



Abschätzung der erforderlichen Reduzierung von Nährstoffeinträgen in die Fließgewässer Baden-Württembergs

 Vorgehensweise und Ergebnisse



Abschätzung der erforderlichen Reduzierung von Nährstoffeinträgen in die Fließgewässer Baden-Württembergs

 Vorgehensweise und Ergebnisse

BEARBEITUNG LUBW Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg
Postfach 100163, 76231 Karlsruhe
Referat – Gewässerschutz
Uwe Bergdolt, Kurt Henning

STAND Oktober 2015

Nachdruck - auch auszugsweise - ist nur mit Zustimmung der LUBW unter Quellenangabe und Überlassung von Belegexemplaren gestattet.



| | | |
|----------|---|----------|
| 1 | EINLEITUNG | 4 |
| 2 | VORGEHENSWEISE | 5 |
| 3 | WESENTLICHE ERGEBNISSE | 6 |
| 3.1 | Reduzierungsbedarf Phosphor | 6 |
| 3.2 | Reduzierungsbedarf orthophosphat-Phosphor | 6 |
| 3.3 | Reduzierungsbedarf Stickstoff | 7 |
| 4 | AUSBLICK | 8 |
| 5 | LITERATURVERZEICHNIS | 9 |

1 Einleitung

Die Ermittlung der Nährstoffeinträge in die Fließgewässer für die nach Wasserrahmenrichtlinie im Dezember 2013 vorzulegende Bestandsaufnahme der Belastungen erfolgte in Baden-Württemberg anhand einer Stoffeintragsmodellierung mit dem Modell MONERIS-BW Version „März 2015“. Sie umfasst die Ermittlung der eingetragenen Frachten von Phosphor (P_{ges}), Orthophosphat-Phosphor (oPO₄-P) und Stickstoff (N_{ges}) aus den relevanten Eintragspfaden auf Ebene der 164 Wasserkörper des Landes auf der Basis des Jahres 2010. Die Modellansätze, Eingangsdaten und Ergebnisse sind ausführlich im Bericht „Modellierung der Nährstoffeinträge in die Fließgewässer Baden-Württembergs für die 1. Aktualisierung der Bestandsaufnahme der Belastungen gemäß Wasserrahmenrichtlinie“ vom Oktober 2015 beschrieben.

Zur Abschätzung des Maßnahmenbedarfs ist eine Abschätzung der erforderlichen Frachtreduktion für die genannten Nährstoffe erforderlich, die notwendig ist, um in jedem Wasserkörper die Erreichung des guten ökologischen Zustands zu ermöglichen. Für diese Defizitanalyse wurde das vorgenannte Modell mit denselben Eingangsdaten verwendet. Auf eine erneute Beschreibung wird in diesem Bericht verzichtet, sie kann im oben genannten Bericht nachgelesen werden.

2 Vorgehensweise

MONERIS-BW berechnet Einträge aus punktuellen und diffusen Belastungsquellen. Zu den Punktquellen zählen Kläranlagen, urbane Flächen (Mischwasserentlastungen und Einleitungen über Regenwasserkanäle), industrielle Direkteinleiter und die dezentrale Abwasserentsorgung. Zu den diffusen Quellen zählen Einträge über die Pfade Grundwasser, Interflow, Drainagen, Abschwemmung, Erosion und atmosphärische Deposition auf Wasserflächen. Die eingetragenen Frachten sind mittlere Jahresfrachten, welche in die Fließgewässer eines Wasserkörpers eingetragen werden. In Kombination mit den mittleren Jahresabflüssen (MQ) am Ausgang des Wasserkörpers können daraus mittlere Konzentrationen der Nährstoffe an dieser Stelle ermittelt werden.

