Ergänzung zum Bericht

Online-Überwachung von „at risk“-Gewässern im Saarland

Ergebnisse Prims

September 2005 bis Juli 2006

durch die Messungen vom 1. März bis 31. Oktober 2015

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

Prof. Dr. Horst P. Beck, Prof. Dr. Kaspar Hegetschweiler

Universität des Saarlandes

Institut für Anorganische und Analytische Chemie

66041 Saarbrücken

Tel.: 0681-302-4230

www.gewässer-monitoring.de

Im Auftrag des Ministeriums für Umwelt und Verbraucherschutz,

Referat E / 2 Wasser und Abwasser

INHALT

1. EINLEITUNG 3

2. ERGEBNISSE UND DISKUSSION 4

3. ZUSAMMENFASSUNG 11

4. ANHANG 14

VERZEICHNIS DER ABBILDUNGEN UND TABELLEN

Abbildung 2-1: Sauerstoffgehalte und Wassertemperaturen in der Bist in *Wadgassen*, der Rossel in *Geislautern* und der Prims in *Dillingen* (1. März bis 30. Oktober 2015)

Abbildung 2-2: Sauerstoffgehalte der Prims in *Dillingen*, der Bist in *Wadgassen* und der Rossel in *Geislautern* sowie Niederschläge (Wetterstation *Differten*) (1. März bis 30. Oktober 2015)

Abbildung 2-3: Tageszyklen von Sauerstoff, Temperatur und pH-Wert (Station *Dillingen)*, Abfluss (*Dillingen*) (3. bis 30. April 2015)

Abbildung 2-4: Sauerstoff-Gehalte bei Einträgen von Ammonium, Phosphor und TOC durch eine Mischwasserentlastung (Station *Dillingen*), Abfluss (*Dillingen*), Niederschläge (Wetterstation *Saarlouis*) (26. bis 30. April 2015)

Abbildung 2-5: Einträge von Ammonium, Phosphor und TOC durch eine Mischwasserentlastung (Station *Dillingen*), Abfluss (*Dillingen*), Niederschläge (Wetterstation *Saarlouis*) (15. bis 21. September 2015)

Abbildung 2-6: Frachten von Ammonium, Nitrat, Phosphor und TOC in einer Trockenwetterphase (Station *Dillingen*), Abfluss (*Dillingen*), Niederschläge (Wetterstation *Saarlouis*) (9. Mai bis 15. Juni 2015)

Abbildung 2-7: Gehalte von Ammonium- und Nitrat-Stickstoff im Vergleich zu den Wassertemperaturen während des gesamten Messzeitraumes (Station *Dillingen*), Abfluss (*Dillingen*), Niederschläge (Wetterstation *Saarlouis*) (1.März bis 30. Oktober 2015)

Abbildung 4-1: Wassertemperatur (Messstation *Dillingen*), Abfluss (Pegel *Dillingen*) sowie Niederschläge und Lufttemperatur (Wetterstation *Saarlouis*) über den gesamten Messzeitraum

Tabelle 3-1: Mittel, Minima und Maxima der Stundemittelwerte der Prims in Nalbach vom 05.09.2005 bis 17.07.2006 und in Dillingen vom 01.03.2015 bis 31.10.2015 sowie Orientierungswerte (OW) für den guten chemischen Zustand (Gewässertyp 5.1; LAWA) und Grenzwert der Nitrat-Richtlinie und Anzahl der zu Grunde liegenden Stundenmittelwerte (n)

Tabelle 3-2: Gesamtfrachten der Prims in *Dillingen* im Messzeitraum 01.03.2015 bis 31.10.2015 und Vergleich der Stundenmittelwerte der Frachten in den Messzeiträumen 2005/2006 und 2015

1. Einleitung

Um die aktuellen Gründe für den mangelhaften ökologischen und chemischen Status der Saar, vor allem auch im Hinblick auf die Einflüsse von Stauhaltung und Schifffahrt, zu klären und Szenarien für eine Verbesserung der Wasserqualität entwerfen zu können, wurden in der Saar von März bis Oktober 2015 zusätzlich zum Überblicks- bzw. Operativen Monitoring zahlreiche online-Messungen und manuelle Beprobungen durchgeführt. Diese Daten wurden in der Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) in das Gewässergütemodell QSim eingepflegt. Dieses Modell *„beschreibt in mathematischer Weise die komplexen chemischen und biologischen Vorgänge in Fließgewässern. Ein wesentliches Merkmal ist die Verknüpfung von hydraulischen mit ökologischen Modellbausteinen. In diesen zentralen Bestandteilen des Modells werden die wichtigsten biologischen Prozesse des Sauerstoff- und Nährstoffhaushaltes, die Algen- und Zooplanktonentwicklung sowie Vorgänge am Gewässerbett berechnet. Das Modell eignet sich zur Berechnung von einfachen Flussströngen bis hin zu vernetzten Gewässersystemen mit Fließumkehr. Ferner lassen sich auch buhnenverbaute Strecken und deren Einfluss auf den Stoffhaushalt abbilden. Eines der Hauptergebnisse stellt die Simulation von Jahresgängen des Sauerstoffgehalts und anderer Wasserbeschaffenheitsparameter sowie biologischer Größen, etwa der Algenbiomasse, entlang eines Flusslaufes dar.*
Das Modell QSim wird in der BfG vor allem dazu eingesetzt, die Auswirkungen wasserbaulicher Maßnahmen auf die Wasserbeschaffenheit von Bundeswasserstraßen zu ermitteln und zu beurteilen. Darüber hinaus werden mit Hilfe von QSim Fragestellungen aus der Wasserwirtschaft und dem Flussgebietsmanagement bearbeitet.“ (Quelle: BfG-Information 1/2004: QSim - das Gewässergütemodell der BfG - Ein Instrument zur Simulation und Prognose des Stoffhaushaltes und der Planktondynamik in Fließgewässern)

Da in diesem Zusammenhang auch Kenntnisse der Nebenflüsse, besonders im Hinblick auf Sauerstoff-Haushalt sowie eingetragene Schadstoffe und deren Frachten von großer Bedeutung sind, wurden zeitgleich zum Messprogramm in der Saar online-Gewässergütestationen zur kontinuierlichen Überwachung an den für die zur Sauerstoff-Simulation wichtigsten Saar-Zuflüssen Rossel, Bist und Prims installiert. Die dort erhobenen Messdaten wurden ebenfalls in das Gewässergütemodell Q-Sim eingepflegt und zur Bewertung bzw. zur Simulation herangezogen.

