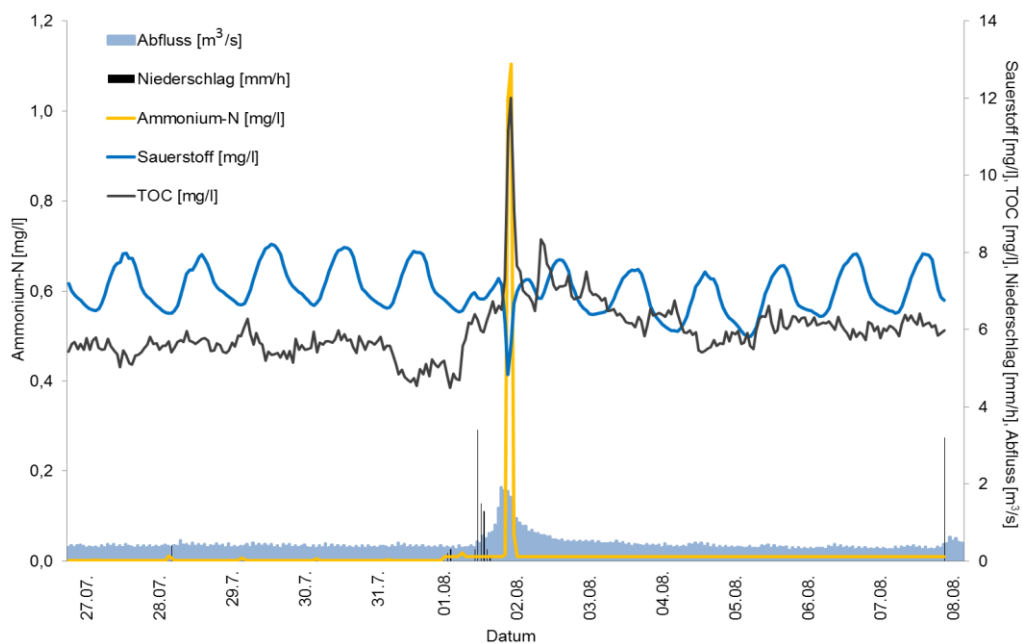


Abb. 3.3.2-3: Sauerstoff-Defizit durch Einleitungen von Ammonium und TOC bei Regen (Station *Knorscheider Mühle*) sowie Abfluss (Pegel *Lebach*) und Niederschlag (Wetterstation *Lebach*) (27. Juli bis 8. August 2018)

3.3.3 Vergleich mit den Anforderungen und Schwellenwerten

Während des Messzeitraumes (9. April bis 8. Oktober 2019) lagen in der Theel an der *Knorscheider Mühle* die Werte für Nitrat-N in 54% der Fälle über dem im Methodenhandbuch festgeschriebenen Schwellenwert ¹¹(Tabelle 3.3.3-1).

Die Konzentrationen von Ammonium überschritten die Anforderungen gemäß OGeWV für den guten ökologischen Zustand und das gute ökologische Potenzial in etwa 26% der Messungen und die TOC-Gehalte in 18% der Fälle die Anforderungen von 7 mg/l. Hingegen lagen die Gehalte von Gesamt-Phosphor und ortho-Phosphat (bis auf 2 Werte) grundsätzlich über den Anforderungen von 0,07 bzw. 0,1 mg/l. Die rechnerisch ermittelten Ammoniak-Gehalte zeigen in 24% der Messungen Überschreitungen des Anforderungswertes.

Die pH-Werte bewegten sich vereinzelt oberhalb des geforderten Bereiches. Die Anforderungen für die Wassertemperaturen wurden in 4%, die für Sauerstoff in 5% der Messungen überschritten. Das 10%-Perzentil (P10) der Sauerstoff-Messungen über den gesamten Messzeitraum liegt bei 11,6 mg/l, das entsprechende 90%-Perzentil (P90) bei 7,3 mg/l.

Ein Vergleich der Über- bzw. Unterschreitungen der Anforderungen an den 3 Standorten in *Marpingen*, *Eppelborn* und an der *Knorscheider Mühle* findet sich in Kapitel 3.4., nähere Erläuterungen zur Tabelle sind in Kapitel 2.3.1 gegeben.

Tabelle 3.3.3-1: Mittelwerte, Minima und Maxima der Stundenmittelwerte der Theel in *Knorscheider Mühle* vom 9. April 2018 bis 8. Oktober 2019, Schwellenwerte für Nitrat und Nitrit gemäß Methodenhandbuch für Gewässergüteklasse 2, Anforderungen an den guten ökologischen Zustand und das gute ökologische Potenzial für Gewässertyp 9.1 gemäß Anlage 7 OGeWV sowie Anzahl der zugrunde liegenden Stundenmittelwerte bzw. Einzelmessungen (n)

	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]	NH ₃ -N [µg/l]
Mittelwert	2,91	0,043	0,089	3,85	0,231	0,275	6,27	0,789
Minimum	1,03	n.n.	n.n.	2,11	0,059	0,108	2,61	n.n.
Maximum	6,62	0,161	> 2	9,17	3,46	4,91	22,4	33,8
Schwellenwert/ Anforderung	≤ 2,48	≤ 0,03	≤ 0,1	≤ 3	≤ 0,07	≤ 0,1	≤ 7	≤ 2
Anzahl Werte (n)	12064	72	10417	71	11652	11652	11433	12574

	pH- Wert	Sauerstoff [mg/l]	Temperatur [°C]	Leitfähigkeit [µS/cm]	Abfluss [m ³ /s]
Mittelwert	7,85	9,18	13,9	417	2,18
Minimum	7,16	4,62	2,54	100	0,233
Maximum	9,18	14,2	24,9	904	54,7
Anforderung	7 – 8,5	≥ 7	≤ 21,5		
Anzahl Werte (n)	12527	12717	12360	12507	13141

¹¹ Nähere Erläuterungen zu den relevanten Vergleichswerten (Anforderungen und Schwellenwerten) finden sich im eigentlichen Endbericht.

3.3.4 Frachten

Am Standort an der *Knorscheider Mühle* kumulieren sich die Frachten des gesamten Einzugsgebietes, wodurch es natürlich bei allen Nährstofffrachten zu Spitzenwerten kommt. Vor allem für Gesamt-Phosphor, TOC und Nitrat zeigen sich hier sehr hohe Maximalgehalte

Eine Übersicht über die ermittelten Mittel- und Extremwerte der Frachten sowie die Gesamt-Frachten an der Theel findet sich in Tabelle 3.3.4-1.

Tabelle 3.3.4-1: Mittelwerte, Minima und Maxima der Frachten der Stundenmittelwerte der Nährstoffe und des Abflusses sowie Gesamtfracht der Theel an der *Knorscheider Mühle* über den gesamten Messzeitraum (9. April 2018 bis 8. Oktober 2019)

Frachten	NO ₃ -N [kg/h]	NH ₄ -N [kg/h]	P _{ges} [kg/h]	davon PO ₄ -P [kg/h]	TOC [kg/h]	NH ₃ -N [g/h]	Abfluss [m ³ /h]
Mittelwert	28,4	1,27	1,84	1,25	53,2	10,5	2,18
Minimum	1,49	n.n.	0,219	0,189	4,23	n.n	0,233
Maximum	508	110	1003	708	4559	823	56,7
Gesamtfracht	386 t	17,3 t	24,3 t	16,5 t	705 t	144 kg	

Wie auch für Alsbach und Ill wurde das Kriterium des Abfluss-Medianes auch auf die Frachten der Theel angewandt, so dass die Frachten von Gesamt-Phosphor und Gesamt-Stickstoff (als Summe von Nitrat und Ammonium) den entsprechenden Kategorien wie in Tabelle 3.3.4-2 dargelegt zugeordnet werden konnten.

Tabelle 3.3.4-2: Berechnete Herkunft der Frachten (Prozent-Angaben in Klammern) in der Theel (Station *Knorscheider Mühle*) über den gesamten Messzeitraum (9. April 2018 bis 8. Oktober 2019)

Tonnen	Land- wirtschaft	Kläranlagen	Mischwasser- entlastung	Grund- wasser	Summe
Gesamt-Stickstoff [t]	306 (78)	50,9 (13)	11,5 (3)	25,3 (6)	394
Gesamt-Phosphor [t]	6,74 (28)	7,31 (30)	10,1 (42)	-	24,1

Es zeigt sich, dass mit rechnerisch etwa 78% die weitaus größte Menge an Gesamt-Stickstoff im Einzugsgebiet aus der Landwirtschaft stammt, der aus der übrigen Landschaft eingetragene Anteil kann nicht berücksichtigt werden. Kommunales Abwasser hat nur einen geringen Anteil an der Belastung mit Gesamt-Stickstoff. Ein geringer Anteil der Einträge (6%) kann darüber hinaus dem Grundwasser zugeordnet werden, dies korrespondiert mit den Daten, die an 6 Grundwassermessstellen im unteren Einzugsgebiet der Theel anhand der Beprobungen durch das LUA ermittelt wurden. Eine detaillierte Erläuterung dazu ist in Kapitel 4.3 gegeben.

Der mit 42% größte Anteil der ermittelten Phosphor-Mengen ist den Mischwasserentlastungen zuzuordnen, der Anteil der Phosphoreinträge aus Kläranlagen (30%) und aus der Landwirtschaft (28%) ist hingegen deutlich geringer.

Ein direkter Vergleich der Frachten von Alsbach, Ill und Theel ist – für den gemeinsamen Zeitraum – in Kapitel 3.4 beschrieben.

3.4 Vergleich der Ergebnisse von Theel, Ill und Alsbach 2018/2019

Im folgenden Kapitel sind die Daten, welche an Alsbach, Ill und Theel im vergleichbaren Messzeitraum vom 1. Juli 2018 bis zum 19. März 2019 erhoben wurden, einander gegenübergestellt.

Abb. 3.4-1 zeigt zunächst den prozentualen Anteil der Überschreitungen der Konzentrationen an Ammonium, Phosphor und TOC bzw. der Unterschreitungen der Sauerstoff-Gehalte in Bezug auf die jeweiligen Anforderungen gemäß OGeV sowie der Überschreitungen des Schwellenwertes für Nitrat gemäß Methodenhandbuch für Gewässergüteklasse 2 an allen drei Standorten über den oben genannten Messzeitraum.

Erwartungsgemäß liegen die Nährstoff-Konzentrationen an den beiden größeren Gewässern Ill und Theel, welche als Vorfluter mehrerer Kläranlagen dienen, oft - in Bezug auf Phosphor sogar immer - über den Anforderungen, wohingegen dies im Alsbach viel seltener vorkommt. Da oberhalb des Messpunktes in Marpingen keine Einleitungen aus Kläranlagen stattfinden, zeigt sich hier, gerade im Hinblick auf ortho-Phosphat, der Einfluss der Kläranlagenabläufe besonders deutlich. Hingegen sind die Überschreitungen der Anforderungen der Ammonium-Gehalte in hohem Maße auf die Einträge durch Mischwasserentlastungen zurückzuführen.

Zudem ist zu erkennen, dass im Alsbach die Anforderungen an den Sauerstoff-Gehalt sehr viel öfter verfehlt werden als in den beiden größeren Fließgewässern¹². Dies liegt eindeutig darin begründet, dass der Alsbach am Standort *Marpingen* fast über die gesamten Sommermonate extreme Tagesschwankungen des Sauerstoffs aufweist und es infolgedessen nachts sehr häufig zur Unterschreitung des Anforderungswertes von 8 mg/l kommt.

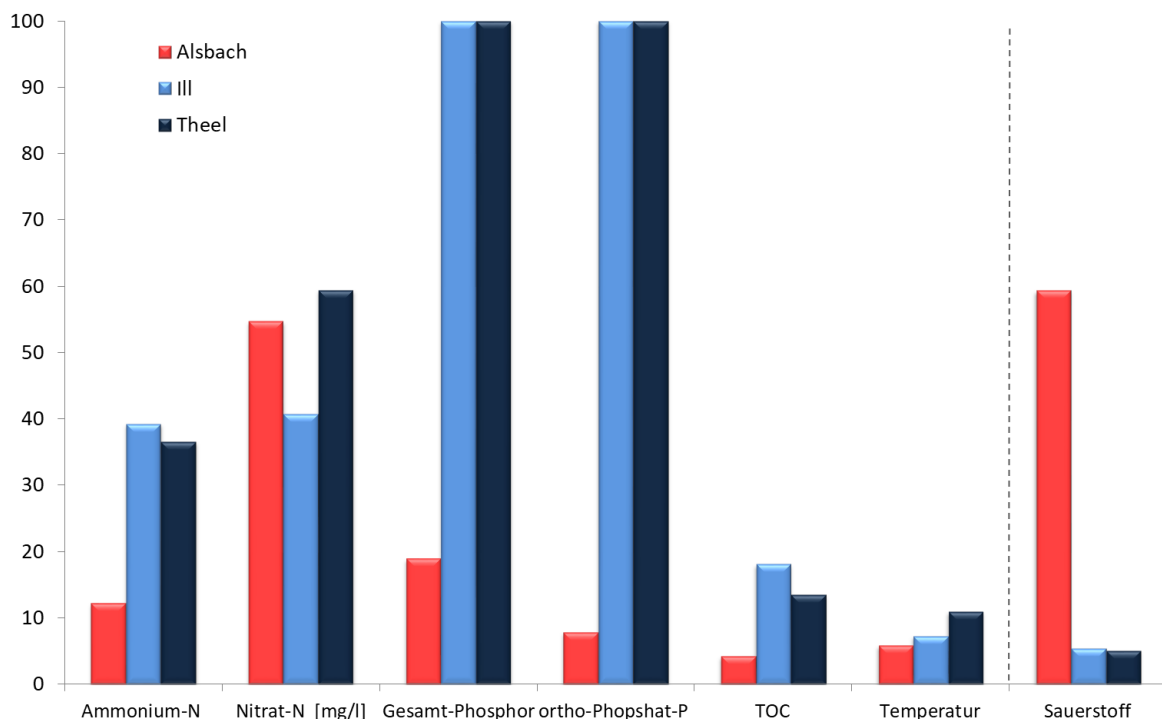


Abb. 3.4-1: prozentuale Überschreitung (im Falle von Sauerstoff: Unterschreitung) der jeweiligen Anforderungen gemäß OGeV sowie des Schwellenwertes für Nitrat gemäß Methodenhandbuch an allen drei Standorten über den gesamten gemeinsamen Messzeitraum 1. Juli 2018 bis 19. März 2019)

¹² An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass für den Alsbach als Gewässertyp 6 eine Mindest-Konzentration von 8 mg/l Sauerstoff als Anforderung gilt, wohingegen für Ill und Theel (Gewässertyp 9.1) lediglich eine Mindest-Anforderung von 7 mg/l besteht.

In der Gegenüberstellung der Verläufe von Sauerstoff an allen drei Standorten wird deutlich, wie stark die Tagesschwankungen von Sauerstoff während der Vegetationsphase am Standort in *Marpingen* ausgeprägt sind und wie häufig sehr extreme Sauerstoff-Gehalte, sowohl im Hinblick auf Defizite als auch auf Übersättigung (zwischen 14 und 20 mg/l) gemessen wurden, die an den beiden anderen Standorten nicht erreicht wurden (Abb. 3.4-2). Im Herbst und Winter hingegen verlaufen die Konzentrationen an allen Standorten weitestgehend parallel. Zudem zeigt der Vergleich, dass bei den Sauerstoff-Gehalten an der III zwar seltenere, aber noch gravierendere Defizite auftreten. Diese sprunghaften Sauerstoff-Defizite sind grundsätzlich durch Einleitungen aus Mischwasserentlastungen bedingt. An allen Standorten konnte während des gemeinsamen Messzeitraumes eine ähnliche Anzahl von Einträgen dieser Art (je ca. 25), allerdings in sehr unterschiedlichen Intensitäten, aufgezeichnet werden. Die Auswirkungen dieser Einträge auf die Sauerstoff-Gehalte des jeweiligen Gewässers sind jedoch sehr unterschiedlich: am Alsbach konnten diesbezüglich kaum Veränderungen des Sauerstoff-Gehaltes festgestellt werden und an der Theel kam es häufig zu leichteren Sauerstoff-Defiziten, wohingegen an der III gravierende Auswirkungen durch Mischwasserentlastungen auf die Sauerstoff-Gehalte zu verzeichnen waren.

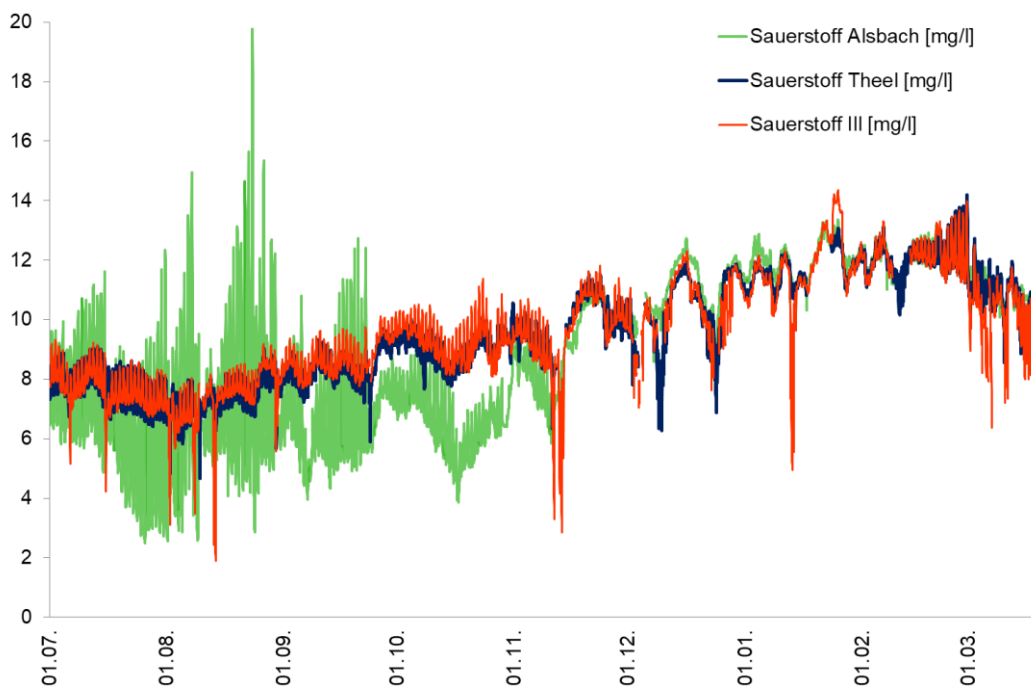


Abb. 3.4-2: Verlauf der Sauerstoffgehalte an allen drei Standorten über den gesamten gemeinsamen Messzeitraum (1. Juli 2018 bis 19. März 2019)

Hingegen verlaufen die Temperaturen an allen drei Standorten ähnlich (Abb. 3.4-3), erwartungsgemäß weist der Alsbach als kleinstes Gewässer die größten Temperaturschwankungen auf. Die pH-Werte am Alsbach liegen generell etwas niedriger als an den beiden anderen Gewässern, die sehr hohen pH-Werte sind ebenso wie die hohen Sauerstoff-Gehalte durch die an diesem Standort besonders intensive Photosynthese bedingt.

