



**Untersuchung der Reuss
sowie der Zuflüsse
Kleine Emme und Lorze
in den Jahren 1994 - 1998**

Zusammenstellung der Untersuchungen
der Kantone Aargau, Luzern und Zug



Bericht: creato, 5408 Ennetbaden

Untersuchung der Reuss sowie der Zuflüsse Kleine Emme und Lorze in den Jahren 1994 – 1998

Zusammenstellung der Untersuchungen
der Kantone Aargau, Zug und Luzern

Projektgruppe

Kanton Aargau

- *Baudepartement, Abteilung Umweltschutz*

Kanton Zug

- *Baudirektion, Amt für Umweltschutz*
- *Gesundheitsdirektion, Amt für Lebensmittelkontrolle*

Kanton Luzern

- *Militär-, Polizei- und Umweltschutzdepartement, Amt für Umweltschutz*
- *Kantonales Laboratorium*

Berichterstellung

creato – Netzwerk für kreative Umweltplanung, Limmatauweg 9, 5408 Ennetbaden

Zug, Juni 1999

Inhalt

	Seite
Vorwort	2
Zusammenfassung	4
1 Einleitung	10
2 Einzugsgebiet der Mittelland-Reuss	11
2.1 Die Reuss und ihre Zuflüsse	11
2.2 Stand der Abwasserreinigung im Einzugsgebiet der Mittelland-Reuss	19
2.3 Der Endausbau der Kläranlage Schönau an der Lorze	20
3 Methodischer Rahmen der Untersuchungen	22
3.1 Messgrößen	22
3.2 Probenahmetechnik und Probenahmetermine, Analysemethoden	22
3.3 Datenauswertung, Darstellung der Ergebnisse	23
3.4 Beurteilungskriterien	25
4 Ergebnisse der Untersuchungen 1994 – 1998	27
4.1 Abfluss	27
4.2 Sauerstoff und Temperatur	30
4.3 Organische Summenparameter (BSB ₅ , DOC)	32
4.4 Gelöste Stickstoffverbindungen (Ammonium, Nitrit, Nitrat)	34
4.5 Phosphor (Gesamtphosphor, Phosphat)	36
4.6 Chlorid	38
5 Beurteilung der chemischen Gewässerbelastung	40
5.1 Einhaltung der Qualitätszielsetzungen	40
6 Langfristige zeitliche Entwicklung der Wasserqualität	42
6.1 Abfluss	42
6.2 Sauerstoff und Temperatur	43
6.3 Organische Summenparameter (BSB ₅ , DOC)	46
6.4 Stickstoffverbindungen (Ammonium, Nitrit, Nitrat)	46
6.5 Phosphor (Gesamtphosphor, Phosphat)	47
6.6 Chlorid	48
6.7 Auswirkungen des Endausbaus der Kläranlage Schönau	49
7 Ausblick	51
Anhang	
A Hinweise auf spezielle Messungen und Untersuchungen	54
B Literatur	56
C Kläranlagen im Einzugsgebiet der Mittelland-Reuss (Tabellen)	57
D Einhaltung der Qualitätszielsetzungen (Tabelle)	59
E Glossar	60

Vorwort

Die Reuss verlässt als bedeutender Mittellandfluss den Vierwaldstättersee bei Luzern und durchfliesst auf ihrem Weg zur Aare Gebiete der Kantone Luzern, Zug, Aargau und Zürich. Die Wasserqualität der Reuss gibt Auskunft über den Erfolg der Gewässerschutzmassnahmen in dieser Region. Mit den alle 5 Jahre erscheinenden Berichten soll gemäss Artikel 50 des Gewässerschutzgesetzes die Öffentlichkeit über den Schutz und den Zustand der Reuss und ihrer Zuflüsse informiert werden.