Die vorliegende Schrift gibt einen kurzen Überblick über die in diesem Zeitraum gemachten Beobachtungen an der Prims und ist als Ergänzung zum Bericht „Online-Überwachung von „at risk“-Gewässern im Saarland, Ergebnisse Prims, September 2005 bis Juli 2006“ zu verstehen.

Die Messstation war vom 05.09.2005 bis zum 17.07.2006 auf dem Gelände der Kiesgrube der Firma Rupp in *Diefflen* installiert. Der Standort wurde damals gewählt, weil die Prims wenig unterhalb in das Gelände der Dillinger Hütte fließt und ab dort als erheblich veränderter Wasserkörper (heavily modified water body, HMWB) eingestuft ist. Dieser Bereich war für die damalige Fragestellung nach der Herkunft relevanter Gewässerbelastungen nicht relevant. Da es bei der aktuellen Datenerhebung aber darum ging, den letztendlichen Einfluss der Prims auf die Saar zu erfassen, wurde diesmal ein Standort in Mündungsnähe gewählt. Die Station war daher vom 1.3. bis zum 31.10.2015 auf einem Grundstück der Dillinger Hüttenwerke installiert (Koordinaten: R 2552656 H 5467573; Entfernung bis zur Mündung: ca. 900m).
Zur Interpretation der Messwerte wurden die Daten der Wetterstation in *Saarlouis* sowie Abflussmenge und Wasserstand des Pegels *Nalbach* herangezogen. Auf Grund der Entfernung des Messstandortes zum Pegel von etwa 7 km wurden bei der Datenverarbeitung nach Absprache mit dem Landesamt für Arbeits- und Umweltschutz (LUA) ein Gebietsfaktor von 1,04 sowie ein genereller Zeitversatz von 10 Stunden angewandt. Die entsprechenden Abflusswerte sind daher mit der Ortsbezeichnung „*Dillingen*“ benannt.

2. Ergebnisse und Diskussion

In den folgenden Kapiteln werden einige signifikante Beobachtungen beschrieben, die während des Sommerhalbjahres 2015 mit Hilfe der mobilen Messstation an der Prims in *Dillingen* gewonnen werden konnten.
Den Abbildungen liegen - soweit nicht anders vermerkt - die Stundenmittelwerte der erhobenen Messdaten zugrunde, da sich diese direkt mit den vom Landesamt für Umwelt- und Arbeitsschutz des Saarlandes zur Verfügung gestellten Stundenmittelwerten der Abflüsse sowie den Stundensummen der Niederschläge vergleichen lassen und zudem ein hoch aufgelöstes Bild der Konzentrationsverläufe wiedergeben.

Parallel zu den Messungen an der Prims wurden auch Messungen in den Mündungsbereichen der Rossel und der Bist durchgeführt. Diese beiden Flüsse befinden sich in der Nähe der Prims, so dass Vergleiche der drei Standorte durchgeführt werden können. Besonders der Vergleich der Sauerstoff-Gehalte unter Berücksichtigung der Wassertemperaturen erweist sich als aufschlussreich. In Abbildung 2-1 sind zunächst die Wassertemperaturen und die Abflüsse aller drei Standorte aufgetragen. Es zeigt sich, dass sowohl die Temperaturen als auch die Abflüsse einen ähnlichen Verlauf haben, wobei die Prims die höchsten Temperaturen aufweist: Die Wassermenge der Prims beträgt in abflussarmen Zeiten etwa das Doppelte bis Dreifache der beiden anderen Flüsse, in Hochwasserphasen hingegen fast das Zehnfache.