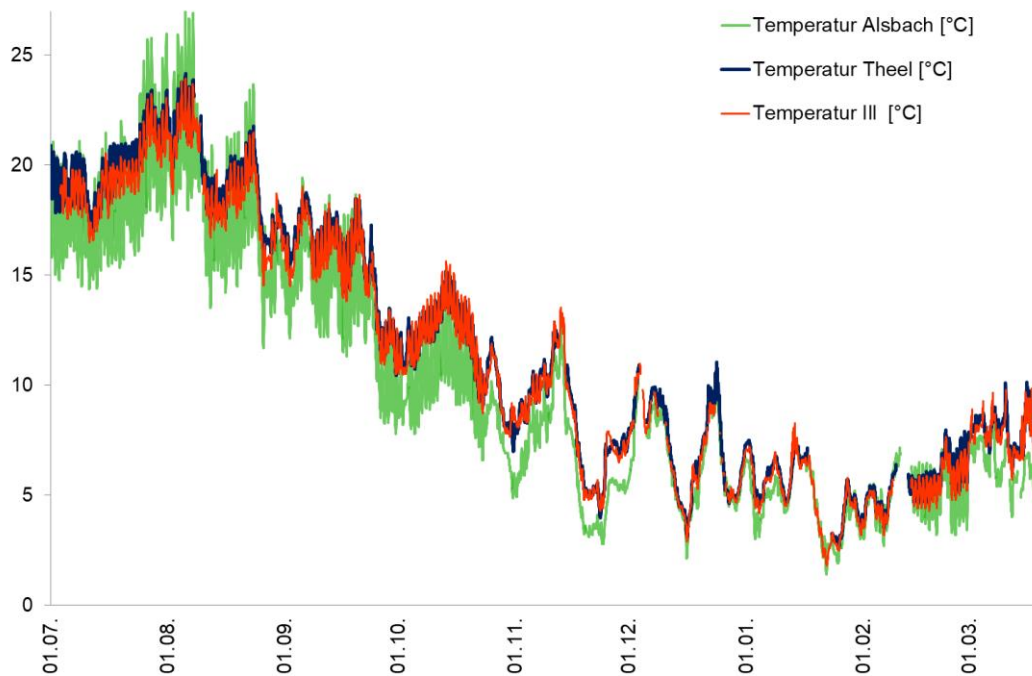


Abb. 3.4-3: Verlauf der Temperatur an allen drei Standorten über den gesamten gemeinsamen Messzeitraum (1. Juli 2018 bis 19. März 2019)

Anhand der Frachten an den drei Standorten lassen sich Abschätzungen treffen, in welchem Teil-Einzugsgebiet welche Mengen an Nährstoffen in das Gewässersystem eingetragen werden. Dazu werden die Gesamtfrachten für den vergleichbaren Messzeitraum einander gegenübergestellt¹³.

Im Diagramm 3.4-5 wird ersichtlich, dass die Nährstoff-Mengen, welche in *Marpingen* erfasst wurden, nur jeweils etwa 4 bis 9% der am Endpunkt des Einzugsgebietes am Standort *Knorscheider Mühle* ermittelten Frachten ausmachen. Dies korrespondiert in etwa mit dem Flächenanteil dieses sehr kleinen Teils des Einzugsgebietes. Aus dem Teil-Einzugsgebiet III¹⁴, das fast 60% des gesamten Einzugsgebietes umfasst, wird fast die Hälfte der Fracht an Nitrat-Stickstoff in die Theel eingetragen, im Falle von Gesamt-Phosphor beläuft sich der Anteil sogar auf fast 70%. Dabei ist zu beachten, dass an allen drei Standorten nur selten Phosphor-Belastungen aus Flächeneinträgen erfasst werden konnten und gerade in Bezug auf die Phosphor-Gehalte die Kläranlagen hier eine erhebliche Rolle spielen, denn im Teil-Einzugsgebiet der III wird in etwa dieselbe Menge an geklärtem Abwasser eingeleitet wie im restlichen Einzugsgebiet der Theel¹⁵. Insgesamt beläuft sich der Anteil des ortho-Phosphats an der Menge des Gesamt-Phosphors auf etwa 75%. Dieser gelöste Phosphor-Anteil ist, wie bereits beschrieben, auf Einträge aus Kläranlagen zurückzuführen. Darüber hinaus wird bei Regen eine (nicht näher quantifizierbare) Menge an partikelgebundenem Phosphor über Mischwasserentlastungen in das Gewässer eingetragen, so dass abgeschätzt werden kann, dass durch die Erosion von gedüngten Flächen weniger als ein Viertel der Phosphor-Frachten in III und Theel gelangt. Eine vergleichende Bilanzierung von Ammonium ist nicht zielführend, da Ammonium im Fließgewässer in der Regel relativ gut abgebaut wird und die Frachten somit nicht in direkten

¹³ Die Gesamt-Frachten für die einzelnen Substanzen an den drei Standorten sind den Kapiteln 3.1.4, 3.2.4 und 3.3.4 zu entnehmen.

¹⁴ inklusive des Teil-Einzugsgebietes des Alsbaches

¹⁵ III: Kläranlagen *Wustweiler* (41.000 EW) und *Sotzweiler* (12.330 EW); Theel dazu noch: Kläranlagen *Dirmingen* (12.600 EW), *Bubach-Calmesweiler* (26.000 EW) und *Lebach* (17.500 EW)

Zusammenhang gesetzt werden können¹⁶. Gleiches gilt aufgrund der hohen Dynamik von Produktion und Abbau im Gewässerökosystem auch für die TOC-Frachten.

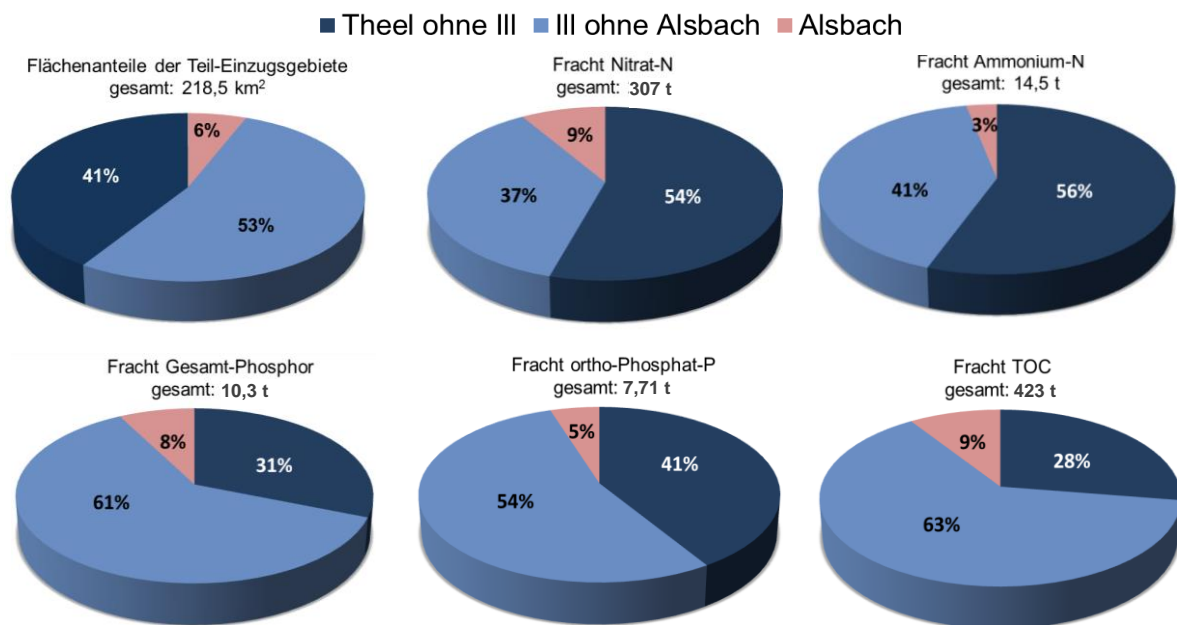


Abb. 3.4-5: Flächenanteile des Einzugsgebietes und Anteil der Nährstoffe-Frachten aus dem jeweiligen Einzugsgebiet über den gesamten gemeinsamen Messzeitraum (1. Juli 2018 bis 19. März 2019)

4. Vergleich der aktuellen Ergebnisse mit den Daten aus vorangegangenen Messkampagnen

4.1 Ill in Eppelborn

In den folgenden Kapiteln wird der Frage nachgegangen, inwieweit sich der Chemische Zustand der Ill im Laufe der Jahre verändert hat.

Dabei muss berücksichtigt werden, dass die Messkampagne 2018/2019 durch äußerst geringe Abflussmengen gekennzeichnet war. Der langjährige mittlere Abfluss, welcher sich aus den Aufzeichnungen von 1960 bis 2018 am Pegel in *Eppelborn* ergibt, beläuft sich auf 1,68 m³/s und kommt somit dem Mittelwert des Abflusses der Messkampagne 2010/2011 nahe¹⁷. Jedoch waren die Wassermengen in diesem Messzeitraum ungleichmäßiger verteilt, was u.a. anhand des sehr großen Abflussmaximums von 34,8 m³/s zu erkennen ist. In Abb. 4.1.1-1 ist der Verlauf der Abflussmengen über beide Zeiträume dargestellt.

¹⁶ Da die Konzentrationen und Frachten an Ammonium im Verhältnis zu Nitrat sehr gering sind, werden diese bei der Betrachtung der Nitrat-Bilanzen nicht berücksichtigt.

¹⁷ Quelle: <https://www.saarland.de/40233.htm>

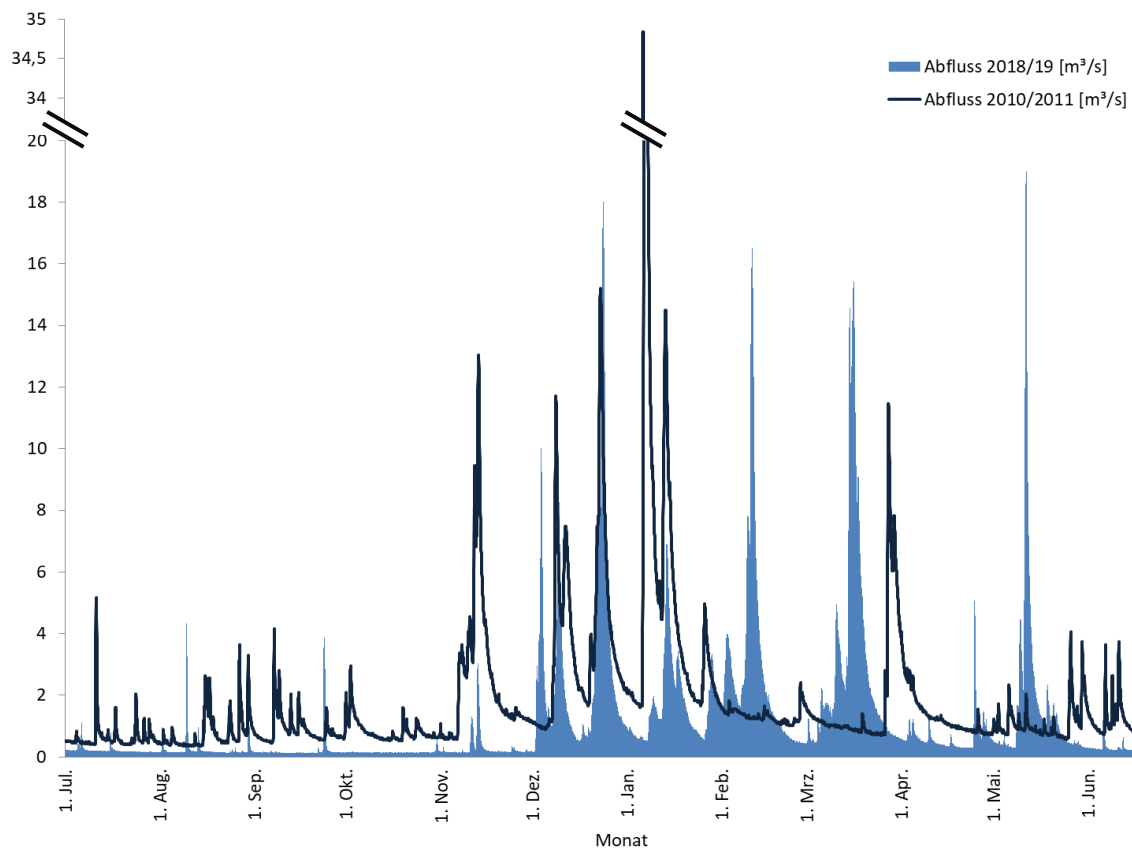


Abb. 4.1-1 Vergleich der Abflüsse der III der Jahre 2010/2011 und 2018/2019 (Pegel *Eppelborn*) jeweils von 1. Juli bis 30. Juni

4.1.1 Vergleich der Konzentrationen

Wie bereits für den Messzeitraum 2018/2019 für den Standort in *Eppelborn* beschrieben traten auch im Jahr 2010 Einträge aus unterschiedlichen Mischwasserentlastungsanlagen auf, so dass auch im Sommer jedes kleine und größere Regenereignis einen Anstieg der Belastungen zur Folge hatte. Die dabei erreichten Konzentrationsspitzen von Ammonium, ortho-Phosphat, Gesamt-Phosphor und TOC sind in beiden Messzeiträumen vergleichbar.

Im Verlauf aller Trockenwetterphasen im Jahr 2010 stiegen die Konzentrationen von Gesamt-Phosphor und ortho-Phosphat parallel stark an. Diese Zunahme an fast ausschließlich gelöstem Phosphor lässt sich eindeutig auf die kontinuierlichen Einleitungen aus kommunalen Kläranlagen zurückführen. Bei genauerer Betrachtung zeigen sich hierbei auch Tagesschwankungen der Phosphorgehalte, welche durch das tageszeitabhängig unterschiedliche Abwasseraufkommen verursacht werden. Diese Phänomene konnten im Jahr 2018 nur in abgeschwächter Form beobachtet werden. Bemerkenswert ist, dass die Konzentrationen im Jahr 2018 trotz viel geringerer Abflussmengen und damit einem viel geringeren Verdünnungsfaktor im Gewässer deutlich unter den 2010 gemessenen Konzentrationen lagen (Abb. 4.1.1-1a). Dies ist auf die Reduktion der Phosphor-Emissionen infolge der Optimierung der Abwasserreinigung zurückzuführen und lässt sich besonders gut im Vergleich der beiden Oktober-Messreihen erkennen (Abb. 4.1.1-1 a und b).