Im Rahmen der zwischen dem Bund und den Bundesländern abgestimmten Rahmenkonzeption Monitoring (RaKon) Teil B Arbeitspapier II „Hintergrund- und Orientierungswerte für physikalisch-chemische Qualitätskomponenten zur unterstützenden Bewertung von Wasserkörpern entsprechend EG-WRRL“ (Stand 09. Januar 2015) wurden u.a. Nährstofforientierungswerte entwickelt. Überschreitungen dieser gewässertypspezifischen Werte führen mit hoher Wahrscheinlichkeit auch zu einer Verfehlung des guten ökologischen Zustands. Zur Berechnung des Reduzierungsbedarfs für Phosphor (P_{ges}) und Orthophosphat-Phosphor ($o\text{-PO}_4\text{-P}$) wurde angenommen, dass die errechnete mittlere Konzentration die jeweils im Wasserkörper gültigen Orientierungswerte nicht überschreiten. Als Orientierungswert für P_{ges} gilt nach RaKon landesweit ein Wert von 0,1 mg/l, für $o\text{-PO}_4\text{-P}$ im Alpenvorland ein Wert von 0,05 mg/l, in den übrigen Gegenden Baden-Württembergs ein Wert von 0,07 mg/l. In diesem Sinne entsprechen die Orientierungswerte den zulässigen Stoffkonzentrationen.

Gesamtstickstoff ist in der Regel kein limitierender Faktor für das Pflanzenwachstum in Fließgewässern, entsprechend wurde in RaKon II dafür auch kein Orientierungswert abgeleitet. Allerdings muss die Stickstofffracht zum Schutz der in dieser Hinsicht empfindlichen Meere begrenzt werden. Im Einzugsgebiet des Rheins haben sich die Anrainerstaaten deshalb auf eine Begrenzung der Stickstoffkonzentration auf 2,8 mg/l im Jahresmittel am Übergabepunkt vom limnischen in den maritimen Bereich verständigt. In der Donau sind die Retentions- und Abbauprozesse auf der langen Fließstrecke bis zum Schwarzen Meer so hoch, dass sich im deutschen Teil des Donaueinzugsgebiets keine meeresökologischen Reduzierungsanforderungen an die Gesamtstickstoffkonzentration in den Oberflächengewässern ergeben.

Für einen **Wasserkörper ohne Zuflüsse** ergibt sich ein Reduzierungsbedarf, wenn die modellierte Fracht zu Konzentrationen über den jeweiligen Orientierungswerten führen würde. Der Reduzierungsbedarf errechnet sich dann aus der modellierten Fracht abzüglich der aus dem Orientierungswert errechneten zulässigen Fracht. Für **Wasserkörper mit einem oder mehreren direkt oberhalb liegenden Wasserkörpern** wurde angenommen,

- dass die Nährstoffkonzentration in einem direkten Zufluss maximal der zulässigen Konzentration im oberhalb liegenden Wasserkörper entspricht, weil ein eventueller Reduzierungsbedarf im oberhalb liegenden Wasserkörper zu erfolgen hat und

- ein Verdünnungseffekt aus zufließendem Wasser mit Konzentrationen kleiner der zulässigen Konzentration aus einem gering belasteten oberhalb liegenden Wasserkörper dazu führt, dass sich der Reduzierungsbedarf im betrachteten Wasserkörper entsprechend reduziert.

Der Reduzierungsbedarf in jedem Wasserkörper wurde getrennt ermittelt für Punktquellen und diffuse Quellen. Dabei wurde der gesamte errechnete Reduzierungsbedarf entsprechend der Frachtanteile der beiden Quellen auf diese aufgeteilt. Haben also beispielsweise die Punktquellen einen Anteil von 60 Prozent an der Gesamtfracht im Wasserkörper, so wurde ihnen auch 60 Prozent des Reduzierungsbedarfs zugeordnet.

3 Wesentliche Ergebnisse

3.1 REDUZIERUNGSBEDARF PHOSPHOR

Die Modellierung zeigt, dass die landesweit eingetragen Phosphorfracht mit 3707 Tonnen pro Jahr gut doppelt so hoch ist, wie die zur Einhaltung des Orientierungswertes von 0,1 mg/l tolerabel wäre. Der Reduktionsbedarf ist dabei in den einzelnen Bearbeitungsgebieten sehr unterschiedlich und schwankt zwischen 34 Prozent an der Donau und 73 Prozent am Main (Tabelle 3-1). Der Reduzierungsbedarf bei den Punktquellen ist im Landesschnitt etwas niedriger, als bei den diffusen Quellen.

