

> NAWA – Nationale Beobachtung Oberflächengewässerqualität

Konzept Fließgewässer



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Bundesamt für Umwelt BAFU

> NAWA – Nationale Beobachtung Oberflächengewässerqualität

Konzept Fliessgewässer

Impressum

Herausgeber

Bundesamt für Umwelt (BAFU)

Das BAFU ist ein Amt des Eidg. Departements für Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation (UVEK).

Autoren

Werner Göggel, Bundesamt für Umwelt (BAFU)

Christinan Leu, Bundesamt für Umwelt (BAFU)

Manuel Kunz, Bundesamt für Umwelt (BAFU)

Joachim Hürlimann, AquaPlus AG, Zug

Begleitung

Marc Bernard, Dienststelle für Umweltschutz, Kanton Wallis

Rémy Estoppey, Bundesamt für Umwelt (BAFU)

Michael Eugster, Amt für Umwelt und Energie, Kanton St. Gallen

Susanne Haertel-Borer, Bundesamt für Umwelt (BAFU)

Daniel Hefti, Bundesamt für Umwelt (BAFU)

Marin Huser, Amt für Umweltschutz und Energie, Kanton Basel-Landschaft

Adrian Jakob, Bundesamt für Umwelt (BAFU)

Pius Niederhauser, Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft (AWEL), Kanton Zürich

Monika Schaffner, Bundesamt für Umwelt (BAFU)

Sabine Zeller, Bundesamt für Umwelt (BAFU)

Zitierung

BAFU 2013: NAWA – Nationale Beobachtung Oberflächengewässerqualität. Konzept Fliessgewässer. Bundesamt für Umwelt, Bern. Umwelt-Wissen Nr. 1327: 72 S.

Gestaltung

Karin Nöthiger, 5443 Niederrohrdorf

Titelbild

Murg Pegel Frauenfeld, Amt für Umwelt Kanton Thurgau

PDF-Download

www.bafu.admin.ch/uw-1327-d

(eine gedruckte Fassung liegt nicht vor)

Diese Publikation ist auch in französischer Sprache verfügbar.

© BAFU 2013

> Inhalt

| | | | |
|--|-----------|--|----|
| Abstracts | 5 | | |
| Vorwort | 7 | | |
| <hr/> | | | |
| 1 Einleitung | 9 | | |
| <hr/> | | | |
| 2 Ausgangslage | 11 | | |
| 2.1 Gesetzliche Grundlagen, Leitbild Fließgewässer | 11 | | |
| 2.2 Aufgabenteilung Bund-Kantone | 12 | | |
| 2.3 Erhebungen der Kantone | 13 | | |
| 2.4 Erhebungen des Bundes | 14 | | |
| 2.4.1 Nationale Daueruntersuchung der Schweizerischen Fließgewässer (NADUF) | 14 | | |
| 2.4.2 Nationale Grundwasserbeobachtung (NAQUA) | 15 | | |
| 2.4.3 Hydrologische Messnetze | 16 | | |
| 2.5 Netzwerk Umweltbeobachtung Schweiz (NUS) | 18 | | |
| 2.6 Erhebungen in Europa (EU-Wasserrahmenrichtlinie) | 18 | | |
| 2.7 Initiierung und Aufbau der nationalen Beobachtung Oberflächengewässerqualität (NAWA) | 19 | | |
| <hr/> | | | |
| 3 Ziele | 21 | | |
| <hr/> | | | |
| 4 Konzept | 22 | | |
| 4.1 Allgemeines | 22 | | |
| 4.2 Dauerbeobachtung TREND | 23 | | |
| 4.2.1 Messnetz | 23 | | |
| 4.2.2 Erhebungen | 23 | | |
| 4.2.3 Qualitätssicherung und Datenmanagement | 23 | | |
| 4.2.4 Organisation und Koordination | 24 | | |
| 4.3 Problembezogene Spezialbeobachtung SPEZ | 25 | | |
| <hr/> | | | |
| 5 Messstellen TREND | 26 | | |
| 5.1 Auswahl der Messstellen NAWA TREND | 26 | | |
| 5.2 Lage, Fläche und Abflussmengen | 27 | | |
| 5.3 Repräsentativität der Messstellen mit Einzugsgebieten < 1000 km ² | 29 | | |
| 5.3.1 Biogeographische Regionen der Schweiz | 31 | | |
| 5.3.2 Abflussregimetypen | 32 | | |
| | | 5.3.3 Landnutzung | 34 |
| | | 5.3.4 Abwasseranteil am Q ₃₄₇ | 38 |
| | | 5.3.5 Ökomorphologischer Zustand | 39 |
| | | 5.3.6 Durchgängigkeit | 41 |
| | | 5.3.7 Hydrologische Beeinträchtigungen | 42 |
| | | 5.4 Fazit Auswahl der Messstellen NAWA TREND | 44 |
| <hr/> | | | |
| 6 Messprogramm TREND | 45 | | |
| 6.1 Allgemeines | 45 | | |
| 6.2 Chemisch-physikalische Erhebungen | 47 | | |
| 6.3 Makrozoobenthos | 48 | | |
| 6.4 Kieselalgen | 51 | | |
| 6.5 Fische | 52 | | |
| 6.6 Wasserpflanzen | 55 | | |
| 6.7 Äusserer Aspekt | 57 | | |
| 6.8 Ökomorphologie | 59 | | |
| 6.9 Hydrologie | 60 | | |
| <hr/> | | | |
| 7 Problembezogene Spezialbeobachtung: Erstes Beispiel | 61 | | |
| 7.1 Zielsetzung | 61 | | |
| 7.2 SPEZ-Programm 2012 | 61 | | |
| 7.2.1 Auswahl der Messstellen SPEZ-Programm 2012 | 61 | | |
| 7.2.2 Messprogramm und Analytik | 63 | | |
| <hr/> | | | |
| 8 Ausblick | 64 | | |
| <hr/> | | | |
| Literatur | 65 | | |
| Verzeichnisse | 67 | | |
| <hr/> | | | |
| Anhang | 69 | | |
| A1 Messstellen NAWA TREND | 69 | | |
| A2 Messstellenblätter NAWA TREND | 72 | | |

> Abstracts

In order to document and evaluate the status and developments of Swiss surface waters at the national level, the Federal Office for the Environment (FOEN) and the Cantons have jointly created the National Surface Water Quality Monitoring Programme NAWA. NAWA features a network of monitoring stations for long-term continuous monitoring (TREND) and problem-oriented special observations (SPEZ). This report describes the NAWA concept and goals, together with the NAWA TREND monitoring programme during which the physico-chemical and biological parameters at some 100 monitoring stations have been recorded since 2011. The results of the first NAWA SPEZ measurement programme are also presented.

Das Bundesamt für Umwelt BAFU und die Kantone haben mit der Nationalen Beobachtung Oberflächengewässerqualität NAWA gemeinsam ein Messprogramm geschaffen, um den Zustand und die Entwicklung der Schweizer Oberflächengewässer auf nationaler Ebene dokumentieren und beurteilen zu können. NAWA umfasst ein Basismessnetz zur langfristigen Dauerbeobachtung (TREND) sowie problembezogene Spezialbeobachtungen (SPEZ). Der vorliegende Bericht beschreibt das Konzept und die Ziele von NAWA sowie das Messprogramm von NAWA TREND, in dem ab 2011 an rund 100 Messstellen chemisch-physikalische und biologische Erhebungen durchgeführt werden. Ebenso wird das erste Messprogramm im Rahmen von NAWA SPEZ präsentiert.

En mettant sur pied l'observation nationale de la qualité des eaux de surface (NAWA), l'Office fédéral de l'environnement (OFEV) et les cantons ont mis en place conjointement un programme de mesure qui permet de documenter et d'évaluer l'état et l'évolution de la qualité des eaux de surface à l'échelle de la Suisse. Ce programme comprend un réseau de base pour l'observation de longue durée (NAWA TREND) et une observation spécifique (NAWA SPE). Le présent rapport décrit ce système et ses objectifs, ainsi que le programme NAWA TREND, dans le cadre duquel des relevés physico-chimiques et biologiques sont effectués depuis 2011 dans quelque 100 stations de mesure. Il présente aussi la première campagne d'analyses menée dans le cadre de NAWA SPE.

Keywords:

Water monitoring,
Surface waters, Water quality,
Monitoring

Stichwörter:

Gewässerbeobachtung,
Oberflächengewässer,
Gewässerqualität, Monitoring

Mots-clés:

Observation des milieux
aquatiques, eaux de surface,
qualité des cours d'eaux,
surveillance

L'Ufficio federale dell'ambiente (UFAM), i Cantoni e l'Osservazione nazionale della qualità delle acque superficiali (NAWA) hanno creato un programma di misurazione comune per documentare e valutare lo stato e l'evoluzione delle acque superficiali svizzere a livello nazionale. NAWA include una rete di misurazione di base per l'osservazione continua sul lungo termine (TREND) e osservazioni specifiche di problemi (SPEZ). Il presente rapporto descrive la strategia e gli obiettivi di NAWA come pure il programma di misurazione NAWA TREND che, dal 2011, ha effettuato rilevamenti chimico-fisici e biologici presso un centinaio di stazioni di misurazione. Inoltre, viene presentato il primo programma di misurazione nel quadro di NAWA SPEZ.

Parole chiave:
osservazione delle acque,
acque superficiali, qualità delle
acque, monitoraggio

> Vorwort

Gewässerschutz und Gewässerüberwachung haben in der Schweiz eine lange Tradition. Dank der gemeinsamen Anstrengungen von Bund, Kantonen und Gemeinden beim Ausbau der Abwasserreinigung und der Siedlungsentwässerung seit der Mitte des letzten Jahrhunderts sind stinkende und schäumende Bäche und Flüsse weitestgehend ein Bild der Vergangenheit.

Mit dem Rückgang der chemischen Belastung, insbesondere der Nährstoffbelastung der Gewässer, sind andere Beeinträchtigungen ins Blickfeld des Gewässerschutzes gerückt. Nicht nur eine ungenügende Wasserqualität, auch Veränderungen der Wasserführung durch die Nutzung der Wasserkraft oder die Beeinträchtigung der Gewässerstruktur durch die Kanalisierung und Verbauung der Gewässer wirken sich auf den Zustand der Gewässer aus. Alle drei Faktoren, die Wasserqualität, die Wasserführung und die Gewässerstruktur, bestimmen schliesslich die Qualität des Gewässers und die Eignung als Lebensraum für Pflanzen und Tiere.

Die Verbesserung des Gewässerzustandes durch die Reduktion der stofflichen Belastung haben die Kantone, die für den Vollzug des Gewässerschutzes zuständig sind, mit ihren Gewässeruntersuchungen eindrücklich dokumentiert. Dabei konzentrierten sich die Untersuchungen lange Zeit in erster Linie auf die Wasserchemie. Eine gesamtheitliche Überwachung des Gewässerzustandes erfasst jedoch alle Aspekte der Gewässerqualität. Dieser integrale Ansatz der Gewässerüberwachung hat sich erst gegen Ende des letzten Jahrhunderts als Standard etabliert.

Die Unterschiede zwischen den verschiedenen kantonalen Untersuchungsprogrammen erschweren es bisher, auf nationaler Ebene einen Überblick über den Gewässerzustand und dessen Entwicklung und damit über die Auswirkungen der nationalen Gewässerschutzpolitik zu erhalten. Die Kantone haben die mangelnde Koordination zwischen den kantonalen Untersuchungsprogrammen erkannt und angeregt, zusammen mit dem Bund ein nationales Programm zur Beobachtung der Qualität der Oberflächengewässer ins Leben zu rufen. In Zusammenarbeit zwischen den Fachstellen von Bund und Kantonen wurde das vorliegende Konzept der Nationalen Beobachtung der Oberflächengewässerqualität (NAWA) erarbeitet. Die Erhebungen der langfristigen Dauerbeobachtung NAWA TREND haben im Jahr 2011 begonnen.

Wir sind über den erfolgreichen Aufbau des nationalen Programms sehr erfreut und gespannt auf die Ergebnisse der Untersuchungen. Die Zukunft wird weitere Herausforderungen für den Gewässerschutz und damit auch für die Überwachung des Gewässerzustandes bringen, namentlich mit der Renaturierung der Gewässer und der weiteren Verbesserung der Wasserqualität durch Massnahmen gegen Mikroverunreinigungen in Gewässern.

Der Aufbau der Nationalen Beobachtung der Oberflächengewässerqualität NAWA wurde nur ermöglicht durch das grosse Engagement insbesondere von Fachleuten der kantonalen Gewässerschutzfachstellen. Allen Beteiligten sei an dieser Stelle herzlich gedankt.

Franziska Schwarz
Vizedirektorin
Bundesamt für Umwelt (BAFU)

1 > Einleitung

Gewässer erfüllen eine Vielzahl von Funktionen: Sie transportieren und speichern Wasser und Geschiebe, reichern Grundwasser an, dienen der Trinkwasserversorgung und Energiegewinnung, liefern Wasser zur Bewässerung oder zur Kühlung, sind Verkehrswege, sie sind aber auch Lebensraum für Tiere und Pflanzen, gestalten und prägen die Landschaft und dienen dem Menschen als Erholungsraum. Der Schutz der Gewässer, die nachhaltige Nutzung der Gewässer und der Schutz vor Hochwasser sind die zentralen Ziele der Gesetze im Bereich Wasser (Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer, Bundesgesetz über den Wasserbau und Bundesgesetz über die Nutzbarmachung der Wasserkräfte). Ein wirksamer Schutz der Gewässer und ihrer Funktionen bedingt eine gute Kenntnis des Zustandes der Gewässer. Kantone und Bund untersuchen zu diesem Zweck die Gewässer und überprüfen, ob die gesetzlichen Vorgaben eingehalten werden und die zum Schutz der Gewässer getroffenen Massnahmen Wirkung zeigen. Verschmutzungen und Gewässerschutzprobleme machen an den politischen Grenzen nicht halt – Gewässerschutzmassnahmen an einem Gewässer haben auch Auswirkungen auf die Unterlieger. Dies erfordert eine in Einzugsgebieten und zwischen Kantonen koordinierte Beobachtung der Gewässer.

**Gewässerschutz und
Gewässerbeobachtung**

Die Kantone, die wie in anderen Umweltbereichen auch im Gewässerschutz für den Vollzug des Gesetzes zuständig sind, führen den Grossteil der Untersuchungen der Gewässer durch. Die Gewässeruntersuchungen sind primär auf den Vollzug des Gewässerschutzgesetzes in den jeweiligen Kantonen ausgerichtet. Die unterschiedlichen Voraussetzungen in den Kantonen, die Vielfalt der Gewässer und deren unterschiedlichen Nutzungen und Beeinträchtigungen führen zu Unterschieden in den kantonalen Gewässeruntersuchungen. Dies erschwert bei gesamtschweizerischen Analysen die Vergleichbarkeit der Erhebungen zwischen den Kantonen und die einheitliche Darstellung des Gewässerzustandes in Publikationen (z. B. beim Hydrologischen Atlas der Schweiz; BAFU 2007).

Untersuchungen der Kantone

Der Bund beschränkt sich auf Untersuchungen von nationalem Interesse. Erhebungen der Wasserquantität an Oberflächengewässern haben eine lange Tradition, systematische Messungen durch den Bund gehen zurück bis Mitte des 19. Jahrhunderts. Die Wasserqualität von vorwiegend grossen Fliessgewässern wird seit 1972 in der Nationalen Daueruntersuchung der Schweizerischen Fliessgewässer (NADUF) erhoben. Systematische Messungen der Grundwasserquantität durch den Bund begannen in den 1970er Jahren, die Grundwasserqualität wurde mit dem Aufbau der Nationalen Grundwasserbeobachtung (NAQUA) ab 1997 erfasst.

Untersuchungen des Bundes

Mit einer besseren Koordination der Beobachtung der Oberflächengewässerqualität will der Bund in Zusammenarbeit mit den Kantonen die Grundlagen schaffen für eine gesamtschweizerisch einheitliche Übersicht über den Zustand der Oberflächengewässer, dessen mittel- und langfristige Entwicklung, die Früherkennung von Problemen,

Koordination

die Erfolgskontrolle von Massnahmen und damit die Steuerung der schweizerischen Gewässerschutzpolitik.

Anstoss zum Aufbau einer nationalen, zwischen Bund und Kantonen koordinierten Beobachtung der Oberflächengewässerqualität gaben primär die Gewässerschutzfachstellen der Kantone. Sie erwarten von der Nationalen Beobachtung Oberflächengewässerqualität (NAWA) die Nutzung von Synergien, einen verbesserten Austausch von Informationen und Erfahrungen, die Möglichkeit eines schweizweiten Vergleichs von Untersuchungsergebnissen und eine gesamtschweizerische Vereinheitlichung der Bewertung von Gewässern.

Eine Arbeitsgruppe mit Vertretern von Bund und Kantonen hat ab 2007 das Konzept für NAWA entwickelt. An verschiedenen Veranstaltungen wurden die Gewässerschutzfachstellen aller Kantone in die Diskussion einbezogen. Mit den ersten Messungen im Januar 2011 begannen die Erhebungen von NAWA. Diese umfassen vorerst nur die Fließgewässer, die Ausweitung auf Seen ist in einer späteren Phase vorgesehen.

Dieser Bericht dokumentiert die Ziele und das Konzept der Erhebungen von NAWA, die Auswahl der Messstellen und die gemessenen Parameter im Bereich Fließgewässer.

2 > Ausgangslage

2.1 Gesetzliche Grundlagen, Leitbild Fliessgewässer

Die Bundesverfassung (BV) verpflichtet den Bund, «im Rahmen seiner Zuständigkeiten für die haushälterische Nutzung und den Schutz der Wasservorkommen sowie für die Abwehr schädigender Einwirkungen des Wassers» zu sorgen (Art. 76 Abs. 1 BV).

Bundesverfassung

Das Bundesgesetz über den Umweltschutz (USG) vom 7. Oktober 1983 verpflichtet die Behörden, die Öffentlichkeit sachgerecht über den Stand der Umweltbelastung zu informieren (Art. 6 USG) sowie Erhebungen über die Umweltbelastungen durchzuführen und den Erfolg von getroffenen Massnahmen zu prüfen. Im Weiteren soll der Bund die eidgenössischen und kantonalen Erhebungen und Datensammlungen koordinieren (Art. 44 USG).

Umweltschutzgesetz

Das Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (GSchG) vom 24. Januar 1991 verpflichtet Bund und Kantone, die Öffentlichkeit über den Gewässerschutz und den Zustand der Gewässer zu informieren (Art. 50 GSchG). Der Bund führt Erhebungen von gesamtschweizerischem Interesse durch, unter anderem über die Wasserqualität ober- und unterirdischer Gewässer und andere Belange des Gewässerschutzes und stellt die Ergebnisse und Auswertungen der Erhebungen Interessierten zur Verfügung (Art. 57 GSchG). Die Kantone führen weitere Erhebungen durch, die für den Vollzug des Gesetzes erforderlich sind und teilen die Ergebnisse den Bundesstellen mit (Art. 58 GSchG).

Gewässerschutzgesetz

Die gesetzlichen Bestimmungen werden in der Gewässerschutzverordnung (GSchV) vom 28. Oktober 1998 weiter konkretisiert, insbesondere hinsichtlich der ökologischen Ziele für Gewässer (Anhang 1 GSchV) und der Anforderungen an die Wasserqualität (Anhang 2 GSchV).

Gewässerschutzverordnung

Die ausreichende Wasserqualität sowie ausreichender Gewässerraum und ausreichende Wasserführung bilden die drei Entwicklungsziele im Leitbild Fliessgewässer des Bundes (BUWAL, BWG 2003), nach denen sich der Umgang mit Fliessgewässern richten soll. Nur wenn diese Entwicklungsziele in einem Fliessgewässer erreicht und die den Lebensraum prägenden Faktoren in einem naturnahen Zustand sind, kann sich auch eine naturnahe und standortgerechte Lebensgemeinschaft im Gewässer entwickeln.

Leitbild Fliessgewässer

2.2

Aufgabenteilung Bund-Kantone

Der umfassende Anspruch an den Schutz der Gewässer erfordert eine genaue Kenntnis des Zustandes der Gewässer. Dies bedingt die Überwachung der Gewässer, die nicht nur einzelne Aspekte der Wasserqualität erfasst, sondern sowohl die relevanten abiotischen Faktoren (chemisch-physikalische, hydrologische und strukturelle Gegebenheiten des Gewässers) als auch die Lebensgemeinschaften, die sich im Gewässer ausbilden. Im Rahmen ihrer Vollzugsaufgabe im Gewässerschutz überwachen die Kantone den Gewässerzustand. Aufgrund der Ergebnisse der Gewässeruntersuchungen ermitteln die Kantone den Handlungsbedarf für Massnahmen zum Schutz der Gewässer und zur Verbesserung des Gewässerzustandes. Nach der Realisierung von Massnahmen durchgeführte Untersuchungen ermöglichen die Wirkungskontrolle der Massnahmen und damit die Steuerung der Bewirtschaftung der Gewässer und der Gewässerschutzpolitik.

Der Bund führt Erhebungen in nationalem Interesse durch, namentlich im Bereich der Hydrologie. Darüber hinaus erhebt der Bund im Messnetz NADUF chemisch-physikalische Daten vornehmlich an grossen Fließgewässern. Im Bereich Oberflächengewässerqualität beschränkt sich der Bund jedoch weitgehend auf die Entwicklung von Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Oberflächengewässer. Empfehlungen zur Untersuchung der Oberflächengewässer wurden erstmals 1974 durch den Bund publiziert und 1982 überarbeitet und erweitert. Ab 1998 erarbeitete der Bund zusammen mit den Kantonen und der Eawag im Rahmen des Modul-Stufen-Konzepts Methodenleitungen für die Untersuchung und Beurteilung der Fließgewässer (www.modul-stufen-konzept.ch). Diese Methoden präzisieren die gesetzlichen Vorgaben für die Überprüfung des Gewässerzustandes und sind Grundlage für eine kohärente und vergleichbare Untersuchung und Beurteilung der Fließgewässer durch die Kantone. Führen die Kantone ihre Erhebungen gemäss den vom Bund vorgegebenen Methoden durch, erleichtert dies das Zusammenführen der kantonalen Daten auf nationaler Ebene wesentlich. So konnte beispielsweise eine gesamtschweizerische Übersicht über die Strukturen der Fließgewässer aufgrund der von den Kantonen mit der Methode Ökomorphologie Stufe F erhobenen Daten erstellt werden (Zeh et al. 2009). Die im Rahmen des Modul-Stufen-Konzepts erarbeiteten Methoden lassen jedoch den Kantonen einen gewissen Spielraum in der Anwendung, beispielsweise bezüglich des Konzepts der Probenahme. Die Anwendung dieser Methoden ist somit zwar eine notwendige, aber nicht ausreichende Voraussetzung für die Vergleichbarkeit der Ergebnisse der Erhebungen.

Gewässerüberwachung als
Vollzugsaufgabe der Kantone

Aufgaben des Bundes:
Erhebungen von nationalem
Interesse und
Methodenentwicklung

2.3 Erhebungen der Kantone

Die Untersuchungen der Qualität der Oberflächengewässer durch die Kantone haben in der Schweiz eine jahrzehntelange Tradition. Durch diverse chemische, physikalische und biologische Erhebungen konnte im Laufe des letzten Jahrhunderts die Entwicklung der Wasserqualität vor dem Hintergrund der zunehmenden Verschmutzung der Gewässer in der Schweiz und die mit dem Ausbau der Siedlungsentwässerung wieder einsetzende Verbesserung des Gewässerzustandes dokumentiert werden. Die Kantone gingen bei ihren Untersuchungen in der Regel problemorientiert vor, das Schwergewicht der Erhebungen lag auf der Erfolgskontrolle der Massnahmen in der Siedlungsentwässerung mit chemisch-physikalischen Untersuchungen.

Auch wenn mit den Methoden des Modul-Stufen-Konzepts standardisierte Untersuchungsmethoden vorhanden sind, unterscheiden sich die Untersuchungskonzepte der Kantone bisweilen stark, was die räumliche (Anzahl Messstellen) und zeitliche (Frequenz der Probenahmen) Auflösung und die Auswertung der Ergebnisse betrifft. Exemplarisch sei dies anhand der chemisch-physikalischen Erhebungen gezeigt: Die Mehrzahl der Kantone untersuchen ihre Fließgewässer mittels Stichproben in unterschiedlicher Frequenz (vier-, sechs-, zwölf- oder dreizehnmal pro Jahr oder unregelmässig). Die Untersuchungen geschehen während mehrerer aufeinanderfolgender Jahre oder nur periodisch alle drei oder vier Jahre. Einige wenige Kantone nehmen Sammelproben, wobei auch in diesem Fall verschiedene Probenahmekonzepte zur Anwendung kommen (z. B. von zwölf bis zu 365 Tagessammelproben pro Jahr, zum Teil ergänzt mit zusätzlichen Sammelproben bei erhöhten Abflüssen, oder 52 Wochensammelproben). Zur Auswertung der Daten werden die Ergebnisse der einzelnen Analysen auf verschiedene Arten statistisch aufbereitet, verbreitet sind Darstellungen als 80. oder 90. Perzentil von zwölf Stichproben pro Parameter. Jedoch kommen auch andere Auswertungen zum Einsatz, z. B. die Berechnung eines gewichteten Mittels von verschiedenen Messgrößen als Gesamtbeurteilung.

Die Daten der chemisch-physikalischen Erhebungen der kantonalen Fachstellen werden dem BAFU regelmässig geliefert, dort in der nationalen Datenbank Gewässerzustand abgelegt und zusammen mit den Erhebungen in NADUF periodisch analysiert und publiziert, beispielsweise im Hydrologischen Atlas der Schweiz (BAFU 2007).

Neben Untersuchungen über die Qualität der Oberflächengewässer führen die Kantone weitere Erhebungen durch, beispielsweise mit kantonalen hydrometrischen Messnetzen über quantitative Aspekte von Oberflächengewässern (Abfluss) sowie Erhebungen über Qualität und Quantität des Grundwassers.