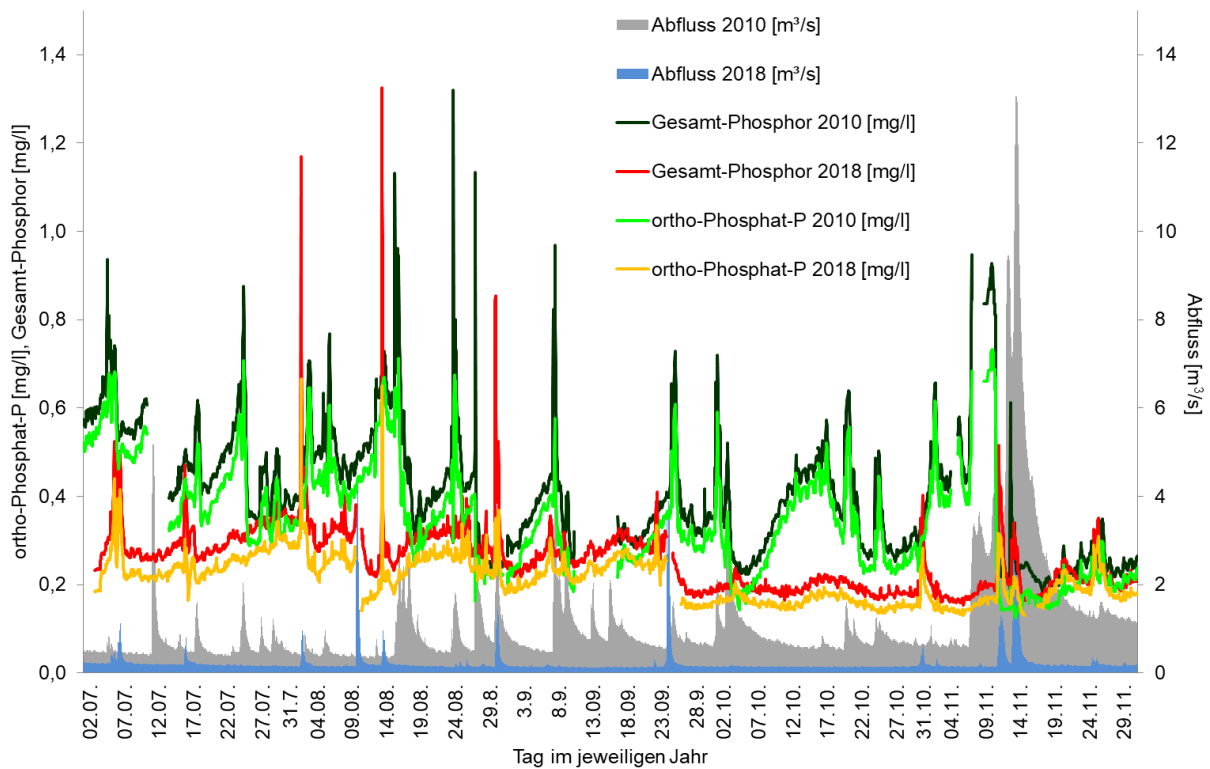


Abb. 4.1.1-1a: Konzentrationen von Gesamt-Phosphor und ortho-Phosphat (Station *Eppelborn*) sowie Abfluss (Pegel *Eppelborn*) (1. Juli bis 30. November 2010 und 2018)

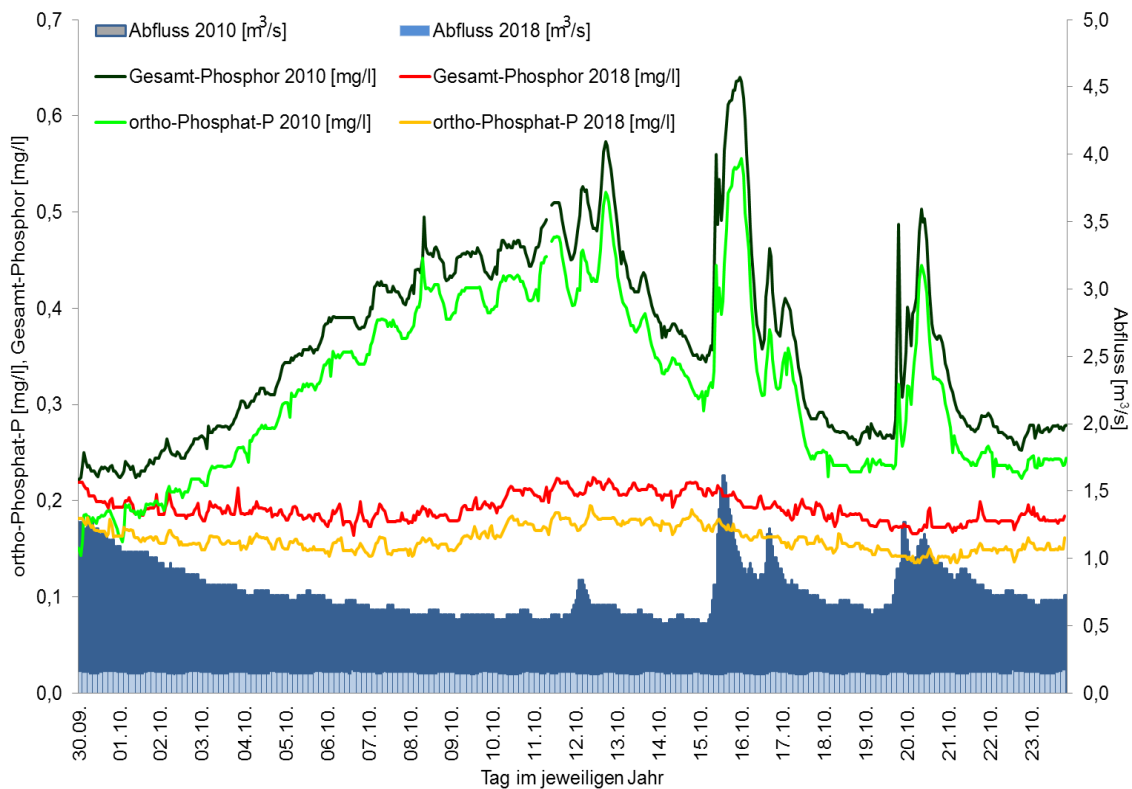


Abb. 4.1.1-1b: Konzentrationen von Gesamt-Phosphor und ortho-Phosphat (Station *Eppelborn*) sowie Abfluss (Pegel *Eppelborn*) (30. September bis 23. Oktober 2010 und 2018)

Ebenso wie für den beschriebenen Messzeitraum im Jahr 2018 zeigten sich auch während des Vergleichszeitraumes 2010 kaum Hinweise auf Belastungen von Phosphor über Oberflächenabfluss. Allerdings wurden in beiden Jahren häufiger Einträge von Nitrat über Zwischenabfluss beobachtet. Während sich die Nitrat-Konzentrationen in beiden Jahren trotz sehr unterschiedlicher Abflüsse im Juli und August auf ähnlichem Niveau bewegten, stiegen die Gehalte ab September im Jahr 2010 deutlich an. Dies ist unter anderem darauf zurückzuführen, dass durch Ernte und Umbruch von Feldern Nitrat freigesetzt und bei Regen mobilisiert wird. Ebenso werden auch Nitrat-Depots durch das Absterben von Teilen der „natürlicherweise“ im Einzugsgebiet vorhandenen Vegetation verfügbar. Dieses Phänomen hängt direkt vom Einsetzen der Herbstregenfälle ab und folgt daher dem Anstieg des Abflusses nach, wobei immer auch der Zeitversatz zwischen den unterschiedlichen Abflussspitzen und dem jeweiligen Anstieg der Nitrat-Konzentration zu erkennen ist (Transport über Zwischenabfluss). Im Jahr 2010 fand dies Anfang November 2010, im Jahr 2018 aufgrund der spät einsetzenden Regenfälle erst Anfang Dezember statt (Abb. 4.1.1-2). Die Nitrat-Gehalte sind während der Wintermonate 2018/2019 zwar insgesamt etwas höher als im Vergleichszeitraum 2010/2011, insgesamt ist die Grundbelastung über den Rest des Jahres deutlich geringer, so dass im Jahr 2018/2019 sehr viel weniger Nitrat-Fracht verzeichnet werden konnte.

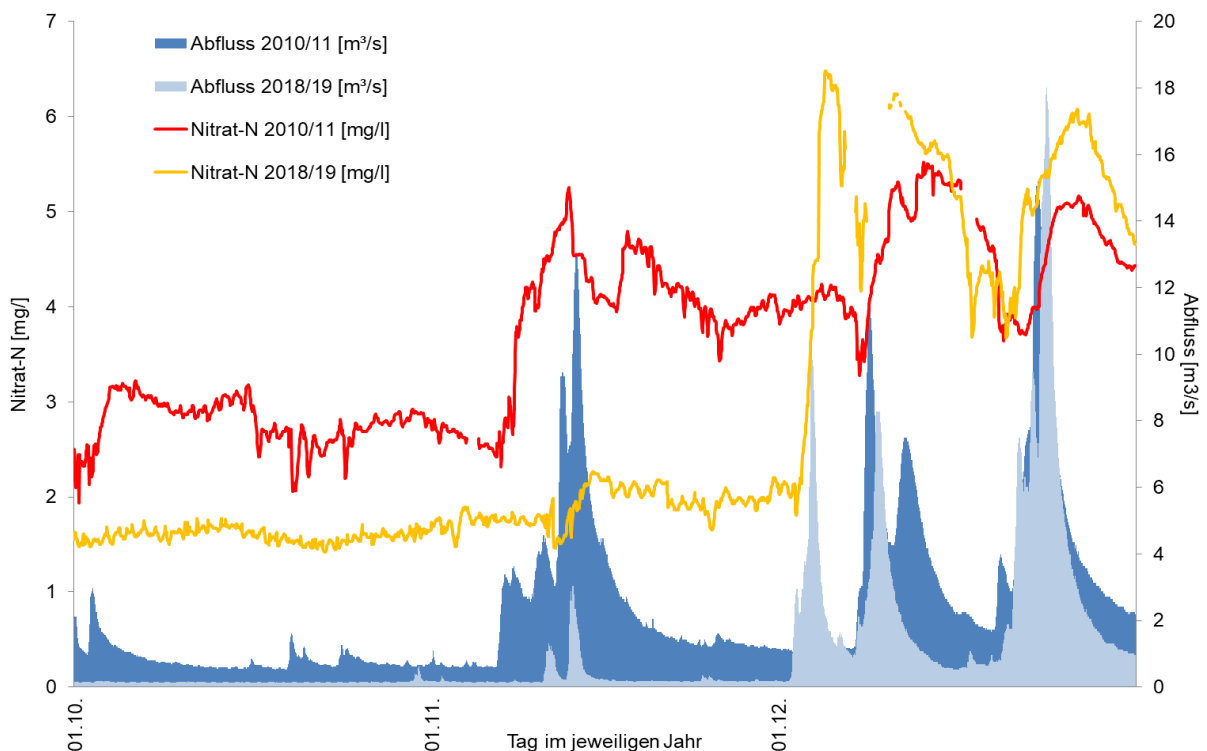


Abb. 4.1.1-2: Konzentrationen von Nitrat (Station *Eppelborn*) sowie Abfluss (Pegel *Eppelborn*) (1. Oktober bis 31. Dezember 2010 und 2018)

Die Gegenüberstellung der Ammonium-Gehalte innerhalb der beiden Messzeiträume lässt erkennen, dass die Spitzen der Konzentrationen, welche durch Abschlüsse aus Mischwasserentlastungsanlagen verursacht werden, durchaus vergleichbar sind (Abb. 4.1.1-3).

Obwohl Einträge aus Mischwasserentlastungen im Messzeitraum 2018/2019 in der ersten Hälfte nur vereinzelt auftraten, kam es im weiteren Verlauf der Messungen zu sehr vielen derartigen Einträgen. In der Summe konnte daher in jedem der beiden betrachteten Messzeiträumen von jeweils einem Jahr etwa die gleiche Anzahl solcher Ereignisse aufgezeichnet werden (2010/2011: 31; 2018/2019: 33).

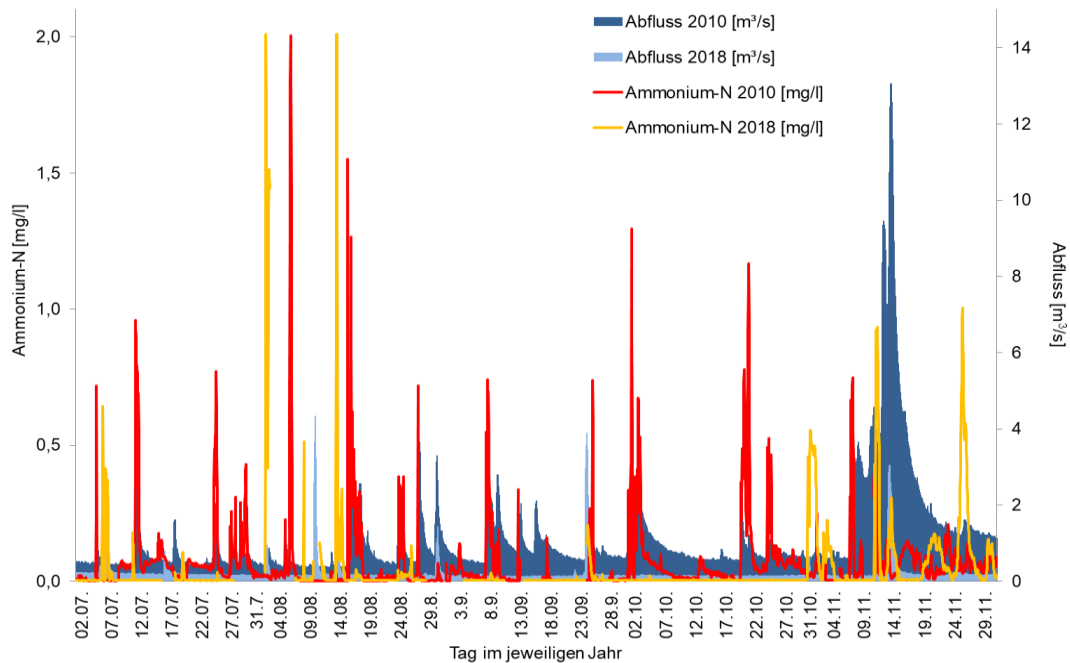


Abb. 4.1.1-3: Konzentrationen von Ammonium (Station *Eppelborn*) sowie Abfluss (Pegel *Eppelborn*) (2. Juli bis 29. November 2010 und 2018)

Durch die Konzentrationsanstiege von Ammonium kam es, je nach Temperatur und pH-Wert, in beiden Messzeiträumen häufig auch zur Bildung von fischtoxischem Ammoniak.

Die TOC-Konzentrationen sind in beiden Jahren in etwa gleich hoch und verlaufen recht parallel (Abb. 4.1.1-4). Dies ist insofern erstaunlich, als dass im Jahr 2018 in der III, wie in allen anderen Gewässern auch, sehr viel weniger Wasser vorhanden war, der Verdünnungsfaktor also sehr viel geringer war. Daran lässt sich erkennen, wie entscheidend die Produktion von TOC im Gewässer selbst für die TOC-Gehalte ist.

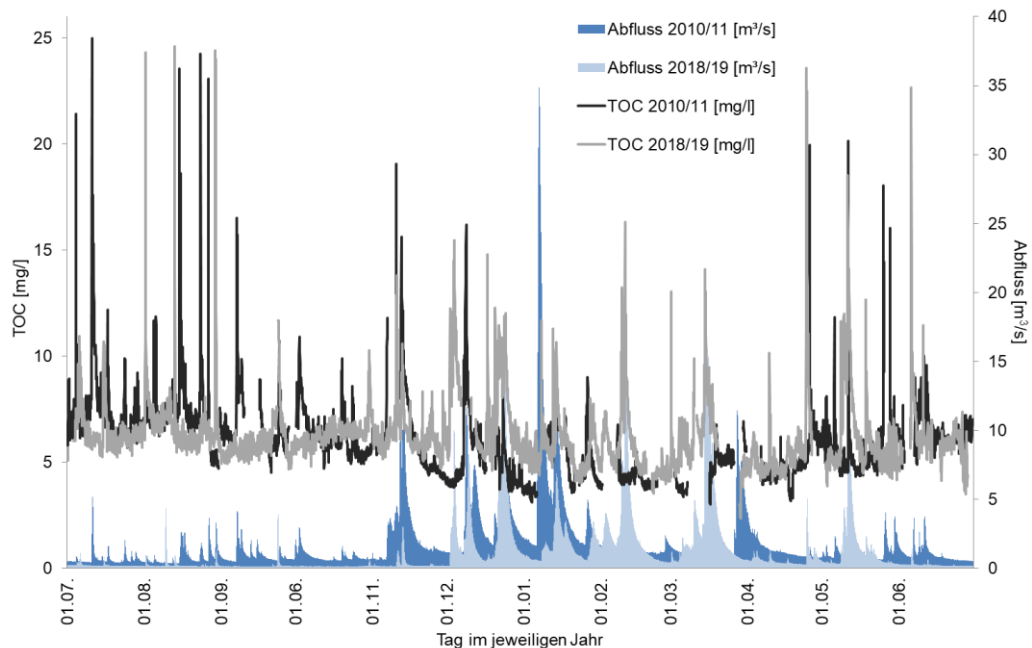


Abb. 4.1.1-4: Konzentrationen von TOC (Station *Eppelborn*) sowie Abfluss (Pegel *Eppelborn*) (1. Juli 2010 bzw. 2018 bis 30. Juni 2011 bzw. 2019)

Die extremen Wetterbedingungen wirkten sich auf die Wassertemperaturen hingegen weniger aus als angenommen. Mittelwerte, Minima und Maxima sind für die beiden Zeiträume nahezu identisch (Abb. 4.1.1-5).

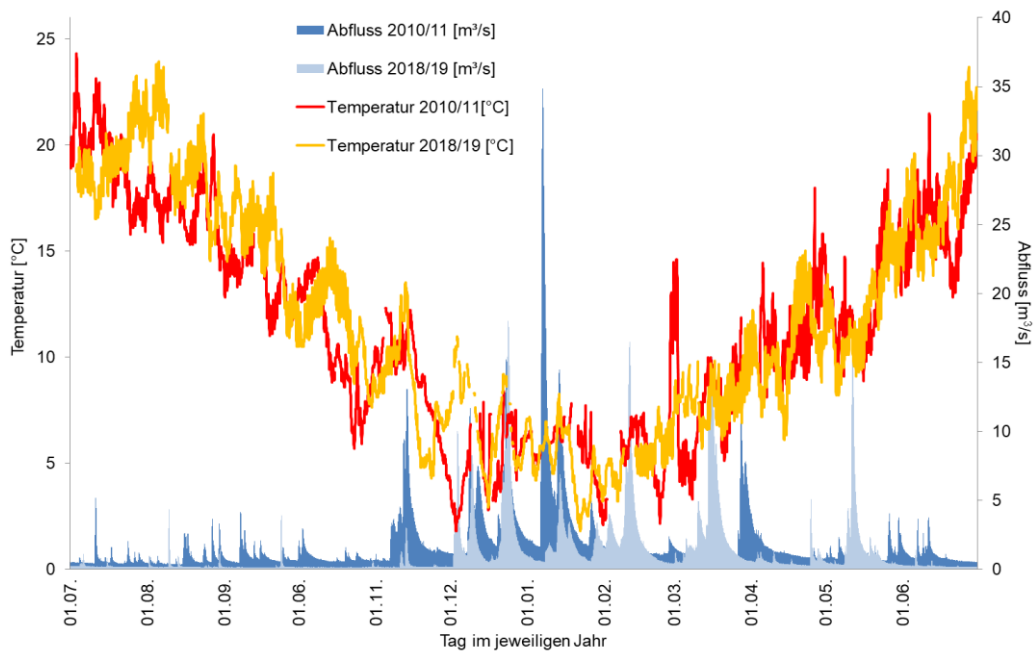


Abb. 4.1.1-5: Verlauf der Temperaturen (Station *Eppelborn*) sowie Abfluss (Pegel *Eppelborn*) (1. Juli 2010 bzw. 2018 bis 30. Juni 2011 bzw. 2019)

Dasselbe gilt für die Sauerstoff-Gehalte, die u.a. von den Wassertemperaturen beeinflusst werden. Mittelwerte und Maxima unterscheiden sich für die beiden Zeiträume kaum. Sauerstoff-Defizite werden meist durch Einträge aus Mischwässerentlastung hervorgerufen, da das eingetragene Abwasser in der Regel hohe Konzentrationen an Sauerstoff zehrenden Substanzen (v.a. Ammonium und TOC) aufweist. Es zeigt sich, dass diese Ereignisse in der Messkampagne 2010/2011 ausgeprägter waren und z.T. auch länger anhielten. Die Sauerstoff-Versorgung war im Messzeitraum 2018/2019 stabiler (Abb. 4.1.1-6).