Tabelle 3-1: Phosphoreinträge und erforderliche Reduzierung der Einträge zur Einhaltung des Orientierungswertes

| Bilanzgebiet | Einträge über alle Pfade P _{ges} [t/a] | Haupteintragspfade P _{ges} | | | Reduzierungsbedarf P _{ges} | | | |
|--------------------------|--|-------------------------------------|-----------------------|---|-------------------------------------|-----|--------------------------|-----------------------|
| | | Diffuse Einträge [t/a] | Punktquellen [t/a] | Anteil diffuse Einträge am Gesamteintrag [%] | Gesamt [t/a] | [%] | Diffuse Quellen [t/a] | Punktquellen [t/a] |
| Baden-Württemberg | 3.707 | 2.016 | 1.692 | 54 | 1.951 | 53 | 1.007 | 944 |
| Donau | 559 | 345 | 214 | 62 | 192 | 34 | 117 | 75 |
| Bodensee | 357 | 294 | 62 | 83 | 219 | 61 | 181 | 38 |
| Hochrhein | 246 | 168 | 79 | 68 | 86 | 35 | 57 | 29 |
| Oberrhein | 742 | 357 | 385 | 48 | 288 | 39 | 114 | 174 |
| Neckar | 1.606 | 714 | 892 | 44 | 1.021 | 64 | 438 | 583 |
| Main | 197 | 137 | 61 | 69 | 144 | 73 | 99 | 45 |

3.2 REDUZIERUNGSBEDARF ORTHOPHOSPHAT-PHOSPHOR

Auch beim Orthophosphat ist es notwendig, den Eintrag zu halbieren. Dabei ist er im Bearbeitungsgebiet Oberrhein mit 29 Prozent am niedrigsten und Bearbeitungsgebiet Bodensee mit 70 Prozent am höchsten (Tabelle 3-2). Insbesondere im Einzugsgebiet des Neckars ist aufgrund der hohen Siedlungsdichte der Eintrag und damit der Reduzierungsbedarf aus Punktquellen deutlich höher, als aus diffusen Quellen.

Tabelle 3-2: Orthophosphat-Phosphoreinträge und erforderliche Reduzierung der Einträge zur Einhaltung des Orientierungswertes

| Bilanzgebiet | Einträge über alle Pfade o-PO ₄ -P [t/a] | Haupteintragspfade o-PO ₄ -P | | | Reduzierungsbedarf o-PO ₄ -P | | | |
|--------------------------|--|---|-----------------------|---|---|-----|--------------------------|-----------------------|
| | | Diffuse Einträge [t/a] | Punktquellen [t/a] | Anteil diffuse Einträge am Gesamteintrag [%] | Gesamt | | Diffuse Quellen [t/a] | Punktquellen [t/a] |
| | | | | | [t/a] | [%] | | |
| Baden-Württemberg | 2.267 | 1.140 | 1.127 | 50 | 1108 | 49 | 505 | 603 |
| Donau | 394 | 252 | 142 | 64 | 157 | 40 | 99 | 58 |
| Bodensee | 225 | 185 | 40 | 82 | 157 | 70 | 129 | 28 |
| Hochrhein | 158 | 108 | 51 | 68 | 59 | 37 | 37 | 22 |
| Oberrhein | 430 | 178 | 251 | 42 | 124 | 29 | 22 | 103 |
| Neckar | 955 | 354 | 602 | 37 | 544 | 57 | 178 | 366 |
| Main | 104 | 63 | 41 | 60 | 67 | 64 | 40 | 27 |

3.3 REDUZIERUNGSBEDARF STICKSTOFF

Neben den o.g. Zielwerten für Gesamtstickstoff in Binnengewässern ist in (LAWA-AO 2014) definiert, dass in einem Einzugsgebiet dann kein weiterer Reduzierungsbedarf besteht, wenn an einer unterhalb liegenden Messstelle der ins Binnenland übertragene meeresökologische Zielwert eingehalten ist. Dies ist für das baden-württembergische Rheineinzugsgebiet der Fall, der Mittelwert aus den Messungen der Jahre 2009 bis 2011 im Rhein an der Landesgrenze (Messstation Worms) beträgt 2,6 mg/l N_{ges} und liegt damit unter dem dort gültigen Zielwert von 2,8 mg/l. Da wie oben erläutert auch an der Donau kein Reduzierungsbedarf besteht, erübrigt sich eine Modellierung der Stickstofffracht zur Erfüllung der Meeresschutzziele.