Lange Tradition der kantonalen
Gewässeruntersuchungen

Unterschiedliche
Untersuchungskonzepte

2.4 Erhebungen des Bundes

2.4.1 Nationale Daueruntersuchung der Schweizerischen Fließgewässer (NADUF)

Die vom Bund durchgeführten Erhebungen der Oberflächengewässerqualität beschränkten sich bisher auf chemisch-physikalische Erhebungen im Rahmen der Nationalen Daueruntersuchung der Schweizerischen Fließgewässer (NADUF) an wenigen Messstellen (Abb. 1). NADUF verfolgt seit Mitte der 1970er-Jahre die Entwicklung von Wasserinhaltsstoffen (Nährstoffe, geogene Stoffe, Schwermetalle und andere Schadstoffe) vor allem an grossen Schweizer Flüssen mit dem Ziel, Grundlagen für Gewässerschutz und Forschung zur Verfügung zu stellen. Dazu werden die Fließgewässer an sechs permanent betriebenen Messstellen kontinuierlich untersucht. Dank der das ganze Jahr abdeckenden abflussproportionalen Sammelproben können bei NADUF Jahresfrachten für Stoffbilanzen berechnet werden. Zusätzlich zu den Sammelproben werden Abfluss, Temperatur, elektrische Leitfähigkeit, pH-Wert und Sauerstoff erfasst. Weitere Messstellen, die nicht permanent betrieben werden, befinden sich auch an kleineren Fließgewässern.

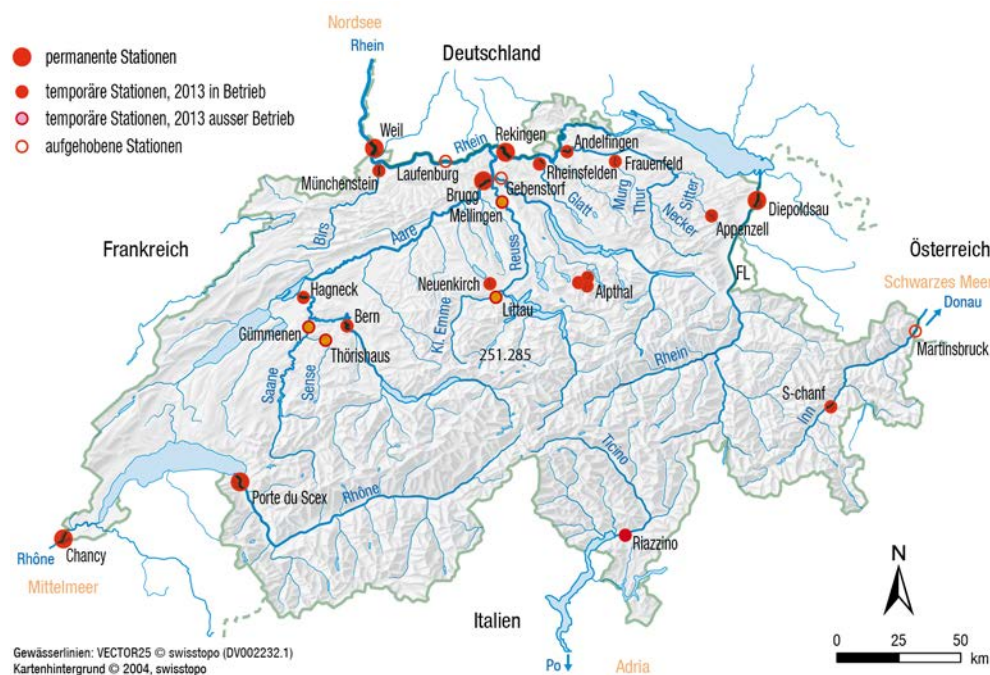
Chemisch-physikalische
Erhebungen an grossen
Gewässern

Die gemessenen Werte werden regelmässig im Hydrologischen Jahrbuch der Schweiz publiziert (BAFU 2009b). Eine Zusammenfassung von Resultaten enthält die Publikation NADUF: Messresultate 1977–1998 (Binderheim-Bankay et al. 2000). Die Ergebnisse des Programms sind ausserdem in das Kapitel Stoffhaushalt des Hydrologisches Atlas der Schweiz eingeflossen (BAFU 2007).

Hydrologisches Jahrbuch und
Hydrologischer Atlas

Die Messungen im Rahmen von NADUF ermöglichen die Erfolgskontrolle von Massnahmen im Gewässerschutz auf nationaler Ebene, namentlich die mit dem Ausbau der Abwasserreinigung verbundene Reduktion der Nährstofffrachten in grossen Gewässern. Sie ermöglichen aber nur sehr eingeschränkt einen Überblick über den Zustand der mittelgrossen und kleinen Fließgewässer, die den Grossteil der Gewässer der Schweiz ausmachen. Weitergehende gesamtschweizerische Erhebungen des Zustandes der Oberflächengewässer, insbesondere der Lebensgemeinschaften der Gewässer, hat der Bund bisher nicht durchgeführt.

Abb. 1 > Karte NADUF-Messstellen



www.bafu.admin.ch/hydrologie/01831/01840/10432/index.html

2.4.2 Nationale Grundwasserbeobachtung (NAQUA)

Die Nationale Grundwasserbeobachtung (NAQUA) des BAFU liefert ein landesweit repräsentatives Bild über den Zustand und die Entwicklung der Grundwasserressourcen, sowohl in qualitativer als auch in quantitativer Hinsicht. Sie wird in enger Zusammenarbeit mit den Kantonen betrieben. NAQUA bildet damit eine wichtige Grundlage für einen gesamtschweizerisch koordinierten Schutz der natürlichen Ressource Grundwasser und dient damit letztlich dem Schutz des Menschen vor schädlichen Stoffen. Das BAFU erfasst im Rahmen von NAQUA Zustand und Entwicklung des Grundwassers an mehr als 600 Messstellen in der Schweiz (Messstellen der Grundwasser-Qualität in Abb. 2). Beobachtet werden der natürliche Zustand und die Beeinflussung durch menschliche Aktivitäten der für die Schweiz typischen Grundwasserleiter. NAQUA besteht aus den Modulen QUANT (Grundwasserquantität), SPEZ (Grundwasserqualität – Schadstoffe), TREND (Grundwasserqualität – Prozess- und Systemverständnis) und ISOT (stabile Wasserisotope in Niederschlag und Fliessgewässern).

Quantität und Qualität
des Grundwassers

NAQUA hat zum Ziel:

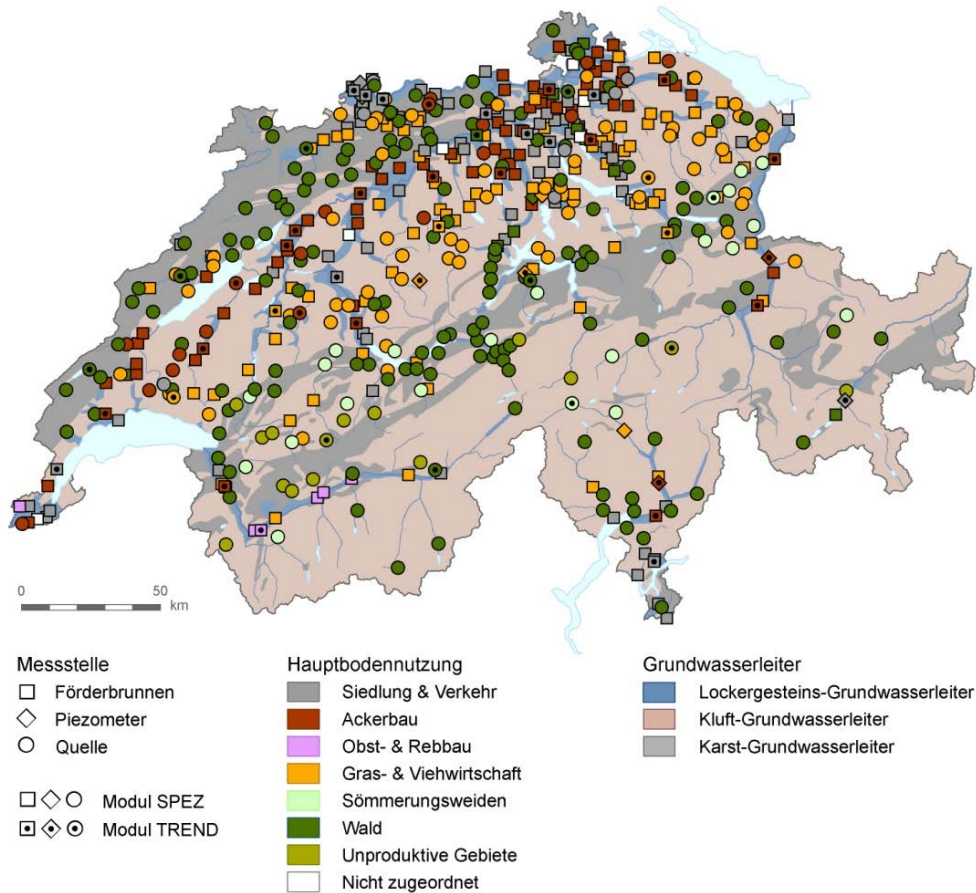
- > Zustand und Entwicklung der Grundwasser-Qualität und -Quantität auf Landesebene zu dokumentieren
- > das Auftreten problematischer Stoffe bzw. unerwünschter Entwicklungen frühzeitig zu erkennen und gezielt zu verfolgen

- > die Wirksamkeit bereits ergriffener Schutzmassnahmen (z. B. Massnahmen in der Landwirtschaft) zu kontrollieren und die Notwendigkeit weitergehender Schutzmassnahmen aufzuzeigen
- > die wichtigsten Grundwasservorkommen der Schweiz zu charakterisieren und zu klassifizieren.

Kernstück der Berichterstattung über die Ergebnisse von NAQUA ist das Reporting im Internet sowie der regelmässig publizierte NAQUA-Bericht (BAFU 2009c).

Abb. 2 > Messstellen der Nationalen Grundwasserbeobachtung NAQUA

Messstellen der NAQUA-Module SPEZ und TREND zur Beobachtung der Grundwasserqualität einschliesslich Hauptbodennutzung im Einzugsgebiet und Grundwasserleitertyp.



Stand 2011

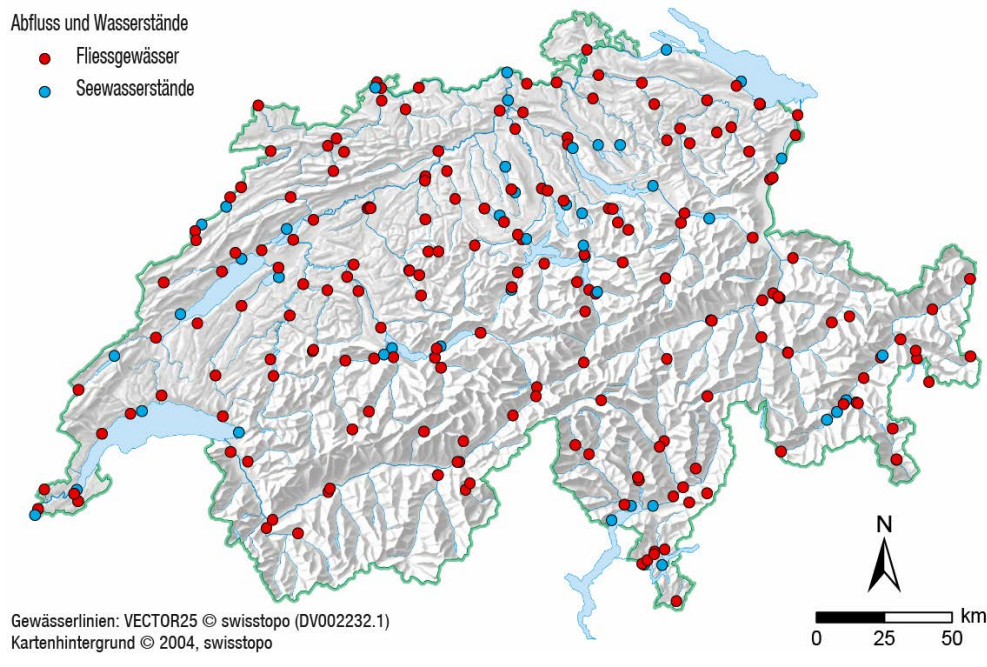
2.4.3 Hydrologische Messnetze

Die systematische Registrierung von Abfluss und Wasserstand der Schweizer Fließgewässer und Seen geht zurück bis in die Mitte des 19. Jahrhunderts. Die langen Messreihen dienen als Grundlage für verschiedenste Anwendungen, so zum Beispiel für den Hochwasserschutz, den Schutz und die Nutzung der Gewässer oder zur Untersuchung der Auswirkungen von Klimaänderungen. Zur Zeit werden durch den Bund an

Wasserstand und Abfluss

rund 260 Stationen der Wasserstand der Seen und der Abfluss von Fliessgewässern aufgezeichnet, in den allermeisten Fällen via automatischer Fernabfrage (Abb. 3, www.hydrodaten.admin.ch/de/index.html).

Abb. 3 > Lage der hydrologischen Messstationen des Bundes



Das Temperaturmessnetz des BAFU liefert die Grundlagen für die Erfolgskontrolle der schweizerischen Gewässerschutzgesetzgebung im Bereich Wassertemperatur. Das Messnetz beschränkt sich auf Fliessgewässer und umfasst aktuell 76 Stationen. Das Temperaturmessnetz des BAFU ermöglicht mit kontinuierlichen Onlinemessungen einerseits Ursachenanalysen (z. B. thermische Kraftwerke, anthropogene Wärmeeinträge und -entzüge, wasserwirtschaftliche Eingriffe und Klimaentwicklung), andererseits Wirkungsanalysen auf Organismen (z. B. Fische). Dazu werden an ausgesuchten Stationen des Messnetzes einerseits ein langfristiges Monitoring und andererseits auf aktuelle Fragestellungen abgestimmte, kurzfristige Messungen durchgeführt.

Temperatur

Der Feststofftransport in einem Gewässer erfolgt in Form von Geschiebeführung oder in Form von Schwebstofftransport. Das BAFU beobachtet den Feststofftransport in Schweizer Fliessgewässern anhand:

Feststoffe

- > der Messung der Konzentration der Schwebstoffe
- > der Messung der Trübung
- > der Schätzung der Mengen an Geschiebmaterial in den Geschiebesammlern.

Die unterschiedlichen Messgrössen erfordern verschiedene Messkonzepte und damit auch unterschiedliche Messnetze, auf die hier nicht eingegangen wird.

2.5 Netzwerk Umweltbeobachtung Schweiz (NUS)

Bund und Kantone streben im Rahmen des Projekts Netzwerk Umweltbeobachtung Schweiz (NUS) auf nationaler Ebene eine bessere Koordination der Datenerhebungen, des Datenaustauschs und der Datenverwaltung im Umweltbereich an, um allen Nutzern einen einfacheren und rascheren Zugang zu den Daten zu ermöglichen. NUS umfasst die Gesamtheit der Prozesse, Vereinbarungen und technischen Einrichtungen zum Aufbau, Betrieb und zur periodischen Erneuerung einer gesamtschweizerisch kohärenten, bedarfsgerechten Datengrundlage zur Bereitstellung von Umweltinformationen. NAWA stellt die vom NUS definierten Daten für den Bereich Oberflächengewässerqualität bereit.

2.6 Erhebungen in Europa (EU-Wasserrahmenrichtlinie)

Sowohl chemisch-physikalische als auch biologische Aspekte der Gewässerqualität werden in Europa seit Beginn des 20. Jahrhunderts erfasst. Die erhobenen Parameter, die Methoden und die Vorgehensweise veränderten sich im Laufe der Zeit und unterscheiden sich zwischen den verschiedenen Ländern. Mit dem Inkrafttreten der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie (WRRL, Richtlinie 2000/60/EG) im Jahr 2000 wurde die Gewässerüberwachung in der EU auf eine einheitliche Basis gestellt.

WRRL als Basis der
Gewässerüberwachung in der EU

Die WRRL unterscheidet drei Ebenen der Überwachung (WRRL Anhang V, Kapitel 1.3): die überblicksweisen Überwachung, die operative Überwachung und die Überwachung zu Ermittlungszwecken. Die operative Überwachung und die Überwachung zu Ermittlungszwecken gemäss WRRL sind vergleichbar mit Erhebungen, die von den Kantonen im Rahmen ihrer Vollzugsaufgaben durchgeführt werden. Diese Erhebungen sollen insbesondere den Zustand von Gewässern dokumentieren, welche die gesetzlichen Anforderungen an den Gewässerzustand nicht erfüllen sowie Auswirkungen von Massnahmen an Gewässern oder bei besonderen Ereignissen (Gewässerverschmutzungen) feststellen.

Ziel der überblicksweisen Überwachung gemäss WRRL ist die Bewertung der Oberflächenwasserkörper als Grundlage für die Beurteilung des Handlungsbedarfs und die Massnahmenplanung sowie die Erfassung langfristiger Trends. Damit sind die Ziele der überblicksweisen Überwachung mit jenen von NAWA vergleichbar. Auch die untersuchten Parameter stimmen weitgehend mit jenen des hier vorgestellten Konzepts überein. Für die Beurteilung des ökologischen Zustandes der Gewässer sieht die WRRL die Untersuchung folgender Qualitätskomponenten vor:

Vergleich WRRL-NAWA

- > biologische Qualitätskomponenten: Makrozoobenthos, Fische, Makrophyten und Phytobenthos sowie Phytoplankton
- > hydromorphologische Qualitätskomponenten: Morphologie, Durchgängigkeit und Wasserhaushalt
- > chemisch-physikalische Qualitätskomponenten: Nährstoffe, pH, Temperatur und spezifische synthetische und nicht synthetische Schadstoffe.

Die Mitgliedstaaten beurteilen die verschiedenen Qualitätskomponenten jeweils mit ihren eigenen nationalen Methoden gemäss den Vorgaben von Anhang V der WRRL. Um die Vergleichbarkeit der Ergebnisse zwischen den Mitgliedsstaaten zu gewährleisten, sieht die WRRL die Interkalibrierung der nationalen Methoden vor. Die Beurteilung erfolgt gemäss Vorgaben der WRRL in einer fünfstufigen Skala, so dass die Ergebnisse aus Untersuchungen in den Nachbarländern auf der Ebene der abschliessenden Klassierung mit Ergebnissen von Untersuchungen in der Schweiz vergleichbar sind.

Beurteilung gemäss WRRL

Zusätzlich zur Beurteilung des «ökologischen Zustands» beurteilt die WRRL den «chemischen Zustand» der Oberflächenwasserkörper. Dabei wird beurteilt, ob die Anforderungen von Anhang IX und X der WRRL, die sich auf Emissionsgrenzwerte und Umweltqualitätsnormen bestimmter Substanzen (z. B. Quecksilber, Cadmium, PAK etc.) beziehen, erfüllt werden. Im Unterschied zur überblicksweisen Überwachung gemäss WRRL werden im Rahmen von NAWA vorerst keine prioritären Stoffe aus Anhang IX oder X der WRRL untersucht.

NAWA unterscheidet sich von der überblicksweisen Überwachung gemäss WRRL in der räumlichen Auflösung des Messnetzes. Während die überblicksweise Überwachung in der EU primär Messstellen mit einem Einzugsgebiet von mehr als 2500 km² umfasst, liegen die NAWA-Messstellen auch an kleineren Gewässern mit Einzugsgebieten von weniger als 100 km².

Räumliche Auflösung

2.7 Initiierung und Aufbau der Nationalen Beobachtung Oberflächengewässerqualität (NAWA)

Die kantonalen Gewässerschutzfachstellen stiessen 2006 im Rahmen einer Tagung der Vereinigung der kantonalen Fachleute für Gewässerbiologie und Gewässerchemie (Cercle Eau, www.cercleau.ch) die Diskussion über eine bessere Koordination der Gewässerüberwachung zwischen den Kantonen und mit dem Bund an. Es wurden Lücken und Defizite des bisherigen Vorgehens aufgezeigt und Vorschläge für die Weiterentwicklung der Gewässerüberwachung zur Diskussion gestellt. Die eruierten Lücken und Defizite umfassten unter anderem:

Bessere Koordination der
Gewässerüberwachung

- > Noch unvollständige Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Gewässer
- > Ungenügende Koordination der Messprogramme
- > Ungenügende Vergleichbarkeit der Ergebnisse zwischen den Kantonen und auf nationaler Ebene
- > Fehlende Grundlagen zur frühzeitigen Erkennung nationaler Entwicklungen und Trends, wie im Projekt Fischnetz am Beispiel der Untersuchung des Fischrückgangs in Schweizer Fliessgewässern aufgezeigt wurde
- > Fehlende Untersuchungsstrategien und Beurteilungskriterien für Mikroverunreinigungen.

Aufgrund dieser Analyse wurde NAWA initiiert, um einen Beitrag zur Verbesserung der von den kantonalen Fachleuten eruierten Mängel zu leisten.

Die Konzeption von NAWA erfolgte unter Federführung des BAFU in enger Zusammenarbeit mit den kantonalen Gewässerschutzfachstellen. Eine Arbeitsgruppe mit Vertretern von Bund und Kantonen entwickelte ein Grobkonzept, das im Juni 2008 an einer Veranstaltung mit Vertretern der Kantone breit diskutiert wurde. Aufgrund der Ergebnisse dieser Diskussion wurde das Konzept mit der Arbeitsgruppe weiterentwickelt. Die Auswahl der NAWA-Messstellen wurde an mehreren regionalen Workshops wiederum mit kantonalen Vertretern diskutiert. Auf der Basis des bereinigten Konzepts, das in diesem Bericht dargestellt wird, wurden die Erhebungen zwischen Bund und Kantonen vertraglich vereinbart und 2011 aufgenommen.

3 > Ziele

Mit der Nationalen Beobachtung Oberflächengewässerqualität (NAWA) wollen Bund und Kantone die Grundlagen schaffen, um den Zustand und die Entwicklung der Schweizer Oberflächengewässer auf nationaler Ebene dokumentieren und beurteilen zu können.

Ziele von NAWA:

- > **Übersicht** über den Zustand der Oberflächengewässer: einfach, einheitlich und über die ganze Schweiz vergleichbar
- > Basis für die **Dokumentation** der mittel- und langfristigen Entwicklung des Zustands der Oberflächengewässer in der Schweiz
- > Bereitstellen von Grundlagen für die **Früherkennung** problematischer Entwicklungen und zur Steuerung der nationalen Gewässerschutzpolitik
- > Bereitstellen eines einheitlichen **Datenpools** für vertiefte Analysen
- > **Erfolgskontrolle** von heutigen und zukünftigen Massnahmen im Gewässerschutz und anderen Politikbereichen
- > Ermöglichen von **Vergleichen zwischen Einzugsgebieten** mit ähnlichen Belastungssituationen in verschiedenen Kantonen
- > Förderung **der Zusammenarbeit zwischen Bund und Kantonen** und zwischen den Kantonen untereinander (Nutzung von Synergien)
- > Verbesserung des **Austauschs von Informationen und Erfahrungen** über administrative und hydrographische Grenzen hinweg
- > Verbesserung der Zusammenarbeit bei **kantonsübergreifenden Projekten** und der Vergleichbarkeit der Erhebungen zwischen Kantonen.

Die Kantone führen weitere Erhebungen durch, die für den Vollzug der Gewässerschutzgesetzgebung und die Gewässerüberwachung auf kantonaler Ebene von Bedeutung sind. Die kantonalen Vollzugsaufgaben erfordern Erhebungen an wesentlich mehr Messstellen, mit einem angepassten Parameterset und in der Regel einem höheren Aufwand als die Erhebungen im Rahmen von NAWA. NAWA kann diese Erhebungen der kantonalen Fachstellen nicht ersetzen.

4 > Konzept

4.1 Allgemeines

Die Nationale Beobachtung der Oberflächengewässerqualität (NAWA) umfasst die Erhebung des Zustandes von Oberflächengewässern. In einem ersten Schritt werden Erhebungen an Fließgewässern durchgeführt, da erst für sie standardisierte Methoden zur Untersuchung und Beurteilung vorliegen. Standardisierte Methoden für die Untersuchung und Beurteilung der Seen der Schweiz sind in Bearbeitung.

Zustand von Fließgewässern

Die Erhebungen von NAWA erfolgen in enger Zusammenarbeit zwischen Bund und Kantonen und werden durch das BAFU koordiniert.

Das Konzept sieht zwei Ebenen der Beobachtung vor, die sich hinsichtlich Zielen, Messstellen, Messparameter sowie zeitlicher Auflösung der Erhebungen unterscheiden:

- > **TREND:** Basismessnetz zur langfristigen Dauerbeobachtung.
Mit dem Messprogramm TREND sollen die langfristigen Ziele von NAWA erreicht und ein langfristiger Überblick über den Zustand der Schweizer Fließgewässer gewonnen werden. Dazu werden die Fließgewässer an über die ganze Schweiz verteilten Messstellen mit einem einheitlichen Parameterset untersucht.
- > **SPEZ:** Problembezogene Spezialbeobachtung.
Ergänzend zur langfristigen Dauerbeobachtung werden mit zeitlich beschränkten Messprogrammen spezifische Fragestellungen geklärt, beispielsweise die Entwicklung des Zustands von kleineren Fließgewässern, die durch Nutzungen im Einzugsgebiet stark beeinflusst werden. Diese Erhebungen finden an ausgewählten Messstellen und in ausgewählten Einzugsgebieten statt, die mit spezifischen Methoden eingehender untersucht werden.

4.2 Dauerbeobachtung TREND

4.2.1 Messnetz

Das Messnetz von NAWA TREND baut im Wesentlichen auf bestehenden Messstellen der kantonalen Fachstellen auf. Die NAWA TREND-Messstellen wurden in Zusammenarbeit mit den kantonalen Fachstellen ausgewählt, das Vorgehen zu deren Auswahl und die Charakterisierung der ausgewählten Stellen werden in Kapitel 5 und im Anhang beschrieben.

Messstellen

4.2.2 Erhebungen

Eine umfassende Beurteilung der Fliessgewässer erfordert die Untersuchung sowohl abiotischer Aspekte der Fliessgewässerqualität als auch der Lebensgemeinschaften in den Gewässern. Die abiotischen Erhebungen umfassen chemisch-physikalische Parameter zur Beurteilung der Wasserqualität, in erster Linie anhand von Nährstoffparametern. Die biologischen Erhebungen erfassen die wirbellosen Kleintiere der Gewässer-*sohle* (Makrozoobenthos), die Kieselalgen, die Fische und die Wasserpflanzen. Ergänzend zu den biologischen Untersuchungen werden die Ökomorphologie an der Messstelle sowie makroskopisch erkennbare Beeinträchtigungen der Gewässerqualität (Äusserer Aspekt) erhoben.

Nährstoffe, Makrozoobenthos,
Kieselalgen, Fische und Wasser-
pflanzen

Abflussdaten von hydrometrischen Messstellen erlauben Aussagen über hydrologische Beeinflussungen der NAWA-Messstellen und dienen der Interpretation von Befunden der chemisch-physikalischen und biologischen Erhebungen.