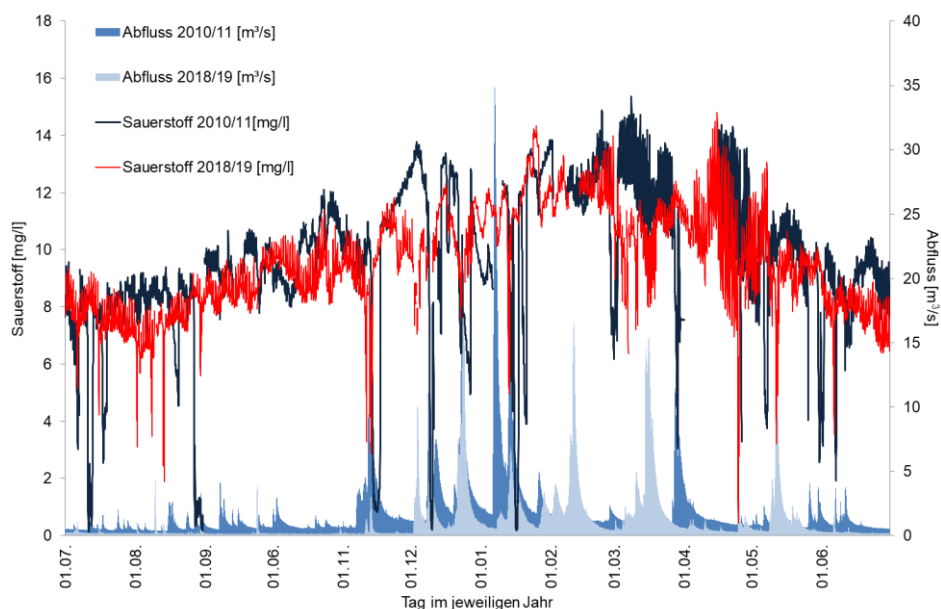


Abb. 4.1.1-6: Konzentrationen von Sauerstoff (Station *Eppelborn*) sowie Abfluss (Pegel *Eppelborn*) (1. Juli 2010 bzw. 2018 bis 30. Juni 2011 bzw. 2019)

Der Verlauf der Sauerstoff-Konzentrationen in Abhängigkeit von der jeweiligen Temperatur lässt im Vergleich mit der Sauerstoff-Sättigung (bei Normaldruck) erkennen, dass die Sauerstoff-Gehalte in beiden Jahren meist unter den Werten der theoretischen Sättigung liegen (Abb. 4.1.1-7). Die Extremwerte bewegen sich zwar in denselben Größenordnungen, allerdings sind die Amplituden im Messzeitraum 2010/2011 sehr viel ausgeprägter und es treten viel mehr sehr hohe und sehr niedrige Werte auf als im Zeitraum 2018/2019. Insgesamt sind die Sauerstoff-Defizite im Messzeitraum 2018/2019 im Vergleich zum ersten Messzeitraum seltener und weniger stark ausgeprägt. Dies lässt den Rückschluss zu, dass der Grad der Eutrophierung am Standort in *Eppelborn* zurückgegangen ist. Darüber hinaus halten die Sauerstoff-Defizite infolge von Mischwasserentlastung, wie auch in Abb. 3.2.2-1 gezeigt, weniger lange an.

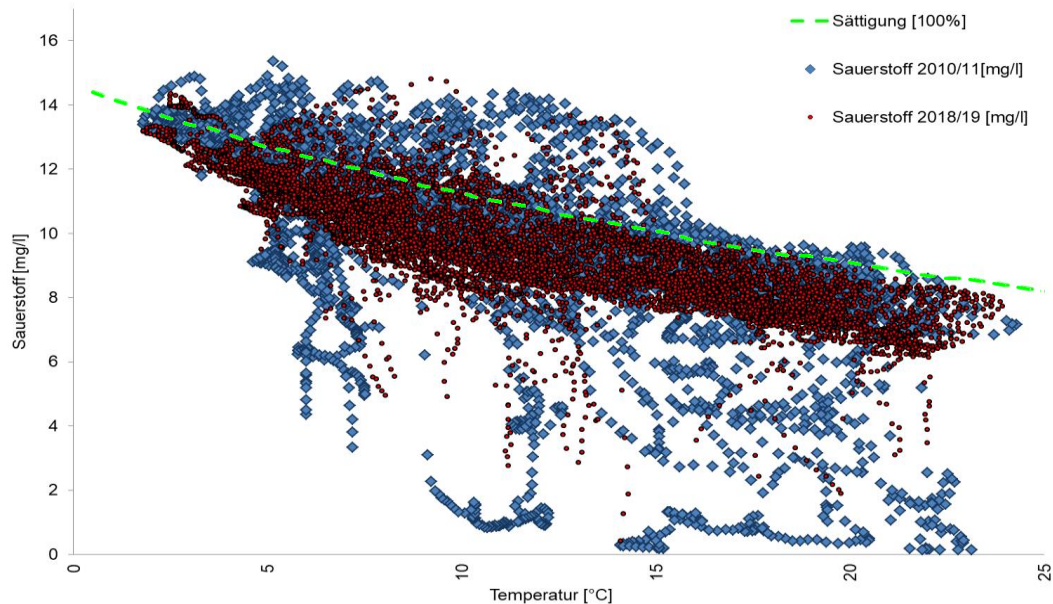


Abb. 4.1.1-7: Verlauf der Sauerstoff-Konzentrationen in Abhängigkeit von der Temperatur (Station *Eppelborn*) sowie theoretische Sauerstoff-Sättigung bei Normaldruck (1. Juli 2010 bzw. 2018 bis 30. Juni 2011 bzw. 2019)

Die pH-Werte bewegen sich in beiden Jahren auf einem vergleichbaren Niveau und nehmen natürlicherweise durch Regenfälle ab (Abb. 4.1.1-8). Die pH-Werte, Temperatur und Sauerstoff-Gehalte weisen tagesszeitliche Schwankungen auf, wobei diese Zyklen im Jahr 2010 etwas weniger stark ausgeprägt sind, da sie durch häufigere Regenfälle „verwischt“ wurden. Dabei verlaufen die Sauerstoff- und die Temperaturkurve in beiden Messzeiten parallel zueinander, was für eine Beeinflussung des Gewässers durch Eutrophierung spricht.

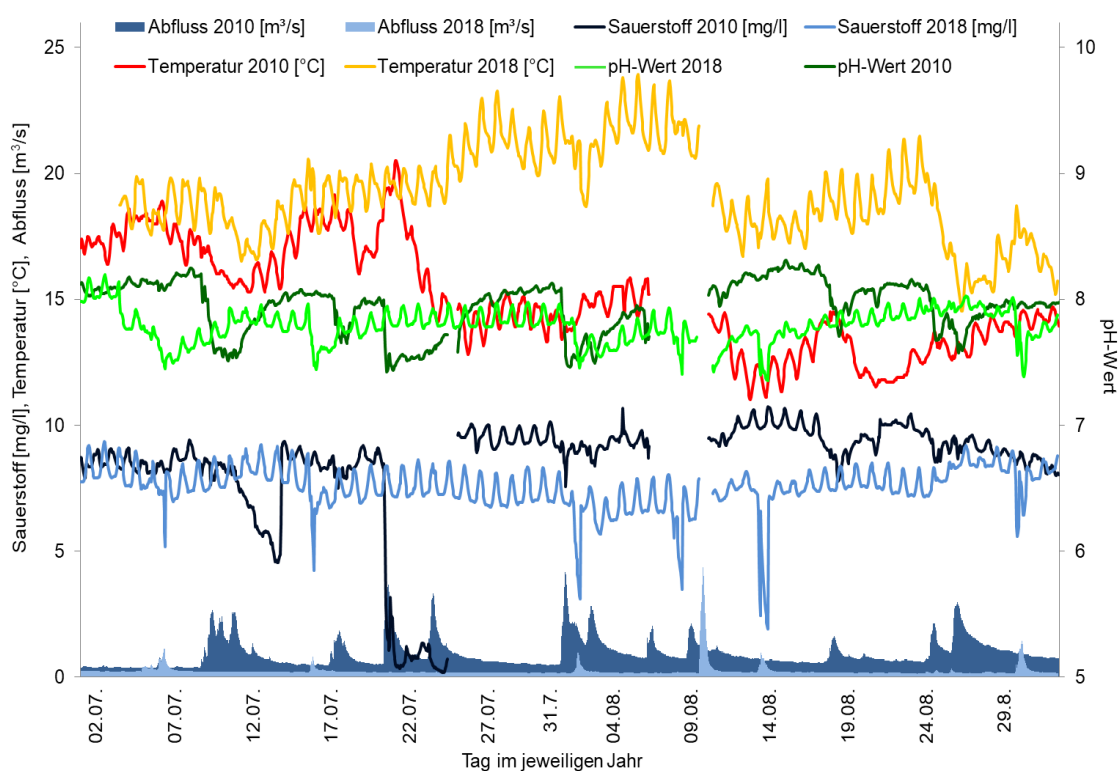


Abb. 4.1.1-8: Verlauf der Temperaturen, der pH-Werte und Sauerstoff-Konzentrationen (Station Eppelborn) sowie Abfluss (Pegel Eppelborn) (1. Juli bis 30. August 2010 und 2018)

Tabelle 4.1.1-1 gibt einen Überblick über die Mittelwerte, Minima und Maxima der in den beiden Messzeiträumen erhobenen Werte.

Wie zu erwarten spiegeln sich die oben beschriebenen Veränderungen der Phosphor-Belastungen in den Mittelwerten und den Minima der Konzentration wider, die in der Messkampagne 2018/2019 viel geringer ausfallen als im Vergleichszeitraum 2010/2011. Die Stickstoff-Parameter weisen hingegen im Vergleich nur geringe Abweichungen auf. Trotz der extremen Wetterbedingungen im Sommer und Herbst 2018 sind die Mittelwerte der Sauerstoff-Gehalte und der Temperaturen in beiden Messzeiträumen quasi identisch und auch die Minima und Maxima sind nahezu gleich.

Tabelle 4.1.1-1: Vergleich der Mittelwerte, Minima und Maxima der Stundenmittelwerte der III (Station Eppelborn) (1. Juli 2010 bzw. 2018 bis 30. Juni 2011 bzw. 2019)

	NO ₃ -N [mg/l]		NH ₄ -N [mg/l]		PO ₄ -P [mg/l]		P _{ges} [mg/l]		TOC [mg/l]	
	2010/ 2011	2018/ 2019	2010/ 2011	2018/ 2019	2010/ 2011	2018/ 2019	2010/ 2011	2018/ 2019	2010/ 2011	2018/ 2019
Mittelwert	3,06	2,77	0,130	0,115	0,283	0,159	0,328	0,210	6,00	6,27
Minimum	1,33	0,95	n.n.	n.n.	0,060	0,033	0,091	0,087	1,71	2,34
Maximum	5,52	6,48	> 2	> 2	0,733	0,665	1,32	1,33	> 25	24,6

	pH- Wert		Sauerstoff [mg/l]		Temperatur [°C]		Leitfähigkeit [µS/cm]	
	2010/ 2011	2018/ 2019	2010/ 2011	2018/ 2019	2010/ 2011	2018/ 2019	2010/ 2011	2018/ 2019
Mittelwert	8,13	7,79	9,60	9,55	11,5	11,8	402	421
Minimum	7,25	7,04	< 1	1,29	1,11	1,81	239	120
Maximum	8,63	8,74	15,4	14,8	24,3	23,9	679	977

Vergleicht man die Mittelwerte der Konzentrationen der beiden Messkampagnen mit den Anforderungen der aktuellen OGeV¹⁸ sowie dem Schwellenwert für Nitrat gemäß Methodenhandbuch an allen drei Standorten über den oben genannten Messzeitraum, so zeigt sich, dass der jeweilige Prozentsatz der Überschreitung (im Falle von Sauerstoff: Unterschreitung) für alle erfassten Parameter in beiden Jahren ähnlich ist (Abb. 4.1.1-9). Die Gehalte von Gesamt-Phosphor und ortho-Phosphat liegen, wie an vielen anderen Standorten auch, fast immer über den Anforderungen von 0,1 bzw. 0,07 mg/l, während der Messkampagne 2018/2019 kommt es sogar noch etwas häufiger zu Überschreitungen. Trotz der im Vergleich zu 2010/2011 insgesamt geringeren Phosphor-Belastungen treten diese Überschreitungen wegen des viel geringeren Abflusses öfter auf. Die etwas selteneren Überschreitungen des Ammonium-Grenzwertes von 0,1 mg/l in 2018/2019 könnten wiederum auf eine verbesserte Nitrifizierung infolge der höheren Temperatur zurückzuführen sein, auch Überschreitungen des Schwellenwertes für Nitrat kommen im Jahr 2018/2019 trotz sehr viel ungünstigeren Abflussbedingungen seltener vor als in 2010/2011.

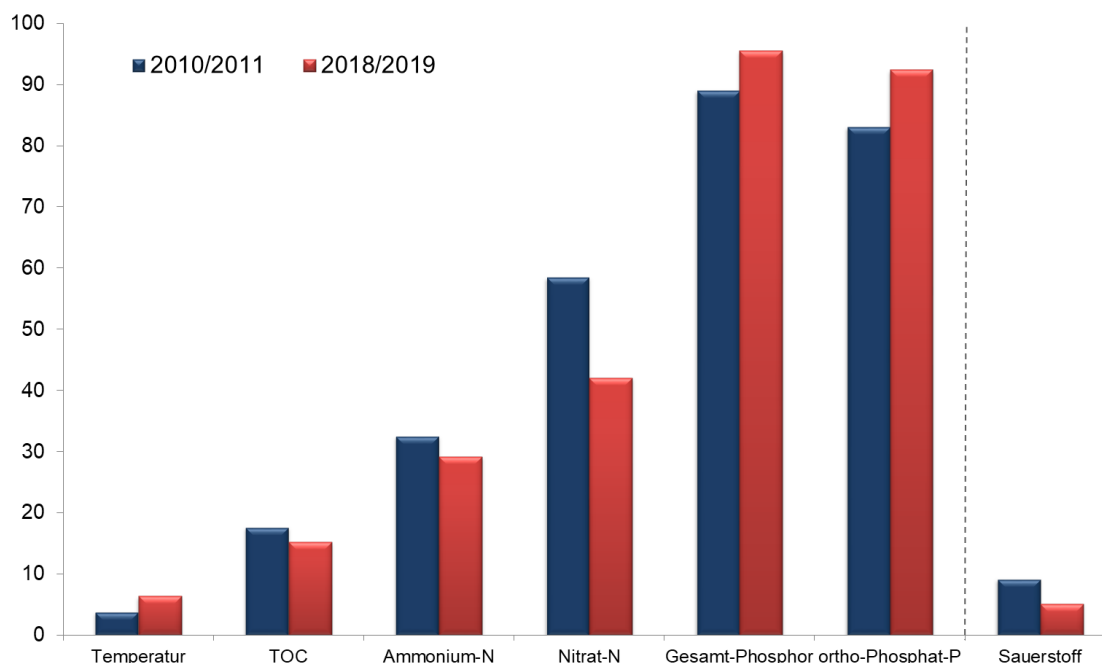


Abb. 4.1.1-9: prozentuale Überschreitung (im Falle von Sauerstoff: Unterschreitung) der jeweiligen Anforderungen gemäß OGeV sowie des Schwellenwertes für Nitrat gemäß Methodenhandbuch (Station *Eppelborn*) (1. Juli 2010 bzw. 2018 bis 30. Juni 2011 bzw. 2019)

¹⁸ Als Referenzen werden die Anforderungen der aktuellen OGeV zugrunde gelegt, die allerdings, z.B. für Ammonium, etwas strenger sind als diejenige Version der OGeV, welche für die Messzeiträume 2006/2007 und 2010/2011 galt.

4.1.2 Vergleich der Frachten

In Tabelle 4.1.2-1 sind die Mittelwerte und Extremwerte der Frachten der Nährstoffe sowie deren Gesamtfrachten für die beiden Messzeiträume gegenübergestellt.

In dieser Aufstellung zeigen sich zunächst mehr oder weniger große Differenzen zwischen den Gesamtfrachten der beiden Messzeiträume. Besonders auffällig sind die Unterschiede bei Nitrat und Gesamt-Phosphor: so wurde für Gesamt-Phosphor innerhalb der Kampagne 2018/2019 nur etwa halb so viel Fracht ermittelt wie für 2010/2011 und für Nitrat etwa 25% weniger Fracht.

Insofern ist es von besonderer Bedeutung, welche Mengen an Nährstoffen aus den Haupt-Belastungsquellen stammen und wo sich diesbezüglich Veränderungen im Einzugsgebiet ergeben haben. Zu diesem Zweck wurden die für die Jahre 2010/2011 und 2018/2019 ermittelten Frachten ausgewertet und auch die Ablaufrachten der Kläranlagen im Einzugsgebiet berücksichtigt.

Tabelle 4.1.2-1: Vergleich der Mittelwerte, Minima und Maxima der Frachten sowie Gesamtfrachten der Nährstoffe (Messstation *Eppelborn*) (1. Juli 2010 bzw. 2018 bis 30. Juni 2011 bzw. 2019)

Frachten	NH ₄ -N	NO ₃ -N	P _{Ges}	PO ₄ -P	TOC
Mittelwert 2010/2011 [kg/h]	0,706	20,3	1,51	1,18	31,8
Minimum 2010/2011 [kg/h]	n.n.	2,223	0,515	0,311	5,18
Maximum 2010/2011 [kg/h]	16,3	220	23,2	10,5	675
Gesamtfracht 2010/2011 [t]	6,18	178	13,3	10,4	279
Mittelwert 2018/2019 [kg/h]	0,598	15,4	0,769	0,471	29,1
Minimum 2018/2019 [kg/h]	n.n.	0,525	0,079	0,064	4,01
Maximum 2018/2019 [kg/h]	13,9	352	24,3	7,41	847
Gesamtfracht 2018/2019 [t]	5,24	135	6,74	4,12	255

Der direkte Vergleich zeigt den Rückgang der Frachten an Ammonium, Nitrat und TOC. Bemerkenswert ist, dass die Frachten an Gesamt-Phosphor um die Hälfte, die Frachten an ortho-Phosphat um 60% zurückgegangen sind, dabei der Anteil an partikelgebundenem Phosphor, welcher hauptsächlich durch die Erosion landwirtschaftlich genutzter Flächen in das Gewässer eingetragen wird, annähernd gleich geblieben ist. Die Reduktion der Grundfrachten liegt also hauptsächlich in der Optimierung der Kläranlagen begründet.