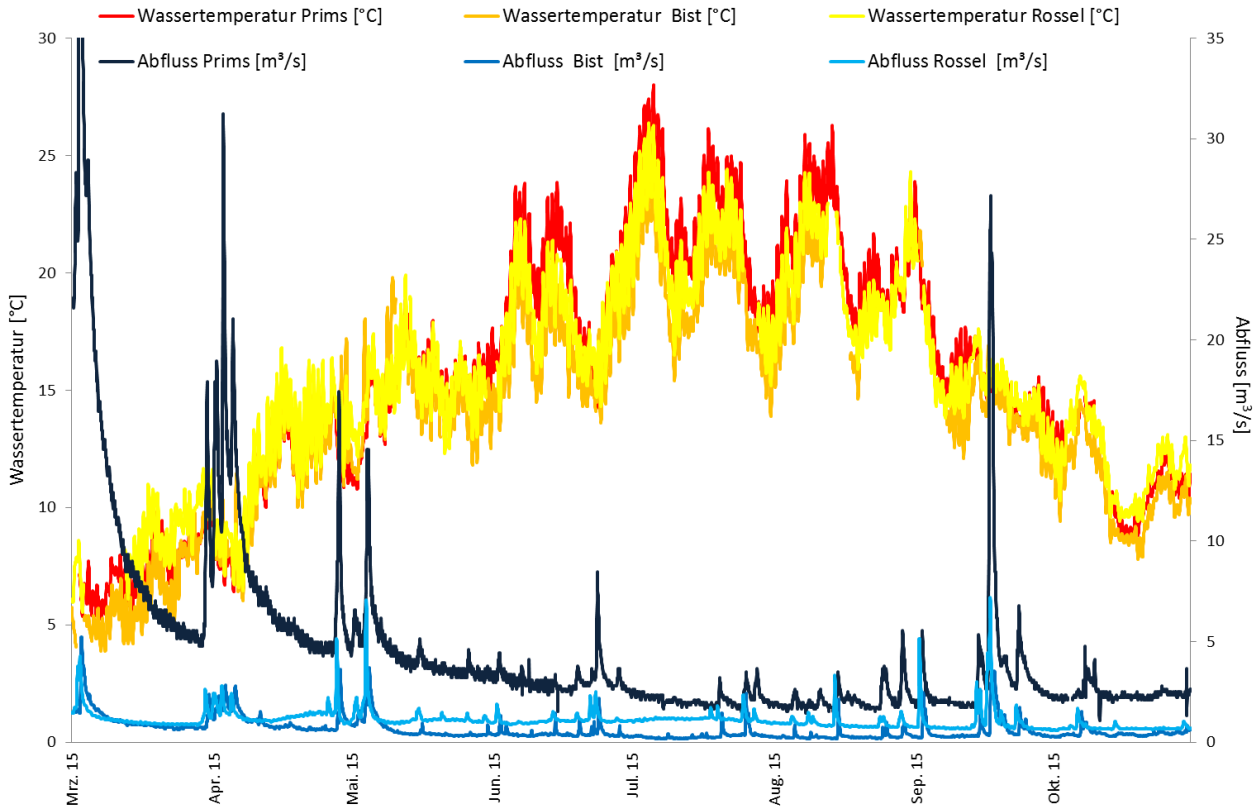

Abbildung 2-1: Sauerstoffgehalte und Wassertemperaturen in der Bist in *Wadgassen*, der Rossel in *Geislautern* und der Prims in *Dillingen* (1. März bis 30. Oktober 2015)

Trotz ähnlicher Temperaturverhältnisse lassen sich aber in den Sauerstoff-Konzentrationen sehr deutliche Unterschiede an den einzelnen Standorten feststellen (siehe Abbildung 2-2). Die Sauerstoff-Konzentrationen sind in der Prims, trotz der wärmsten Wassertemperaturen, am höchsten, die Rossel weist hingegen sehr geringe Gehalte auf. Zudem wird ersichtlich, dass die Sauerstoff-Gehalte bei starken Regenfällen sowohl in der Bist als auch in der Rossel deutlich abnehmen (siehe mit roten Rahmen gekennzeichnete Beispiele in Abbildung 2-2). Während die Konzentrationen in der Bist relativ schnell auf das Ausgangsniveau zurückgehen, steigen sie in der Rossel erst nach längerer Zeit wieder auf das ohnehin geringe Niveau an. Die Sauerstoff-Gehalte in der Prims hingegen sind von solchen Einleitungen nahezu unbeeinflusst. Sie folgen vielmehr dem Temperaturregime. An allen drei Standorten sind mehr oder weniger ausgeprägte Tagesamplituden zu erkennen, die auf die Sauerstoffproduktion der Grünpflanzen und Algen zurückzuführen ist.

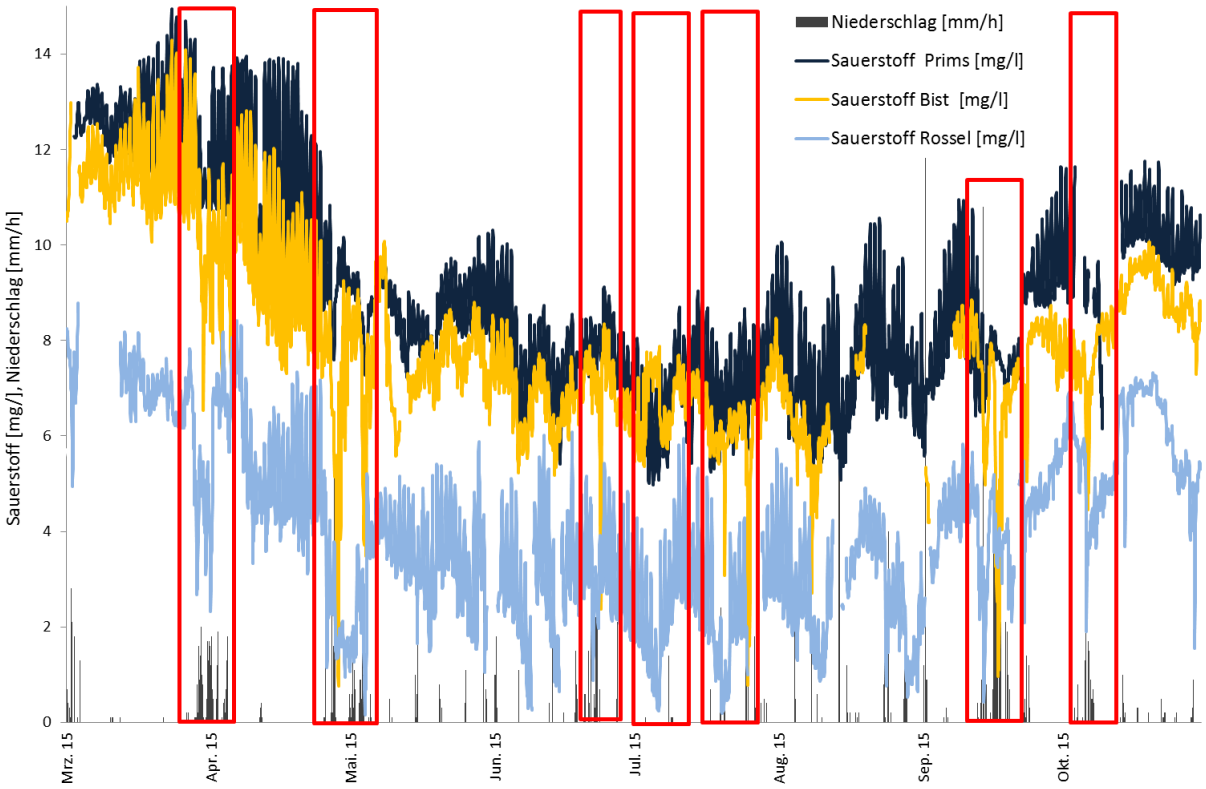

Abbildung 2-2: Sauerstoffgehalte der Prims in *Dillingen*, der Bist in *Wadgassen* und der Rossel in *Geislautern* sowie Niederschläge (Wetterstation *Differten*) (1. März bis 30. Oktober 2015)

Vor allem im April macht sich die Entwicklung der Algen und Grünpflanzen in der Prims sehr deutlich bemerkbar (siehe Abbildung 2-3). Die Amplituden der täglichen Sauerstoff-Schwankungen sind sehr groß – sie betragen z.T. fast 7 mg/l, zudem sind derartige Tageszyklen auch beim pH-Wert erkennbar. Da das Wasser über eine recht geringe Pufferkapazität verfügt, können sich die Einflüsse der photosynthetischen Aktivität sehr stark im pH-Wert ausprägen. Ein verstärktes Auftreten von Algen ist im Unterlauf eines Gewässers jedoch nicht ungewöhnlich.