Abfluss

Alle Erhebungen werden gemäss den Methoden des Modul-Stufen-Konzept zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer (www.modul-stufen-konzept.ch) durchgeführt. Die Parameter und die Erhebungsmethoden werden in Kapitel 6 beschrieben.

4.2.3 Qualitätssicherung und Datenmanagement

Um die Ziele von NAWA zu erreichen, namentlich die schweizweite Vergleichbarkeit der Untersuchungen, muss die Qualität der Datenerhebungen und der Auswertungen gesichert werden. Die Einhaltung der Vorgaben bezüglich Probenahme und Auswertung sowie der Massnahmen zur Qualitätssicherung ist für alle Erhebungen verbindlich, unabhängig davon, wer diese durchführt. Zusätzlich zu den methodischen Vorgaben im Modul-Stufen-Konzept sieht NAWA folgende Massnahmen zur Qualitätssicherung vor:

Vergleichbarkeit

Die chemisch-physikalischen Erhebungen sind durch ein von der schweizerischen Akkreditierungsstelle SAS nach ISO/IEC 17025 akkreditiertes Labor oder ein gleichwertig qualifiziertes kantonales Labor durchzuführen. Mit der langen Tradition chemisch-physikalischer Erhebungen ist die Qualitätssicherung in diesem Bereich weitgehend etabliert und es besteht ein regelmässiger Austausch auch zu Fragen der

Qualitätssicherung chemisch-
physikalische Erhebungen

Qualitätssicherung im Rahmen der Gruppierung der Gewässer- und Umweltschutzlaboratorien der Kantone (Lab'Eaux, www.labeaux.ch).

Für biologische Untersuchungen existiert zur Zeit kein etabliertes System der Qualitätssicherung. Für die biologischen Erhebungen von NAWA werden verschiedene Elemente der Qualitätssicherung eingesetzt, so z.B. die Verpflichtung der Auftragnehmer zur Selbstdeklaration hinsichtlich der fachlichen Kompetenz (Ausbildung, Routine, Weiterbildung und Ausrüstung) und die Einhaltung der methodischen Vorgaben. Zum Abgleich der Arbeitsweise zwischen den verschiedenen Beteiligten werden vor Beginn der Erhebungen Kurstage zur Methodik der Probenahme durchgeführt. Weitere Elemente der Qualitätssicherung wie die Archivierung der Proben in schweizweiten Sammlungen oder die Nachbestimmung einzelner Proben werden für bestimmte Organismengruppen umgesetzt (Makrozoobenthos und Kieselalgen, Kapitel 6.3 und 6.4).

Qualitätssicherung biologische Erhebungen

Das Datenmanagement, das heisst der Datenfluss, die Datenkontrolle und die Datenhaltung, sind zentrale Elemente von NAWA. Die mit dem Programm angestrebten Ziele können nur erreicht werden, wenn die Daten zuverlässig, aktuell und über die Parameter hinweg verknüpft zur Verfügung stehen. Zur Zeit ist der Stand der Datenhaltungen in den einzelnen Fachgebieten sehr heterogen, sowohl auf Seiten der Kantone als auch des Bundes. Der Bund ist daran, bestehende Datenbanken zu erweitern oder neue zu erstellen, sowohl für chemisch-physikalische Daten als auch für Daten biologischer Erhebungen. Um den Datenaustausch zwischen den Beteiligten zu vereinfachen, erfolgt die Übermittlung der Daten in einem definierten Format, das alle relevanten Angaben in standardisierter Form enthält (Analyseergebnisse, Angabe zu Bestimmungsgrenzen, bestimmte Taxa mit Abundanzen etc.).

Umgang mit Daten

4.2.4 Organisation und Koordination

Die Probenahmen und die Analysen der chemisch-physikalischen Parameter werden von den kantonalen Fachstellen durchgeführt. Der Bund beteiligt sich an der Finanzierung dieser Probenahmen. Eine Ausnahme bilden die Messstellen, die auch im NADUF-Programm enthalten sind. An diesen Messstellen werden die Probenahmen und Analysen vom Bund durchgeführt. Die biologischen Erhebungen werden in der Regel im Auftrag des Bundes von spezialisierten Firmen durchgeführt, die kantonalen Fachstellen können diese auch selber durchführen oder von Dritten durchführen lassen. Die biologischen Erhebungen werden überwiegend durch den Bund finanziert.

Aufgabenteilung Bund – Kantone

Von Bund und Kantonsvertretern gemeinsam erarbeitete Vorgaben bezüglich Methode, Zeitpunkt und Ort der Erhebungen sowie Qualitätssicherung und Datenaustausch gewährleisten die gesamtschweizerische Vergleichbarkeit der erhobenen Daten. Es werden keine über die Angaben des Modul-Stufen-Konzepts hinausgehenden Vorgaben, namentlich zum Zeitpunkt der Probenahmen (Wochentag oder Tageszeit) gemacht. Eine Koordination zwischen den beteiligten Kantonen innerhalb von Einzugsgebieten wird angestrebt.

Koordination der Erhebungen

4.3 Problembezogene Spezialbeobachtung SPEZ

Mit zeitlich begrenzten Untersuchungen im Rahmen der problembezogenen Spezialbeobachtung SPEZ können spezifische Fragestellungen mit angepassten Methoden und Untersuchungskonzepten bearbeitet werden. SPEZ ermöglicht im Gegensatz zum Messprogramm TREND detaillierte Aussagen über die Auswirkungen spezifischer Belastungen auf den Zustand der Fliessgewässer, insbesondere auf kleinere Fliessgewässer. Ein Wirkstoffscreening für Pflanzenschutzmittel- und Biozid-Wirkstoffe in Fliessgewässern wurde als erstes SPEZ-Programm 2012 durchgeführt (Kapitel 7.2). Konzepte für weitere ausgewählte Themenbereiche werden laufend entwickelt.

Detaillierte Untersuchungen

Mögliche Fragestellungen für zukünftige SPEZ-Kampagnen betreffen in erster Linie den Einfluss spezifischer Nutzungen oder spezifischer Belastungen auf Fliessgewässer, so zum Beispiel:

- > Landwirtschaftliche Nutzung: Pestizide, Nährstoffe
- > Abwasser, Kläranlagen: Mikroverunreinigungen (Pestizide, Pharmaka, Biozide, etc.), Nährstoffe
- > Chemische Industrie: Mikroverunreinigungen (Pestizide, Pharmaka, Biozide, etc.)
- > Entwässerung von Siedlungen und Verkehrswegen
- > Wasserkraft: Restwasser, Schwall/Sunk-Betrieb, Spülungen von Stauanlagen
- > Wasserentnahmen zu Kühl- und Wärmezwecken und deren Einfluss auf das Temperaturregime.

Weitere Themen, die mit SPEZ angegangen werden können, sind beispielsweise:

- > Referenzzustand: unbeeinträchtigte, naturnahe Gewässer als Referenz für den Vergleich mit beeinträchtigten Gewässern
- > Auswirkungen des naturnahen Wasserbaus und von Revitalisierungen
- > Feststoffhaushalt: Geschiebe, Schwebstoffe, Kolmatierung der Gewässersohle.

Für jede dieser Fragestellungen und für jeden Themenbereich muss separat ein Untersuchungskonzept entwickelt werden. Das Untersuchungskonzept trägt bei der Wahl der Parameter, der Messstellen, der zeitlichen Auflösung der Messungen und der Auswertung der spezifischen Fragestellung Rechnung.

Wie das Messprogramm TREND werden auch SPEZ-Messprogramme zwischen Bund und Kantonen koordiniert, so dass Synergien mit bestehenden Messprogrammen und -stellen so weit als möglich genutzt werden. Mit Messstellen, die sowohl im Messprogramm TREND als auch in SPEZ untersucht werden, können Zusammenhänge zwischen den beiden Programmen aufgezeigt werden.

Koordination zwischen Bund und Kantonen

5 > Messstellen TREND

5.1 Auswahl der Messstellen NAWA TREND

Die Messstellen für das Messnetz NAWA TREND sollen einen möglichst repräsentativen Überblick über die mittleren und grossen Schweizer Fliessgewässer geben. Um dieses Ziel zu erreichen, wurden Anforderungskriterien bezüglich der Lage der Messstellen, der Grösse und der Lage ihrer Einzugsgebiete und der Belastungssituation an der Messstelle definiert. Aus der Vielzahl bestehender Messstellen von Bund und Kantonen wurden jene Stellen ausgewählt, die die Anforderungen am besten erfüllen.

Generelle Kriterien für die Auswahl der Messstellen:

- > Stellen entwässern Einzugsgebiete mit einer Fläche grösser als 25 km², so dass die Dynamik der chemisch-physikalischen Messgrössen mit Stichproben möglichst gut charakterisierbar ist
- > Stellen mit hydrometrischer Messstation oder mit in der Nähe gelegener Hydrometrie-Station mit repräsentativen Daten für die NAWA-Messstelle
- > Die Einzugsgebiete der Stellen befinden sich weitgehend in der Schweiz
- > Die Einzugsgebiete der Stellen sind eindeutig abgrenzbar (z. B. kein dotierter Kanal)
- > Benachbarte Stellen unterscheiden sich bezüglich der Belastungssituation
- > Mindestens eine Stelle pro Kanton.

Kriterien für die Auswahl
der Messstellen

Kriterien für Fliessgewässer mit Einzugsgebieten grösser als 1000 km²:

- > Stellen an grossen Flüssen und deren Hauptzuflüssen
- > Stellen an Zu- oder Ausflüssen grosser Seen
- > Aus der Schweiz fliessende grosse Gewässer (Stellen an der Landesgrenze).

Kriterien für Fliessgewässer mit Einzugsgebieten zwischen 25 und 1000 km²:

- > Stellen an regional bedeutsamen Gewässern, die verschiedene Typen von Gewässern und Belastungszustände repräsentativ abdecken
- > Stellen an stofflich weitgehend unbelasteten Gewässeroberläufen.

Durch die Auswahl entsprechend den aufgeführten Kriterien wurden auch die Bedürfnisse für den Datenaustausch berücksichtigt, der sich aus internationalen Verpflichtungen ergibt (z. B. Europäische Umweltagentur).

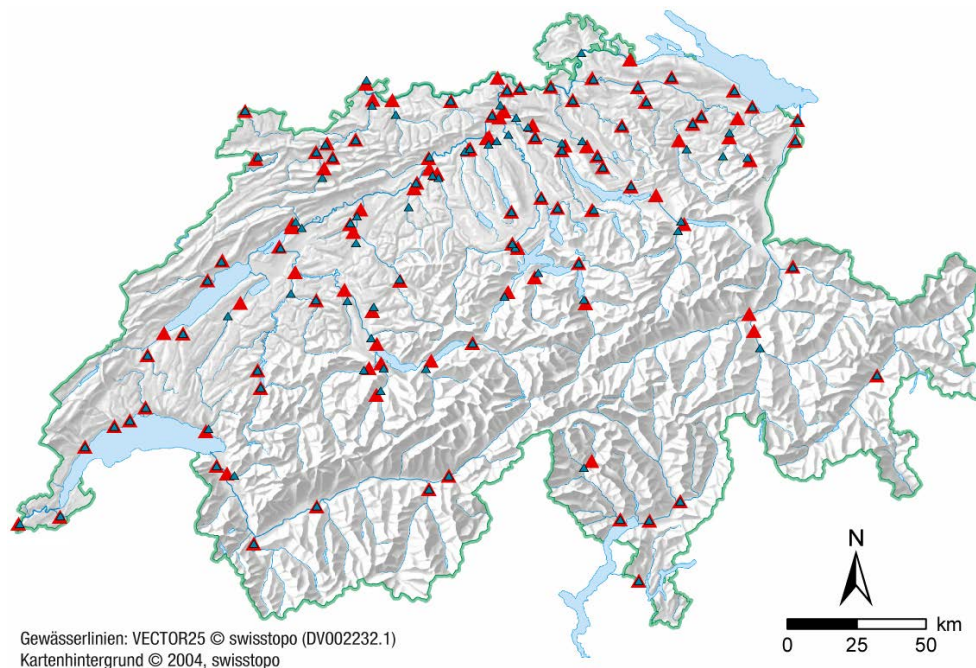
Unter Anwendung dieser Kriterien wurden 111 Messstellen für das NAWA-Messnetz ausgewählt, wobei nicht alle Stellen den Kriterienkatalog vollumfänglich erfüllen. Rund 20 dieser Messstellen können nicht biologisch untersucht werden, an weiteren rund 30 Stellen sind keine fischereilichen Erhebungen möglich, da die Gewässer an diesen Stellen für die Probenahmen nicht geeignet, d. h. in der Regel zu gross bzw. zu

tief sind. Im folgenden Abschnitt 5.2 sowie in den Anhängen A1 und A2 wird das NAWA-Messnetz detailliert beschrieben. Für die Stellen mit Einzugsgebieten zwischen 25 und 1000 km² wird die Repräsentativität für die Schweiz aufgezeigt (Abschnitt 5.3).

5.2 Lage, Fläche und Abflussmengen

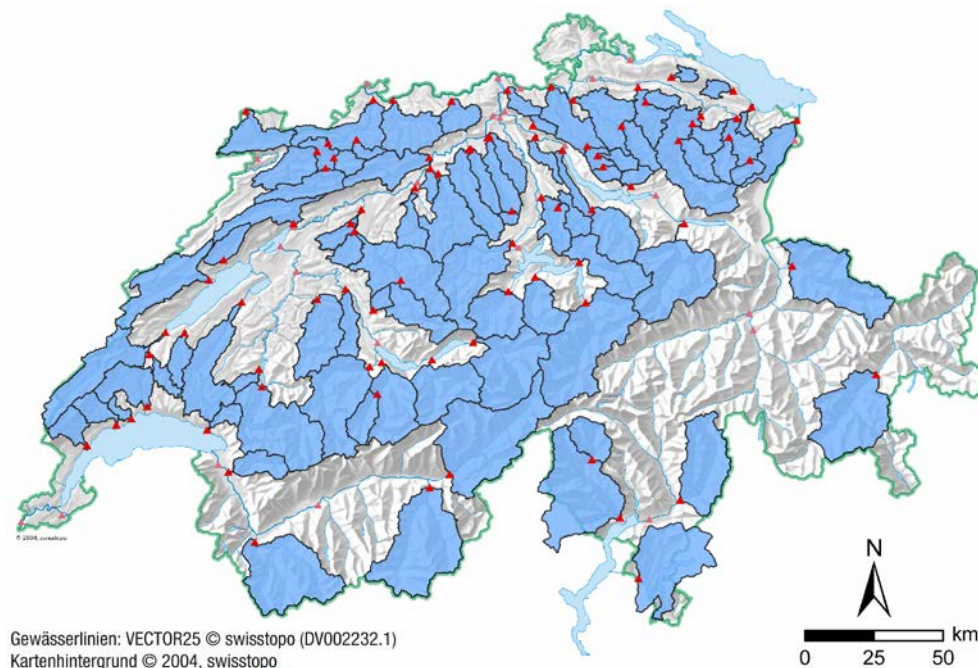
Die Lage der 111 NAWA-Messstellen und die zugeordneten Hydrometrie-Stationen sind in Abb. 4 dargestellt. Die Abb. 5 zeigt die 86 Einzugsgebiete mit Flächen kleiner 1000 km².

Abb. 4 > Lage der 111 NAWA-Messstellen (rote Dreiecke) und den zugeordneten Hydrometrie-Stationen (blaue Dreiecke)



vgl. Anhang A1

Abb. 5 > Lage der NAWA-Messstellen (rote Dreiecke) und deren Einzugsgebiete (blau eingefärbte Flächen, ohne Einzugsgebiete > 1000 km²)



Die mit dem NAWA-Messnetz untersuchten Fließgewässer entwässern zwischen 25 und 36500 km² grosse Einzugsgebiete (Tab. 1). Kleine Gewässer mit Flussordnungszahlen 1 oder 2 (nach Strahler¹) werden nicht untersucht, obwohl diese circa 75 % des Schweizer Gewässernetzes ausmachen.

Grösse der Einzugsgebiete

Die Einzugsgebiete von 21 Stellen befinden sich nicht vollständig im Inland. Der Auslandanteil ist allerdings nur bei 10 Stellen grösser als 10 %, beziehungsweise bei drei Stellen grösser als 50 % (Rhein – Weil am Rhein, Doubs – Ocourt, Arve – Passerelle E. de Médecine).

80 Bundes- und 33 kantonale Hydrometrie-Stationen erheben kontinuierlich Daten, die für das NAWA-Messstellennetz direkt genutzt werden können. Bei 107 NAWA-Messstellen befindet sich die zugeordnete Hydrometrie-Station am gleichen Standort oder in der Nähe, so dass die Abflussdaten repräsentativ sind (Abb. 4 und Anhang A1). Für die restlichen vier NAWA-Messstellen liegen nur qualitative Abflussdaten vor oder müssen die Abflusswerte mithilfe von Daten mehrerer Stationen abgeschätzt werden (Details siehe Anhang A1).

Abflussmessstationen

Die Abflussmengen Q_{347} ² an den NAWA-Messstellen variieren zwischen 0.08 und 533 m³/s (Tab. 1).

¹ www.bafu.admin.ch/hydrologie/01835/02118/02120/index.html

² Die Abflussmenge Q_{347} ist definiert als die Abflussmenge, die, gemittelt über zehn Jahre, durchschnittlich während 347 Tagen des Jahres erreicht oder überschritten wird und die durch Stauung, Entnahme oder Zuleitung von Wasser nicht wesentlich beeinflusst ist (Art. 4 GSchG).

Tab. 1 > Anzahl der untersuchten Einzugsgebiete (EZG) in vier Grössenkategorien

| Anzahl | Fläche EZG [km ²] | Abflussmenge Q ₃₄₇ [m ³ /s] | Flussordnungszahl (FLOZ) | Beispiele |
|--------|-------------------------------|---|--------------------------|-------------------------------------|
| 7 | > 10000 | 130–530 | 7–9 | Aare, Rhein, Rhone |
| 18 | 1000–10000 | 5.1–110 | 5–9 | Doubs, Limmat, Reuss, Ticino |
| 62 | 100–1000 | 0.08–11 | 3–7 | Areuse, Birs, Emme, Lorze |
| 24 | 25–100 | 0.23–0.60 | 3–6 | Boiron de Morges, Steinach, Urtenen |

5.3 Repräsentativität der Messstellen mit Einzugsgebieten < 1000 km²

Um die Repräsentativität der 86 Messstellen mit Einzugsgebieten < 1000 km² bezüglich Typen von Gewässern und Belastungszuständen in der gesamten Schweiz zu beurteilen, wurden die Einzugsgebiete dieser 86 Messstellen charakterisiert und verglichen mit den entsprechenden Daten für die ganze Schweiz (Tab. 2). Dabei wurden die flächenbezogenen Auswertungen ausschliesslich für die Schweizer Teile der Einzugsgebiete durchgeführt. Als Basis für den Vergleich wurden die 290 Bilanzgebiete des Hydrologischen Atlas der Schweiz (HADES) herangezogen (Abb. 6). Die HADES-Bilanzgebiete haben ähnliche Flächen (zwischen 10 und 535 km²) wie die Einzugsgebiete < 1000 km² des NAWA-Messnetzes und überdecken die Schweiz komplett, weshalb sie als repräsentativ für die ganze Schweiz angesehen werden. Für die Ökomorphologie und die Durchgängigkeit dienten die knapp 29000 km Fliessgewässerstrecken, die aktuell gemäss Moduls Ökomorphologie Stufe F des Modul-Stufen-Konzepts kartiert sind, als Vergleichsdatensatz (Tab. 2). Als Vergleichsgrundlage für den Abwasseranteil wurden die circa 5000 km Fliessgewässerstrecken in der Schweiz verwendet, in die gereinigtes Abwasser eingeleitet wird. Bezüglich hydrologischer Beeinträchtigung wurden 182 Hydrometrie-Stationen des Bundes zum Vergleich herangezogen. Im Anhang A2 sind die in Tab. 2 aufgeführten Einflussfaktoren für jede Messstelle in einem Messstellenblatt zusammengefasst.

Charakterisierung der
Einzugsgebiete

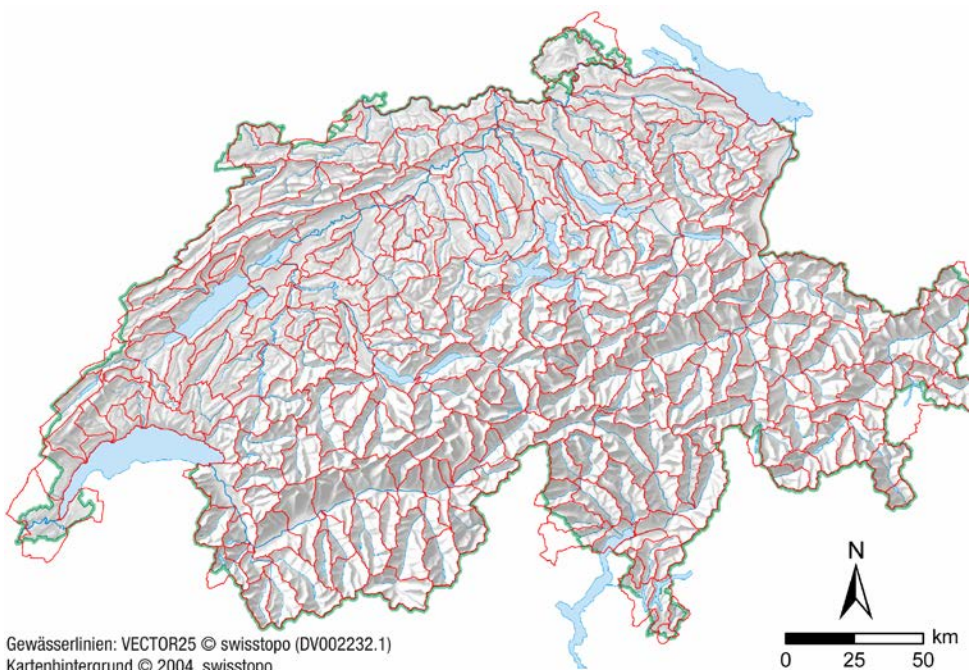
Tab. 2 > Charakterisierung der Einzugsgebiete

Analysierte Einzugsgebiets- (EZG) und Gewässereigenschaften sowie Vergleichsdatensätze, welche die Ausprägung der Eigenschaften in der gesamten Schweiz bestmöglich repräsentieren.

| EZG- und Gewässereigenschaft | Vergleichsdatensatz |
|---|---|
| Biogeographische Region (Gonseth et al. 2001) | 290 HADES-Bilanzgebiete (Abb. 6; BAFU 2007) |
| Landnutzung gemäss Arealstatistik (BFS 2006) <ul style="list-style-type: none"> • Bestockte Flächen • Landwirtschaftsflächen • Unproduktive Flächen • Siedlungsflächen | |
| Landnutzung gemäss landwirtschaftlicher Betriebszählung (BFS 2010) <ul style="list-style-type: none"> • landwirtschaftliche Nutzfläche • Offene Ackerfläche • Grünfläche • Grossvieheinheiten | |
| Abflussregimety (Pfaundler et al. 2011) | |
| Abwasseranteil Q ₃₄₇ | Fliesstrecke des Schweizer Gewässernetzes, die gereinigtes Abwasser enthält (~5000 km) |
| Ökomorphologischer Zustand | ~29 000 km gemäss des Moduls Ökomorphologie kartierte Fließgewässer (45 % des Fließgewässernetzes der Schweiz, Zeh et al. 2009) |
| Durchgängigkeit | |
| Hydrologische Beeinträchtigung | Alle 182 Hydrometrie-Stationen des Bundes an Fließgewässern, die 2010 Betrieb standen |

Abb. 6 > HADES-Bilanzgebiete

HADES-Bilanzgebiete (rote Linien), die als Vergleichsdatensatz verwendet wurden, um die Repräsentativität der NAWA-Messstellen mit Einzugsgebieten < 1000 km² zu beurteilen.



5.3.1 Biogeographische Regionen der Schweiz

Die biogeografischen Regionen der Schweiz (Abb. 7) wurden basierend auf floristischen und faunistischen Verbreitungsmustern abgegrenzt (Gonseth et al. 2001). Sie stellen eine Unterteilung der Schweiz dar, welche klimatische, geografische und topografische Gegebenheiten wiedergibt.

Abb. 7 zeigt die Zuordnung der 86 NAWA-Messstellen mit Einzugsgebieten < 1000 km² zu den sechs biogeographischen Regionen der Schweiz. Der Grossteil der Stellen liegt im Mittelland (59 %). Da die abiotischen und biologischen Prozesse an einer Messstelle zu einem wesentlichen Teil vom Einzugsgebiet geprägt werden, ist nicht nur die Lage der eigentlichen Messstelle, sondern auch die Lage des Einzugsgebietes relevant. Wird für die Zuordnung zu den biogeographischen Regionen der dominierende Anteil des Einzugsgebietes betrachtet, so zeigt sich, dass die Regionen Jura und Alpennordflanke ebenfalls gut repräsentiert sind (Abb. 8).

Lage der Messstellen

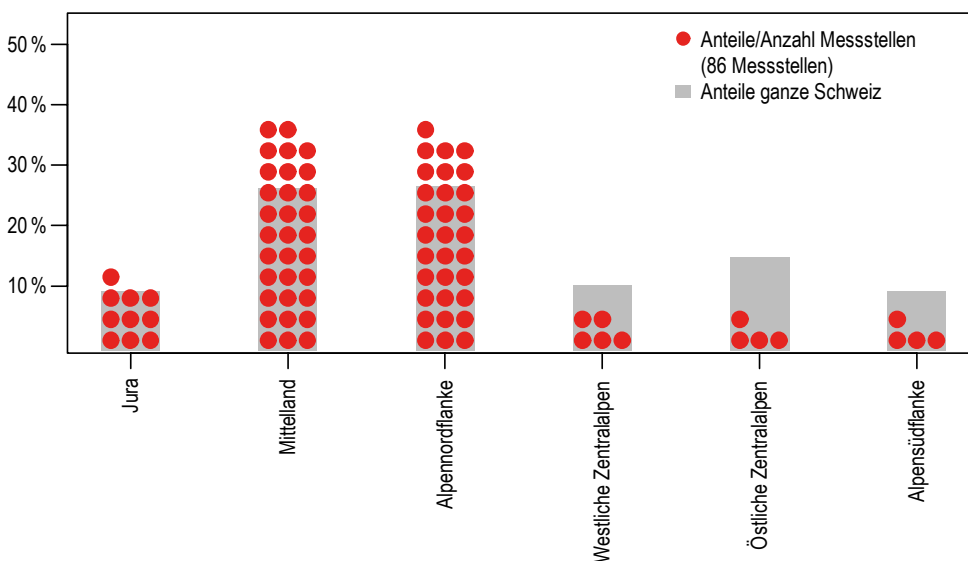
Abb. 7 > Zuordnung der NAWA-Messstellen (rote Dreiecke) zu den biogeographischen Regionen der Schweiz (grün eingefärbte Flächen)

Die Einzugsgebiete < 1000 km² (graue Linien) sind analog Abb. 5 wiedergegeben. Angegeben sind pro Region die Anzahl Messstellen mit Einzugsgebieten < 1000 km² und in Klammern die Anzahl Messstellen insgesamt.