Wie bereits im Kapitel 3 beschrieben wurde das Kriterium des Abfluss-Medianes angewandt, so dass die Frachten von Gesamt-Phosphor und Gesamt-Stickstoff (als Summe von Nitrat und Ammonium) den entsprechenden Kategorien zugeordnet werden konnten.

Tabelle 4.1.2-2: Ermittelte Herkunft (Prozent-Angaben in Klammern) in der III (Station *Eppelborn*) in den Messzeiträumen 2010/2011 und 2018/2019 (1. Juli 2010 bzw. 2018 bis 30. Juni 2011 bzw. 2019)

Gesamt-Stickstoff t (%)	Landwirtschaft	Kläranlage	Mischwasserentlastung	Grundwasser	Summe
2010/2011	120 (65)	18,1 (10)	4,44 (2)	41,8 (23)	184
2018/2019	121 (86)	14,9 (11)	4,10 (3)	0	140

Gesamt-Phosphor t (%)	Landwirtschaft	Kläranlage	Mischwasserentlastung	Summe
2010/2011	1,93 (15)	8,15 (61)	3,19 (24)	13,3
2018/2019	2,34 (35)	1,36 (20)	3,04 (45)	6,74

Der Vergleich zeigt, dass die absoluten Frachten von Gesamt-Phosphor und von Gesamt-Stickstoff aus Landwirtschaft und Mischwasserentlastung nahezu unverändert sind, hingegen die Abläufe aus den Kläranlagen deutlich zurückgegangen sind. Vor allem bei den Phosphor-Frachten wird eine starke Reduktion für die Emissionen aus Kläranlagen ersichtlich, was mit den oben beschriebenen Beobachtungen korrespondiert. Hingegen ergibt sich für den Messzeitraum 2010/2011 ein nicht unerheblicher Anteil von Gesamt-Stickstoff aus dem Grundwasser, der 2018/2019 nicht mehr nachgewiesen werden konnte.

Insgesamt waren die Gesamt-Mengen an Nährstoffen insgesamt im Messzeitraum 2018/2019 deutlich geringer als 2010/2011, so dass 2018/2019 nur 75% der Fracht an Gesamt-Stickstoff und die Hälfte an Gesamt-Phosphor erfasst wurde.

4.1.3 Fazit III

Obwohl die beiden Messzeiträume in Bezug auf Wetter- und vor allem Abflussbedingungen recht unterschiedlich waren, lassen sich beim Vergleich der beiden Jahre der Messdaten der III am Standort in *Eppelborn* dennoch belastbare Aussagen über den Gewässerzustand und dessen Veränderungen treffen.

Die erfassten Spitzenkonzentrationen an Nährstoffen sind in beiden Zeiträumen gleich hoch, allerdings ist sowohl in Bezug auf Stickstoff als auch auf Phosphor eine Verringerung der Belastungen festzustellen. Im Falle von Phosphor ist dies vornehmlich auf die Optimierungsmaßnahmen der im Einzugsgebiet befindlichen Kläranlagen zurückzuführen. Die Emissionen konnten in den Abläufen stark reduziert werden, so dass sich immissionsseitig eine Abnahme der Fracht von 50% (für ortho-Phosphat sogar von 60%) ergibt. Dies spiegelt sich auch in einem deutlichen Rückgang der Konzentrations-Mittelwerte wider, dennoch überschreiten die Werte nach wie vor fast durchgehend die Anforderungen der OGeV. Der Anteil an partikelgebundenem Phosphor, welcher hauptsächlich durch Oberflächeneinträge von landwirtschaftlich genutzten Flächen stammt, blieb hingegen nahezu gleich.

In beiden Messzeiträumen konnten jeweils ca. 30 Abschlagsereignisse von Mischwasserentlastungen unterschiedlichster Intensität erfasst werden.

Die TOC-Konzentrationen zeigen sich, vermutlich aufgrund von metabolischen Prozessen im Gewässer, unabhängig von Verdünnungseffekten, so dass sowohl in trockeneren Zeiträumen (2018/2019) wie auch bei höheren Abflüssen (2010/2011) dieselben Grundgehalte von 5 bis 6 mg/l verzeichnet werden konnten.

Trotz der extrem warmen Lufttemperaturen im Messzeitraum 2018/2019 konnten keine wesentlichen Unterschiede im Temperaturregime der Ill am Standort in *Eppelborn* festgestellt werden. Auch die Sauerstoff-Verhältnisse waren vergleichbar, es zeigte sich allerdings, dass Einträge aus Mischwasserentlastungen im Jahr 2010/2011 einen deutlich stärkeren negativen Effekt auf den Sauerstoff-Haushalt hatten als im Jahr 2018/2019. Dies spricht wiederum dafür, dass der Grad der Eutrophierung an diesem Standort im Laufe der Jahre zurückgegangen ist.

Positiv hervorzuheben ist die zunehmend verbesserte Sauerstoff-Versorgung am Standort in Eppelborn.

4.2 Theel an der Knorscheider Mühle

In den folgenden Kapiteln wird beleuchtet, inwiefern sich der Chemische Zustand der Theel im Laufe der Jahre verändert hat.

Dabei muss berücksichtigt werden, dass die Messkampagne 2018/2019 durch äußerst geringe Abflussmengen gekennzeichnet war. Der langjährige mittlere Abfluss, welcher sich aus den Aufzeichnungen von 1959 bis 2018 am Pegel in *Lebach* ergibt, beläuft sich auf 2,95 m³/s und kommt somit dem Mittelwert des Abflusses der Messkampagne 2010/2011 nahe¹⁹. Jedoch waren die Wassermengen in diesem Messzeitraum ungleichmäßiger verteilt. In Abb. 4.2-1 ist der Verlauf der Abflussmengen über beide Zeiträume dargestellt.

¹⁹ Quelle: <https://www.saarland.de/40233.htm>

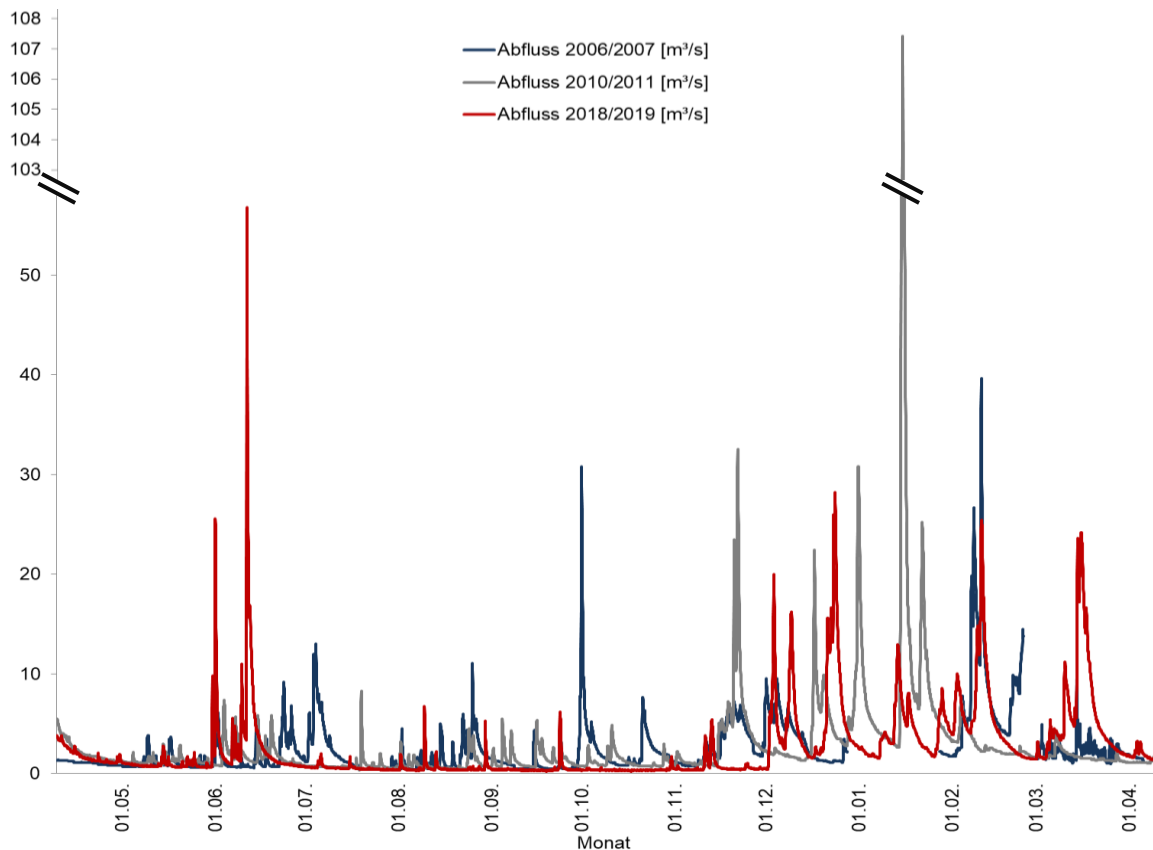


Abb. 4.2-1 Vergleich der Abflüsse der Theel der Jahre 2006/2007, 2010/2011 und 2018/2019 (Pegel *Lebach*) jeweils von 9. April bis 8. April

4.2.1 Vergleich der Konzentrationen

In Abb. 4.2.1-1 a und b sind die Konzentrationen an ortho-Phosphat und Gesamt-Phosphor für die drei Zeiträume vergleichend dargestellt. Es ist grundsätzlich festzuhalten, dass in allen Jahren die jeweiligen Mittelwerte um das 2,5- bis 3,2-fache über den Anforderungen gemäß OGewV liegen. In allen Messzeiträumen treten in Niedrigwasserphasen diese durch Kläranlagenabläufe bedingten Konzentrationsanstiege auf. Ebenso wie in Kapitel 3.2.4 bezüglich der III erläutert, kann es auch für die Theel als positiv bewertet werden, dass die Konzentrationen für ortho-Phosphat und Gesamt-Phosphor im Jahr 2018 trotz des sehr viel geringeren Abflusses und des damit geringeren Verdünnungsfaktors generell sogar unter den Werten der Vergleichszeiträume liegen. Dies spricht für eine Reduktion der Belastung von Seiten der Kläranlagen.

Die mit Abstand höchsten Spitzenkonzentrationen von fast 5 mg/l Gesamt-Phosphor wurden während des Hochwasserereignisses im Juni 2018 gemessen, wobei diese Belastungen eher auf die extreme Intensität des vorangegangenen Starkregenereignisses zurückzuführen ist.

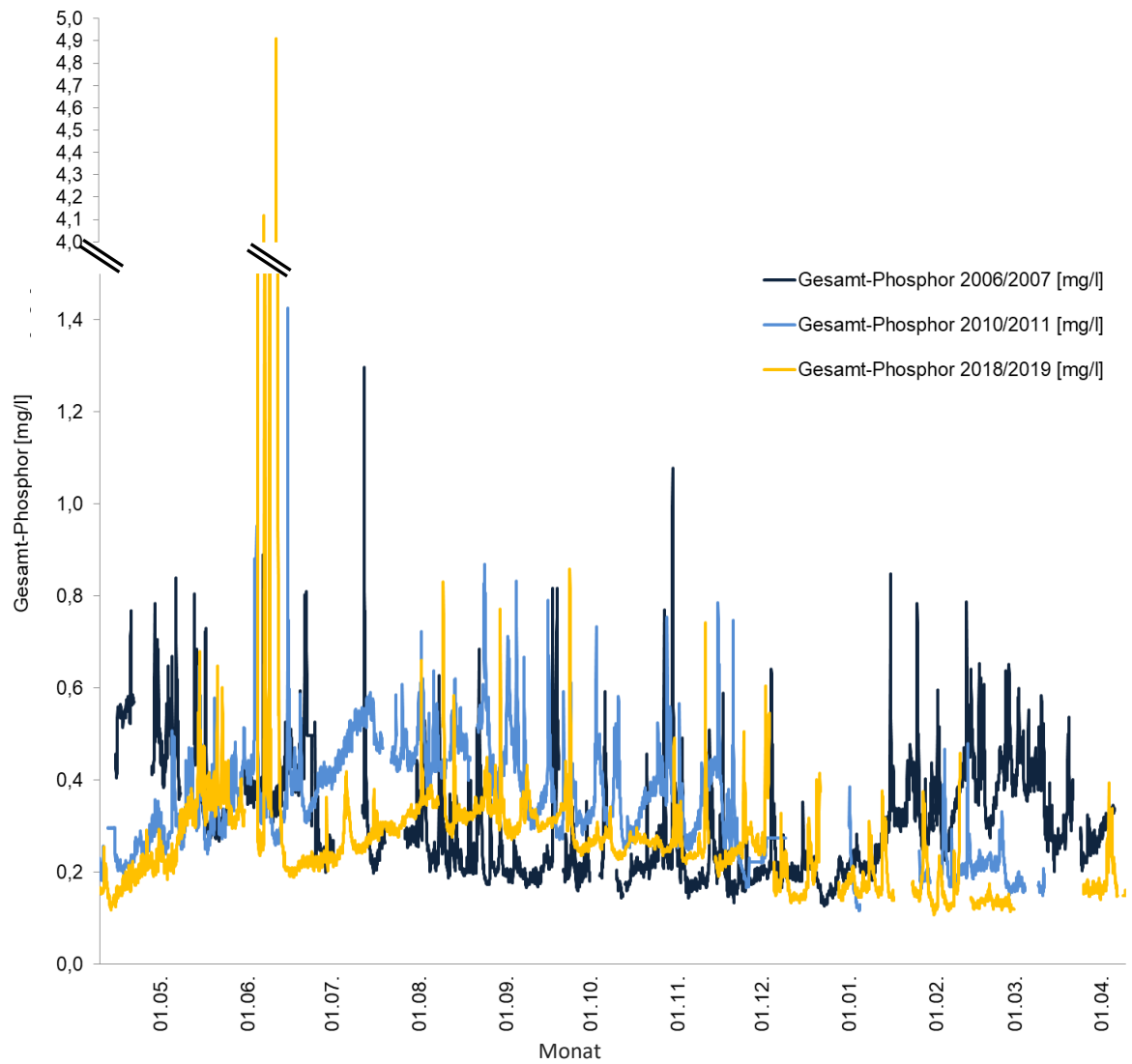


Abb. 4.2.1-1a: Vergleich der Konzentrationen von Gesamt-Phosphor (Station *Knorscheider Mühle*) (1. April bis 22. Juli 2007/23. Juli bis 31. März 2006; 1. April 2010 bis 31. März 2011; 9. April 2018 bis 8. April. 2019)

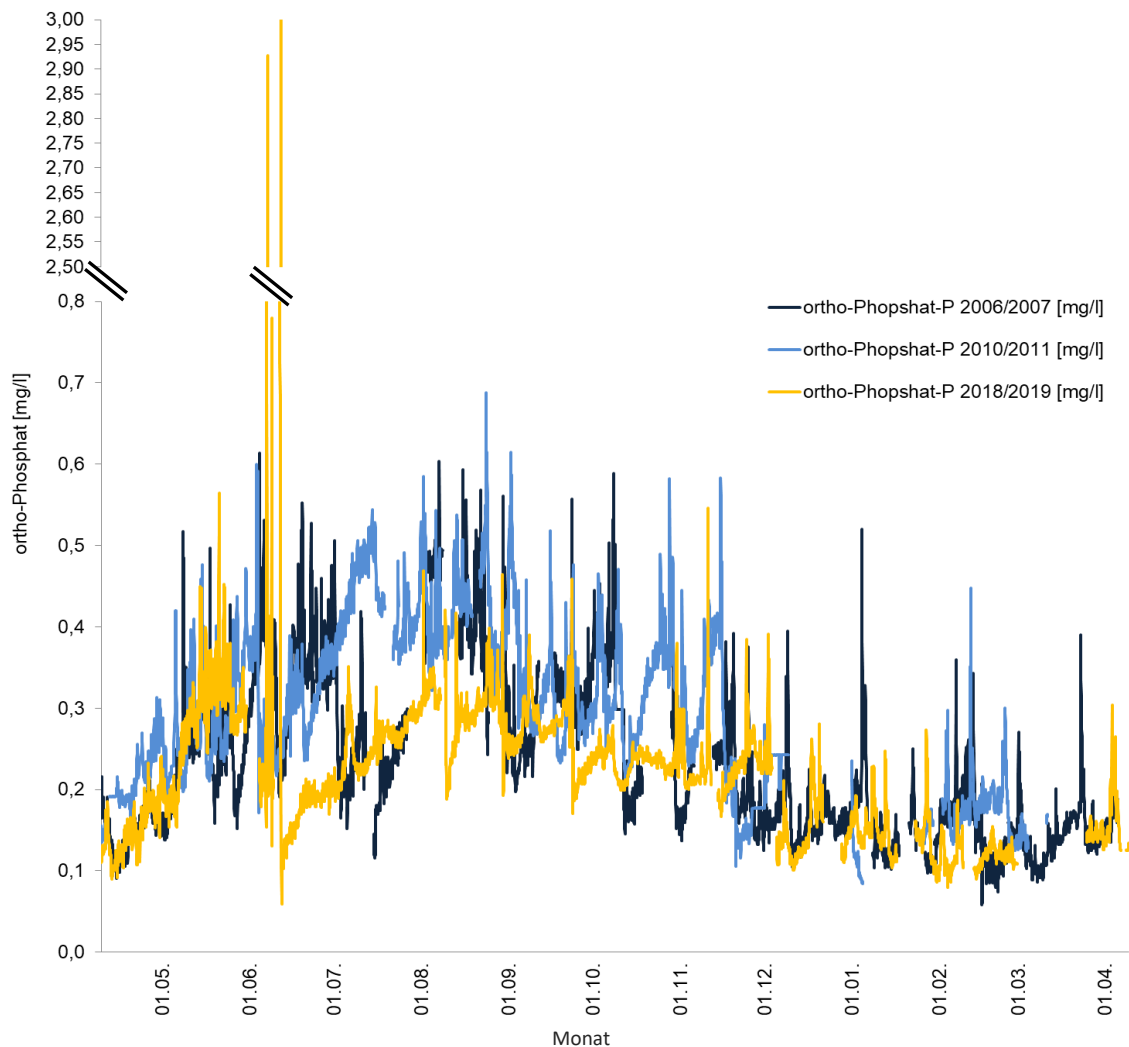


Abb. 4.2.1-1b: Vergleich der Konzentrationen von ortho-Phosphat (Station *Knorscheider Mühle*) (1. April bis 22. Juli 2006/23. Juli bis 31. März 2007; 1. April 2010 bis 31. März 2011; 9. April 2018 bis 8. April 2019)

Vergleicht man die Ammonium-Konzentrationen, so zeigen sich in der Messphase 2007/2006 höhere Grundgehalte, wodurch der Mittelwert gegenüber den anderen Jahren etwas höher ist. Dies ist an der größeren Schwankungsbreite der dunkelblauen Kurve in Abb. 4.2.1-2 zu erkennen. Drei Mal lassen sich während der Messkampagne 2006/2007 darüber hinaus länger anhaltende Einträge ausmachen, die mit hoher Wahrscheinlichkeit von einem Defekt eines Abschlagbauwerkes herrühren (so z.B. Mitte Oktober und Anfang November, dunkelblaue Linie). Hingegen wurden in dieser ersten Messphase deutlich geringere Konzentrationsspitzen gemessen. Dies könnte darauf zurückzuführen sein, dass die Mischwasserentlastungsbauwerke, aus denen diese Belastungen stammen, durch die häufigeren Regenfälle öfter gespült wurden und sich weniger Material ansammelte. Denn im Gegensatz dazu wurden im Trockenjahr 2018 seltener, aber dafür deutlich höhere Konzentrationsspitzen erreicht. Abschläge aus Mischwasserentlastungsanlagen traten im Messzeitraum 2006/2007 in etwa 40 Mal, im Zeitraum 2010/2011 36 Mal und 2018/2019 34 Mal auf.