Ergänzend wurde mit MONERIS BW überprüft, ob sich aus der in der Oberflächengewässerverordnung festgelegten Umweltqualitätsnorm für Nitrat vom 50 mg/l ein Reduzierungsbedarf in einzelnen Wasserkörpern ergibt. 50 mg/l Nitrat (NO₃) entsprechen 11,29 mg/l Nitrat-Stickstoff (NO₃-N). In keinem Wasserkörper werden durch die modellierten Stickstoffeinträge Gesamtstickstoffkonzentrationen von 11,29 mg/l überschritten. Daraus folgt, dass auch der Nitratkonzentration von 50 mg/l nirgends überschritten wird. Folglich ergibt sich aus der Umweltqualitätsnorm für Nitrat ebenfalls kein Reduzierungsbedarf.

4 Ausblick

Nach Wasserrahmenrichtlinie steht im Dezember 2019 die nächste Überprüfung und erforderlichenfalls eine Aktualisierung der Bestandsaufnahme der anthropogenen Belastungen und somit auch der Nährstoffeinträge an. Rechtzeitig vor diesem Zeitpunkt soll das Modell zur Stoffeintragsmodellierung so weiter entwickelt werden, dass damit möglichst noch präzisere und räumliche höher aufgelöste Ergebnisse erzielbar und für die Aktualisierung der Bewirtschaftungspläne und Maßnahmenprogramme nutzbar sind.

Neben deutlichen Verbesserungen bei den Eingangsdaten werden die Modellansätze vor dem Hintergrund der aktuellen Datenlage und des aktuellen Wissensstandes überprüft und gegebenenfalls optimiert.

Weiterhin wird das Modell um ein sogenanntes Gewässermodul erweitert werden. Mithilfe dieses Moduls können die modellierten Stoffeinträge über Punktquellen und diffuse Quellen über ein Knoten-Kanten-Modell unter Berücksichtigung von Abbau- und Retentionsprozessen als modellierte Gewässerfrachten entlang des Gewässerlaufes aufsummiert werden. Durch diese Funktionalität kann in Zukunft z.B. an jeder Gütemessstelle eine Gegenüberstellung von berechneten Gewässerfrachten (aus Abfluss- und Gütemessungen) und modellierten Gewässerfrachten erfolgen – und damit eine Validierung des Modells. Außerdem kann an jeder Stelle im Gewässer modelliert werden, welche Quellen im Einzugsgebiet welchen Anteil an der dortigen Fracht oder an der Konzentration haben und welchen Effekt Minderungsmaßnahmen haben. Wenn eine ausreichende Modellqualität erzielt werden kann, ist dadurch eine erhebliche Unterstützung der Maßnahmenableitung zu erwarten.

Das Gesamtmodell mit den genannten Verbesserungen und Erweiterungen wird in Baden-Württemberg in Zukunft unter dem Namen METRIS BW (Modelling of Emissions and Transport in River Systems für Baden Württemberg) betrieben. Die Entwicklung von METRIS BW ist wesentlicher Bestandteil der landesweiten Studie SLOPE („Studie zur Entwicklung von Werkzeugen zur verbesserten Lokalisierung von Phosphor-Emissionen“). Der zweite Baustein von SLOPE ist die Entwicklung eines auf Kieselalgenuntersuchungen basierenden Indikators, der im Zusammenspiel mit METRIS BW die Ableitung von Verbesserungsmaßnahmen weiter optimieren soll.

5 Literaturverzeichnis

LAWA-AO 2015 Hintergrund- und Orientierungswerte für physikalisch-chemische Qualitätskomponenten zur unterstützenden Bewertung von Wasserkörpern entsprechend EG-WRRL, Rahmenkonzeption Monitoring Teil B: Bewertungsgrundlagen und Methodenbeschreibungen, Arbeitspapier II, Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser, Ständiger Ausschuss „Oberirdische Gewässer und Küstengewässer“, Stand 09.01.2015