Abb. 8 > Zuordnung der dominanten Flächenanteile der 86 NAWA-Messstellen mit Einzugsgebieten < 1000 km² zu den sechs biogeographischen Regionen

Die roten Punkte symbolisieren eine Messstelle, die Höhe der von den Punkten gebildeten Säulen entspricht dem Prozentsatz an den 86 Messstellen. Zum Vergleich ist die Zuordnung der Anteile der HADES-Bilanzgebiete zu den biogeographischen Regionen dargestellt (graue Säulen). Während Messstellen mit Einzugsgebieten, die sich hauptsächlich im Mittelland und der Alpennordflanke befinden, überrepräsentiert sind, sind Messstellen mit Einzugsgebieten in den Zentralalpen und auf der Alpensüdflanke im Vergleich zu den HADES-Bilanzgebieten unterrepräsentiert.



5.3.2 Abflussregimetypen

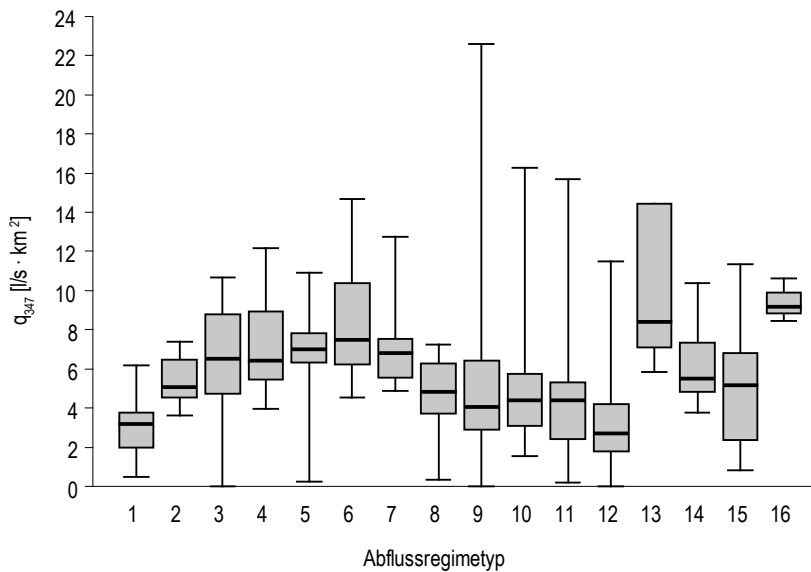
Unter dem Begriff Abflussregime wird das Abflussverhalten eines Fließgewässers im Jahresverlauf verstanden. Es wird hauptsächlich durch die Milieufaktoren Klima, Höhenlage und geographische Lage, Vegetation und den hydrogeologischen Aufbau eines Gebietes bestimmt. Das Klima ist hierbei der wichtigste Einflussfaktor (Details: Modul Hydrologie des Modul-Stufen-Konzepts, Pfaundler 2011). Für die Schweiz wurden 16 Abflussregimetypen definiert (Aschwanden & Weingartner 1985), die im Wesentlichen auf dem saisonalen Verlauf des Mittelwasserabflusses basieren. Abb. 9 zeigt als Beispiel die Regimetyp-Charakterisierung anhand des spezifischen Niedrigwasserabfluss q_{347} . Für die NAWA-Messstellen wurde der Abflussregimetyp aufgrund der geographischen Lage der Messstelle bestimmt³. Wie aufgrund der geographischen Verteilung der NAWA-Messstellen zu erwarten ist, sind die für das Mittelland und den Jura typischen Abflussregimetypen 8 bis 12 im NAWA-Messnetz übervertreten (Abb. 7 und Abb. 10). Die alpinen (1 bis 6) und südalpinen (13 bis 16) Abflussregimetypen sowie der mittelländische Typ 7 sind untervertreten.

Saisonalität des Abflusses

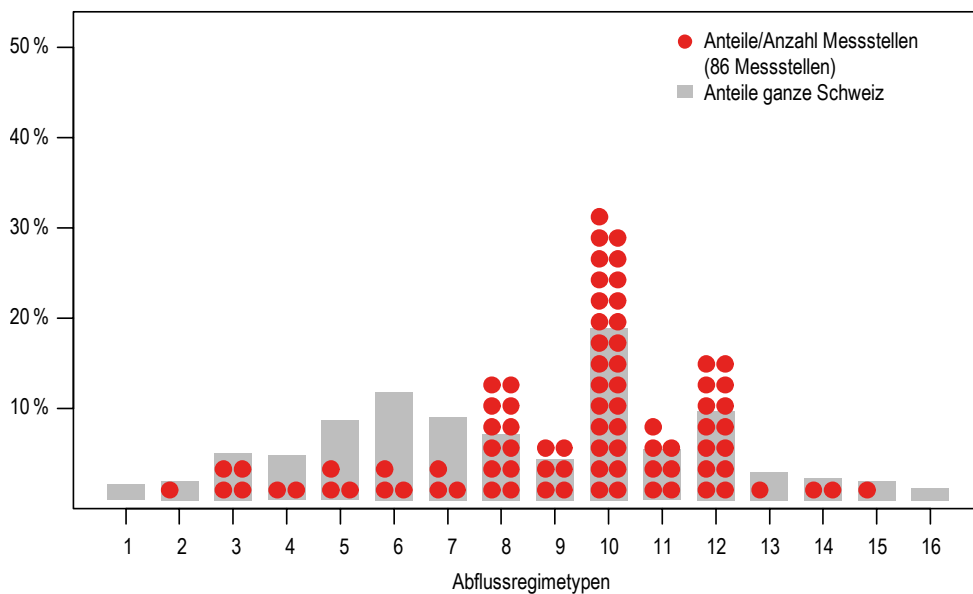
³ www.bafu.admin.ch/hydrologie/01835/08987/08998/index.html

Abb. 9 > Abflussregimetypen und Niedrigwasserabfluss

Abflussregimetypen der Schweiz und deren spezifischer Niedrigwasserabfluss dargestellt als Box-Plots (q_{347} , $l/s \cdot km^2$; adaptiert aus Pfaunder 2011). Der ausgezogene Strich des Box-Plots symbolisiert den Median, die untere und die obere Begrenzung der grau ausgefüllten Box die 25%- resp. 75%-Quantile, die waagrechten Striche Maximal- resp. Minimalwerte. Diese Darstellung von Messreihen visualisiert überblicksmässig die Grössenordnung und die Verteilung der Messwerte.

**Abb. 10 > Repräsentativität bezüglich Abflussregimetypen (Abflussregimetypen)**

In der Auswahl der 86 NAWA-Messstellen mit Einzugsgebieten $< 1000 km^2$ sind die mittelländischen und jurassischen Abflussregimetypen 8 bis 12 übervertreten.



Symbolik der Darstellung siehe Abb. 8

5.3.3 Landnutzung

Die Landnutzung in einem Einzugsgebiet ist für hydrologische, chemische, morphologische sowie biologische Prozesse prägend. 37 % der Schweiz sind landwirtschaftlich genutzt, bestockte Flächen bedecken 31 %, die Siedlungs- und Verkehrsflächen 7 % der Landesfläche, alle unproduktiven Flächen (Gewässer und vegetationslose Flächen) machen zusammen 25 % der Landesfläche aus (BFS 2006).

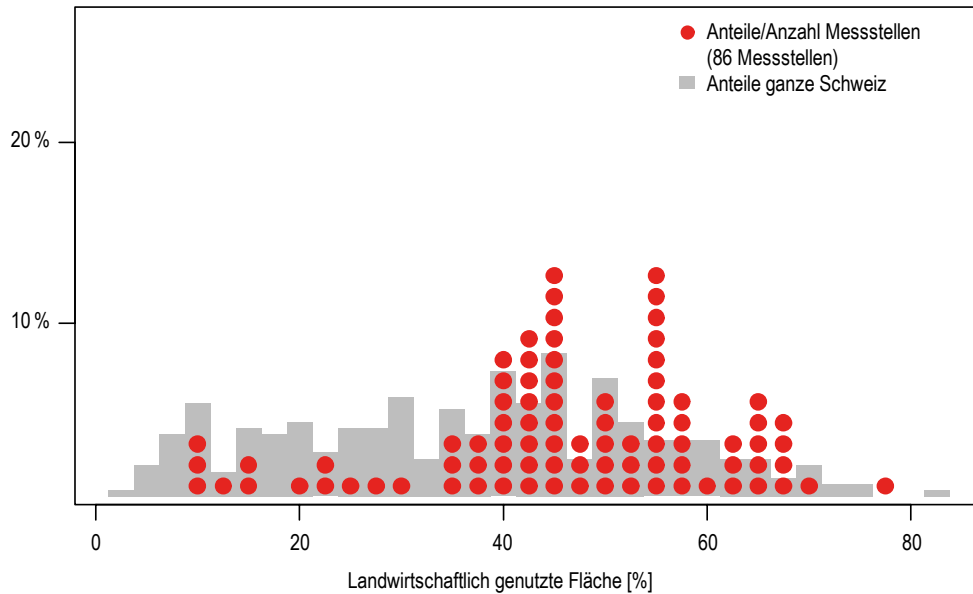
Abb. 11 bis Abb. 14 zeigen die Flächenanteile dieser vier Hauptbodennutzungen (BFS 2006) an den 86 NAWA-Messstellen mit Einzugsgebieten < 1000 km² sowie an den HADES-Bilanzgebieten. Zusätzlich wurden für dieselben Gebiete basierend auf der landwirtschaftlichen Betriebszählung (BFS 2010) die Anteile an offener Ackerfläche und Dauerkulturen am Einzugsgebiet, an Grünflächen am Einzugsgebiet sowie die Anzahl Grossvieheinheiten pro km² berechnet (Abb. 15 bis Abb. 17). Die Landnutzungsanalyse zeigt, dass die 86 NAWA-Messstellen respektive deren Einzugsgebiete die Landnutzungen und somit die potentiellen Belastungssituationen der Schweizer Fließgewässer repräsentativ abbilden. Allerdings sind im Vergleich zu den HADES-Bilanzgebieten Einzugsgebiete mit hohen Anteilen an bestockter oder unproduktiver Fläche untervertreten, ebenso solche mit geringer Fläche an Siedlung und landwirtschaftlicher Nutzfläche (Abb. 11 bis Abb. 17). Die Einzugsgebiete mit solchen Ausprägungen finden sich typischerweise im Alpenraum, der im NAWA-Messnetz unterrepräsentiert ist (Abb. 7). Da aber die stoffliche Belastung der Gewässer im Alpenraum in der Regel geringer ist und weniger stark variiert als im Rest der Schweiz, insbesondere im Mittelland, wird die Häufung der Einzugsgebiete in Jura, Mittelland und Alpennordflanke bewusst in Kauf genommen.

Landwirtschafts-, Siedlungs-,
Verkehrs-, bestockte und
unproduktive Flächen

Repräsentation der
Gewässerbelastung

Abb. 11 > Landwirtschaftlich genutzte Fläche

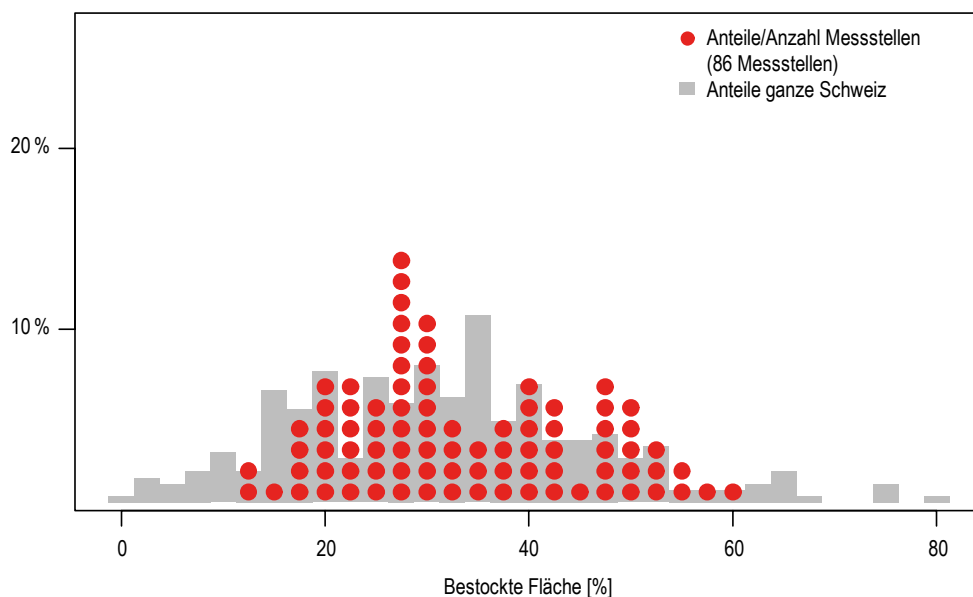
74 der 86 NAWA-Messstellen mit Einzugsgebieten < 1000 km² haben mehr als 30 % landwirtschaftlich genutzte Fläche im Einzugsgebiet. Im Vergleich zur landwirtschaftlich genutzten Fläche in den HADES-Bilanzgebieten sind Gebiete mit < 30 % landwirtschaftlich genutzter Fläche untervertreten.



Symbolik der Darstellung siehe Abb. 8

Abb. 12 > Bestockte Fläche

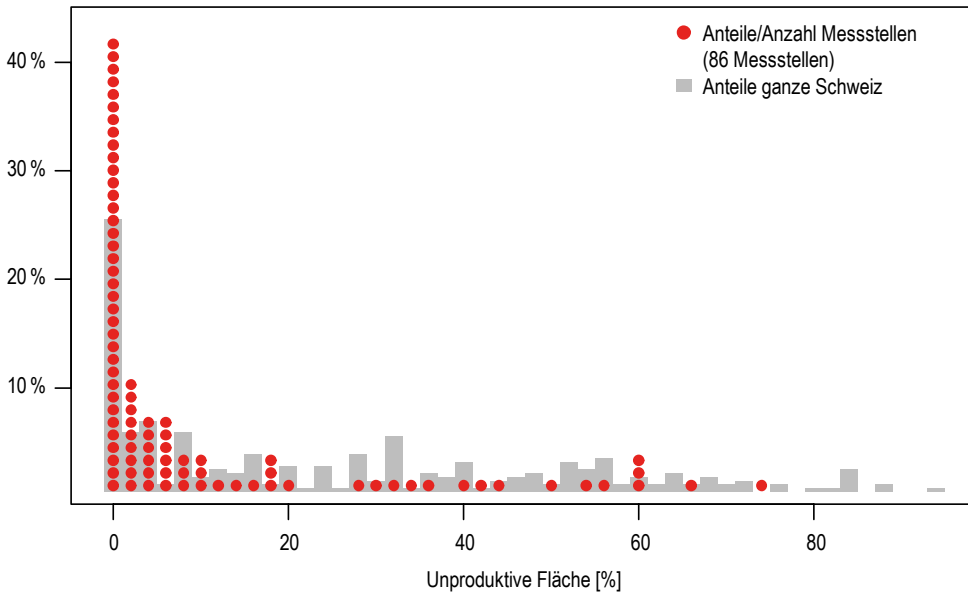
Der Anteil an bestockter Fläche der 86 NAWA-Messstellen mit Einzugsgebieten < 1000 km² variiert zwischen 12 und 59 % und korrespondiert gut mit den HADES-Bilanzgebieten. Einzugsgebiete mit sehr grossen oder sehr kleinen Anteilen bestockter Fläche sind im NAWA-Messnetz nicht enthalten.



Symbolik der Darstellung siehe Abb. 8

Abb. 13 > Unproduktive Fläche

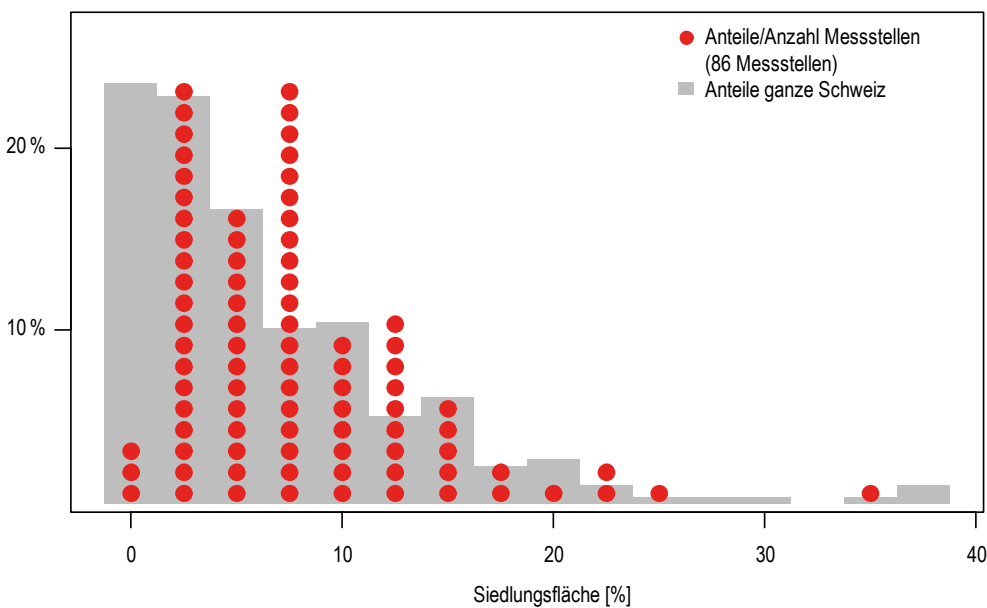
Die 86 NAWA-Messstellen mit Einzugsgebieten < 1000 km² weisen bezüglich Anteil unproduktiver Flächen im Einzugsgebiet eine ähnliche Verteilung auf wie die HADES-Bilanzgebiete, wobei Anteile ~0% übervertreten sind und Einzugsgebiete mit einer unproduktiven Fläche > 80% fehlen.



Symbolik der Darstellung siehe Abb. 8

Abb. 14 > Siedlungsfläche

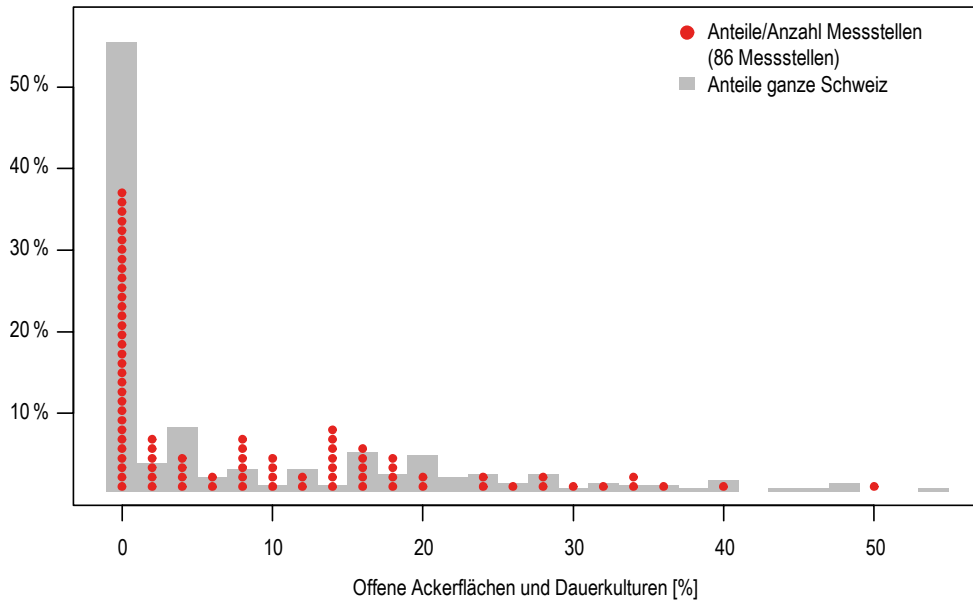
Die 86 NAWA-Messstellen mit Einzugsgebieten < 1000 km² weisen bezüglich Anteil Siedlungsflächen im Einzugsgebiet eine ähnliche Verteilung auf wie die HADES-Bilanzgebiete, wobei Einzugsgebiete ohne Siedlung (~0%) untervertreten sind.



Symbolik der Darstellung siehe Abb. 8

Abb. 15 > Offene Ackerflächen und Dauerkulturen

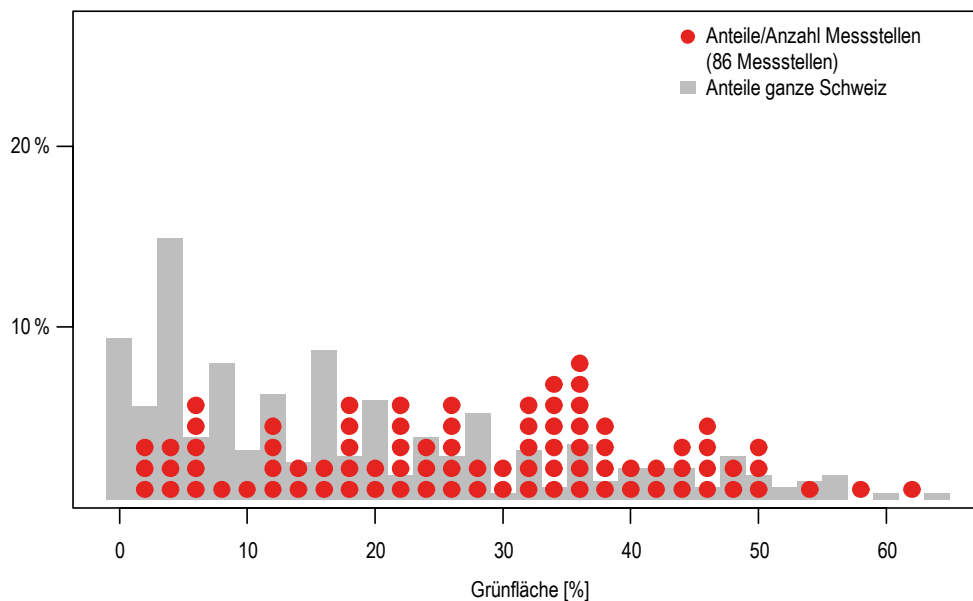
Die 86 NAWA-Messstellen mit Einzugsgebieten < 1000 km² weisen bezüglich Anteil offener Ackerfläche und Dauerkulturen im Einzugsgebiet eine ähnliche Verteilung wie die HADES-Bilanzgebiete auf, wobei Einzugsgebiete mit sehr geringem Anteil an Ackerfläche und Dauerkulturen (~0 %) untervertreten sind.



Symbolik der Darstellung siehe Abb. 8

Abb. 16 > Grünfläche

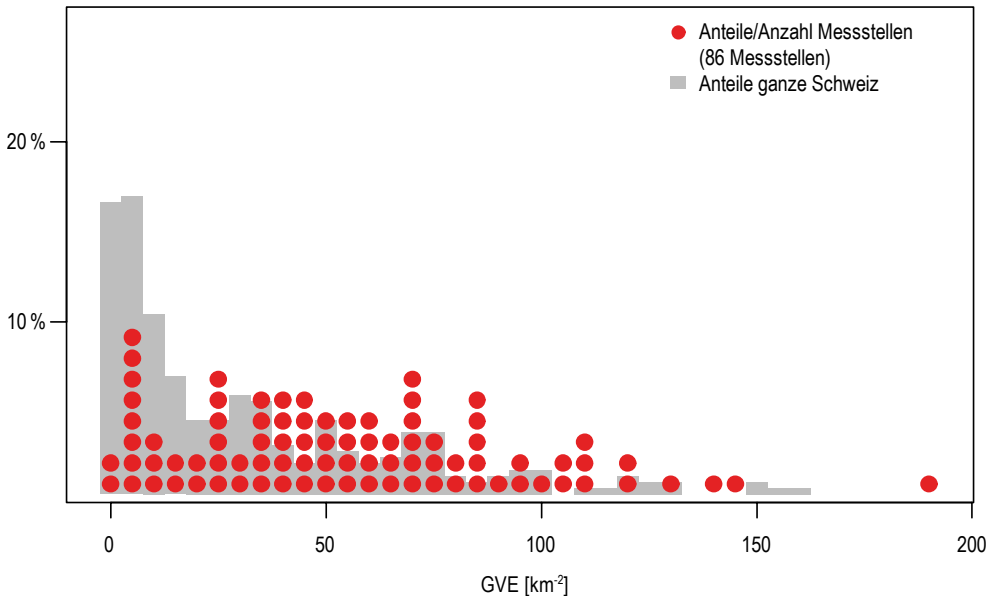
Die 86 NAWA-Messstellen mit Einzugsgebieten < 1000 km² weisen bezüglich Anteil Grünfläche im Einzugsgebiet eine ähnliche Verteilung wie die HADES-Bilanzgebiete auf, wobei Einzugsgebiete mit geringem Grünflächenanteil (0–10 %) untervertreten sind.



Symbolik der Darstellung siehe Abb. 8

Abb. 17 > Grossvieheinheiten

Die 86 NAWA-Messstellen mit Einzugsgebieten < 1000 km² weisen bezüglich Anzahl Grossvieheinheiten pro Fläche (GVE/km²) im Einzugsgebiet eine ähnliche Verteilung auf wie die HADES-Bilanzgebiete, wobei Einzugsgebiete mit wenig Grossvieheinheiten (GVE/km² < 25) eher untervertreten sind.



Symbolik der Darstellung siehe Abb. 8

5.3.4 Abwasseranteil am Q_{347}

Der prozentuale Anteil an kommunalem Abwasser bezogen auf die Abflussmenge Q_{347} ist ein Indikator für das Ausmass der Beeinträchtigung mit Stoffen aus Siedlungen, Gewerbe und Industrie, welche via Kläranlagen (ARA) in die Gewässer eingetragen werden.