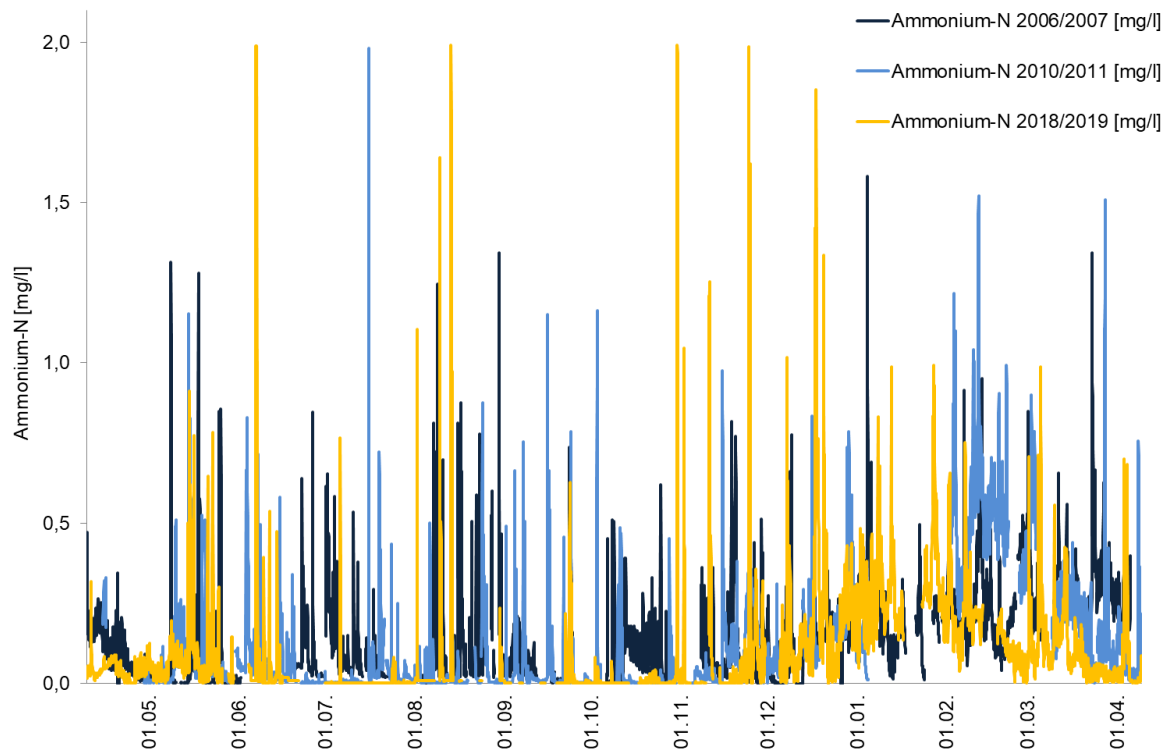


Abb. 4.2.1-2: Vergleich der Konzentrationen von Ammonium (Station *Knorscheider Mühle*) (1. April bis 22. Juli 2007/23. Juli bis 31. März 2006; 1. April 2010 bis 31. März 2011; 9. April 2018 bis 8. April 2019)

Aufgrund der zahlreichen, länger anhaltenden Regenfälle wurde im Messzeitraum 2006/2007 mehr Nitrat im Gelände mobilisiert und in das Gewässer transportiert. Dies lässt sich besonders gut im Juli und November erkennen (Abb. 4.2.1-3). Hingegen bewegen sich die Konzentrationen im Jahr 2018 im Frühjahr sichtbar über den Vergleichswerten von 2010. In diesem Fall könnte die geringere Verdünnung im Jahr 2018 eine Rolle für diese Konzentrationsunterschiede spielen. Auffällig ist zudem, dass die Nitrat-Gehalte 2018 zum Herbst hin weiter abnehmen, während in den beiden anderen Jahre in dieser Phase bereits eine Zunahme verzeichnet werden kann. Die liegt einerseits wiederum an der Trockenheit und damit an den fehlenden Transportmechanismen. Andererseits ist vorstellbar, dass wegen der im Herbst noch sehr warmen Temperaturen im Jahr 2018 weiterhin ein intensiver Umsatz von Nitrat durch die Pflanzen und Mikroorganismen stattfindet.

Gerade in Bezug auf Nitrat ist die Berücksichtigung von Frachten für eine Interpretation der Herkunft und der Transportmechanismen von besonderer Bedeutung und wird daher in Kapitel 4.2.3 weitergehend beleuchtet.

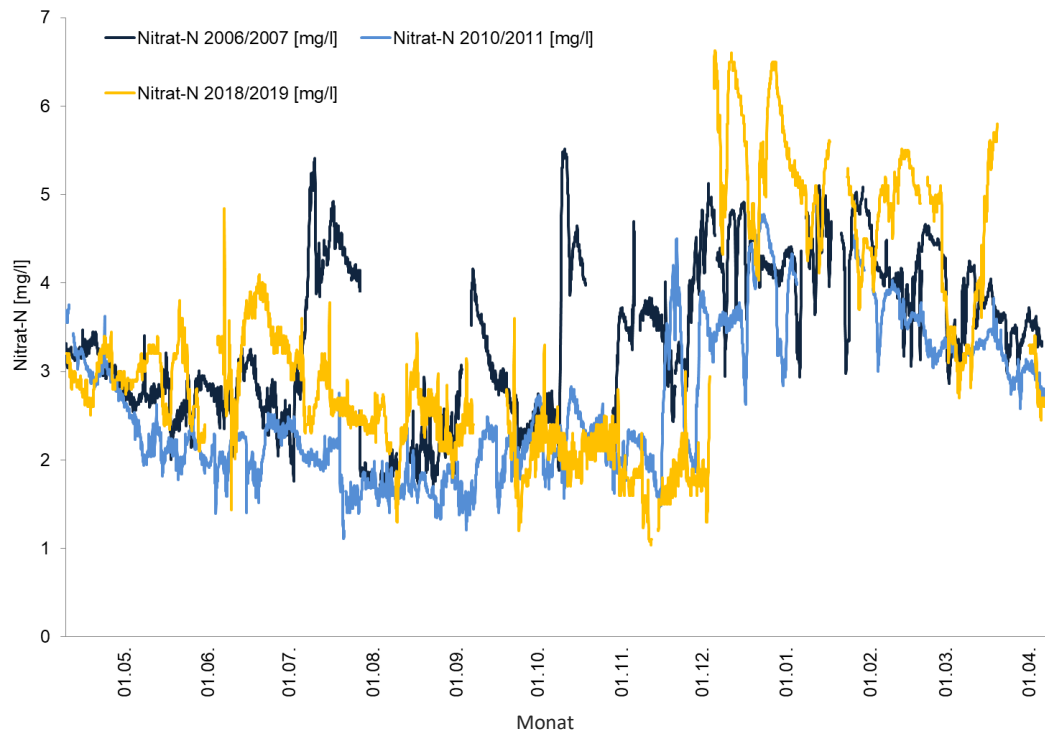


Abb. 4.2.1-3: Vergleich der Nitrat-Konzentrationen (Station *Knorscheider Mühle*) (1. April bis 22. Juli 2007/23. Juli bis 31. März 2006; 1. April 2010 bis 31. März 2011; 9. April 2018 bis 8. April. 2019)

Wie an der III weisen auch die TOC-Konzentrationen an der Theel für die Messzeiten 2010 und 2018 annähernd gleiche Grund-Gehalte auf (Abb. 4.2.1-4). Diese waren im Jahr 2007 meist etwas, aber nicht wesentlich niedriger²⁰.

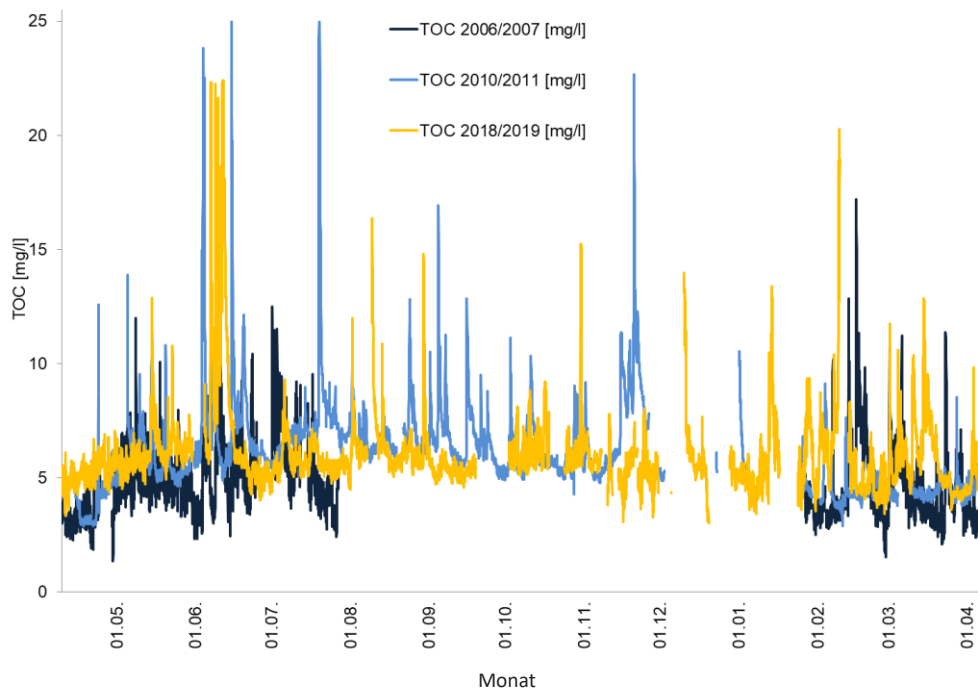


Abb. 4.2.1-4: Vergleich der TOC-Konzentrationen (Station *Knorscheider Mühle*) (1. April bis 22. Juli 2007/23. Juli bis 31. März 2006; 1. April 2010 bis 31. März 2011; 9. April 2018 bis 8. April. 2019)

²⁰ Wegen eines technischen Problems liegen für die letzte Hälfte des Jahres 2006 keine TOC-Daten vor.

Die Mittelwerte und Maxima der Temperaturen sowie deren Verläufe sind für alle 3 Messzeiträume sehr ähnlich (Abb. 4.2.1-5). Die höheren Lufttemperaturen und intensivere Globalstrahlung im Jahr 2018 hatten keine signifikanten Folgen für das Temperaturregime an dieser Stelle des Gewässers. Lediglich die regenreiche Zeit im Juni 2007 sowie der sehr sonnige Mai 2010 führen zu leichten Abweichungen von den jeweils anderen Kurven.

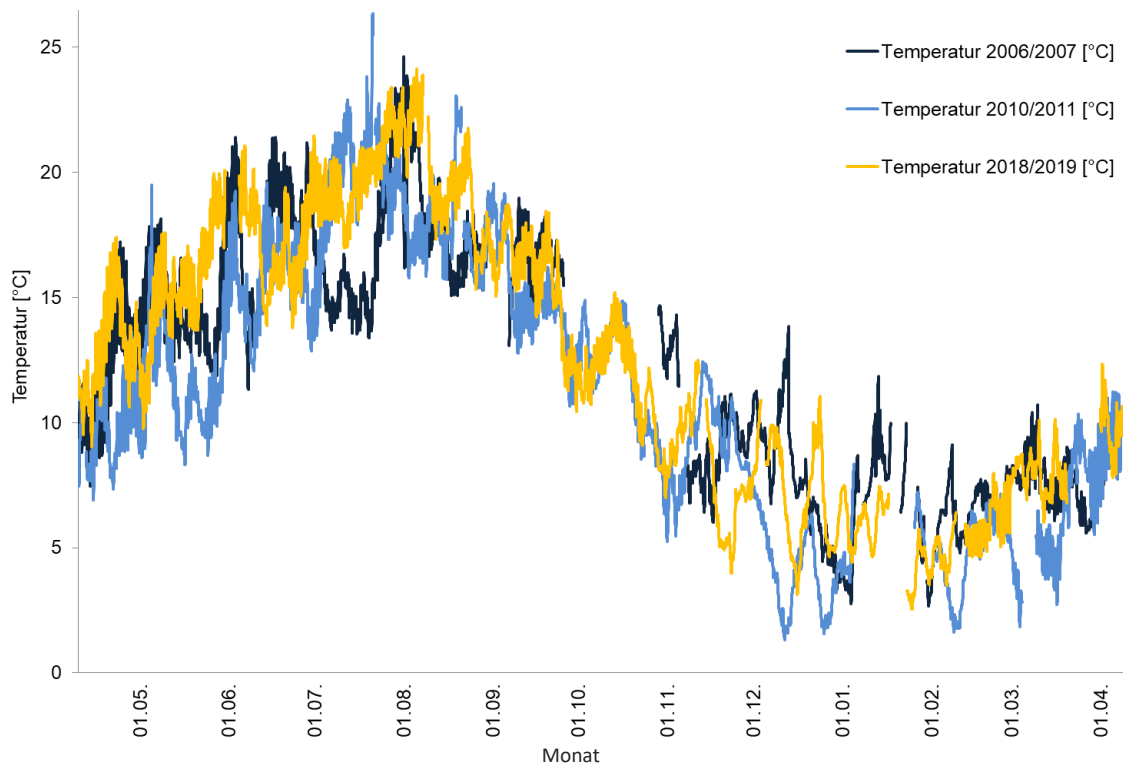


Abb. 4.2.1-5: Vergleich der Temperaturen (Station *Knorscheider Mühle*) (1. April bis 22. Juli 2007/23. Juli bis 31. März 2006; 1. April 2010 bis 31. März 2011; 9. April 2018 bis 8. April. 2019)

Es ist hervorzuheben, dass die Sauerstoff-Gehalte im Jahr 2018/2019 im Mittel nur wenig unter den Mitteln in den kühleren, regenreicheren Vergleichszeiträumen liegen (Abb. 4.2.1-6). Zwar wurden in allen Jahren immer wieder sehr geringe Sauerstoff-Werte gemessen und auch, wie z.B. im November des Jahres 2010, länger anhaltende Sauerstoff-Depression erfasst, jedoch ist hervorzuheben, dass das absolute innerhalb des Messzeitraumes 2018/2019 gemessene Sauerstoff-Minimum 4,65 mg/l betrug, was angesichts der extremen Niedrigwassersituation im Sommer 2018 noch ein recht hoher Wert ist. Dies unterscheidet sich deutlich von den im Jahr 2006 an gleicher Stelle nach Abschlagsereignissen festgestellten Sauerstoffwerten unter 1 mg/l und zeigt den fortschreitenden Erfolg der Abwassersanierung im Gesamteinzugsgebiet auf.