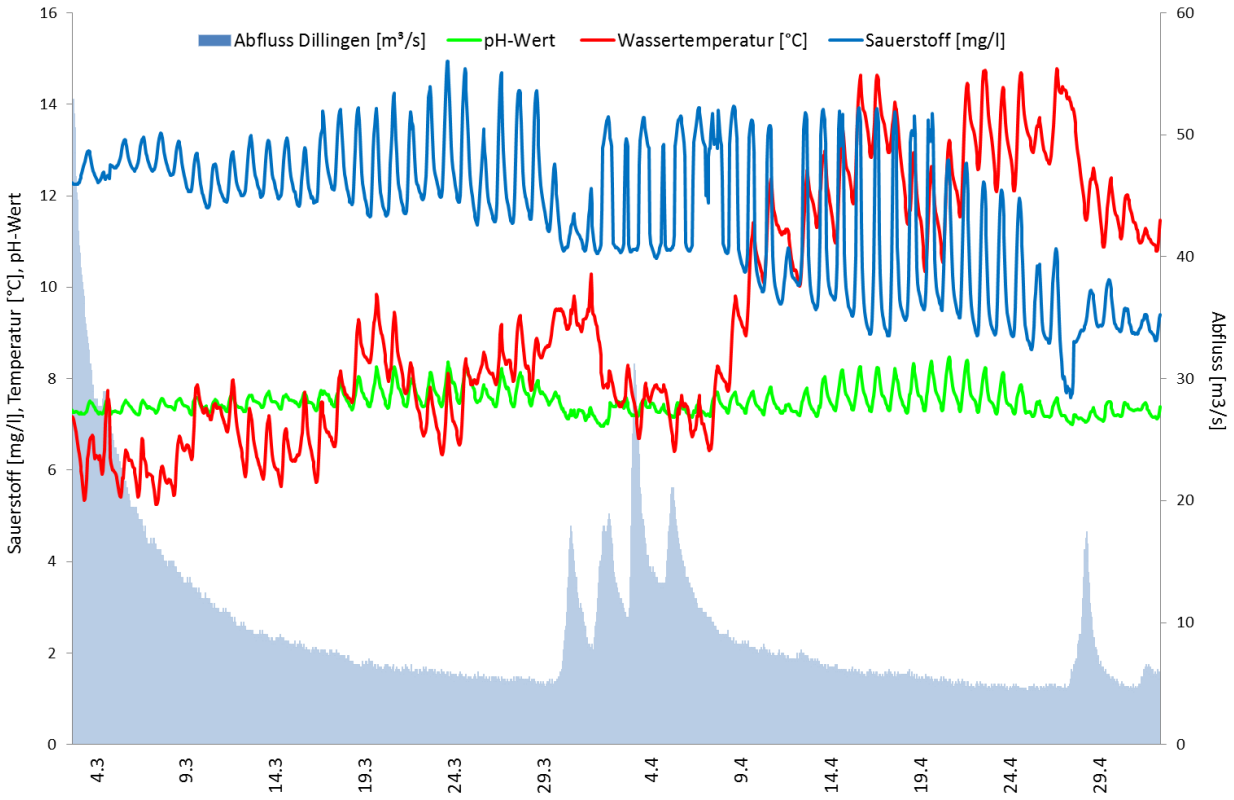

Abbildung 2-3: Tageszyklen von Sauerstoff, Temperatur und pH-Wert (Station *Dillingen)*, Abfluss (*Dillingen*) (3. bis 30. April 2015)

Es sei allgemein darauf hingewiesen, dass, wie anhand der folgenden Abbildungen ersichtlich, der für den mittleren Abfluss errechnete Zeitversatz von 10 Stunden zwischen Pegel und Messstation in Phasen mit erhöhtem Abfluss nicht exakt zutrifft. Die Maxima der Konzentrationen bzw. der Trübung und die des Abflusses traten zeitgleich an der Messstation auf, die Kurven sollten somit parallel verlaufen. Im Beispiel unten beträgt der Zeitversatz zwischen den Abfluss- und Konzentrationsmaxima jedoch in Wirklichkeit nur etwa 4 Stunden statt des dargestellten Versatzes von 10 Stunden, was auf die erhöhte Fließgeschwindigkeit bei größeren Wassermengen zurückzuführen ist.

An der Prims konnten während des Messzeitraumes 5 Mal Abschläge aus Mischwasserentlastungen beobachtet werden. Die Konzentrationen an Ammonium, Phosphor und TOC sind dabei meist relativ gering, die Maximalkonzentrationen sind nicht so hoch wie in anderen Gewässern (siehe Abbildung 2-4). Dies kann auch an der Entfernung der Einleitstellen zum Messstandort sowie an der Verdünnung der Belastungen durch die große Wassermenge in der Prims liegen. Wie bereits oben beschrieben bleiben die Sauerstoff-Gehalte dabei relativ stabil.