Für 85 der 86 NAWA-Messstellen mit Einzugsgebieten < 1000 km² wurde die totale Menge gereinigtes Abwasser kommunaler Kläranlagen eruiert und in Bezug zur Abflussmenge Q_{347} gestellt⁴. Dafür wurde angenommen, dass jeder Einwohner 500 l Abwasser/Tag in eine Kläranlage einleitet. Die Anzahl Einwohner, die an Kläranlagen im Einzugsgebiet angeschlossen sind, wurde basierend auf der ARA-Datenbank des BAFU ermittelt. Die Q_{347} -Werte wurden aus hydrologischen Messreihen berechnet. Neun Stellen befinden sich an einem von ARA-Einträgen unbeeinträchtigten Gewässerabschnitt (0 % Abwasseranteil). 65 Stellen sind an belasteten (Abwasseranteil zwischen 0 und 50 %) und 11 Stellen an stark belasteten (Abwasseranteil > 50 %) Gewässerabschnitten (Abb. 18).

**Abschätzung des
Abwasseranteils**

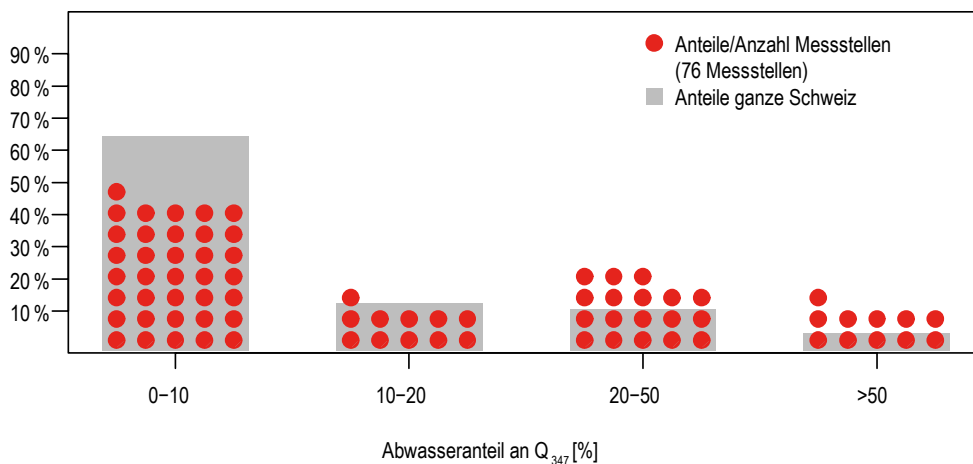
⁴ Für das EZG Some – Delémont fehlen die Angaben zur Anzahl an ARAs angeschlossene Einwohner. Deshalb konnte die Abwassermenge nicht abgeschätzt werden

Die Abwasseranteile der 76 NAWA-Messstellen mit Abwasseranteilen grösser 0 % wurden mit den Abwasseranteilen der circa 5000 km Fliessgewässerstrecke in der Schweiz verglichen, in die gereinigtes Abwasser eingeleitet wird (Abb. 18). Der Vergleich zeigt, dass die 76 NAWA-Messstellen die Abwasseranteile der entsprechenden circa 5000 km Fliessgewässerstrecke gut repräsentieren. Hingegen sind nur neun NAWA-Messstellen an Fliessgewässerabschnitten lokalisiert, die kein gereinigtes Abwasser enthalten, obwohl der überwiegende Anteil des 65 000 km langen Gewässernetzes kein solches Abwasser enthält. Ein Hauptgrund dafür ist, dass mit dem NAWA-Messnetz keine kleinen Gewässer (Flussordnungszahlen 1 oder 2, Tab. 1) untersucht werden. In solchen kleinen Gewässern, die einen Anteil am Schweizer Gewässernetz von circa 75 % haben, ist der Anteil der Fliessstrecke mit einem Abwasseranteil grösser 0 % verschwindend klein.

Grosser Anteil belasteter
Fliessgewässer

Abb. 18 > Anteil gereinigtes Abwasser Q_{347}

Anteil gereinigtes Abwasser bezogen auf die Abflussmenge Q_{347} bei den 76 NAWA-Messstellen mit Einzugsgebieten < 1000 km², die an Fliessgewässern mit gereinigtem Abwasser lokalisiert sind. Als Vergleichsgrösse wurden die circa 5000 km Fliessgewässer verwendet, in die gereinigtes Abwasser eingeleitet wird.

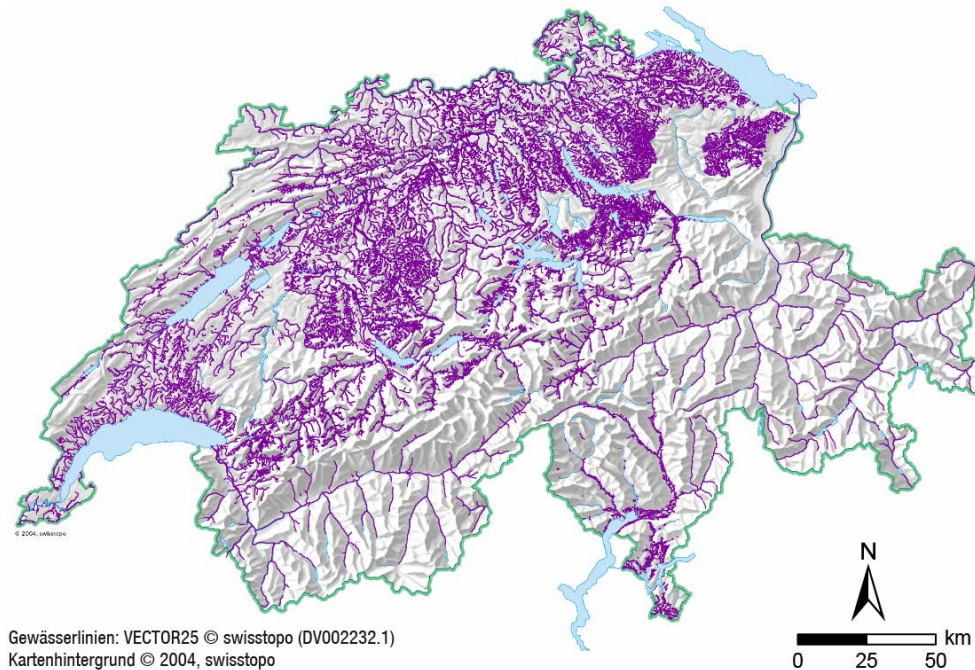


Symbolik der Darstellung siehe Abb. 8

5.3.5 Ökomorphologischer Zustand

Unter der Ökomorphologie versteht man die strukturelle Ausprägung eines Gewässers und dessen Uferbereiches. Damit ein Gewässer seine Funktion als Lebensraum erfüllen kann, braucht es nicht nur eine gute Wasserqualität und ausreichende Wasserführung, sondern auch naturnahe morphologische Bedingungen. Das Modul Ökomorphologie Stufe F des Modul-Stufen-Konzepts ermöglicht die Beurteilung der Naturnähe von Fliessgewässern (Hütte und Niederhauser 1998). Mit dieser Methode wurden in kantonalen Erhebungen von 1997 bis 2008 in 24 Kantonen rund 29 000 km Fliessgewässer kartiert (circa 45 % der rund 65 000 km Fliessgewässer in der Schweiz, Abb. 19) und vom BAFU zusammengetragen und ausgewertet (Zeh et al. 2009).

Struktur von Gewässer und
Uferbereich

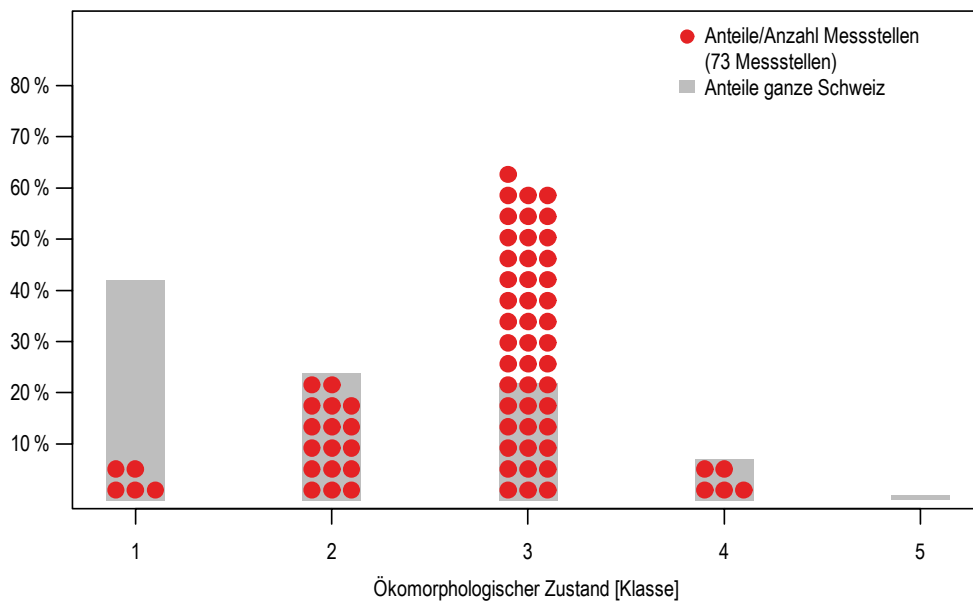
Abb. 19 > Ökomorphologisch kartierte Gewässer in der Schweiz (violette Linien)

Für die ökomorphologische Charakterisierung der NAWA-Messstellen wurde die ökomorphologische Gesamtbewertung oberhalb und unterhalb der Messstelle (ohne Seitengewässer) auf einer Länge von 1 km eruiert (500 m abwärts und 500 m aufwärts der Messstelle). Von den 86 NAWA-Messstellen mit Einzugsgebieten < 1000 km² sind für 73 Stellen Informationen zur Ökomorphologie verfügbar. Stark beeinträchtigte Fließgewässer sind im NAWA-Messnetz stark übervertreten und natürliche/naturnahe Fließgewässer sind untervertreten (Abb. 20). Den grössten Anteil natürlicher/naturnaher Abschnitte weisen kleine Fließgewässer mit Flussordnungszahlen 1 oder 2 auf, deren Fehlen im NAWA-Messnetz erklärt auch den geringen Anteil an Messstellen mit natürlicher/naturnaher Morphologie.

Wenige Messstellen an natürlichen/naturnahen Flussabschnitten

Abb. 20 > Die 73 NAWA-Messstellen mit Einzugsgebieten < 1000 km² und mit ökomorphologischer Klassierung

Vier Zustandsklassen: 1 (natürlich/naturnah), 2 (wenig beeinträchtigt), 3 (stark beeinträchtigt) und 4 (künstlich/naturfremd). Zum Vergleich die ökomorphologische Klassierung von 29 000 km Schweizer Fliessgewässer gemäss (BAFU 2009). Für den Vergleichsdatensatz ist zusätzlich der Anteil der eingedolten Gewässer (Klasse 5) angegeben.



Symbolik der Darstellung siehe Abb. 8

5.3.6 Durchgängigkeit

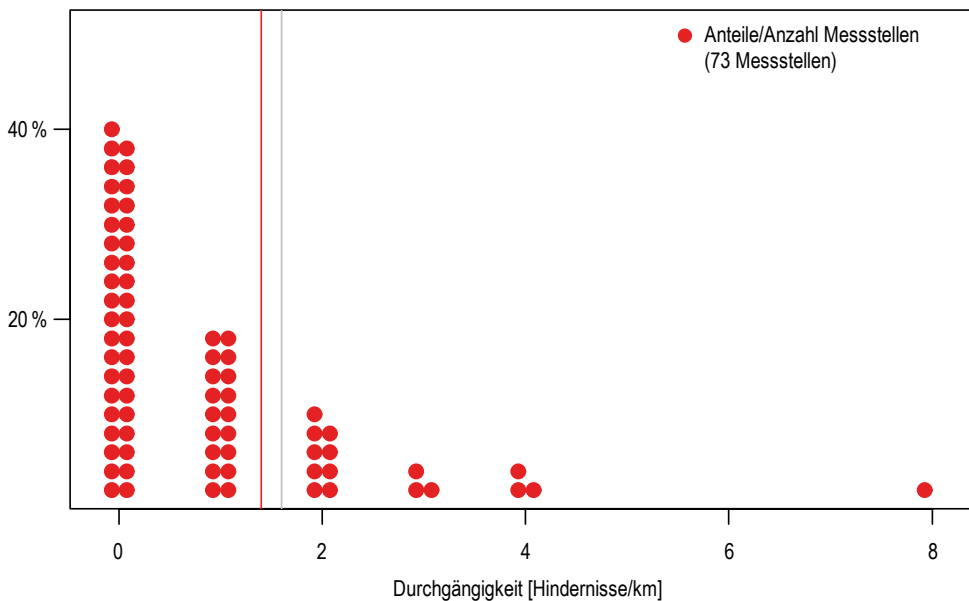
Für die Ausbreitung von Organismen in den Gewässern ist die Durchgängigkeit der Fliessgewässer im Längsverlauf sowie in die Zuflüsse wichtig. Als Mass für die Durchgängigkeit im Umfeld der NAWA-Messstellen wurde die Anzahl Hindernisse (künstliche und natürliche Abstürze) mit einer Überfallhöhe > 50 cm auf einer Länge von 1 km (500 m oberhalb, 500 m unterhalb der Messstelle) bestimmt, die entsprechenden Daten wurden von den Kantonen im Rahmen der Erhebung der Ökomorphologie erfasst (Zeh et al. 2009).

Rund 40 % der Stellen haben kein Hindernis auf 500 m Fliessstrecke oberhalb und unterhalb der Messstelle (Abb. 21). Im Mittel weisen die 73 Messstellen, für die Daten vorliegen, rund 1.4 Hindernisse > 50 cm Höhe pro Gewässerkilometer auf. Damit sind im Umfeld der Messstellen etwas weniger Durchgängigkeitsstörungen vorhanden als im gesamtschweizerischen Mittel (1.6 Hindernisse > 50 cm pro Kilometer, Zeh et al. 2009).

Hindernisse beeinflussen die Ausbreitung von Organismen

Abb. 21 > Durchgängigkeit der Gewässer an den Messstellen

Anzahl Hindernisse pro km Gewässer auf 500 m Fliessstrecke oberhalb und unterhalb der 73 NAWA-Messstellen mit Einzugsgebieten < 1000 km² und mit ökomorphologischer Kartierung. Der Mittelwert für die Schweiz liegt bei 1.6 (graue Linie), derjenige der NAWA-Messstellen bei 1.4 Hindernissen pro km (rote Linie).



Symbolik der Darstellung siehe Abb. 8

5.3.7 Hydrologische Beeinträchtigungen

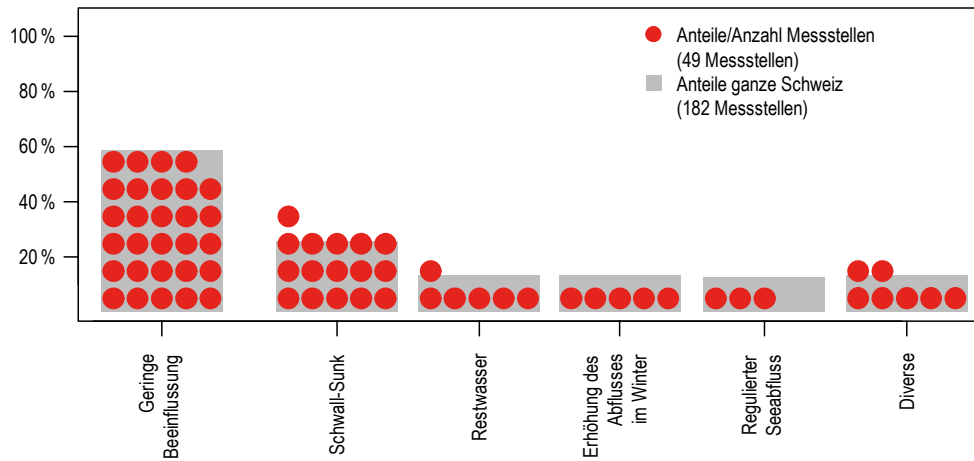
Die Wasserführung beeinflusst ebenso wie die Wasserqualität und die Gewässerstruktur den Lebensraum Gewässer. Die natürlichen Funktionen der Gewässer werden durch Wasserentnahmen (Restwasserstrecken), den Betrieb von Speicherkraftwerken (Schwall-Sunk), Erhöhung des Abflusses im Winterhalbjahr gegenüber dem natürlichen Abfluss, unterhalb von regulierten Seeausflüssen oder durch weitere anthropogene Eingriffe beeinflusst.

Restwasser, Schwall-Sunk,
erhöhter Winterabfluss,
regulierter Seeausfluss

In einer unveröffentlichten Untersuchung von den 2010 in Betrieb stehenden 182 Abflussmessstationen des Bundes wurde das Auftreten und das Ausmass an hydrologischen Beeinflussungen aufgrund von Daten des Hydrologischen Atlas der Schweiz (BAFU 2007), Literaturangaben und Expertenbefragungen beurteilt. 49 dieser Stationen sind im NAWA-Messnetz enthalten und haben ein Einzugsgebiet < 1000 km². Ein Vergleich der 182 beurteilten Messstellen des Bundes und der von diesen in NAWA verwendeten zeigt, dass die Beeinflussungen ähnlich verteilt sind (Abb. 22). 60% der Stationen sind nur gering beeinflusst, 40% werden durch ein oder mehrere der oben genannten anthropogenen Eingriffe beeinflusst. Je nach Kategorie sind 6–33% der Stationen anthropogen beeinflusst (Abb. 22).

Abb. 22 > Hydrologische Beeinflussung an den Messstellen

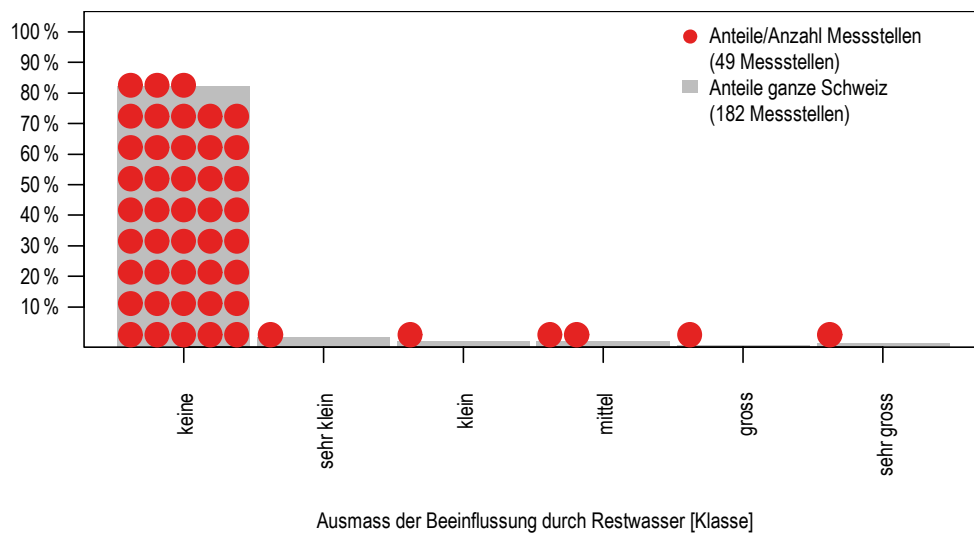
Hydrologische Beeinflussung an den untersuchten 182 Abfluss-Messstationen des Bundes (graue Balken) im Vergleich mit 49 für NAWA verwendeten Stationen mit Einzugsgebieten < 1000 km² (rote Punkte). 60 % der Stellen sind nur gering beeinflusst. Die restlichen 40 % sind durch Schwall-Sunk, Restwasser, Erhöhung des Abflusses im Winter, regulierten Seeabfluss und/oder diverse weitere Faktoren beeinflusst.



Symbolik der Darstellung siehe Abb. 8

Abb. 23 > Beeinflussung durch Restwasser

Ausmass der Beeinflussung durch Restwasser (RW) an den 182 untersuchten Abfluss-Messstationen des Bundes (graue Balken) im Vergleich mit den 49 für NAWA verwendeten Stationen mit Einzugsgebieten < 1000 km² (rote Punkte).



Symbolik der Darstellung siehe Abb. 8

Das Ausmass der Beeinflussung durch Restwasser wurde in einer fünfstufigen Skala bewertet (Abb. 23). In den 182 untersuchten Messstellen und den in NAWA verwendeten Stellen ist das Ausmass wiederum ähnlich verteilt. Trotz der geringen Anzahl von sechs NAWA-Messstellen mit Restwasserbeeinflussung sind alle Ausprägungen von sehr klein bis sehr gross in der Messstellenauswahl vorhanden.

5.4 Fazit Auswahl der Messstellen NAWA TREND

Für das Messnetz NAWA TREND wurden aufgrund der in Kapitel 5.1 definierten Kriterien 111 bereits bestehende nationale und kantonale Fließgewässer-Messstellen ausgewählt. Diese Auswahl umfasst Einzugsgebiete mit einer Fläche zwischen 25 und 36 500 km², verteilt über die ganze Schweiz (Kapitel 5.2).

Das Messnetz beinhaltet 25 Messstellen mit Einzugsgebieten >1000 km², die alle grossen Flüsse, deren Hauptzuflüsse, Zu- oder Ausflüsse grosser Seen sowie grosse ins Ausland fließende Gewässer abdecken. Die 86 Messstellen mit Einzugsgebieten zwischen 25 und 1000 km² decken die verschiedenen Typen von Gewässern und Belastungszustände ab. Ihre Repräsentativität konnte anhand von Vergleichsdaten für die ganze Schweiz aufgezeigt werden (Kapitel 5.3). Um die stoffliche Belastung abzubilden, werden in den anthropogen am stärksten beeinflussten Regionen Mittelland sowie Jura und Alpennordflanke überproportional viele Gewässer mit Einzugsgebieten <1000 km² beprobt. Obwohl in dieser Auswahl alle biogeographischen Regionen vertreten sind, widerspiegelt sich die geographische Fokussierung in den überproportionalen Anteilen der entsprechenden Abflussregimetypen und einem vorwiegend ökomorphologisch beeinträchtigten Zustand der untersuchten Gewässerabschnitte. Trotzdem wird, wie die Analyse der Einflussfaktoren Landnutzung und Abwasseranteil zeigt, die Ausprägung dieser Faktoren in der Schweiz durch die 86 Stellen mit Einzugsgebieten <1000 km² weitgehend erfasst. Schliesslich werden auch hydrologische Beeinflussungen erfasst, allerdings teilweise mit nur wenigen Messstellen. Im Messnetz untervertreten sind weitgehend unbelastete Stellen (Referenzstellen). Beispielsweise weisen von den 51 Messstellen mit Einzugsgebieten <1000 km² im Mittelland nur deren vier Einzugsgebiete auf, die mit weniger als 10 % offener Ackerfläche und Fläche an Dauerkulturen bedeckt sind sowie weniger als 50 Grossvieheinheiten pro km² aufweisen und einen Abwasseranteil am Q₃₄₇ kleiner 10 % haben. Ebenso sind Stellen im Alpenraum, insbesondere an kleineren Gewässern, untervertreten. Generell sind kleine und sehr kleine Fließgewässer mit einem Einzugsgebiet <25 km² und Flussordnungszahlen 1 oder 2 (vgl. Tab. 1) im Messnetz NAWA TREND nicht enthalten, obwohl diese den grössten Teil des Schweizer Gewässernetzes ausmachen.

Repräsentativität der Messstellen
NAWA TREND

6 > Messprogramm TREND

6.1 Allgemeines

Die im Messprogramm TREND erhobenen Parameter werden in diesem Kapitel näher beschrieben. Die Erhebungen werden gemäss den Methoden des Modul-Stufen-Konzepts durchgeführt (Tab. 3). Für weiter führende Informationen wird auf die entsprechende Methode verwiesen.

Methoden des Modul-Stufen-Konzepts als Grundlage

Die chemisch-physikalischen Erhebungen basieren auf dem Modul «Chemisch-physikalische Erhebungen, Nährstoffe – Stufe F». Die biologischen Parameter Makrozoobenthos, Kieselalgen, Fische und Wasserpflanzen werden voraussichtlich alle vier Jahre gemäss den entsprechenden Modulen des Modul-Stufen-Konzepts erhoben. Ergänzend werden bei der Erhebung des Makrozoobenthos und der Kieselalgen der Äusserer Aspekt und die Ökomorphologie (gemäss Ökomorphologie Stufe F) an der Messstelle bestimmt.

Tab. 3 > Übersicht über die erhobenen Daten gemäss des Modul-Stufen-Konzepts (MSK)

| Modul MSK | Wiederholung | Erhebungszeitpunkt | Basisdaten | Bewertung |
|---|---|---------------------|--|--|
| Chemie – Nährstoffe Stufe F (Liechti 2010) | Monatliche Stichproben | ganzjährig | Stoffkonzentrationen | 5 Klassen |
| Makrozoobenthos Stufe F (Stucki 2010) | einmal pro 4 Jahre | Frühjahr | Artenliste und Häufigkeiten | 5 Klassen |
| Kieselalgen Stufe F (Hürli-mann & Niederhauser 2007) | einmal pro 4 Jahre | Frühjahr | Artenliste und Häufigkeiten | 5 Klassen |
| Fische Stufe F (Schager und Peter 2004) | einmal pro 4 Jahre | Spätsommer – Herbst | Artenliste, Häufigkeiten, Altersklassen und weitere Merkmale | 5 Klassen |
| Wasserpflanzen (AWEL 2010, Känel 2009) | einmal pro 4 Jahre | Juni bis September | Artenliste und Häufigkeiten | 4 Klassen (provisorisch) |
| Äusserer Aspekt Stufe F (Binderheim & Göggel 2007) | einmal pro 4 Jahre | Frühjahr | Makroskopisch erkennbare Beeinträchtigungen | 3 Klassen |
| Ökomorphologie Stufe F (an den Messstellen, BUWAL 1998) | einmal pro 4 Jahre | Frühjahr | Struktur von Sohle, Böschung und Ufer | 4 Klassen (ohne Kategorie «eingedolt») |
| Hydrologie – Abflussregime Stufe F (Pfaundler 2011) | Abflussmessung: kontinuierlich Bewertung: einmalig | ganzjährig | Abflussdaten der Hydrometriestationen | 5 Klassen |

Während chemisch-physikalische Untersuchungen Aussagen über die Wasserqualität zum Zeitpunkt der Probenahme erlauben, kann mit biologischen Untersuchungen erfasst werden, wie sich die abiotischen Faktoren auf die Lebensgemeinschaften von Fischen, Wirbellosen, Wasserpflanzen und Kieselalgen im Gewässer auswirken. Die untersuchten Organismengruppen reagieren auf verschiedene Arten von Beeinträchtigungen jeweils unterschiedlich. So kann aus der Zusammensetzung der Kieselalgen in erster Linie auf die Nährstoffsituation im Gewässer geschlossen werden. Fische reagieren auf verschiedene Beeinträchtigungen, sowohl der Wasserqualität als auch der Morphologie und der Hydrologie des Gewässers. Der Vorteil dieser Bioindikatoren besteht darin, dass sie die Belastungssituation des Gewässers über eine längere Zeitspanne anzuzeigen vermögen und nicht nur die momentane Situation zum Zeitpunkt der Erhebung. Allerdings ist die Interpretation der Ergebnisse anspruchsvoller und weniger eindeutig als beispielsweise der Nachweis einer stofflichen Belastung, da mehrere Ursachen das Ergebnis beeinflussen können. So kann eine schlechte Beurteilung des Makrozoobenthos in einem Gewässer entweder auf eine stoffliche Belastung oder auf Beeinträchtigungen der Gewässerstruktur zurückzuführen sein.