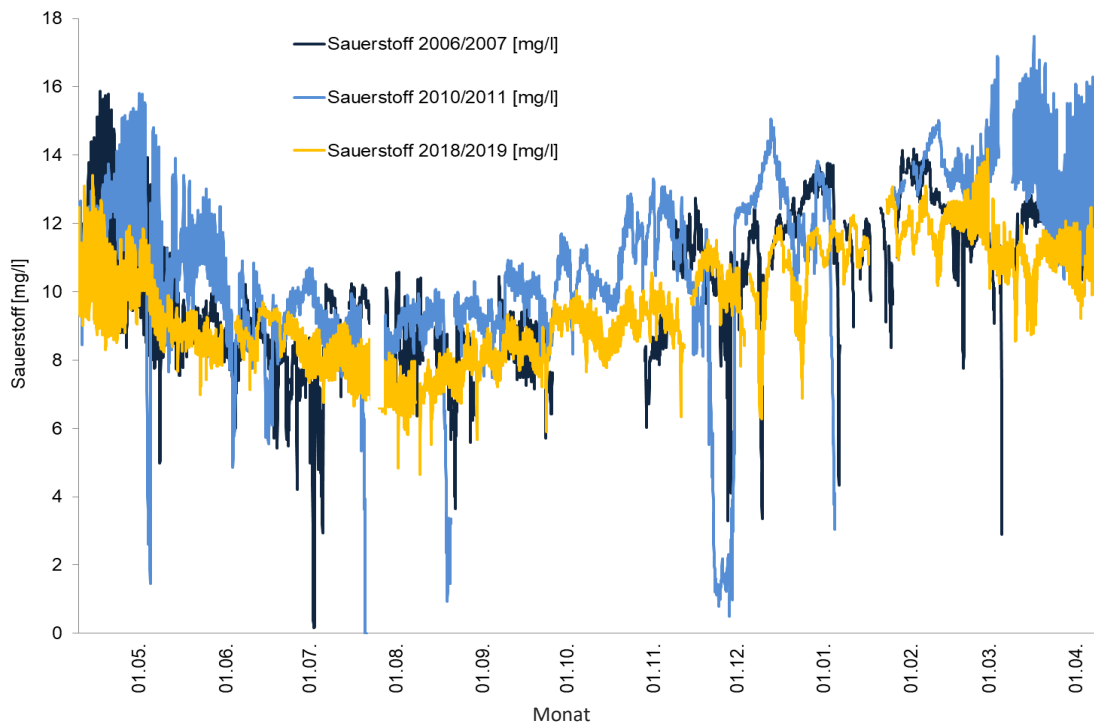


Abb. 4.2.1-6: Vergleich der Sauerstoff-Konzentrationen (Station *Knorscheider Mühle*) (1. April bis 22. Juli 2007/23. Juli bis 31. März 2006; 1. April 2010 bis 31. März 2011; 9. April 2018 bis 8. April 2019)

In den Frühjahrsmonaten, vornehmlich im März und April treten in der Regel die größten Tageszyklen der Sauerstoff-Konzentrationen auf, diese sind auch am linken Rand der in Abb. 4.2.1-6 dargestellten Graphik (Monat April) gut sichtbar. Zudem lässt sich der Unterschied zwischen den jeweiligen Amplituden während der drei Messzeiträume gut erkennen. Diese Amplituden sind im Jahr 2018 sehr viel kleiner als in den anderen beiden Jahren. Dies zeigt sich auch in der Darstellung der Sauerstoff-Konzentrationen in Abhängigkeit von den Temperaturen (Abb. 4.2.1-7).

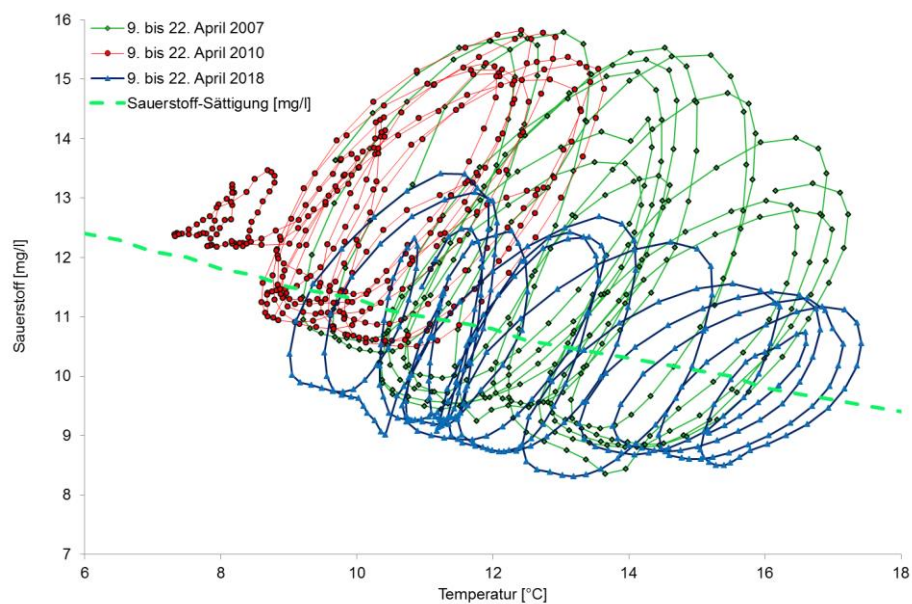


Abb. 4.2.1-7: Vergleich der Korrelationen der Sauerstoff-Gehalte und der Temperaturen (Station *Knorscheider Mühle*) im Vergleich mit der theoretischen Sauerstoffsättigung bei Normaldruck (9. bis 22. April 2007, 2010 und 2018)

Trägt man diese Daten für die gesamten Messzeiträume auf, so stellt sich heraus, dass die Sauerstoff-Gehalte während der anderen beiden Jahre auch zu späteren Zeitpunkten häufig die entsprechenden Sauerstoff-Sättigungswerte überschreiten. Dies legt den Schluss nahe, dass die Eutrophierung, welche für ein übermäßiges Pflanzenwachstum und erhöhte Photosyntheseraten sorgt, am Standort an der *Knorscheider Mühle* zurückgegangen ist. Dafür spräche auch die Tatsache, dass im Jahr 2018 etwas geringere Gehalte an ortho-Phosphat und Nitrat gemessen wurden.

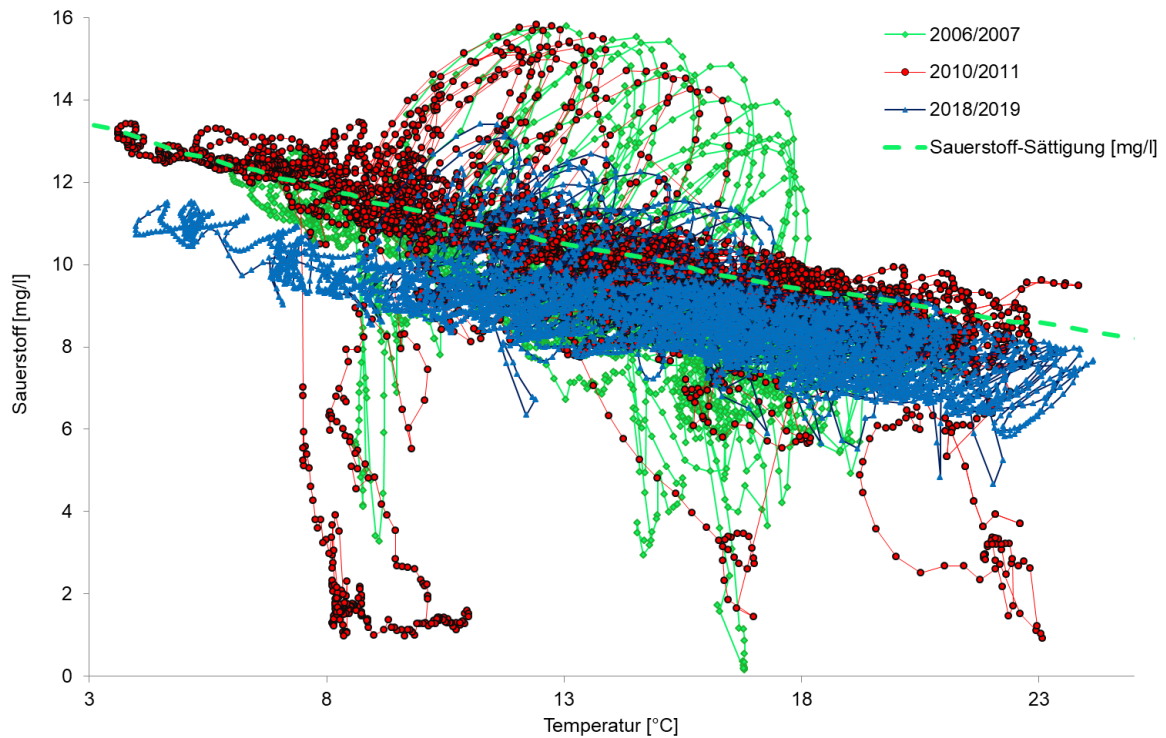


Abb. 4.2.1-8: Verlauf der Sauerstoff-Konzentrationen in Abhängigkeit von der Temperatur (Station Knorscheider Mühle) im Vergleich mit der theoretischen Sauerstoffsättigung bei Normaldruck (1. April bis 22. Juli 2007/23. Juli bis 31. März 2006; 1. April 2010 bis 31. März 2011; 9. April 2018 bis 8. April. 2019)

Die pH-Werte, die im Jahr 2018 erhoben wurden, liegen deutlich über denen der beiden Vergleichszeiträume (Abb. 4.2.1-9). Dies könnte eventuell durch eine leichte Veränderung des Basisabflusses (Zuflüsse des Grundwassers) oder eine Änderung im Zuge von Maßnahmen sein.

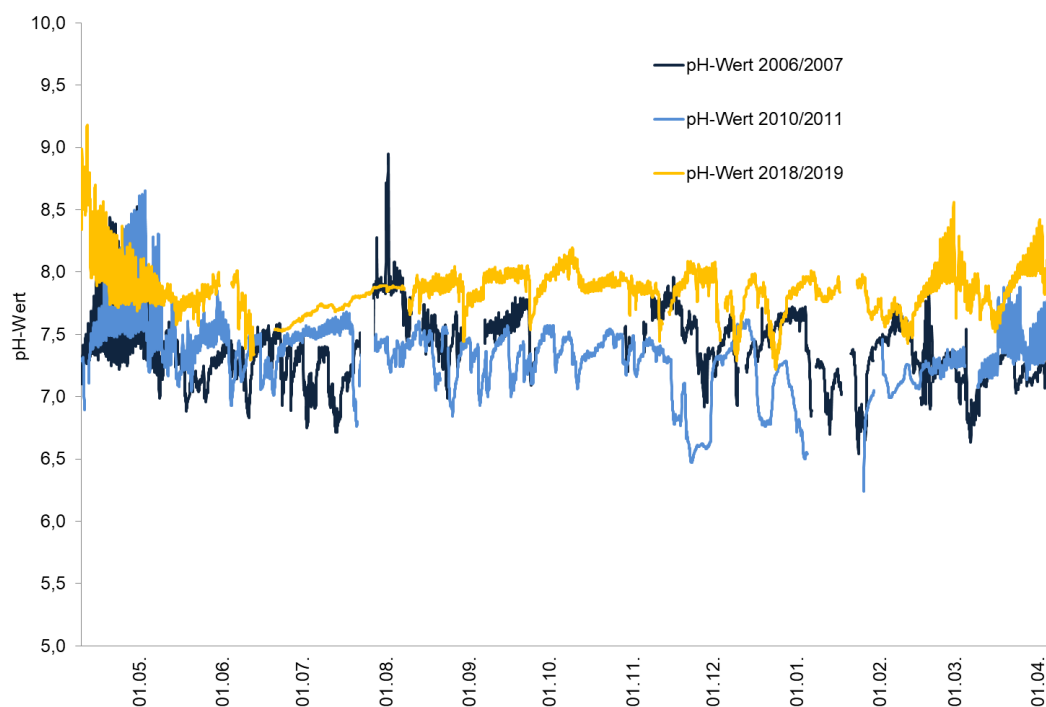


Abb. 4.2.1-9: Vergleich der pH-Werte (Station Knorscheider Mühle) (9. April bis 31. Juli 2007/1. August bis 30. November 2006 sowie 9. April bis 30. November 2010 und 2018)

Tabelle 4.2.1-1 gibt einen Überblick über die Mittelwerte, Minima und Maxima der in den drei Messzeiträumen erhobenen Werte.

Es zeigt sich, dass die mittleren Phosphor-Belastungen im Messzeitraum 2010/2011 noch über denen von 2006/2007 lagen, Nitrat hingegen in dieser Messzeit geringer ist als vorher und nachher. Trotz der extremen Wetterbedingungen im Sommer und Herbst 2018 sind die Mittelwerte der Sauerstoff-Gehalte und der Temperaturen in beiden Messzeiträumen quasi identisch und auch die Minima und Maxima sind nahezu gleich.

Tabelle 4.2.1-1: Vergleich der Mittelwerte, Minima und Maxima der Stundenmittelwerte der Theel (Station Knorscheider Mühle) (9. April bis 31. Juli 2007/1. August bis 30. November 2006 sowie 9. April bis 30. November 2010 und 2018)

	NO ₃ -N [mg/l]			NH ₄ -N [mg/l]		
	2006/2007	2010/2011	2018/2019	2006/2007	2010/2011	2018/2019
Mittelwert	3,39	2,59	3,26	0,156	0,127	0,096
Minimum	1,61	1,11	1,03	n.n.	n.n.	n.n.
Maximum	5,51	4,78	6,62	1,58	> 2	> 2

	PO ₄ -P [mg/l]			P _{ges} [mg/l]			TOC [mg/l]		
	2006/ 2007	2010/ 2011	2018/ 2019	2006/ 2007	2010/ 2011	2018/ 2019	2006/ 2007	2010/ 2011	2018/ 2019
Mittelwert	0,231	0,299	0,219	0,302	0,351	0,263	4,84	6,13	6,03
Minimum	0,058	0,085	0,059	0,126	0,116	0,108	1,34	2,88	3,01
Maximum	0,613	0,688	3,46	1,29	1,43	4,91	17,2	> 25	22,4

	pH- Wert			Sauerstoff [mg/l]			Temperatur [°C]			Leitfähigkeit [µS/cm]		
	2006/ 2007	2010/ 2011	2018/ 2019	2006/ 2007	2010/ 2011	2018/ 2019	2006/ 2007	2010/ 2011	2018/ 2019	2006/ 2007	2010/ 2011	2018/ 2019
Mittelwert	7,39	7,33	7,85	10,2	10,7	9,58	12,1	11,4	12,5	354	460	425
Minimum	6,54	6,24	7,22	< 1	< 1	4,62	2,7	1,3	2,54	205	214	100
Maximum	8,91	8,70	9,18	15,9	17,5	14,2	24,6	26,4	24,2	687	910	904

Vergleicht man die Mittelwerte der Konzentrationen der drei Messkampagnen mit den Anforderungen der aktuellen OGeV²¹ sowie mit dem Schwellenwert für Nitrat gemäß Methodenhandbuch an allen drei Standorten über den oben genannten Messzeitraum, so zeigen sich in den jeweiligen Prozentanteilen der Überschreitungen (im Falle von Sauerstoff: Unterschreitung) für alle erfassten Parameter in den drei betrachteten Zeiträumen Jahren nur marginale Unterschiede (Abb. 4.2.1-10). Die Gehalte von Gesamt-Phosphor und ortho-Phosphat liegen, wie an vielen anderen Standorten auch, fast immer über den Anforderungen von 0,1 bzw. 0,07 mg/l. Die Überschreitungen treten während der Messkampagne 2010/2011 etwas seltener auf, bei der Bewertung der Überschreitungen aus 2018/2019 muss berücksichtigt werden, dass aufgrund der viel geringeren Abflüsse in diesem Messzeitraum auch ein geringerer Verdünnungseffekt gegeben war, was zwangsläufig zu einer häufigeren Überschreitung der Konzentrationen führt; dasselbe gilt auch für die Nitrat-Konzentrationen. Die 2006/2007 etwas häufiger auftretenden Überschreitungen des Ammonium-Grenzwertes von 0,1 mg/l können auf eine insgesamt verminderte Nitrifizierung infolge der insgesamt niedrigeren Temperaturen zurückzuführen sein.

²¹ Als Referenzen werden die Anforderungen der aktuellen OGeV zugrunde gelegt, die allerdings, z.B. für Ammonium, etwas strenger sind als diejenige Version der OGeV, welche für die Messzeiträume 2006/2007 und 2010/2011 galt.

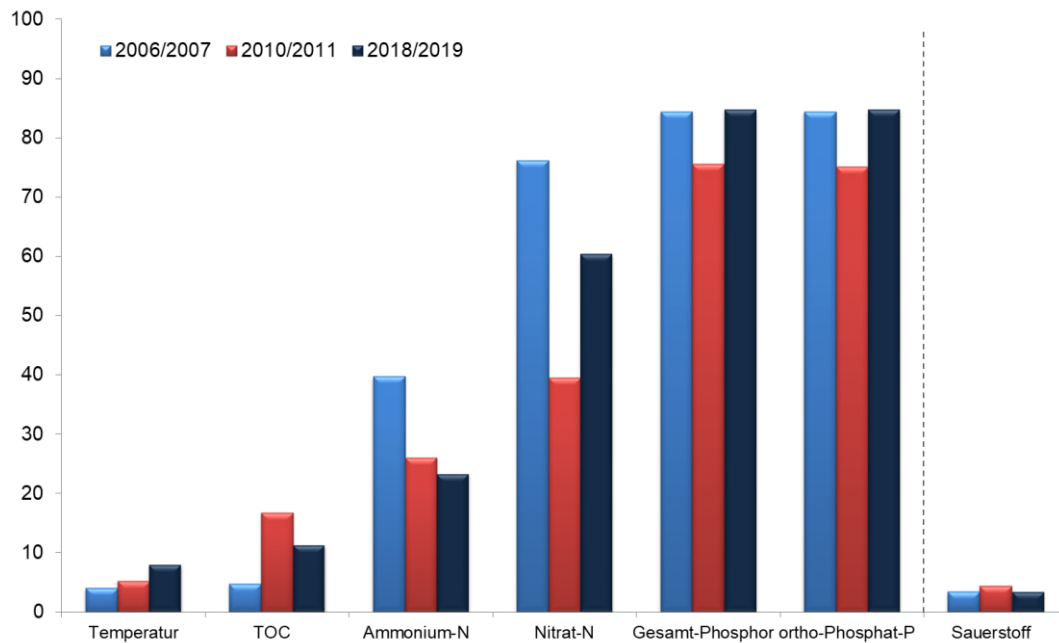


Abb. 4.2.1-10: prozentuale Überschreitung (im Falle von Sauerstoff: Unterschreitung) der jeweiligen Anforderungen gemäß OGewV sowie des Schwellenwertes für Nitrat gemäß Methodenhandbuch (Station *Knorscheider Mühle*) (9. April bis 31. Juli 2007/1. August bis 30. November 2006 sowie 9. April bis 30. November 2010 und 2018)

4.2.2 Vergleich der Frachten

In Tabelle 4.2.2-1 sind die Mittelwerte und Extremwerte der Frachten der Nährstoffe sowie deren Gesamtfrachten für die drei Messzeiträume gegenübergestellt. Besonders auffällig ist die im Vergleich zu den beiden anderen Zeiträumen recht große Gesamt-Fracht an Nitrat, die im Messzeitraum 2018/2019 erfasst wurde. Für Gesamt-Phosphor zeichnet sich eine Abnahme der Belastung ab, hingegen sind die Gesamt-Frachten von ortho-Phosphat in den Jahren 2006/2007 und 2018/2019 jeweils bei etwas über 30%, im Messzeitraum 2010/2011 hingegen nur bei 21%. Dies könnte damit zusammenhängen, dass aufgrund der geringeren Niederschläge in diesem Messzeitraum weniger Erosion von landwirtschaftlichen Flächen stattfand. Die TOC-Frachten weisen eine Zunahme auf.