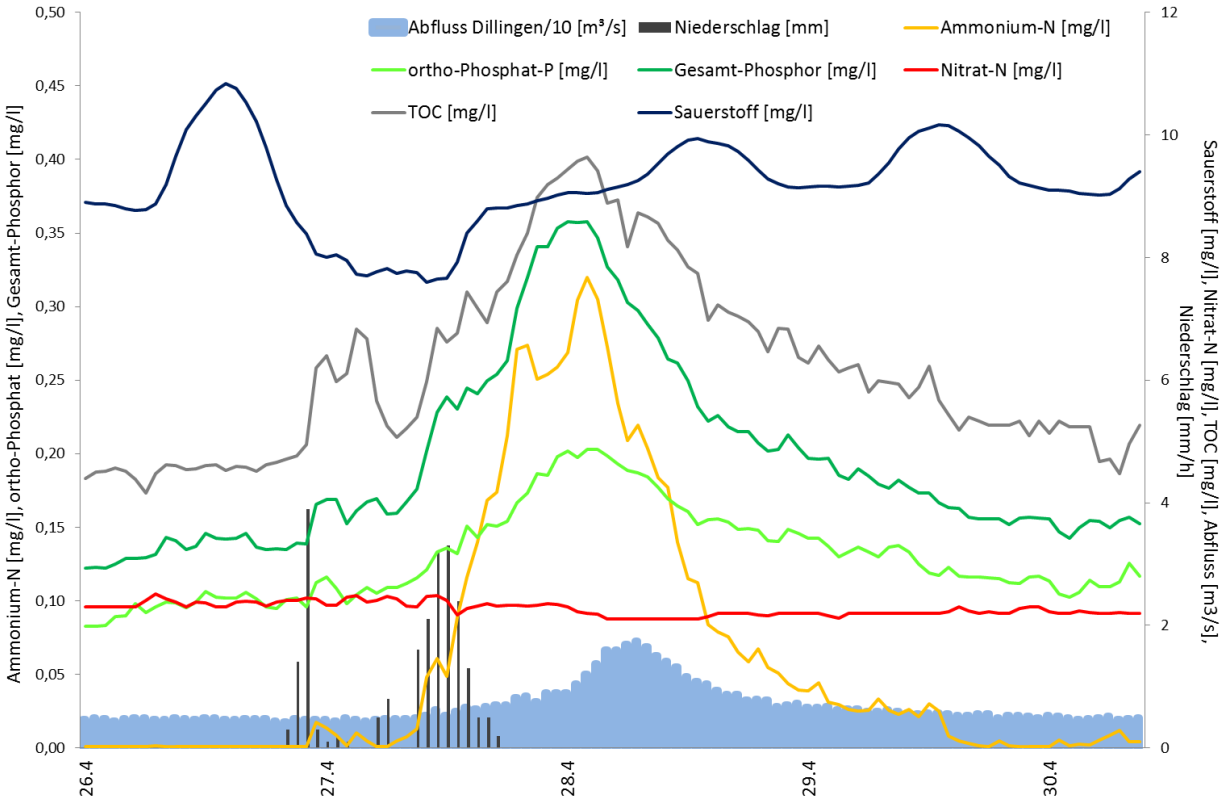

Abbildung 2-4: Sauerstoff-Gehalte bei Einträgen von Ammonium, Phosphor und TOC durch eine Mischwasserentlastung (Station *Dillingen*), Abfluss (*Dillingen*), Niederschläge (Wetterstation *Saarlouis*) (26. bis 30. April 2015)

Nur einmal konnten höhere Gehalte an Gesamt-Phosphor (und TOC) gemessen werden (siehe Abbildung 2-5), allerdings stiegen während dieses Ereignisses die Konzentrationen an gelöstem ortho-Phosphat nur leicht an. Dies bedeutet, dass vornehmlich an Partikel anhaftender Phosphor in das Gewässer eingespült wurde. Derartige Einträge stammen meist aus Oberflächenabspülungen von mit Phosphor-haltigen Düngern bearbeiteten Landwirtschaftsflächen und treten gegen Ende des Sommers, nach der Ernte, durch Erosion auf. Derartige Ereignisse sind auch durch Einträge von TOC aus abgespültem Pflanzenmaterial und einen Anstieg der Trübung gekennzeichnet.

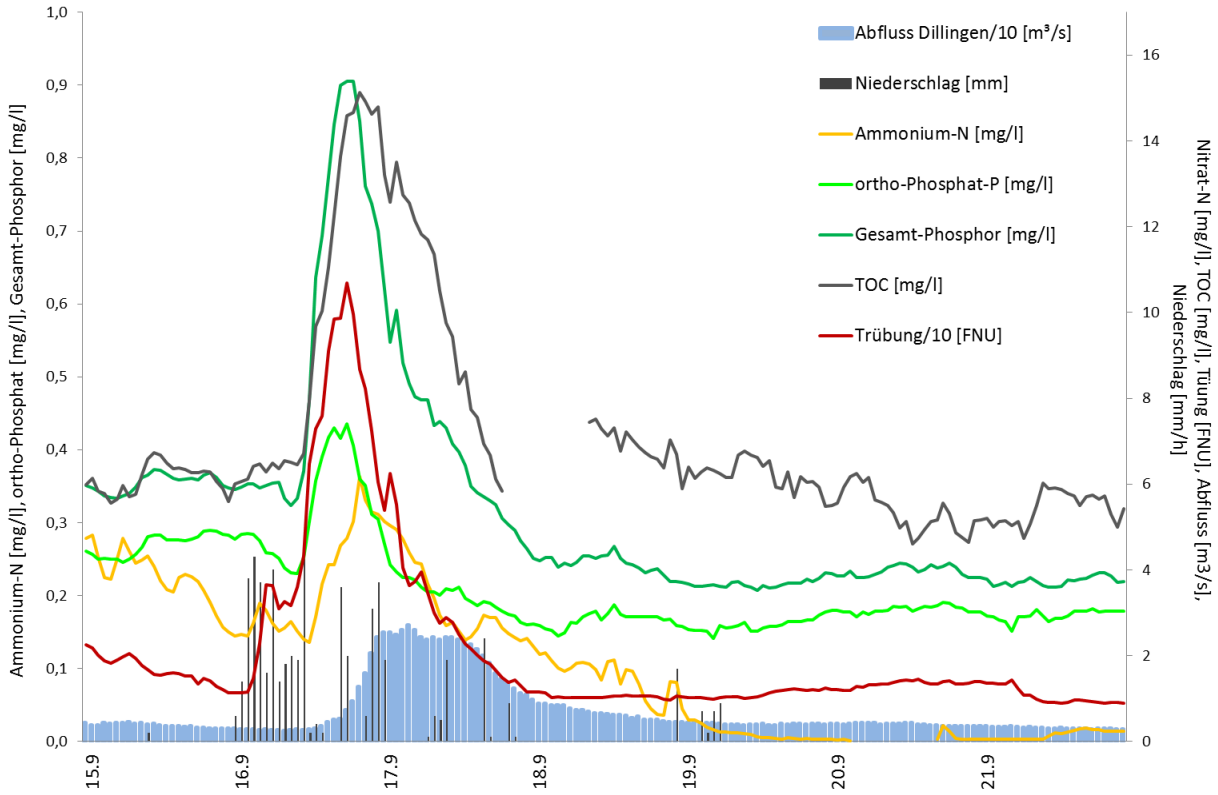

Abbildung 2-5: Einträge von Ammonium, Phosphor und TOC durch eine Mischwasserentlastung (Station *Dillingen*), Abfluss (*Dillingen*), Niederschläge (Wetterstation *Saarlouis*) (15. bis 21. September 2015)