Biologische Erhebungen

Biologische Erhebungen sind nur an watbaren Gewässern möglich, für grosse Fließgewässer fehlen schweizweit standardisierte Erhebungsmethoden. Daher können biologische Untersuchungen nicht an allen 111 NAWA-Messstellen durchgeführt werden (vgl. Kapitel 6.4–6.8 und Anhang A1).

Einschränkungen






Zusätzlich zu den im Vierjahresrhythmus vorgesehenen biologischen Erhebungen werden in der Anfangsphase 20 ausgewählte Stellen jährlich untersucht (Anhang A1). Diese zusätzlichen Untersuchungen haben primär zum Ziel, die Variabilität der Ergebnisse der Untersuchungen zu überprüfen. Damit kann evaluiert werden, in welchem Mass der geplante vierjährige Erhebungsrhythmus der biologischen Erhebungen geeignet ist, die Ziele von NAWA zu erreichen, speziell das Erkennen langfristiger Entwicklungen.

Erhebungsfrequenz biologische Erhebungen

Als Ergebnis der Untersuchungen resultiert eine Bewertung in fünf Klassen (Tab. 4) mit Ausnahme der Ökomorphologie und der Makrophyten (vier Klassen) sowie des Äusseren Aspekts (drei Klassen). Die Bewertung in fünf Klassen entspricht der Bewertung gemäss der europäischen Wasser-Rahmen-Richtlinie, so dass die Ergebnisse von Untersuchungen in der Schweiz und in Nachbarländern auf der Ebene der abschliessenden Klassierung vergleichbar sind.

Bewertung in fünf Klassen

Tab. 4 > Bewertungsschema gemäss Modul-Stufen-Konzept in Klassen und zugehöriger Farbcode

| Klasse | Ökologischer Zustand |
|---|----------------------|
|  1 | Sehr gut |
|  2 | Gut |
|  3 | Mässig |
|  4 | Unbefriedigend |
|  5 | Schlecht |

6.2 Chemisch-physikalische Erhebungen

| | |
|----------------------|--|
| Methode | Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fließgewässer. Chemisch-physikalische Erhebungen – Nährstoffe Stufe F (Liechti 2010) |
| Probenahme | Stichproben |
| Häufigkeit/Zeitpunkt | Monatlich / nicht festgelegt |
| Parameter | Ammonium (NH ₄ -N), Nitrit (NO ₂ -N), Nitrat (NO ₃ -N), Ortho-Phosphat (PO ₄ -P), Gesamt-Phosphor _{unfiltriert} , Gelöster organischer Kohlenstoff (DOC), weitere Parameter zur Bewertung der Befunde |
| Anzahl Messstellen | 111 |
| Bewertung | 5 Klassen, 90. Perzentil aus 12 Stichproben |

Die chemisch-physikalischen Erhebungen umfassen im Wesentlichen die klassischen Nährstoffparameter, die seit Jahrzehnten in der Gewässerüberwachung erhoben werden. Es handelt sich um die wichtigsten Nährstoffe (Ammonium, Nitrit, Nitrat und Ortho-Phosphat) sowie um Summenparameter (Gesamt-Phosphor_{unfiltriert} und gelöster organischer Kohlenstoff) gemäss Modul Chemisch-physikalische Erhebungen – Nährstoffe des Modul-Stufen-Konzepts. Als Hilfsgrößen für die Beurteilung werden weitere Parameter wie die Wassertemperatur, der pH-Wert, gelöster Sauerstoff und Chlorid erfasst.

Nährstoffe

Die Probenahme erfolgt mit monatlichen Stichproben. Weitere Vorgaben zum Zeitpunkt der Probenahme (Wochentag, Uhrzeit, Witterung oder Abflussverhältnisse) werden nicht gemacht. Es wird davon ausgegangen, dass die Probenahme zufällig erfolgt, das heisst, dass weder Witterung, Abfluss, Belastungen (z. B. Tages-/Wochenang bei Kläranlagen) oder andere Ereignisse bei der Planung der Probenahmen einfließen.

Probenahme

Eine einheitliche Probenahmestrategie ist für die statistische Auswertung und die Vergleichbarkeit der Ergebnisse unabdingbar. Bei der Interpretation der Ergebnisse von zwölf monatlichen Stichproben sind folgende Punkte zu berücksichtigen:

Vergleichbarkeit und Aussagekraft

- > Die Erfassung von Belastungsspitzen durch anthropogen bedingte Gewässerverunreinigungen oder bei entsprechenden hydrologischen resp. klimatischen Verhältnissen wie Starkniederschlägen (Hochwasser) oder lang andauernden Kälte- resp. Trockenperioden (Niederwasser) ist mit monatlichen Stichproben unwahrscheinlich. Dies trifft umso mehr zu, je kleiner das Einzugsgebiet des untersuchten Gewässers und je grösser damit die Abfluss- und Stoffdynamik ist. Daher wurde für die untersuchten Gewässer eine Mindestgrösse des Einzugsgebietes von 25 km² festgelegt.
- > Monatliche Stichproben sind ungeeignet, die Belastung mit Stoffen mit einer hohen Eintragsdynamik nachzuweisen (z. B. bei vielen Pestiziden).
- > Mit monatlichen Stichproben können Frachten für Wasserinhaltsstoffe nur sehr eingeschränkt abgeschätzt werden.
- > Eine monatliche Probenahme verursacht in stofflich kaum belasteten, hochgelegenen Messstellen einen hohen Aufwand im Verhältnis zur gewonnenen Aussage.
- > Mit Stichproben können labile Parameter (Ammonium und Nitrit), die unmittelbar nach der Probenahme analysiert werden müssen, erfasst werden, dies im Gegensatz

zu Sammelproben. Aus diesem Grund werden an den Basismessstellen des NADUF-Programms, die Teil des Messnetzes NAWA TREND sind, zusätzlich zu den bisherigen 14-tägigen Sammelproben auch monatliche Stichproben erhoben.

Die Beurteilung der chemischen Parameter basiert auf dem 90. Perzentil von zwölf Stichproben als statistischem Schätzwert. Dieser Schätzwert wird den Anforderungen an die Wasserqualität gemäss Anhang 2 Ziffer 12 GSchV und den zusätzlichen numerischen Zielvorgaben gemäss des Moduls Chemisch-physikalische Erhebungen – Nährstoffe gegenübergestellt, woraus eine Bewertung in fünf Klassen resultiert.

90. Perzentil als Schätzwert für die Beurteilung

Zur Interpretation der Beurteilung der chemischen Parameter dienen Angaben zu den Abflussverhältnissen im Gewässer zum Zeitpunkt der Probenahme (Niedrigwasser-, Mittelwasser-, Regenwetter- oder Hochwasserabfluss) sowie die Abflussganglinien der hydrologischen Messstationen. Die Analyse der Einzugsgebiete der Messstellen hinsichtlich Landnutzung und spezifischer möglicher Belastungsursachen (vgl. Kapitel 5 und Anhang A2) bildet die Grundlage für weiterführende Auswertungen der Daten. Da die Messstellen über verschiedenste Landnutzungen, Einzugsgebietsgrößen und mögliche Belastungsursachen hinweg ausgewählt wurden, kann erwartet werden, dass die Konzentrationsbereiche sowie allfällige Trends pro untersuchten Parameter erfasst werden können. Hingegen sind die im Rahmen von NAWA TREND erhobenen Daten keine ausreichende Grundlage zur Herleitung von einzelnen Massnahmen.

Interpretation der Beurteilung

Weiterführende Untersuchungen, die aufwändigere Probenahme- und Analyseverfahren erfordern (z. B. organische Spurenstoffe), sind Gegenstand von SPEZ-Programmen (vgl. Kapitel 7).

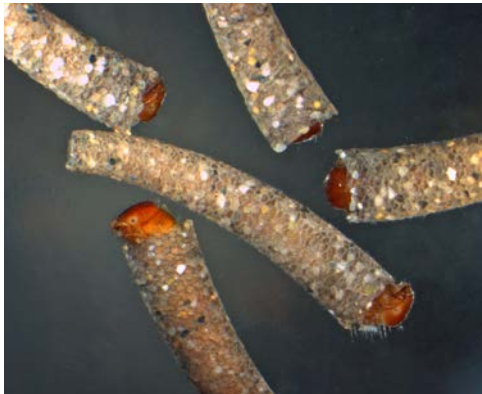
6.3

Makrozoobenthos

| | |
|----------------------|--|
| Methode | Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fließgewässer. Makrozoobenthos Stufe F (Stucki 2010) |
| Probenahme | Kick-sampling (8 Teilproben) |
| Häufigkeit/Zeitpunkt | Einmal alle vier Jahre/abhängig von der Höhenlage der Messstelle, mehrheitlich im Frühling (März, April) |
| Parameter | Makroinvertebraten auf Ebene Familie, Häufigkeit |
| Anzahl Messstellen | 88 |
| Bewertung | 5 Klassen, IB-CH (angelehnt an IBGN) |

Als Makrozoobenthos werden die wirbellosen Kleinlebewesen am Gewässergrund bezeichnet (Abb. 24). Die Beurteilung von Fließgewässern anhand des Makrozoobenthos hat eine jahrzehntelange Tradition. Die wirbellosen Kleinlebewesen, deren Lebenszyklus sich zu einem wesentlichen Teil im Gewässer abspielt, sind als Bioindikatoren geeignet, da sie den Zustand des Gewässers über ihre gesamte Lebensdauer im Wasser integrieren und ihre Ansprüche an Wasserqualität und Lebensraum vielfach gut bekannt sind. Je nach Wasserqualität und Zustand des Lebensraums verändern sich das Artenspektrum und die Häufigkeit der vorkommenden Arten.

Makrozoobenthos als Bioindikator für Wasser- und Lebensraumqualität

Abb. 24 > Makrozoobenthos*Allogamus auricollis**Limnephilus sp.**Notidobia ciliaris**Drusus muelleri*

Fotos: H. Vicentini und P. Stucki

Die Untersuchung und Bewertung des Makrozoobenthos erfolgt mittels des Moduls Makrozoobenthos des Modul-Stufen-Konzepts. Es wird dabei von der Annahme ausgegangen, dass eine anthropogene Beeinträchtigung der Fließgewässer in der Regel zu einer Verringerung der biologischen Vielfalt führt, von der insbesondere bestimmte Insekten betroffen sind.

Die Probenahme findet nur in wabaren Gewässern zusammen mit der Probenahme der Kieselalgen statt. Ergänzend werden der Äussere Aspekt und die Ökomorphologie an der Probenahmestelle erhoben. Der Zeitpunkt der Probenahme ist abhängig von der Höhenlage der Untersuchungsstelle, die grosse Mehrheit der Messstellen wird im März (Messstellen zwischen 200–600 m.ü.M.) oder April (601–1000 m.ü.M.) beprobt. Die Probenahme des Makrozoobenthos ist standardisiert und geschieht mittels «Kick-Sampling» (Abb. 25) mit einem standardisierten Netz in verschiedenen Teillebensräumen des Gewässers. Die Tiere werden gemäss vorgegebener Taxaliste mehrheitlich auf Familienniveau bestimmt.

Probenahme

Abb. 25 > Makrozoobenthos – Probenahme mittels Kick-Sampling



Foto W. Göggel

Aus der Anwendung des Moduls Makrozoobenthos resultiert ein standardisierter Index (IB-CH). Für die Bewertung des Gewässerzustandes wird der berechnete Index einer von fünf Qualitätsklassen zugeordnet (Tab. 4). Die numerische Bewertung wird mit einer verbalen Charakterisierung des biologischen Gewässerzustandes ergänzt.

Bewertung: Index IB-CH

Dieses Vorgehen erlaubt keine umfassende Beurteilung der Biodiversität aquatischer Wirbellosen an den Messstellen. Es gibt neben dem Qualitätsindex IB-CH lediglich Hinweise auf die Vielfalt des Makrozoobenthos. Eine detailliertere Erfassung der Diversität würde die weiter gehende Bestimmung der Organismen auf Artstufe erfordern. Im Rahmen von NAWA TREND werden ausgewählte Wirbelosengruppen (Eintagsfliegen, Steinfliegen und Köcherfliegen) auf Artebene bestimmt. Dies erlaubt zusätzliche, weiterführende Auswertungen und einen Vergleich mit den nach der gleichen Probenahmemethode im Biodiversitätsmonitoring Schweiz erhobenen Daten (www.biodiversitymonitoring.ch).

Einschränkungen

6.4 Kieselalgen

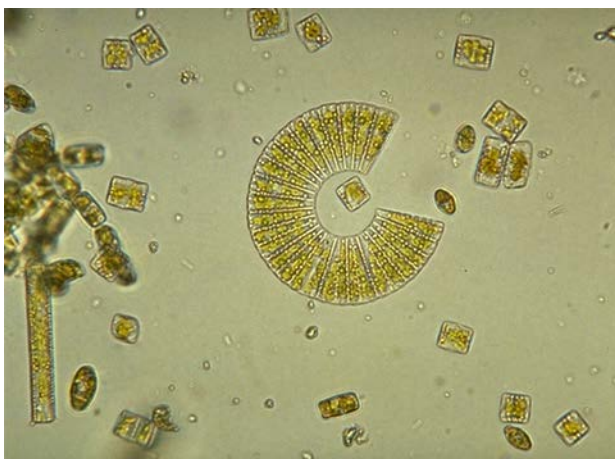
| | |
|----------------------|--|
| Methode | Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer. Kieselalgen Stufe F (Hürlimann & Niederhauser 2007) |
| Probenahme | Abkratzen des Kieselalgenbewuchses von Hartsubstrat |
| Häufigkeit/Zeitpunkt | Einmal alle vier Jahre / gleichzeitig mit Makrozoobenthos, abhängig von der Höhenlage der Messstelle, mehrheitlich im Frühling (März, April) |
| Parameter | Kieselalgenarten, Häufigkeit, Teratologie (Fehlbildungen) |
| Anzahl Messstellen | 88 (gleiche Stellen wie Makrozoobenthos) |
| Bewertung | DI-CH, 5 Klassen |

Kieselalgen (Diatomeen) sind einzellige Algen, die sowohl im Süß- als auch im Salzwasser und teilweise sogar an Land leben. Sie werden seit Jahrzehnten als Bioindikatoren für die Wasserqualität verwendet, da sie in allen Fliessgewässern ganzjährig vorkommen und ihre Reaktion auf Umweltveränderungen gut bekannt ist (Abb. 26). Das Artenspektrum und die Häufigkeit der Arten werden wesentlich von den Wasserinhaltsstoffen, die über einen längeren Zeitraum im Gewässer vorhanden waren, bestimmt.

Kieselalgen als Bioindikatoren für Wasserqualität

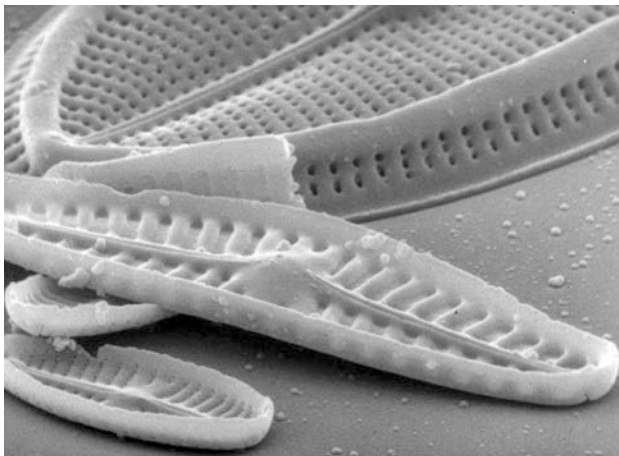
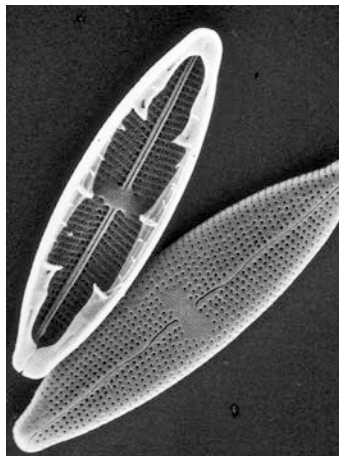
Abb. 26 > Kieselalgen im Licht- (LM) und Rasterelektronenmikroskop (REM): Lebende Zellen ...

Meridon im LM.



Coconeis in Naphrax eingebettet, im LM.



... und präparierte Schalen*Coconeis im REM.**Mastogloia im REM.*

Fotos: AquaPlus

Die Kieselalgenproben werden gleichzeitig mit den Makrozoobenthosproben genommen. Die Kieselalgen werden ab circa drei bis fünf faust- bis kopfgrossen Steinen abgekratzt, welche im Transekt der fließenden Welle entnommen wurden. Anschliessend wird die Kieselalgenprobe im Labor chemisch aufbereitet, damit die Kieselalgen bestimmt und gezählt werden können. Ergänzend zu den Erhebungen gemäss Modul Kieselalgen wird die Teratologie der Schalen (Mass der Fehlbildungen) eruiert. Wie beim Makrozoobenthos findet im Jahr der Probenahme nur eine Probenahme jeweils im Frühjahr statt (in Abhängigkeit der Höhenlage der Messstelle).

Probenahme

Die Bewertung erfolgt nach dem Modul Kieselalgen, indem der DI-CH-Wert berechnet und daraus die Zustandsklasse eruiert wird (Tab. 4). Das Bewertungssystem wurde an sechs chemischen Parametern geeicht (v. a. Nährstoffparameter wie Ammonium, Nitrit und Gesamtphosphor). Mit diesem Verfahren kann die Wasserqualität primär hinsichtlich des Nährstoffgehaltes eruiert werden, wobei die Ergebnisse nicht wesentlich von der Ökomorphologie des Gewässers beeinflusst werden.

Bewertung: Index DI-CH**6.5****Fische**

| | |
|----------------------|--|
| Methode | Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fließgewässer. Fische Stufe F (Schager & Peter 2004) |
| Probenahme | Elektrobofischung |
| Häufigkeit/Zeitpunkt | Einmal alle vier Jahre / Spätsommer – Herbst |
| Parameter | Artenspektrum und Dominanzverhältnis, Populationsstruktur der Indikatorarten (Altersklassen, Reproduktion), Fischdichte der Indikatorarten, Deformationen bzw. Anomalien |
| Anzahl Messstellen | Circa 60 |
| Bewertung | 5 Klassen |

Fische sind für die Beurteilung des biologischen Zustands von Fliessgewässern im Allgemeinen gut geeignet. Sie kommen in fast allen Bächen und Flüssen vor und durch ihre komplexen und ausgeprägten Lebensraumansprüche sind sie gute Indikatoren für den morphologischen und hydrologischen Gewässerzustand. Die Mobilität und das Wanderverhalten vieler Fischarten lassen auch Rückschlüsse auf die Durchgängigkeit und Vernetzung der Gewässer zu. Da die meisten Fische relativ lange leben, hat die Beurteilung der Fischfauna eine Aussagekraft über längere Zeiträume als andere Indikatoren. Die Fische sind zudem relativ einfach zu bestimmen und ihre Ökologie ist relativ gut bekannt.

Fische als Bioindikatoren für hydromorphologischen Zustand der Gewässer

Die Probenahme und Bewertung der Fischfauna erfolgen gemäss dem Moduls Fische Stufe F des Modul-Stufen-Konzepts, mit gewissen Anpassungen bezüglich Probenahmemethodik (nur eine Strecke pro Gewässer befischt, nur flächige Befischungen). Die Probenahme erfolgt durch Elektrobefischung (bb. 27), ausschliesslich in watbaren Gewässern. Nicht alle watbaren Messstellen, an denen Makrozoobenthos- und Kieselalgenproben erhoben werden, können auch befischt werden. Um die Vergleichbarkeit der Daten mit verhältnismässigem Aufwand (maximal zwei Anoden) zu gewährleisten, sollte die benetzte Breite der Gewässer 14 m in der Regel nicht übersteigen und die tiefste Stelle muss der Befischung zugänglich sein.

Probenahme

Die Felderhebungen finden im Spätsommer und Herbst statt. Zu diesem Zeitpunkt sind die im Winter und Frühjahr desselben Jahres geschlüpften Jungfische (0+-Fische) bereits gross genug, um repräsentativ gefangen zu werden. Zudem herrscht in dieser Jahreszeit oft Niederwasser, was die Befischung erleichtert. Die Befischungen erfolgen immer in enger Koordination mit den kantonalen Fischereifachstellen.

Die Bewertung berücksichtigt Artenspektrum und Dominanzverhältnisse der erfassten Fische, die Populationsstruktur und Fischdichte der Indikatorarten sowie Angaben hinsichtlich Deformationen und Anomalien. Sie basiert auf einem Punktesystem, aus welchem sich die Zustandsklasse herleiten lässt, ergänzt durch eine verbale Beurteilung (Tab. 4). Wichtig für die Bewertung sind die Populationsstruktur und die Fischdichte der Indikatorarten, insbesondere der Bachforelle. Diese Parameter werden durch den Besatz mit Jungfischen, der in vielen Schweizer Fliessgewässern regelmässig durchgeführt wird, beeinflusst. Eine Grundvoraussetzung ist daher die Koordination mit Besatzmassnahmen. Der Besatz soll im jeweiligen Untersuchungsjahr unterlassen, markiert oder erst im Anschluss an die Befischungen vorgenommen werden. Da der Besatz oft von Fischereivereinigungen vorgenommen wird, ist die Kommunikation mit diesen von grosser Bedeutung.

Bewertung

bb. 27 > Probenahme der Fische mittels Elektrofischen

Foto Eawag

Ergänzend zu den gemäss dem Modul Fische erhobenen Parametern ist es empfehlenswert, bei den Probenahmen 0+ Bachforellen auf das Vorkommen von PKD (Proliferative Kidney Disease) zu untersuchen. Diese vor allem bei Bachforellen auftretende Nierenkrankheit kann einen starken Einfluss auf die Mortalität insbesondere der 0+ Fische haben. Eine Untersuchung auf PKD an den NAWA Messstellen kann damit der Interpretation der erhobenen Daten sowie dem Monitoring der Verbreitung von PKD dienen.

Zusätzliche Erhebungen

6.6

Wasserpflanzen

| | |
|----------------------|--|
| Methode | Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer. Wasserpflanzen – Anleitung zur Probenahme (Känel 2009) |
| Probenahme | Begehung im Gewässer, Bestimmung der Wasserpflanzen im Feld |
| Häufigkeit/Zeitpunkt | Einmal alle vier Jahre / Juni – September (Vegetationsperiode) |
| Parameter | Wasserpflanzenarten (Gefässpflanzen, Moose, Algen), Wuchsform, Deckungsgrad |
| Anzahl Messstellen | Circa 80 |
| Bewertung | 4 Klassen (provisorische Bewertung gemäss Methode Kt. ZH, AWEL 2010) |

Bei der Erhebung der Wasserpflanzen (Makrophyten) werden Gefässpflanzen, Moose und makroskopische (von blossem Auge erkennbare) Algen erfasst. Makrophyten bilden durch ihre Standortgebundenheit und ihre lange Lebensdauer die im Gewässer herrschenden Bedingungen ab, wobei sie nicht wie Kieselalgen in erster Linie die Wasserqualität indizieren, sondern vielmehr die Gesamtheit der Umweltbedingungen wiedergeben. Makrophyten reagieren insbesondere auf hydraulisch-strukturelle Gegebenheiten im Gewässer.

Die Untersuchung der Wasserpflanzen erfolgt gemäss dem Entwurf der Anleitung zur Probenahme während der Sommermonate (Juni bis September). In diesen Monaten sind die Wachstumsverhältnisse bezüglich Wassertemperatur und Licht optimal und die Artenvielfalt insbesondere der Gefässpflanzen am grössten. In Gewässern mit regelmässigem starkem Geschiebetrieb, gletschertrüben und hoch gelegenen Gewässern kommen natürlicherweise kaum Makrophyten vor. Diese werden daher nicht untersucht. Auch tiefe und nicht begehbare Flüsse werden nicht untersucht.

Bei der Erhebung werden die vorkommenden Wasserpflanzenarten und deren Häufigkeit (Deckungsgrad) im Gewässer erfasst. Dabei wird zwischen fünf Wuchsformen unterschieden (Abb. 28):

- > fädige Algen (z. B. Grünalge *Cladophora glomerata*)
- > Moose (z. B. Quellmoos *Fontinalis antipyretica*)
- > Helophyten (im Sediment wurzelnde, aber aus dem Wasser ragende Pflanzen),
- > Schwimmblattpflanzen (z. B. *Potamogeton natans*)
- > Submerse (untergetauchte) Gefässpflanzen (z. B. *Ranunculus fluitans*).

Wasserpflanzen als Bioindikatoren für hydromorphologischen und chemischen Zustand der Gewässer

Probenahme

Abb. 28 > Wasserpflanzen in den fünf Wuchsformen

fädige Algen



fädige Algen



Helophyten



Helophyten



Moose



Schwimmblattpflanzen



submerse



submerse



Eine schweizweit anwendbare, standardisierte Beurteilungsmethode für Wasserpflanzen ist im Rahmen des Modul-Stufen-Konzepts in Erarbeitung. Eine provisorische Bewertung in vier Klassen erfolgt gemäss dem Vorgehensvorschlag des Kantons Zürich (AWEL 2010), in dem die Standortgerechtigkeit und das Ausmass der Verkrautung beurteilt werden. Die Erhebung der Wasserpflanzen hat vorerst primär zum Ziel, die Artenvielfalt, die Verbreitung und die Häufigkeit der Arten pro Gewässertyp, Region, Höhenlage und Belastungszustand zu erfassen. Die erhobenen Daten fliessen in die Entwicklung der Beurteilungsmethode für Makrophyten im Rahmen des Modul-Stufen-Konzepts ein.