Tabelle 4.2.2-1: Vergleich a) der Mittelwerte, Minima und Maxima der Frachten sowie b) der Gesamtfrachten der Nährstoffe (Station *Knorscheider Mühle*) (9. April bis 31. Juli 2007/1. August bis 30. November 2006 sowie 9. April bis 30. November 2010 und 2018)

a)	NH ₄ -N [kg/h]	NO ₃ -N [kg/h]	P _{ges} [kg/h]	PO ₄ -P [kg/h]	TOC [kg/h]
Mittelwert 2006/2007	1,20	27,8	2,37	1,62	32
Minimum 2006/2007	n.n.	1,79	0,095	0,065	1,44
Maximum 2006/2007	53,6	628	67,7	33,0	1135
Mittelwert 2010/2011	1,07	22,3	2,10	1,66	42,4
Minimum 2010/2011	n.n.	2,83	0,622	0,558	8,96
Maximum 2010/2011	29,2	468	43,3	24,7	1312
Mittelwert 2018/2019	1,39	38,1	1,49	1,05	53,8
Minimum 2018/2019	n.n.	1,49	0,219	0,189	4,23
Maximum 2018/2019	44,9	508	88,4	16,7	2985

b)	NH ₄ -N [t]	NO ₃ -N [t]	P _{ges} [t]	PO ₄ -P [t]	TOC [t]
Gesamtfracht 2006/2007	10,5	244	20,8	14,2	283
Gesamtfracht 2010/2011	9,40	195	18,4	14,5	372
Gesamtfracht 2018/2019	12,2	301	13,1	9,21	471

Wie bereits in Kapitel 3 erläutert, wurde unter Berücksichtigung der Emissionsfrachten der Kläranlagen im Einzugsgebiet anhand des Abfluss-Medians eine Kategorisierung der Grund- und „Regen“-Frachten vorgenommen, um die Herkunft der Belastungen zu ermitteln. Es ergeben sich die in Tabelle 4.2.2-2 festgehaltenen Frachten in Tonnen sowie deren Anteil an der jeweiligen Gesamtfracht in Prozent in Klammern.

Besonders augenscheinlich ist der Rückgang der Stickstoff-Frachten innerhalb von 2006/2007 zu 2010/2011 und der Anstieg der Stickstoff-Mengen im Vergleich der darauffolgenden Zeitspannen. Dies trifft v.a. beim Anteil der „Regen“-Fracht zu, was auf einen höheren Anteil der Stickstoff-Belastung aus der Landwirtschaft, aber auch aus der Mischwasserentlastung schließen lässt. Für die Phosphor-Frachten zeigt sich für 2006/2007 auf 2010/2011 zunächst ein höherer Anteil in der Grundfracht, obwohl die Gesamt-Fracht leicht rückläufig ist. Im Vergleich der Jahre 2010/2011 und 2018/2018 wird der Rückgang der Phosphor-Fracht noch deutlicher, wobei in dieser Zeitspanne die Grundfracht stark zurückgeht. Grund hierfür ist eine Optimierung der Reinigungsleistung der im Einzugsgebiet befindlichen Kläranlagen.

Tabelle 4.2.2-2: Ermittelte Herkunft der Frachten (Prozent-Angaben in Klammern) (Station *Knorscheider Mühle*) (9. April bis 31. Juli 2007/1. August bis 30. November 2006 sowie 9. April bis 30. November 2010 und 2018)

Gesamt-Stickstoff t (%)	Landwirtschaft	Kläranlage	Mischwasserentlastung	Grundwasser	Summe
2006/2007	170 (67)	60,0 (24)	7,41 (3)	17,1 (7)	254
2010/2011	125 (61)	40,5 (20)	7,96 (4)	31,2 (15)	204
2018/2019	264 (84)	36,2 (12)	11,3 (4)	1,75 (1)	313

Gesamt-Phosphor t (%)	Landwirtschaft	Kläranlage	Mischwasserentlastung	Summe
2006/2007	5,13 (25)	8,5 (41)	7,15 (34)	20,8
2010/2011	2,61 (14)	11,2 (61)	4,57 (25)	18,4
2018/2019	3,22 (25)	4,86 (37)	4,99 (38)	13,1

Auffällig ist, dass sich für den Messzeitraum 2010/2011 ein nicht unerheblicher Anteil von Gesamt-Stickstoff aus dem Grundwasser ergibt, der 2018/2019 nicht mehr nachgewiesen werden konnte. Woher dieser großen Mengen an Nitrat im Grundabfluss stammen, konnte nicht abschließend geklärt werden. Die Nitrat-Gehalte, die in den Jahren 2010/2011 im Grundwasser gemessen wurden, liegen nur in 2 der 6 relevanten Messstellen über den langjährigen Mittelwerten. Da der Abfluss im Jahr 2010/2011 recht hoch war, kann dieses Phänomen auch rein rechnerisch bedingt sein und daher rühren, dass der Median des Abflusses im Vergleich zu den anderen Messzeiträumen höher ist. Dieser prozentuale Anteil an Gesamt-Stickstoff verschiebt sich quasi 2018/2019 in die Kategorie der landwirtschaftlichen Belastung, die übrige prozentuale Verteilung bleibt weitestgehend gleich. Es ist allerdings dabei zu bedenken, dass die Gesamt-Mengen an Nährstoffen insgesamt im Messzeitraum 2018/2019 deutlich geringer waren und die Fracht an Gesamt-Stickstoff um etwa ein Viertel, von Gesamt-Phosphor um fast die Hälfte reduziert wurde.

Auch hier am Gebietsauslass war der Rückgang der Frachten von Gesamt-Phosphor durch die Optimierung der Phosphor-Emissionen der Kläranlagen im Einzugsgebiet im Laufe der Zeit deutlich bemerkbar.

4.2.3 Fazit Theel

Da der Standort an der *Knorscheider Mühle* an der Theel in hohem Maße von dem der Ill beeinflusst wird, konnten am Standort am Gebietsauslass ähnliche Beobachtungen gemacht werden wie in *Eppelborn*.

Allerdings bringt die Betrachtung eines dritten Messzeitraumes (2006/2007) weitere Aspekte zutage. So ist zu erkennen, dass die Konzentrationen an Gesamt-Phosphor und ortho-Phosphat während der ersten Messkampagne deutlich unter denen von 2010/2011 lagen, der Rückgang der Phosphor-Belastungen wird dadurch zunächst relativiert. Dies liegt aber vornehmlich daran, dass der Abfluss im Jahr 2018/2019 sehr gering war und die Emissionen daher weniger stark verdünnt wurden. Der

Vergleich der Frachten ergibt eine Reduktion der Belastungen von 63% Gesamt-Phosphor und 65% ortho-Phosphat von 2006/2007 auf 2018/2019, was hauptsächlich auf die Optimierung von Prozessen bei der Abwasserreinigung zurückgeführt werden kann, da die Frachten aus der Mischwasserentlastung und aus der Landwirtschaft praktisch unverändert blieben. Dennoch ist festzuhalten, dass auch im aktuellen Messzeitraum die Konzentrationen von Gesamt-Phosphor und ortho-Phosphat fast immer über den Anforderungen der OGewV lagen.

Die Ammonium-Gehalte gehen, wie auch die Ermittlung der langfristigen Trends anhand der Überwachungsdaten des LUA zeigen, im Laufe der Zeit deutlich zurück. Allerdings wurde für das Jahr 2018/2019 trotz geringer Abflüsse die höchste Ammonium-Fracht gemessen. Grund hierfür ist die Tatsache, dass bei vielen Abschlägen aus Mischwasserentlastungsbauwerken sehr große Mengen an Ammonium in das Gewässer eingetragen wurden. In Summe kommt es daher zu einer Erhöhung der Frachten von Ammonium im Vergleich zu den beiden vorherigen Messzeiträumen. Dies verdeutlicht die negativen Auswirkungen der Mischwasserentlastung vor allem während länger anhaltender Niedrigwasserabflüsse in Kombination mit lokalen Starkregenereignissen. Derartige Abschläge traten, in sehr unterschiedlicher Intensität, im Messzeitraum 2006/2007 etwa 40 Mal, im Zeitraum 2010/2011 36 Mal und 2018/2019 34 Mal auf.

Die Temperaturen stellen sich in allen drei Messzeiträumen ähnlich dar, gelegentlich kommt es zu Überschreitungen der Anforderungen nach OGewV. Die Sauerstoff-Gehalte liegen im Mittel im Messzeitraum 2018/2019 leicht unter den Gehalten der Vergleichszeiträume. Als positiv ist hingegen zu bewerten, dass in dieser Zeit keine Phasen mit solch extremen Sauerstoff-Defiziten wie 2006/2007 und 2010/2011 aufgezeichnet wurden. Insgesamt zeigt auch der Standort an der Knorscheider Mühle ebenso wie der Standort an der Ill weniger Anzeichen einer Eutrophierung als in den Vorjahren.

Grundsätzlich wird ersichtlich, dass das Gewässersystem am Standort an der Knorscheider Mühle nach wie vor stark von Phosphor beeinflusst wird. Während jedoch die Daten der Messzeiträume 2006/2007 und 2010/2011 ein ähnliches Bild bieten, lassen sich im Vergleich dazu im Datensatz der Messkampagne 2018/2019 auch größere Unterschiede feststellen. So zeigen z.B. TOC und Trübung eine höhere Korrelation mit Gesamt-Phosphor und ortho-Phosphat. Grund hierfür ist die Tatsache, dass im Jahr 2018/2019 weniger Niederschläge aufgetreten sind und die beiden Parameter TOC und Trübung in den Jahren 2006/2007 und 2010/2011 stärker von Niederschlägen beeinflusst waren, während des trockeneren Messzeitraumes jedoch eher kommunales Abwasser die dominierenden Eintragsquellen für Trübung und TOC waren (wie dies für Gesamt-Phosphor und ortho-Phosphat grundsätzlich der Fall ist). Darüber hinaus wird ersichtlich, dass der Einfluss sowohl von Ammonium als auch von Nitrat im Datensatz 2018/2019 geringer ist als zuvor.

Die Ermittlung der längerfristigen Trends auf Basis der Überwachungsdaten des LUA ergab für die Jahre 2006 bis 2018 einen signifikant abnehmenden Trend für Ammonium, was, ebenso wie an der Ill in *Eppelborn*, auf eine Verbesserung der Abwasserbehandlung im Einzugsgebiet zurückgeführt werden kann, rückläufige Trends konnten ebenfalls für Mangan, Eisen, Chrom und Nickel festgestellt.

Es bleibt festzuhalten, dass sich die an Ill und Theel beobachteten Phänomene zum Teil stark ähneln. Dies ist der Tatsache geschuldet, dass die Belastungen der Ill einen sehr großen Einfluss auf den Zustand der Theel haben.

5. Zusammenfassung und Ausblick

Im vorliegenden Bericht wurden die Ergebnisse vorgestellt, welche mit Hilfe der Messungen dreier mobiler online-Gewässergüte-Messstationen am Alsbach in *Marpingen*, an der Ill in *Eppelborn* und am Gebietsauslass des Einzugsgebiet der Theel an der *Knorscheider Mühle* über ein bis anderthalb Jahre erhoben wurden. Anhand der Muster der Konzentrationsveränderungen konnten die Ursachen der Belastungen sowie die Eintragspfade identifiziert und durch die eingehende Betrachtung der Frachten quantifiziert werden.

Während der Messkampagne 2018/2019 herrschten extreme Wetterbedingungen vor und der Abfluss in beiden Flüssen war viel geringer als im langjährigen Durchschnitt. Trotz des dadurch fehlenden Verdünnungseffektes im Gewässer sind die mittleren Konzentrationen von Gesamt-Phosphor und ortho-Phosphat an beiden Standorten sehr viel geringer als in den vorangegangenen Messkampagnen. Dennoch liegen die Gehalte von ortho-Phosphat und Gesamt-Phosphor noch immer fast dauerhaft über den Anforderungen der OGV. In den letzten Jahren wurden verschiedene Optimierungen der Betriebsabläufe auf den Kläranlagen vorgenommen, wodurch die Emissionen an Gesamt-Phosphor in die Ill um 55% und in die Theel um 41% verringert werden konnten. Dies spiegelt sich fast im Verhältnis 1:1 im Gewässer wider: Der Vergleich der Frachten zeigt, dass seit 2010/2011 die Belastung an Gesamt-Phosphor an der Ill um 50% und an der Theel um fast 30% reduziert werden konnte.

So kann für die aktuelle Situation an der Theel im Hinblick auf Gesamt-Phosphor eine Verteilung von 37% (Ill: 20%) aus Kläranlagen, 38% (Ill: 45%) aus der Mischwasserentlastung und 25% (Ill: 35%) aus landwirtschaftlichen Flächen angenommen werden. Letzteres korrespondiert recht genau mit dem Anteil von partikelgebundenem Phosphor, welcher über die Erosion landwirtschaftlicher Flächen in das Gewässer eingetragen wird, am Gesamt-Phosphor (etwa 25-30%). Die tatsächlichen Mengen, die für 2018/2019 den Einträgen über Mischwasserentlastung zugeordnet werden konnten, sind in Ill und Theel im Vergleich zu den Mengen von 2010/2011 fast identisch, für Einträge aus der Landwirtschaft nur wenig größer.

Die Nitrat-Fracht weist von 2010/2011 zu 2018/2019 in der Ill einen Rückgang von etwa 25% auf, wohingegen an der Theel eine deutliche Zunahme zu verzeichnen ist. In beiden Gewässern stagniert der Einfluss der Mischwasserentlastung an den Gesamt-Stickstoff-Frachten, hingegen ist der Anteil der Kläranlagen-Emissionen geringer. Lediglich für die Landwirtschaft wurde in beiden Gewässern eine starke Zunahme des prozentualen Anteils der Nitrat-Frachten ermittelt. Grund hierfür ist die Verschiebung der Frachten aus der Kategorie Grundwasser, die 2010/2011 mit 15% in der Theel und mit 23% in der Ill zu Buche schlug, in die Kategorie Landwirtschaft im Jahr 2018/2019, in welchem keine Einträge von Gesamt-Stickstoff über Grundwasser festgestellt werden konnten. Die Trendanalyse der Daten der Grundwasserbeprobung (2006 bis 2019) ergab für immerhin 3 der 6 Messstellen im unteren Einzugsgebiet der Theel einen rückläufigen Nitrat-Trend.

Aus dem Teil-Einzugsgebiet der Ill, welches ca. 60% des gesamten Einzugsgebiet ausmacht, gelangt fast die Hälfte der Nitrat-Fracht sowie 70% der Gesamt-Phosphor-Fracht in die Theel, die Belastung in beiden (Teil-)Einzugsgebieten korreliert ist also in etwa mit der Fläche.

Zusätzlich konnte auf Basis der Überwachungsdaten des LUA für den Betrachtungszeitraum 2006 bis 2019 sowohl an der Ill als auch an der Theel ein signifikant abnehmender Trend von Ammonium festgestellt werden. Auch dies ist vornehmlich auf eine Verbesserung der Abwasserreinigung im Einzugsgebiet zurückzuführen.

Analog zur Abnahme der Ammonium- und Phosphor-Belastungen lässt sich ein Rückgang der Eutrophierung sowie eine Verbesserung des Sauerstoff-Haushaltes an beiden Standorten feststellen. Einleitungen von Mischwasserentlastungen wirken sich nicht mehr so gravierend auf den Sauerstoff-Haushalt aus, so dass die Sauerstoff-Minima während der Messkampagne 2018/2019 deutlich über denen der anderen Messzeiträume liegen.

Überschreitungen der Grenzwerte für Ammonium und TOC und Unterschreitungen der Sauerstoff-Grenzwerte kamen 2018/2019 an beiden Standorten seltener vor als im Vergleich mit den vorangegangenen Messzeiträumen. Die Phosphor-Konzentrationen überschritten die Grenzwerte zwar öfter, dies ist jedoch wiederum auf die fehlende Verdünnung im Gewässer aufgrund der geringeren Abflüsse während der Messkampagne 2018/2019 zurückzuführen.

Wie oben beschrieben gelangt ein großer Anteil der Belastungen nach wie vor über die III in die Theel. Weitere Maßnahmen zu Verbesserung der Gewässerqualität der III werden sich also auch unmittelbar positiv auf die Gewässergüte der Theel auswirken.

Nach wie vor ist die Belastungssituation im Einzugsgebiet Theel-III vielschichtig. Trotz eines relativ geringen Anteils an der Gesamt-Belastung stellen die Mischwasserentlastungen hier wie vielerorts eine große Gefährdung der Gewässerqualität und der Gewässerökosysteme dar. An Alsbach, III und Theel wurden in den verschiedenen Messzeiträumen pro Jahr jeweils 30 bis 35 solcher Entlastungsereignisse aufgezeichnet. Selbst in den größeren Gewässern wie der Theel führen derartige Einträge zu einem sehr starken, sprunghaften Anstieg der Nährstoffkonzentrationen und verursachen – noch immer - langanhaltende Phasen von Sauerstoff-Defiziten. Besonders im Hinblick auf den Klimawandel, welcher das Auftreten von Starkregenereignissen sowie Niedrigwasserstände begünstigen wird, ist die Behandlung von Mischwasser zu optimieren. Zudem besteht auch im Bereich Landwirtschaft und Kläranlagen Optimierungsbedarf