Während Trockenwetterphasen mit niedrigen Abflüssen ist ein abnehmender Trend der Frachten bei allen Nährstoffen zu erkennen (siehe Abbildung 2-6). Dies kann als Anzeichen dafür gewertet werden, dass die Nährstoffe-Gehalte in der Prims nicht ausschließlich aus technischen Anlagen stammen, denn kontinuierliche Einleitungen werden bei geringen Abflüssen bzw. bei Trockenwetter weniger verdünnt und spiegeln sich daher in einer Zunahme der Frachten wider.

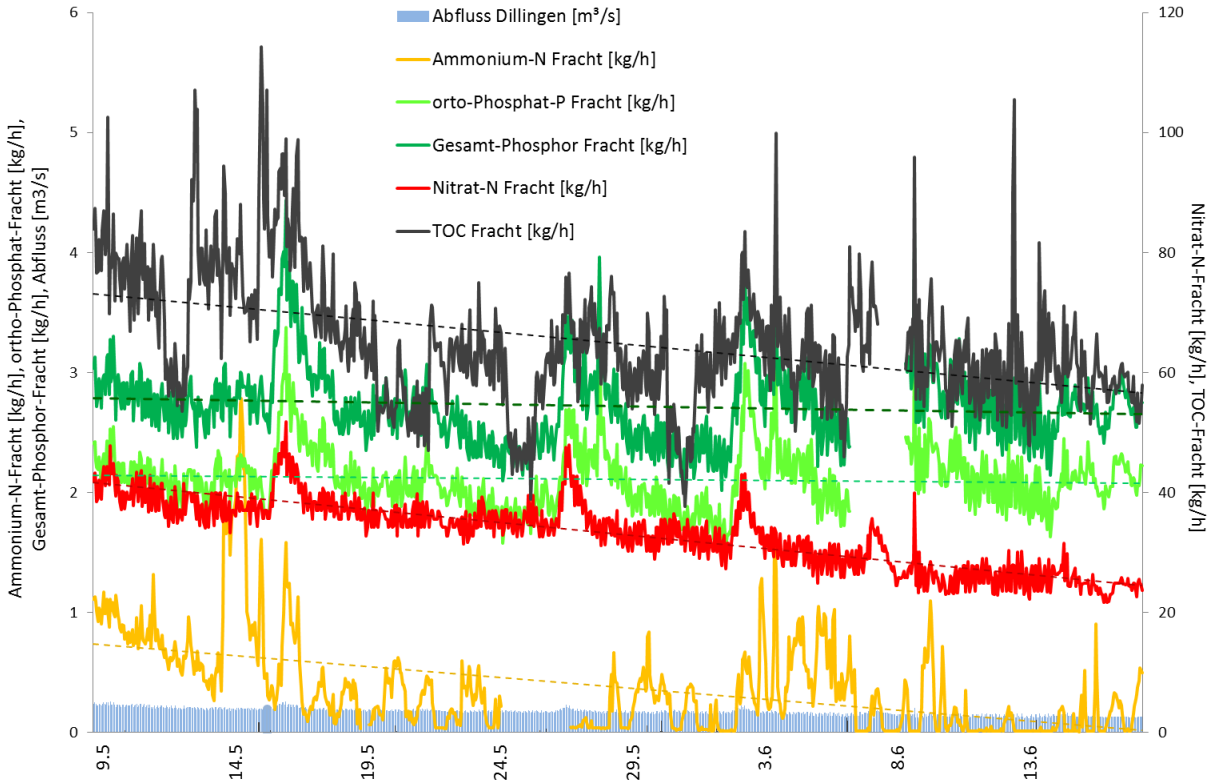

Abbildung 2-6: Frachten von Ammonium, Nitrat, Phosphor und TOC in einer Trockenwetterphase (Station *Dillingen*), Abfluss (*Dillingen*), Niederschläge (Wetterstation *Saarlouis*) (9. Mai bis 15. Juni 2015)

Zudem ist bei Einträgen aus kommunalen Kläranlagen in der Regel ein Rückgang der Stickstoff-Gehalte mit ansteigender Temperatur zu beobachten, welcher durch verbesserte Reinigungsleistung der Anlagen (Nitrifikation und Denitrifikation) bei wärmeren Temperaturen bedingt wird. In Abbildung 2-7 sind die Konzentrationen an Ammonium- und Nitrat-Stickstoff summiert und über den gesamten Messzeitraum im Vergleich mit den Wassertemperaturen aufgetragen. Dabei zeigt sich, dass die Stickstoff-Gehalte während der warmen Jahreszeit nicht zurückgehen, sondern eher ansteigen und durch Regenfälle verdünnt werden.