Bewertung

6.7 Äusserer Aspekt

| | |
|----------------------|---|
| Methode | Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer. Äusserer Aspekt (Binderheim & Göggele 2007) |
| Probenahme | Begehung des Gewässers |
| Häufigkeit/Zeitpunkt | Einmal alle vier Jahre (gleichzeitig mit Makrozoobenthos und Kieselalgen) |
| Parameter | Trübung, Verfärbung, Schaum, Geruch, Verschlammung, Eisensulfid, Kolmation, heterotropher Bewuchs, Feststoffe und Abfälle |
| Anzahl Messstellen | 88 (gleiche Stellen wie Makrozoobenthos und Kieselalgen) |
| Bewertung | 3 Klassen |

Die Beurteilung des Äusseren Aspekts erlaubt eine erste Grobbeurteilung des Gewässerzustandes und die Überprüfung der in Anhang 2 Ziffer 11 und 12 GSchV festgelegten Anforderungen an die Wasserqualität eines oberirdischen Gewässers. Die Erhebung des Äusseren Aspekts erfolgt gleichzeitig mit der Erhebung von Makrozoobenthos und Kieselalgen und ist als ergänzende Information hilfreich für die Interpretation der Befunde der biologischen Untersuchungen.

Grobbeurteilung des Gewässerzustandes

Die Erhebung des Äusseren Aspekts umfasst folgende Parameter:

- > Trübung (z. B. infolge Abwasser, Baustelle, Moorausfluss, Gletscher etc.)
- > Verfärbung (z. B. infolge Abwasser, Baustelle, Moor- oder Seeausfluss etc.)
- > Schaum (z. B. infolge Abwasser, Gülle, Moorausfluss, Ranunculus etc.)
- > Geruch (z. B. infolge Abwasser, Waschmittel, Gülle etc.)
- > Verschlammung (z. B. infolge Abwasser, Gülle, Laubfall, Drainage etc.)
- > Eisensulfid (z. B. infolge Abwasser, Laubfall, Gülle etc.)
- > Kolmation der Gewässersohle
- > Feststoffe aus der Siedlungsentwässerung (z. B. WC-Papier, Hygieneabfall etc.)
- > Abfälle (z. B. Kehrichtsäcke, Verpackungen)
- > Heterotropher Bewuchs (z. B. infolge Abwasser, Laubfall, Gülle, Drainage etc.)
- > Pflanzenbewuchs (Algen, Moose und Wasserpflanzen)

Diese Parameter werden sowohl von der Hydrologie und Morphologie des Gewässers als auch von der Wasserqualität und der Gewässerbiologie beeinflusst. Ein Teil der Parameter repräsentiert den momentanen Zustand im Gewässer und kann kurzfristig variieren (z. B. Trübung, Verfärbung oder Schaum), andere Parameter zeigen den

Gewässerzustand über eine längere Zeitdauer an (z.B. Kolmation, Eisensulfid oder heterotropher Bewuchs; Abb. 29).

Die Parameter des Äusseren Aspektes werden einzeln in drei Stufen bewertet. Beim heterotrophen Bewuchs kann die Bewertung differenzierter in fünf Stufen erfolgen. Die Parameter werden nicht zu einer Gesamtbewertung zusammengefasst, jeder Parameter wird separat bewertet. Bei der Beurteilung ist jeweils die Ursache der Befunde zu berücksichtigen, da gewisse Beeinträchtigungen des Äusseren Aspekts auch natürliche Gegebenheiten widerspiegeln können (z.B. Verfärbung von Moorgewässern oder Trübung von Gletscherbächen). Etliche Belastungen wie z.B. Eutrophierung, Abwasserbelastungen oder Einleitungen aus Fehlschlüssen der Kanalisation manifestieren sich aber oft offensichtlich im Feld und sind mittels Äusserem Aspekt erkennbar.

Bewertung

Abb. 29 > Beispiele von Beeinträchtigungen des Wassers respektive der Gewässersohle, die mit dem Äusseren Aspekt erhoben werden

Verfärbung



Trübung



Eisensulfid



Schaum



Fotos: AquaPlus

6.8

Ökomorphologie


| | |
|----------------------|---|
| Methode | Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer – Ökomorphologie Stufe F (BUWAL 1998) |
| Probenahme | Begehung des Gewässers |
| Häufigkeit/Zeitpunkt | Einmal alle vier Jahre (gleichzeitig mit Makrozoobenthos und Kieselalgen) Gesamtschweizerische Erhebungen 1997–2008 |
| Parameter | Variabilität der Wasserspiegelbreite, Art und Ausmass der Verbauung von Sohle und Böschungsfuss, Beschaffenheit des Uferbereichs, Durchgängigkeitsstörungen |
| Anzahl Messstellen | 88 (gleiche Stellen wie Makrozoobenthos und Kieselalgen) |
| Bewertung | 4 Klassen |

Die Ökomorphologie umfasst die Gesamtheit der strukturellen Gegebenheiten im und am Gewässer: die eigentliche Gewässermorphologie, wasserbauliche Massnahmen (Verbauungen von Sohle und Böschung, Wehre) sowie die Gegebenheiten im angrenzenden Umland (Bebauung, Landnutzung etc.). Diese Bedingungen werden anhand von vier ausgewählten Parametern gemäss dem Modul Ökomorphologie Stufe F des Modul-Stufen-Konzepts (Variabilität der Wasserspiegelbreite, Art und Ausmass der Verbauung von Sohle bzw. Böschungsfuss und Beschaffenheit des Uferbereichs) erfasst und in vier Klassen bewertet (Tab. 5). Ergänzend werden Durchgängigkeitsstörungen, die die Ausbreitung von Wassertieren im Längsverlauf des Gewässers behindern, erhoben. Diese fliessen jedoch nicht in die vierstufige Bewertung ein.

Gewässerstruktur

Tab. 5 > Klassifizierungsschema (nummeriert und farbcodiert) des ökomorphologischen Zustandes gemäss dem Modul Ökomorphologie Stufe F

Abschnitte der Klasse «eingedolt» kommen im NAWA-Messnetz nicht vor.

| Klasse | Ökomorphologischer Zustand |
|---|----------------------------|
|  I | Natürlich / naturmah |
|  II | Wenig beeinträchtigt |
|  III | Stark beeinträchtigt |
|  IV | Naturfremd / künstlich |

Das Modul Ökomorphologie Stufe F des Modul-Stufen-Konzepts ist auf die Erhebung längerer Gewässerabschnitte oder ganzer Fliessgewässer im Längsverlauf ausgerichtet und nicht auf die Beurteilung einzelner Messstellen. Der ökomorphologische Zustand der Probenahmestellen wird bei der Erhebung des Makrozoobenthos und der Kieselalgen erfasst. Sie kann als ergänzende Information bei der Interpretation der Befunde der biologischen Untersuchungen hilfreich sein. Zusätzlich wurde die Ökomorphologie im Umfeld der Messstelle auf Grundlage der kantonalen Ökomorphologiedaten charakterisiert, wobei die Abschnitte 500 m ober- und 500 m unterhalb der Messstelle berücksichtigt werden (vgl. Kapitel 5.3.5).

Erhebungen

Die ökomorphologische Bewertung der NAWA-Messstellen lässt keinen allgemeinen Schluss auf den ökomorphologischen Zustand der Schweizer Fliessgewässer zu. Eine umfassende Übersicht über die Ökomorphologie der Schweizer Fliessgewässer wurde von 1997 bis 2008 mit der Erhebung von rund 29 000 km Fliessgewässer in 24 Kantonen erarbeitet und durch das BAFU 2009 publiziert (Zeh et al. 2009).

6.9

Hydrologie

| | |
|----------------------|---|
| Methode | Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer. Hydrologie – Abflussregime Stufe F (HYDMOD-F, Pfaundler 2011) |
| Probenahme | Abflussdaten der hydrologischen Messstationen |
| Häufigkeit/Zeitpunkt | Abflussmessung: kontinuierliche, Bewertung: einmalig |
| Parameter | Abfluss |
| Anzahl Messstellen | 113 (80 BAFU-Messstellen, 33 kantonale Messstellen) |
| Bewertung | 5 Klassen |

Das Abflussgeschehen beeinflusst alle chemisch-physikalischen und biologischen Prozesse im Fliessgewässer. Die Kenntnis der hydrologischen Verhältnisse sind entsprechend für die Interpretation von an einer Messstelle erhobenen Daten unabdingbar. Die Messstellen von NAWA TREND wurden so ausgewählt, dass alle Stellen an oder in der Nähe einer Abflussmessstation liegen. Die Mehrzahl der Abflussmessstationen wird vom Bund, einige Messstationen werden von Kantonen betrieben (vgl. Kapitel 5.2).

Hydrologische Verhältnisse

Mit dem Modul HYDMOD-F können die hydrologischen Verhältnisse eines Einzugsgebiets inklusive der Eingriffe in den Wasserhaushalt beschrieben und die Auswirkungen dieser Eingriffe auf das Abflussregime beurteilt werden. Dabei wird der Natürlichkeitsgrad des Abflussregimes anhand von neun Bewertungsindikatoren, welche verschiedene Charakteristika aus den Bereichen Niedrigwasser-, Mittelwasser- und Hochwasserregime abdecken, klassiert.

Eingriffe in Wasserhaushalt und Abflussregime

HYDMOD-F ist als eingriffsbezogener Ansatz konzipiert. Die Ursachen erheblicher hydrologischer Beeinträchtigungen sind meist punktuelle wasserwirtschaftliche Eingriffe. Dies hat den Vorteil, dass die Erhebungen gezielt auf die Eingriffe und die davon betroffenen Gewässerabschnitte fokussieren können. Grossteils stammen die Eingriffe aus den Bereichen Siedlungswasserwirtschaft und Wasserkraftnutzung.

Es ist geplant, im Rahmen von NAWA TREND alle Messstellen hinsichtlich der hydrologischen Verhältnisse mit der Methode HYDMOD-F zu beurteilen. Dabei handelt es sich um eine einmalige Beurteilung, eine Aktualisierung ist erst angezeigt, wenn Änderungen der wasserwirtschaftlichen Eingriffe wesentliche Veränderungen im Abflussregime nach sich ziehen.

Erhebungen

7 > Problembezogene Spezialbeobachtung: Erstes Beispiel

7.1 Zielsetzung

Mit der problembezogenen Spezialbeobachtung SPEZ können spezifische Fragestellungen mit angepassten Methoden und Untersuchungskonzepten bearbeitet werden. SPEZ ermöglicht im Gegensatz zum Programm TREND detaillierte Aussagen über die Auswirkungen spezifischer Belastungen auf den Zustand der Fließgewässer, insbesondere auch für kleine Fließgewässer (vgl. Kapitel 4.3).

Untersuchung von spezifischen
Fragestellungen

Exemplarisch wird hier das erste, 2012 durchgeführte SPEZ-Messprogramm, ein analytisches Screening für Pflanzenschutzmittel- und Biozid-Wirkstoffe, kurz präsentiert. Konzepte für weitere ausgewählte Themenbereiche werden laufend entwickelt.

7.2 SPEZ-Programm 2012

Ziel des SPEZ-Programmes 2012 war ein möglichst umfassendes Wirkstoff-Screening für Pflanzenschutzmittel- und Biozid-Wirkstoffe an ausgewählten Messstellen von NAWA TREND. Durch die Auswahl von Einzugsgebieten mit unterschiedlicher Landnutzung wurde versucht, typische Wirkstoffpaletten für die verschiedenen Nutzungen (Siedlung und verschiedene landwirtschaftliche Kulturen) zu identifizieren. Der Fokus des Programmes lag auf der möglichst umfangreichen Erfassung von Wirkstoffen und nicht auf der Ermittlung von Maximalkonzentrationen. Das Vorkommen von Wirkstoffen in sehr kleinen Fließgewässern, die Einzugsgebiete mit einem hohen Anteil an Spezialkulturen (Obst, Reben und Gemüse) entwässern, kann mit dem SPEZ-Programm 2012 nicht abschliessend analysiert werden, sondern ist Thema eines Folgeprogramms.

Screening von Pflanzen-
schutzmitteln und Bioziden

7.2.1 Auswahl der Messstellen SPEZ-Programm 2012

Aus den 111 TREND-Messstellen wurden fünf über das Schweizer Mittelland verteilte Messstellen für das SPEZ-Programm 2012 ausgewählt, welche aufgrund der Landnutzung ihrer Einzugsgebiete eine breite Palette von Pflanzenschutzmittel- und Biozid-Wirkstoffen aus landwirtschaftlichen Flächen und Siedlungsgebieten erwarten lassen. Dazu wurden Gebiete ausgewählt mit einem möglichst geringen Anteil an unproduktiver Fläche, Wald und stehenden Gewässern, aber einem möglichst hohen Anteil an Landwirtschafts- und/oder Siedlungsfläche. Aus den Gebieten mit hohem Anteil Landwirtschaftsfläche wurden solche ausgewählt mit hohem Anteil der schweizweit flächenmässig wichtigsten Kulturen (Weizen, Mais, Gerste, Raps und Zuckerrüben)

Fünf Messstellen

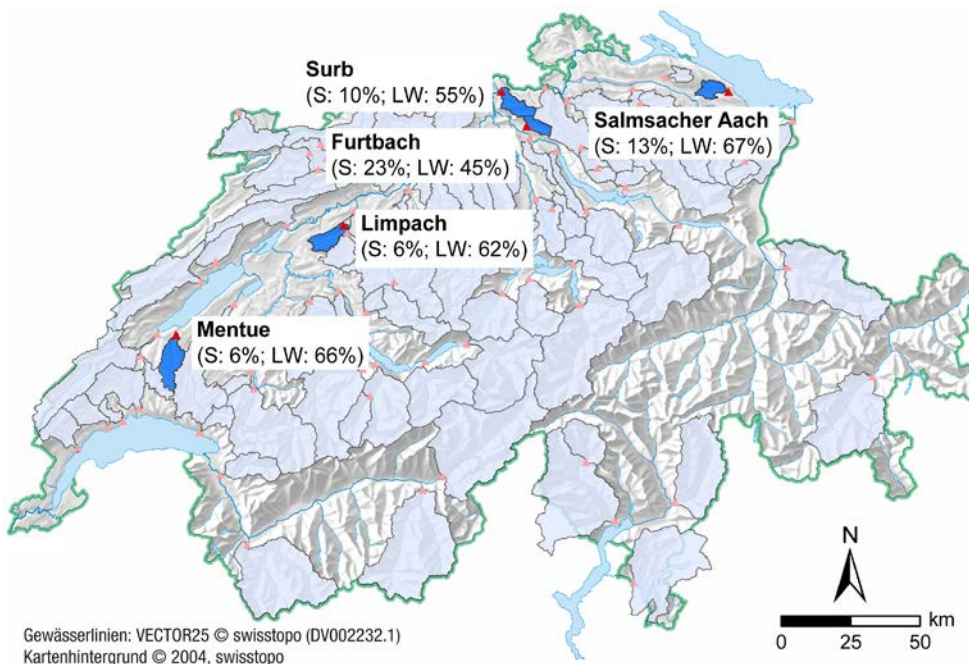
sowie solche mit relativ hohem Anteil der spritzintensivsten Kulturen (Reben, Obst und Kartoffeln).

Abb. 30 zeigt die Lage der fünf ausgewählten Messstellen Furtbach – Otelfingen, Limpach – Kyburg, Mentue – La Menguettaz, Salmsacher Aach – Salmsach und Surb – Döttingen, Rietholz. Die Anteile an Siedlungsfläche am Einzugsgebiet reichen von 6 % für Mentue und Limpach bis 23 % für den Furtbach (entspricht dem viertgrössten Anteil im gesamten NAWA-Messnetz) und die Anteile an Landwirtschaftsfläche von 45 % für den Furtbach bis 67 % für die Salmsacher Ach (entspricht dem drittgrössten Anteil im gesamten NAWA-Messnetz).

Charakterisierung der Einzugsgebiete

Abb. 30 > Lage der fünf Messstellen (rote Dreiecke) und ihrer Einzugsgebiete (dunkelblaue Flächen) für das SPEZ-Programm 2012

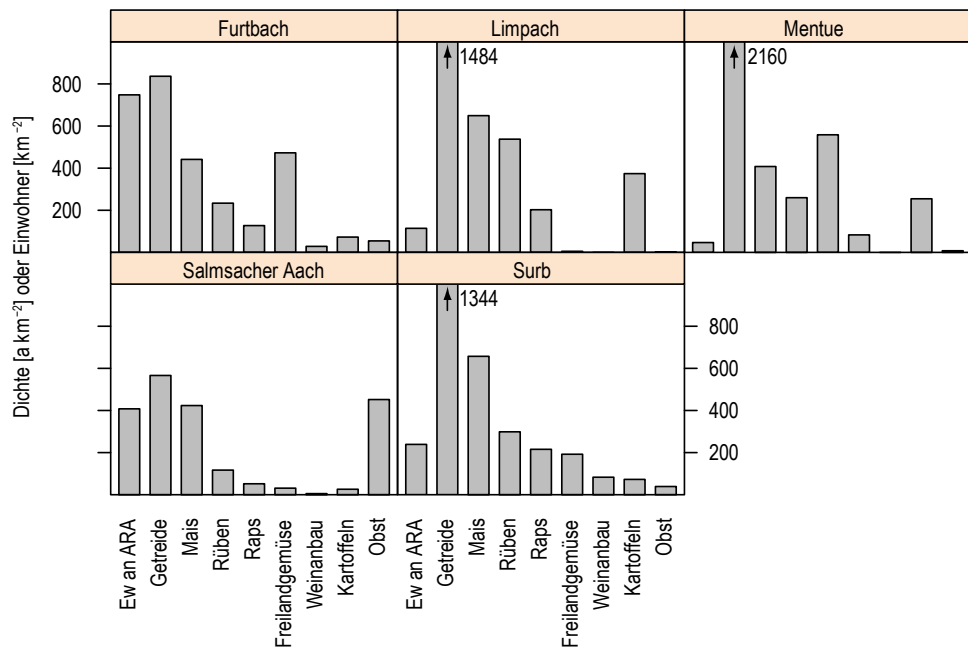
Anteil Siedlungsfläche (S) und Landwirtschaftsfläche (LW) am Einzugsgebiet in Klammern. Die restlichen NAWA-Messstellen mit Einzugsgebieten < 1000 km² sind hell eingefärbt.



Die in der Schweiz flächenmässig wichtigsten Kulturen (Weizen, Mais, Gerste, Raps und Zuckerrüben) sowie die spritzintensivsten Kulturen (Reben, Obst und Kartoffeln) sind in den fünf ausgewählten Einzugsgebieten mit Ausnahme von Reben prominent vertreten. Flächenanteile von Getreide reichen beispielsweise von 6 % (Salmsacher Aach) bis 22 % (Mentue), solche von Kartoffeln von 0.7 % (Furtbach) bis 4 % (Limpach; Abb. 31).

Abb. 31 > Flächenanteile der wichtigsten Kulturen in den Einzugsgebieten des SPEZ-Programms 2012

Flächenanteile in a/km^2 der schweizweit flächenmässig wichtigsten Kulturen (Weizen, Mais, Gerste, Raps und Zuckerrüben) sowie der spritzintensivsten Kulturen (Reben, Obst und Kartoffeln) in den fünf ausgewählten Einzugsgebieten. Zusätzlich die Anzahl an ARA angeschlossener Einwohnern (Ew an ARA) pro Einzugsgebietsfläche.



7.2.2 Messprogramm und Analytik

An den fünf ausgewählten Messstellen wurden zwischen Anfang März und Ende Juli 2012 von den kantonalen Gewässerschutzfachstellen zeitproportionale (10 bis 60 Minuten) Wochenmischproben gezogen.

Probenahmen

Für das Screening von Pflanzenschutzmittel und Bioziden in den entnommenen Wasserproben wurde eine an der Eawag entwickelte Analysenmethodik eingesetzt, mit der mehr als 80 % der in der Schweiz zugelassenen organisch synthetischen Biozid- und Pflanzenschutzmittelwirkstoffe analytisch erfasst werden können. Die Methodik basiert auf einer Anreicherung mittels Festphasenextraktion und nachfolgender Messung mittels Flüssigchromatographie und hochauflösender Massenspektrometrie. Die Methodik ermöglicht zum einen die Quantifizierung von Pflanzenschutzmittel- und Biozid-Wirkstoffen im tiefen ng/l -Bereich. Zum anderen können mit dieser Methodik auch Substanzen aufgrund ihrer exakten Molekülmasse qualitativ ohne die Verwendung von Referenzstandards in einer Probe detektiert werden. Obwohl dieser qualitative Nachweis ohne Referenzstandard nicht eindeutig ist, können aufgrund solcher Nachweisbefunde für eine Vielzahl von Substanzen mögliche Kandidaten für die quantitative Messung abgeleitet werden.

Analytik

8 > Ausblick

Die im Rahmen von NAWA TREND und NAWA SPEZ erhobenen Daten werden laufend ausgewertet und periodisch im Internet und in Form von Berichten oder Fachartikeln publiziert.

Auswertung und Publikation

Die Auswertung der erhobenen Daten erlaubt auch die Evaluation der Messprogramme. Ausgehend von dieser Evaluation sowie von den gewonnenen Erfahrungen und von veränderten Schwerpunkten im Gewässerschutz werden periodisch nötige Anpassungen am Untersuchungskonzept vorgenommen. Die Anpassungen können die Organisation und Koordination der Erhebungen, den Probenahmerhythmus oder die Auswahl der Untersuchungsparameter, aber auch die Auswahl der Messstellen betreffen.

Evaluation und Weiterentwicklung von NAWA

Die Analyse des Messnetzes von NAWA TREND hat aufgezeigt, dass die Messstellen die mittleren und grossen Schweizer Fließgewässer und deren Belastungszustände gut repräsentieren, dass aber gewisse Lücken im Messnetz vorhanden sind (siehe Kapitel 5). Dies betrifft insbesondere kleine und sehr kleine Gewässer, die den grössten Teil des Schweizer Gewässernetzes ausmachen. Um neben den stofflichen auch die hydrologischen Beeinträchtigungen besser abbilden zu können, wäre ein stärkerer Einbezug von Gewässern in den Alpen nötig. Ebenso sind naturnahe und anthropogen weitgehend unbeeinträchtigte Stellen im Messnetz untervertreten. Auf der Grundlage eines BAFU-Projekts zur Identifizierung von Referenzstellen kann in Zukunft beurteilt werden, ob zusätzlich unbelastete Stellen ins NAWA-Messnetz integriert werden sollen.

Mögliche Ergänzungen von Messnetz und Messprogramm

Während die Belastung der Schweizer Gewässer mit Nährstoffen und deren Auswirkungen auf die Gewässer gut dokumentiert sind, erfasst die Gewässerüberwachung die Problematik der Mikroverunreinigungen erst seit jüngerer Zeit. Mikroverunreinigungen werden in erster Linie in NAWA SPEZ-Programmen untersucht. Zu einem späteren Zeitpunkt ist eine Integration auch in NAWA TREND möglich.

Mit der Änderung des Gewässerschutzgesetzes vom 11. Dezember 2009 zur Renaturierung der Gewässer werden Massnahmen zur Revitalisierung der Gewässer und zur Minderung der negativen Auswirkungen der Wasserkraft ausgelöst. Ziel ist es, die Auswirkungen dieser Massnahmen mit den Erhebungen von NAWA zu erfassen. Entsprechende Programme von NAWA SPEZ oder Ergänzungen von NAWA TREND sind noch zu erarbeiten.

> Literatur

- Aschwanden H. und Weingartner R. 1985: Die Abflussregimes der Schweiz. Geographisches Institut der Universität Bern, Abt. Physikalische Geographie-Gewässerkunde, Bern. Publikation Gewässerkunde Nr. 65: 237 S.
- AWEL: Amt für Abfall, Wasser Energie und Luft des Kantons Zürich, Abteilung Gewässerschutz (Hrsg.) 2010: Methode zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer-Vegetation im Kanton Zürich. Baudirektion Kanton Zürich, Zürich. 102 S. Internet: www.gewaesserqualitaet.zh.ch/fq_methoden.
- Binderheim-Bankay E., Jakob A. und Liechi P. 2000: NADUF: Messresultate 1977–1998. Nationales Programm für die analytische Daueruntersuchung der schweizerischen Fliessgewässer. Hrsg. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft BUWAL, Bundesamt für Wasser und Geologie BWG und Eidg. Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz EAWAG, Bern. Schriftenreihe Umwelt 319: 241 S. Internet: www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/00465/index.html.
- Binderheim E. und Göggel W. 2007: Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer. Äusserer Aspekt. Bundesamt für Umwelt BAFU, Bern. Umwelt-Vollzug 0701: 43 S. Internet: www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/00038/index.html.
- Bundesamt für Statistik BFS 2006: Arealstatistik 1992/97. Internet: www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/themen/02/03/blank/key/01/zu/stand_und_entwicklung_tabelle.html (abgerufen am 11.03.2013).
- Bundesamt für Statistik BFS 2010: Betriebszählung 2008. Branchenporträt Landwirtschaft. Bundesamt für Statistik BFS, Neuchâtel. BFS Aktuell: 18 S. Internet: www.bfs.admin.ch/bfs/portal/de/index/infothek/erhebungen_quellen/blank/blank/bzs1z/01.html.
- Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft BUWAL, Bundesamt für Wasser und Geologie BWG, Bundesamt für Landwirtschaft BLW und Bundesamt für Raumentwicklung ARE (Hrsg.) 2003: Leitbild Fliessgewässer Schweiz. Für eine nachhaltige Gewässerpolitik, Bern. 12 S. Internet: www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/00404/index.html.
- Bundesamt für Umwelt BAFU 2007: Hydrologischer Atlas der Schweiz HADES. Bundesamt für Umwelt BAFU, Bern. Internet: <http://hydrant.unibe.ch/hades/index.html>.
- Bundesamt für Umwelt BAFU 2009a: Ergebnisse der Grundwasserbeobachtung Schweiz (NAQUA). Zustand und Entwicklung 2004–2006. Bundesamt für Umwelt BAFU, Bern. Umwelt-Zustand 0903: 144 S. Internet: www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/01021/index.html.

Bundesamt für Umwelt BAFU 2009b: Hydrologisches Jahrbuch der Schweiz 2008. Bundesamt für Umwelt BAFU, Bern. Umwelt-Wissen 0921: 623 S. Internet: www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/01062/index.html.

Bundesgesetz über den Umweltschutz (USG) vom 7. Oktober 1983. SR 814.01.

Bundesgesetz über den Wasserbau (Wasserbaugesetz) vom 21. Juni 1991. SR 721.100.

Bundesgesetz über die Nutzbarmachung der Wasserkräfte (Wasserrechtsgesetz, WRG) vom 22. Dezember 1916. SR 721.80.

Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer (Gewässerschutzgesetz, GSchG) vom 24. Januar 1991. SR 814.20.

Europäische Union 2000: Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Massnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik (Wasserrahmenrichtlinie WRRL).

Gewässerschutzverordnung (GSchV) vom 28. Oktober 1998. SR 814.201.

Gonseth Y., Wohlgenuth T., Sansonnens B. und Buttler A. 2001: Die biogeographischen Regionen der Schweiz. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft BUWAL, Bern. Umweltmaterialien 137: 48 S. Internet: www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/00207/index.html.

Hürlimann J. und Niederhauser P. 2007: Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer. Kieselalgen Stufe F. Bundesamt für Umwelt BAFU, Bern. Umwelt-Vollzug 0740: 130 S. Internet: www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/00077/index.html.

Hütte M. und Niederhauser P. 1998: Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer. Ökomorphologie Stufe F (flächendeckend). Hrsg. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft BUWAL, Bern. Mitteilungen zum Gewässerschutz 27: 49 S. Internet: www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/00398/index.html.

Känel B., Göggel W. und Weber C. 2009: Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer. Wasserpflanzen – Anleitung zur Probenahme. Entwurf. Hrsg. Bundesamt für Umwelt BAFU, Bern: 60 S. Internet: www.modul-stufen-konzept.ch/download/ANLEITUNG_MAKROPHYTEN.pdf.

Liechi P. 2010: Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer. Chemisch-physikalische Erhebungen, Nährstoffe. Bundesamt für Umwelt BAFU, Bern. Umwelt-Vollzug 1005: 44 S. Internet: www.umwelt-schweiz.ch/uv-1005-d.

Pfaundler M., Dübendorfer C. und Zysset A. 2011: Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer. Hydrologie – Abflussregime Stufe F (flächendeckend). Bundesamt für Umwelt BAFU, Bern. Umwelt-Vollzug 1107: 113 S. Internet: www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/01603/index.html.

Schager E. und Peter A. 2004: Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fließgewässer. Fische Stufe F. Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft, Bern. Mitteilungen zum Gewässerschutz 44: 63 S. Internet:
www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/00592/index.html.

Stucki P. 2010: Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fließgewässer. Makrozoobenthos Stufe F. Bundesamt für Umwelt BAFU, Bern. Umwelt-Vollzug 1026: 61 S. Internet:
www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/01575/index.html.

Zeh W.H., Könitzer C. und Bertiller A. 2009: Strukturen der Fließgewässer in der Schweiz. Zustand von Sohle, Ufer und Umland (Ökomorphologie); Ergebnisse der ökomorphologischen Kartierung. Stand: April 2009. Bundesamt für Umwelt BAFU, Bern. Umwelt-Zustand Nr. 0926: 100 S. Internet:
www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/01075/index.html.

> Verzeichnisse

Abkürzungen

ARA

Abwasserreinigungsanlage

BAFU

Bundesamt für Umwelt

BUWAL

Bundesamt für Umwelt, Wald und Landschaft

BV

Bundesverfassung

DI-CH

Schweizer Index für Diatomeen

EU

Europäische Union

FLOZ

Flussordnungszahl nach Strahler

GSchG

Gewässerschutzgesetz

GSchV

Gewässerschutzverordnung

HADES

Hydrologischer Atlas der Schweiz

HYDMOD-F

Modul Hydrologie Stufe F des Modul-Stufen-Konzepts

IB-CH

Schweizer Index für Makrozoobenthos

NADUF

Nationale Daueruntersuchung der Fliessgewässer

NAQUA

Nationale Grundwasserbeobachtung

NAWA

Nationale Beobachtung Oberflächengewässerqualität

NAWA SPEZ

Messprogramme der Nationalen Beobachtung Oberflächen-
gewässerqualität für problembezogene Spezialbeobachtungen

NAWA TREND

Basismessnetz Nationale Beobachtung Oberflächengewässerqualität
zur langfristigen Dauerbeobachtung

NUS

Netzwerk Umweltbeobachtung Schweiz

Q₃₄₇

Abflussmenge, die gemittelt über zehn Jahre, durchschnittlich
während 347 Tagen des Jahres erreicht oder überschritten wird und
die durch Stauung, Entnahme oder Zuleitung von Wasser nicht
wesentlich beeinflusst ist (Art. 4 Bst. h GSchG)

WRRL

Europäische Wasserrahmenrichtlinie

Abbildungen

Abb. 1

Karte NADUF-Messstellen

15

Abb. 2

Messstellen der Nationalen Grundwasserbeobachtung NAQUA

16

Abb. 3

Lage der hydrologischen Messstationen des Bundes

17

Abb. 4

Lage der 111 NAWA-Messstellen (rote Dreiecke) und den
zugeordneten Hydrometrie-Stationen (blaue Dreiecke)

27

Abb. 5

Lage der NAWA-Messstellen (rote Dreiecke) und deren
Einzugsgebiete (blau eingefärbte Flächen, ohne
Einzugsgebiete > 1000 km²)

28

Abb. 6

HADES-Bilanzgebiete

30

Abb. 7

Zuordnung der NAWA-Messstellen (rote Dreiecke) zu den
biogeographischen Regionen der Schweiz (grün eingefärbte
Flächen)

31

Abb. 8

Zuordnung der dominanten Flächenanteile der 86 NAWA-
Messstellen mit Einzugsgebieten < 1000 km² zu den sechs
biogeographischen Regionen

32

Abb. 9

Abflussregimetypen und Niedrigwasserabfluss

33

Abb. 10

Repräsentativität bezüglich Abflussregimetypen

(Abflussregimetypen)

33

| | | | | | |
|----------------|---|-------|-----------------|--|----|
| Abb. 11 | Landwirtschaftlich genutzte Fläche | 35 | Abb. 29 | Beispiele von Beeinträchtigungen des Wassers respektive der Gewässersohle, die mit dem Äusseren Aspekt erhoben werden | 58 |
| Abb. 12 | Bestockte Fläche | 35 | Abb. 30 | Lage der fünf Messstellen (rote Dreiecke) und ihrer Einzugsgebiete (dunkelblaue Flächen) für das SPEZ-Programm 2012 | 62 |
| Abb. 13 | Unproduktive Fläche | 36 | Abb. 31 | Flächenanteile der wichtigsten Kulturen in den Einzugsgebieten des SPEZ-Programms 2012 | 63 |
| Abb. 14 | Siedlungsfläche | 36 | | | |
| Abb. 15 | Offene Ackerflächen und Dauerkulturen | 37 | | | |
| Abb. 16 | Grünfläche | 37 | Tabellen | | |
| Abb. 17 | Grossvieheinheiten | 38 | Tab. 1 | Anzahl der untersuchten Einzugsgebiete (EZG) in vier Grössen Kategorien | 29 |
| Abb. 18 | Anteil gereinigtes Abwasser Q ₃₄₇ | 39 | Tab. 2 | Charakterisierung der Einzugsgebiete | 30 |
| Abb. 19 | Ökomorphologisch kartierte Gewässer in der Schweiz (violette Linien) | 40 | Tab. 3 | Übersicht über die erhobenen Daten gemäss des Modul-Stufen-Konzepts (MSK) | 45 |
| Abb. 20 | Die 73 NAWA-Messstellen mit Einzugsgebieten < 1000 km ² und mit ökomorphologischer Klassierung | 41 | Tab. 4 | Bewertungsschema gemäss Modul-Stufen-Konzept in Klassen und zugehöriger Farbcode | 46 |
| Abb. 21 | Durchgängigkeit der Gewässer an den Messstellen | 42 | Tab. 5 | Klassifizierungsschema (nummeriert und farbcodiert) des ökomorphologischen Zustandes gemäss dem Modul Ökomorphologie Stufe F | 59 |
| Abb. 22 | Hydrologische Beeinflussung an den Messstellen | 43 | Tab. 6 | Messstellen NAWA TREND, nach Kanton und Gewässername sortiert | 69 |
| Abb. 23 | Beeinflussung durch Restwasser | 43 | | | |
| Abb. 24 | Makrozoobenthos | 49 | | | |
| Abb. 25 | Makrozoobenthos – Probenahme mittels Kick-Sampling | 50 | | | |
| Abb. 26 | Kieselalgen im Licht- (LM) und Rasterelektronenmikroskop (REM): Lebende Zellen und präparierte Schalen | 51/52 | | | |
| Abb. 27 | Probenahme der Fische mittels Elektrofischen | 54 | | | |
| Abb. 28 | Wasserpflanzen in den fünf Wuchsformen | 56 | | | |

> Anhang

A1 Messstellen NAWA TREND

Tab. 6 > Messstellen NAWA TREND, nach Kanton und Gewässername sortiert

| Kanton | ID | NAWA Messstelle | Abfluss-Messstation | Distanz (km) | Watbar |
|--------|-----|---|---|--------------|--------|
| AG | 079 | Aabach – Niederlenz* | Aabach – Lenzburg (AG 346) | 2.6 | ja |
| AG | 080 | Aare – Brugg*/**/**** | Aare – Brugg (LH 2016) | 0 | nein |
| AG | 031 | Aare – Felsenau*/** | Aare – Untersiggenthal, Stilli (LH 2205) | 12.2 | nein |
| AG | 034 | Bünz – Möriken | Bünz – Othmarsingen (AG 332) | 3.9 | ja |
| AG | 038 | Limmat – Turgi*/** | Limmat – Baden, Limmatpromenade (LH 2243) | 6.7 | nein |
| AG | 032 | Pfaffnern – Rothrist | Pfaffnern – Vordemwald (AG 340) | 3.1 | ja |
| AG | 037 | Reuss – Gebenstorf*/** | Reuss – Mellingen (LH 2018) | 10 | nein |
| AG | 103 | Rhein – Rekingen*/**/**** | Rhein – Rekingen (LH 2143) | 0 | nein |
| AG | 036 | Sissle – Eiken* | Sissle – Eiken (AG 331) | 0.1 | ja |
| AG | 039 | Suhre – Suhr, beim Bahnhof* | Suhre – Suhr (AG 333) | 1.4 | ja |
| AG | 035 | Surb – Döttingen, Rietholz | Surb – Döttingen (AG 358) | 0 | ja |
| AG | 111 | Wigger – Zofingen* | Wigger – Zofingen (LH 2450) | 1.4 | ja |
| AG | 033 | Wyna – Suhr | Wyna – Suhr (AG 348) | 0 | ja |
| AI | 115 | Sitter – Appenzell | Sitter – Appenzell (LH 2112) | 1.6 | ja |
| AR | 135 | Urnäsch – Kubel, ob Sitter | Urnäsch-Aeschentobel (AR 9101) | 9.2 | ja |
| BE | 055 | Aare – Brienzwiler*/** | Aare – Brienzwiler (LH 2019) | 0 | nein |
| BE | 081 | Aare – Hagneck*/** | Aare – Hagneck (LH 2085) | 0.8 | nein |
| BE | 006 | Aare – Murgenthal*/** | Aare – Murgenthal (LH 2063) | 0.3 | nein |
| BE | 082 | Aare – Nidau*/** | Aare – Brügg, Aegerten (LH 2029) | 3.8 | nein |
| BE | 083 | Aare – Thun Schadau*/** | Aare – Thun (LH 2030) | 3.2 | nein |
| BE | 134 | Birse – Choindez-Aval de la Roche St-Jean | Birse – Moutier, La Charme (LH 2122) | 3.9 | ja |
| BE | 058 | Chise – Oberdiessbach | Chise – Freimettigen (BE A086) | 1.8 | ja |
| BE | 114 | Emme – Emmenmatt mitte | Emme – Emmenmatt (LH 0070) | 0.7 | ja |
| BE | 007 | Emme – Gerlafingen, Steg* | Emme – Wiler, Limpachmündung (LH 0155) | 2.8 | ja |
| BE | 056 | Engstlige – Frutigen | Entschlige – Frutigen (BE A078) | 2.2 | ja |
| BE | 059 | Gürbe – Vor Mündung, bei Bodenacher Fähre | Gürbe – Belp, Mülimatt (LH 2159) | 4.5 | ja |
| BE | 092 | Kander – Hondrich | Kander – Hondrich (LH 2469) | 2.1 | ja |
| BE | 063 | Langete – Mangen | Langete – Lotzwil (BE A001) | 8.2 | ja |
| BE | 097 | Lütschine – Bönigen mitte*/** | Lütschine – Gsteig (LH 2109) | 3.7 | nein |
| BE | 106 | Saane – Marfeldingen* | Saane – Laupen (LH 2215) | 8.8 | ja |
| BE | 060 | Sense – Thörishaus* | Sense – Thörishaus, Sensematt (LH 2179) | 0.2 | ja |
| BE | 133 | Simme – Latterbach | Simme – Latterbach (LH 0488) | 2 | ja |
| BE | 094 | Suze – Biel mitte, vor Mündung* | Suze – Biel/Bienne (Total) (BE A067) | 1.8 | ja |
| BE | 062 | Urtenen – Schalunen | Urtenen – Kernenried (BE A042) | 4.1 | ja |
| BL | 067 | Ergolz – Augst, Autobahn | Ergolz – Liestal (LH 2202) | 5.9 | ja |

| Kanton | ID | NAWA Messstelle | Abfluss-Messstation | Distanz (km) | Watbar |
|--------|-----|--|--|--------------|--------|
| BS | 002 | Birs – Birskopf | Birs – Münchenstein, Hofmatt (LH 2106) | 4.5 | ja |
| BS | 000 | Rhein – Weil, Palmrainbrücke*/**/**** | Rhein – Weil, Palmrainbrücke (LH 2613) | 0 | nein |
| FR | 107 | Sarine – Broc, Halte des Marches* | Sarine – Broc, Château d'en bas (LH 2160) | 0 | ja |
| FR | 054 | Sionge – Vuippens | Sionge – Vuippens (LH 2412) | 0.1 | ja |
| GE | 086 | Arve – Passerelle E. de Médecine*/** | Arve-Genève, Bout du Monde (LH 2170) | 3.4 | ja |
| GE | 104 | Rhône – Chancy*/**/**** | Rhône – Chancy, Aux Ripes (LH 2174) | 0.2 | nein |
| GL | 096 | Linth – Mollis, Gäsi*/** | Linth – Mollis, Linthbrücke (LH 2372) | 3.6 | nein |
| GR | 090 | Hinterrhein – Rothenbrunnen*/** | Hinterrhein – Fürstenuau (LH 2387) | 6.5 | nein |
| GR | 091 | Inn – S-chanf*/** | Inn – S-chanf (LH 2462) | 0 | ja |
| GR | 095 | Landquart – Felsenbach* | Landquart – Felsenbach (LH 2150) | 0 | ja |
| GR | 110 | Vorderrhein – Reichenau*/** | [Abgeschätzt aus Vorderrhein – Ilanz, Glenner – Castrisch] | - | nein |
| JU | 084 | Allaine – Boncourt | Allaine – Boncourt, Frontière (LH 2485) | 0.2 | ja |
| JU | 087 | Birs – Les Riedes-Dessus | Birse – Soyhières, Bois du Treuil (LH 2478) | 1.3 | ja |
| JU | 088 | Doubs – Occourt, Pesses des Vernes* | Doubs – Occourt (LH 2210) | 1.7 | ja |
| JU | 069 | Scheulte – Vicques | Scheulte – Vicques (LH 2610) | 0 | ja |
| JU | 068 | Sorne – Delémont | Sorne – Delémont (LH 2479) | 0 | ja |
| LU | 093 | Kleine Emme – Littau-Reussbühl* | Kleine Emme – Littau, Reussbühl (LH 2425) | 0 | ja |
| LU | 014 | Reuss – Luzern, Bahnhof* | Reuss – Luzern, Geissmattbrücke (LH 2152) | 0.9 | ja |
| LU | 116 | Ron – Vor ARA Hochdorf | Ron – Hochdorf (LU 404/344) | 0 | ja |
| NE | 085 | Areuse – Boudry, Brücke* | Areuse – Boudry (LH 2480) | 0 | ja |
| NE | 119 | Seyon – Valangin | Seyon – Valangin (LH 2458) | 0.4 | ja |
| NW | 074 | Engelberger Aa – Oberdorf Ennerberg | Engelberger Aa – Buochs, Flugplatz (LH 2481) | 1.9 | ja |
| OW | 012 | Sarner Aa – Sarnen, Kägiswil* | Sarner Aa – Sarnen (LH 2102) | 2.1 | ja |
| SG | 028 | Glatt – Niederuzwil, Buechental | Glatt – Oberbüren, Buechental (SG 8401) | 0.1 | ja |
| SG | 113 | Linth – Grosse Allmend, Obersee*/** | Linth – Weesen, Biäsche (LH 2104) | 13.9 | nein |
| SG | 027 | Necker – Ob Thur, Lütisburg | Necker – Mogelsberg, Aachsäge (LH 2374) | 7.6 | ja |
| SG | 102 | Rhein – Diepoldsau*/**/**** | Rhein – Diepoldsau, Rietbrücke (LH 2473) | 0 | nein |
| SG | 024 | Rheintaler Binnenkanal – St.Margrethen*/** | Rheintaler Binnenkanal – St.Margrethen (LH 2139) | 0 | nein |
| SG | 025 | Sitter – Leebrugg* | Sitter – St.Gallen, Bruggen/Au (LH 2468) | 9.3 | ja |
| SG | 023 | Steinach – Vor Mündung, Mattenhof | Steinach – Steinach, Mattenhof (SG 0701) | 0 | ja |
| SG | 026 | Thur – Niederbüren, Golfplatz* | Thur – Niederbüren, Golfplatz (SG 8501) | 0 | ja |
| SH | 112 | Rhein – Stein am Rhein*/** | Rhein – Neuhausen, Flurlingerbrücke (LH 2288) | 21.4 | nein |
| SO | 089 | Dünnern – Olten, Hammer | Dünnern – Olten, Hammermühle (LH 2434) | 0.5 | ja |
| SO | 009 | Limpach – Kyburg | [Abgeschätzt aus Limpach-Kyburg, historische Daten] | - | ja |
| SO | 011 | Lüssel – Breitenbach | Lüssel – Breitenbach (SO 607 250 008) | 0.1 | ja |
| SZ | 100 | Muota – Wilerbrugg | Muota – Ingenbohl (LH 2084) | 0 | ja |
| TG | 072 | Chemibach – Märstetten | Chemibach – Märstetten, Gruebühle (TG F2200) | 0.2 | ja |
| TG | 071 | Lauche – Bei Mühle Matzingen | Lauche – Matzingen (TG F5120) | 0.3 | ja |
| TG | 070 | Murg – Frauenfeld | Murg – Frauenfeld (LH 2386) | 0 | ja |
| TG | 073 | Salmsacher Aach – Salmsach | Aach – Salmsach, Hungerbühl (LH 2312) | 0.3 | ja |
| TI | 123 | Maggia – Brontallo | Maggia – Bignasco, Ponte nuovo 1) (LH 2475) | 4.3 | ja |
| TI | 098 | Maggia – Locarno, Solduno* | Maggia – Locarno, Solduno (LH 2368) | 0 | ja |
| TI | 099 | Moesa – Lumino* | Moesa – Lumino, Sassello (LH 2420) | 0 | ja |

| Kanton | ID | NAWA Messstelle | Abfluss-Messstation | Distanz (km) | Watbar |
|--------|-----|--|---|--------------|--------|
| TI | 108 | Ticino – Riazzino*/** | Ticino Riazzino (LH 2068) | 0 | nein |
| TI | 109 | Tresa – Ponte Tresa*/** | Tresa – Ponte Tresa, Rocchetta (LH 2167) | 0 | nein |
| UR | 101 | Reuss – Attinghausen, Allmeinigärtli*/** | Reuss – Seedorf (LH 2056) | 1.6 | ja |
| VD | 130 | Aubonne – Allaman, Le Coulet | Aubonne-Allaman, Le Coulet (LH 2433) | 0 | ja |
| VD | 129 | Boiron de Morges – Lac | Boiron de Morges – Tolochenaz, Route cantonale (VD BOI) | 0 | ja |
| VD | 022 | Broye – Domdidier* | Broye-Payerne, Caserne d’aviation (LH 2034) | 6.6 | ja |
| VD | 132 | Grande Eau – Aigle, Autoroute | Grande Eau – Aigle (LH 2203) | 3 | ja |
| VD | 126 | Mentue – La Mauguettaz | Mentue-Yvonand, La Mauguettaz (LH 2369) | 0.1 | ja |
| VD | 128 | Promenthouse – Le Rancho | Promenthouse – Gland, Route Suisse (LH 2493) | 0 | ja |
| VD | 127 | Talent – Chavornay | Talent – Chavornay (VD TAL) | 0 | ja |
| VD | 021 | Thielle – Yverdon, Les Parties* | [Abgeschätzt aus Orbe – Le Chalet, Talent – Chavornay] | - | ja |
| VD | 020 | Venoge – Ecublens, Les Bois | Venoge-Ecublens, Les Bois (LH 2432) | 0 | ja |
| VD | 131 | Veveyse – Vevey | Veveyse-Vevey, Copet (LH 2486) | 1.4 | ja |
| VS | 018 | Drance – Martigny*/** | Drance – Martigny, Pont de Rossetan (LH 2053) | 0 | ja |
| VS | 015 | Rhone – Brig*/** | Rhone – Brig (LH 2346) | 0 | ja |
| VS | 105 | Rhône – Porte du Scex*/**/** | Rhône – Porte du Scex (LH 2009) | 0 | nein |
| VS | 017 | Rhône – Sion*/** | Rhône – Sion (LH 2011) | 0 | ja |
| VS | 016 | Vispa – Visp*/** | Vispa – Visp (LH 2351) | 0 | ja |
| ZG | 075 | Lorze – Frauenthal* | Lorze – Frauenthal (LH 2125) | 0 | ja |
| ZG | 076 | Lorze – Letzi | Lorze – Zug, Letzi (LH 2477) | 0 | ja |
| ZH | 046 | Aa – Niederuster | Aabach – Niederuster (ZH 554) | 0.2 | ja |
| ZH | 045 | Aabach – Mönchaltorf | Aabach – Mönchaltorf (ZH 527) | 0 | ja |
| ZH | 049 | Furtbach – Otelfingen | Furtbach – Würenlos (ZH 548) | 1.8 | ja |
| ZH | 044 | Glatt – Abfluss Greifensee* | Glatt – Dübendorf (ZH 533) | 3.1 | ja |
| ZH | 043 | Glatt – Rheinsfelden* | Glatt – Rheinsfelden (LH 2415) | 0 | ja |
| ZH | 048 | Jona – Nach Rüti | Jona – Rüti (ZH 582) | 0.2 | ja |
| ZH | 040 | Limmat – Hönggersteg* | Limmat – Zürich, Unterhard (LH 2099) | 2.7 | ja |
| ZH | 047 | Reppisch – Dietikon | Reppisch – Dietikon (ZH 572) | 0 | ja |
| ZH | 065 | Sihl – Hütten | Sihl – Blattwaag, Hütten (ZH 547) | 0.8 | ja |
| ZH | 042 | Sihl – Sihlhölzli | Sihl – Zürich, Sihlhölzli (LH 2176) | 0.1 | ja |
| ZH | 050 | Thur – Andelfingen, Brücke* | Thur – Andelfingen (LH 2044) | 0.6 | ja |
| ZH | 041 | Töss – Freienstein | Töss – Freienstein (ZH 570) | 0 | ja |
| ZH | 066 | Töss – Rämismühle, Zell | Töss – Rämismühle, Zell (ZH 520) | 0.1 | ja |

ID = Identifikationsnummer
Distanz = Distanz zwischen NAWA- und Abflussmessstation
* = Fischereiliche Erhebungen nicht vorgesehen
** = Makrophyten-Erhebungen nicht vorgesehen
*** = NADUF-Basisstationen (vgl. Abb. 1 und Abb. 4)

A2 Messstellenblätter NAWA TREND

Die 111 NAWA-Messstellen und ihre Einzugsgebiete sind bezüglich ihrer Charakteristika und den in Tab. 2 aufgeführten Einflussfaktoren beschrieben. Die Messstellenblätter sind nach Kanton und Gewässername sortiert und enthalten folgende Informationen:

- > Kanton – Identifikationsnummer – Gewässername – Stationsname – Koordinaten
- > Karte mit Lage der Messstelle und des Einzugsgebietes
- > Stationshöhe [m.ü.M]
- > Einzugsgebiets-Fläche [km²] und Anteil davon auf Schweizer Gebiet
- > Mittlere Gebietshöhe des Einzugsgebietes [m.ü.M]
- > Biogeographische Region der Messstelle
- > Ökomorphologische Bewertung an der Messstelle
- > Mittlerer Abfluss an der Messstelle [m³/s]
- > Niedrigwasserabfluss Q_{347} an der Messstelle [m³/s]
- > Abflussregimetyp an der Messstelle
- > Flussordnungszahl (FLOZ) an der Messstelle
- > Hydrologische Beeinflussung an der Messstelle: keine, geringe, Schwall-Sunk, Restwasser, erhöhter Winterabfluss, regulierter Seeabfluss, diverse («-»: nicht untersucht)
- > Landwirtschaftliche Nutzung im Einzugsgebiet nach landwirtschaftlicher Betriebszählung (BFS 2010): Flächenanteile der Schweizer Einzugsgebiete von «Offene Ackerfläche» und «Grünfläche» sowie total Grossvieheinheiten [km²]
- > Abwasseranteil am Q_{347} an der Messstelle in den Kategorien 0–10 %, 10–20 %, 20–50 % und > 50 %
- > Bodenbedeckung im Einzugsgebiet auf Schweizer Gebiet nach Arealstatistik (BFS 2006): Flächenanteile von «Bestockte Fläche», «Landwirtschaftsfläche», «Unproduktive Fläche» und «Siedlungsfläche»

Spezielle Messstationen:

- * = Fischereiliche Erhebungen nicht vorgesehen
- ** = Makrophyten-Erhebungen nicht vorgesehen
- *** = NADUF-Basisstationen (vgl. Abb. 1 und Abb. 4)

Siehe separates PDF: www.bafu.admin.ch/uw-1327-d