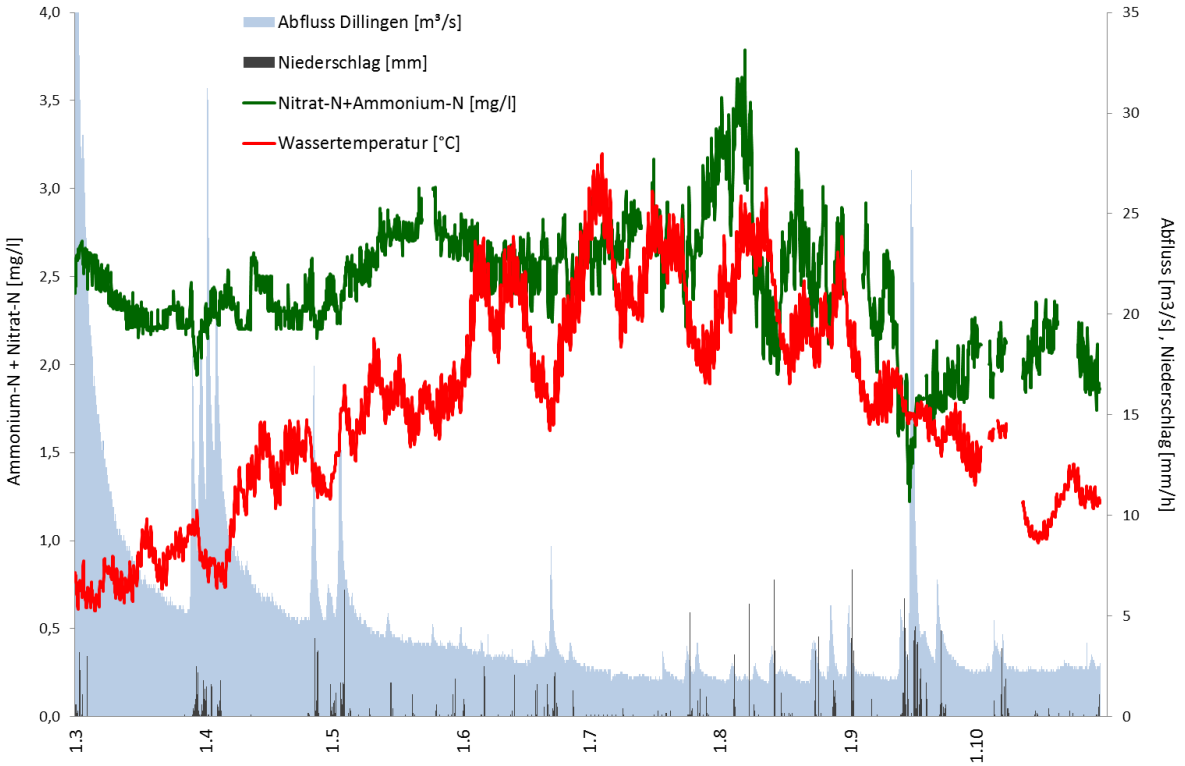

Abbildung 2-7: Gehalte von Ammonium- und Nitrat-Stickstoff im Vergleich zu den Wassertemperaturen während des gesamten Messzeitraumes (Station *Dillingen*), Abfluss (*Dillingen*), Niederschläge (Wetterstation *Saarlouis*) (1.März bis 30. Oktober 2015)

3. Zusammenfassung

Es muss vorausgeschickt werden, dass sich ein Vergleich der Messwerte der beiden Messkampagnen nicht ohne weiteres durchführen lässt. Die 2005 bis 2006 durchgeführte Messkampagne umfasste nahezu ein ganzes Jahr, so dass sowohl die Messungen aus den Winter- wie auch den Sommermonaten in die u.g. Mittelwerte einfließen (05.09.2005 bis 17.07.2006; s. Tabelle 3-1), wohingegen die Messungen in 2015 nur in den wärmeren Monaten stattfanden (01.03.2015 bis 31.10.2015).
Darüber hinaus wurden die Werte an zwei unterschiedlichen Standorten erhoben, die etwa 8 km auseinander liegen und in denen die Prims das Gelände der Dillinger Hütte durchfließt. Dennoch sind auch die Daten der Messkampagne 2005/2006 der Vollständigkeit halber in den unten stehenden Tabellen mit aufgeführt.

Trotz des extrem heißen und trockenen Wetters im Sommer 2015 konnten während des Messzeitraumes nur in 15% der Messungen Sauerstoff-Gehalte unter dem Orientierungswert verzeichnet werden und auch die Wassertemperaturen bewegten sich nur vereinzelt über dem Orientierungswert (s. Tabelle 3-1 und 3-2).
Die Messwerte für Gesamt-Phosphor und ortho-Phosphat überschritten, wie in vielen Fließgewässern, immer die Orientierungswerte, TOC lag in mehr als 60% der Messungen über dem Orientierungswert, Nitrat zu etwa 50%. Hingegen wurde der Orientierungswert für Ammonium nur vereinzelt überschritten, Leitfähigkeit und pH-Wert lagen immer innerhalb der geforderten Grenzen.

Tabelle 3-1: Mittel, Minima und Maxima der Stundemittelwerte der Prims in *Nalbach* vom 05.09.2005 bis 17.07.2006 und in *Dillingen* vom 01.03.2015 bis 31.10.2015 sowie Orientierungswerte (OW) für den guten chemischen Zustand (Gewässertyp 5.1; LAWA) und Grenzwert der Nitrat-Richtlinie und Anzahl der zu Grunde liegenden Stundenmittelwerte (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)**
Mittel	2005/2006	**3,12**	**0,055**	**0,204**	**3,70**	**0,178**	**0,273**	**5,27**
	2015	**2,41**	**0,064**	**0,048**	**3,61**	**0,184**	**0,243**	**5,48**
Min	2005/2006	2,09	0,024	n.n	1,86	0,032	0,087	1,92
	2015	0,942	0,016	n.n.	2,52	0,064	0,084	1,93
Max	2005/2006	4,88	0,129	1,33	6,87	0,457	1,01	21,4
	2015	3,46	0,272	0,521	5,41	0,436	0,906	15,1
OW LAWA		**2,5**	**0,3**	**0,3**	**3**	**0,07**	**0,1**	**5**
Nitrat-Richtlinie		**11**						
Anzahl (n)	2005/2006	6687	28	4537	28	5961	5961	3877
	2015	5679	24	5223	24	5608	5608	5428

		Sauerstoff (mg/l)*	pH- Wert*	Leitfähigkeit (µS/cm)	Temperatur (°C)*
Mittel	2005/2006	11,3	6,94	283	10,6
	2015	8,957	7,181	397	15,5
Min	2005/2006	**1,83**	**6,14**	114	1,78
	2015	**4,97**	**6,17**	164	5,26
Max	2005/2006	15,3	**8,85**	**1020**	**22,2**
	2015	14,9	**8,47**	**910**	**27,9**
OW LAWA		**> 7**	**6,5 – 8,5**	**> 1000**	**< 25**
Anzahl (n)	2005/2006	5878	4519	6004	5878
	2015	5670	5678	5679	5679

Nitrat und Ammonium sowie Sauerstoff, Temperatur, pH-Wert und Leitfähigkeit wurden online ermittelt (grau unterlegt). Nitrit und TNb sowie Phosphor und TOC wurden alle 7 bis 10 Tage im Labor bestimmt.
* Bei Sauerstoff ist der niedrigste, beim pH-Wert der niedrigste und der höchste und bei Wassertemperatur und Leitfähigkeit jeweils der höchste gemessene Wert als Maßstab zum Vergleich mit den Orientierungswerten heranzuziehen. Für die übrigen Parameter ist der Mittelwert entscheidend.

Tabelle 3-2: Gesamtfrachten der Prims in *Dillingen* im Messzeitraum 01.03.2015 bis 31.10.2015 und Vergleich der Stundenmittelwerte der Frachten in den Messzeiträumen 2005/2006 und 2015

Fracht	**NO_3-N**	**NH_4-N**	**PO_4-P**	**Pges**	**TOC**	**Abfluss**
Gesamt im Mess-zeitraum 2015	39,1 t	0,97 t	2,59 t	3,54 t	84,6 t	
2005/2006	94,5 kg/h	6,64 kg/h	4,21 kg/h	6,35 kg/h	217 kg/h	*Nalbach*: 8,55 m^3/s
2015	39,2 kg/h	0,969 kg/h	2,59 kg/h	3,51 kg/h	84,6 kg/h	*Dillingen*: 4,71 m^3/s

In den Frachten zeigt sich noch einmal deutlich der Unterscheid zwischen den Messungen im Sommer und während eines ganzen Jahres: unter Berücksichtigung der mittleren Abflussmengen, die im (Extrem-) Sommer 2015 am Standort *Dillingen* etwa die Hälfte des mittleren Abflusses in *Nalbach* für den Messzeitraum 2005/2006 ausmachen, sind die Frachten von Nitrat und Ammonium im Sommer bei besser funktionierender Nitrifikation und Denitrifikation der Kläranlagen sehr viel geringer als im Ganzjahres-Durchschnitt. Die Phosphor-Frachten ändern sich hingegen kaum. Der Grund für höhere TOC-Frachten 2005/2006 ist wahrscheinlich durch verstärkte Einträge aus Oberflächenabspülungen bei Regenereignissen im Winter (Laubstreu etc.) bedingt. Dafür spricht auch, dass die Maximalkonzentrationen in diesem Zeitraum sehr viel höher sind als die der Messkampagne 2015.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Prims am Standort in *Dillingen* im Vergleich zu anderen Gewässern weniger Einträge aus Mischwasserentlastungen erfährt bzw. dass sich diese Einflüsse, u.a. auch auf Grund der Abflussmenge, ebenso wie auch Einleitungen aus kommunalen Kläranlagen weniger stark auf das Gewässer auswirken.

4. Anhang

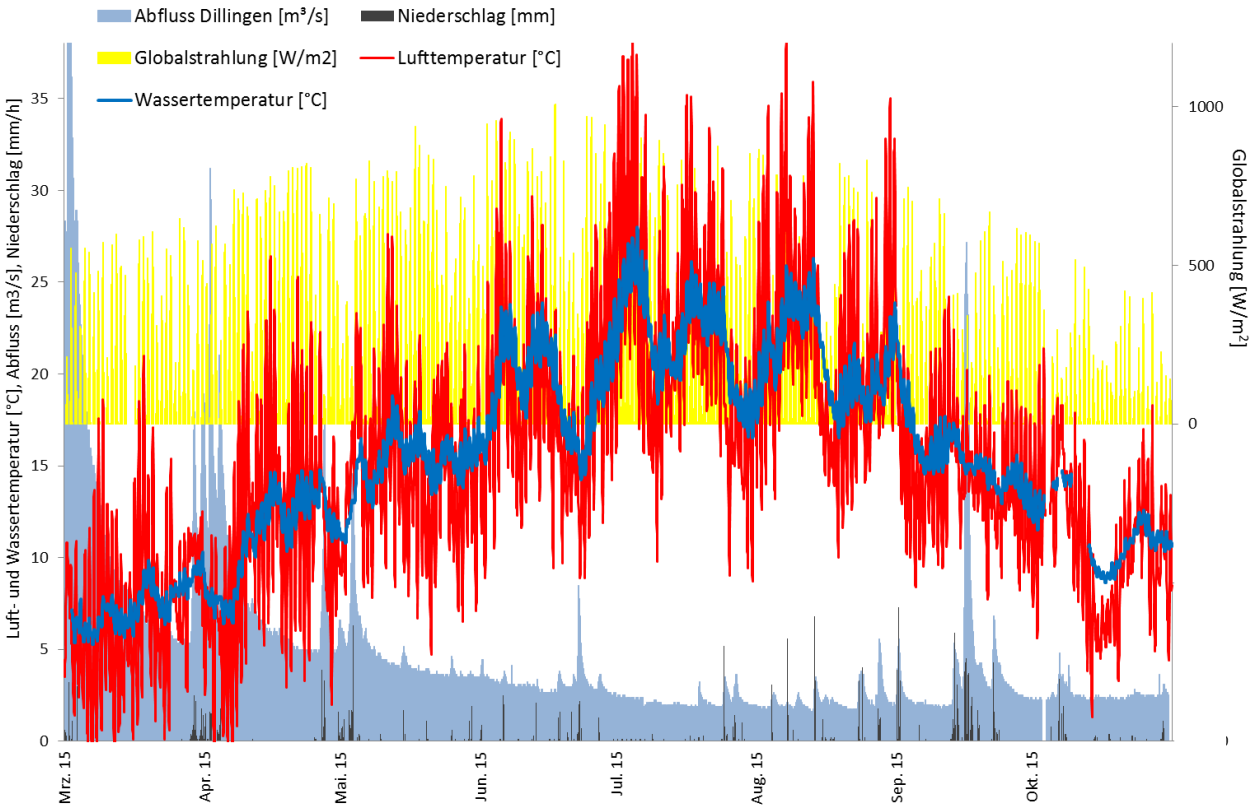

Abbildung 4-1: Wassertemperatur (Messstation *Dillingen*), Abfluss (Pegel *Dillingen*) sowie Niederschläge und Lufttemperatur (Wetterstation *Saarlouis*) über den gesamten Messzeitraum