Seit 1974 wird der Qualitätszustand der Reuss und ihrer Zuflüsse von den Gewässerschutzfachstellen der Kantone Aargau, Zug und Luzern gemeinsam mit Hilfe von physikalischen und chemischen Messungen untersucht. Der vorliegende fünfte Bericht umfasst die Periode von 1994 – 1998. Die Sachbearbeiterinnen und Sachbearbeiter der kantonalen Gewässerschutzfachstellen und Kantonalen Laboratorien geben damit Rechenschaft über die durchgeführten Untersuchungen. An der Berichterstattung waren folgende Personen der kantonalen Gewässerschutzfachstellen beteiligt:

Kanton Aargau	Marcel Schmid Arno Stöckli
Kanton Zug	Peter Keller René Beck
Kanton Luzern	Pius Stadelmann Peter Herzog

Neben dem Zustand der Reuss zwischen Luzern und Gebenstorf wird derjenige der Lorze bei Cham und Frauental sowie derjenige der Kleinen Emme bei Werthenstein und Littau beschrieben. Zum ersten Mal werden auch die Ergebnisse der Untersuchung der Ron bei Ebikon und Root dargestellt.

Die Wasserqualität der Reuss und ihrer Zuflüsse hat sich in den vergangenen Jahren stetig verbessert. Ein in dieser Beziehung bedeutendes Projekt wurde während der vorliegenden Berichtsperiode mit dem Endausbau der früher überlasteten Kläranlage Schönau an der Lorze realisiert. Heute werden über 95 % aller häuslichen und industriellen Abwässer in Kläranlagen gereinigt. Probleme bestehen noch in kleineren Gewässern und im Zusammenhang mit der Landwirtschaft.

An der Jahrtausendwende steht der Gewässerschutz vor neuen Herausforderungen. Das Bundesgesetz über den Schutz der Gewässer und die neue Gewässerschutzverordnung verlangen in Zukunft einen umfassenden Schutz der Gewässer. Es geht nicht mehr nur darum, die Verschmutzung des Wassers zu reduzieren. Vielmehr sollen die Gewässer als Lebensräume verbessert und als Landschaftselemente wieder aufgewertet werden. Und es geht auch darum, langfristig unsere natürlichen Trinkwasserressourcen zu sichern.

Neben der Verbesserung und dem Werterhalt der bestehenden Abwasserreinigungs- und Kanalisationsanlagen sind zusätzliche Massnahmen nötig. Vermehrt soll sauberes Abwasser (Dach- und Regenwasser) vom verschmutzten

Abwasser getrennt und es sollen die natürlichen Rückhaltemöglichkeiten genutzt werden. Damit kann die hydraulische Belastung der Abwasserreinigungsanlagen und Fließgewässer reduziert werden. Die Ökologisierung der Landwirtschaft kann den Phosphor- und Stickstoffeintrag in die Gewässer vermindern helfen. Die Stoffflüsse von Stickstoff, Phosphor und Metallen zwischen Luft, Boden und Wasser haben bis vor kurzem zugenommen und müssen reduziert werden. Die Verbesserung der Wasserführung (Erhöhung der Restwassermengen) und die Wiederherstellung einer natürlichen Gewässermorphologie (Renaturierung) sind unter Berücksichtigung eines ausreichenden Hochwasserschutzes in Siedlungs- und Kulturgebieten Voraussetzungen für funktionierende Lebensräume für Fische und andere Lebewesen im und am Gewässer.

Trotz der kontinuierlichen Abnahme der Belastungsindikatoren in den vergangenen Jahren bleibt auch in Zukunft - neben der hydrologischen und biologischen Gewässerbeobachtung - die regelmässige und fortlaufende Überwachung des chemischen Gewässerzustandes für die Aufrechterhaltung intakter aquatischer Lebensräume und die langfristige Sicherung unserer natürlichen Trinkwasserressourcen unabdingbar.

Wir möchten den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der beteiligten Labors für ihren gewissenhaften Einsatz bei den Probenahmen und Analysen, der Landeshydrologie für die Zusammenstellung der Daten und der Firma creato in Ennetbaden für die umfassende Auswertung und Berichterstattung bestens danken.

Die Projektleitung der Kantone
Aargau, Zug und Luzern

Zusammenfassung

Im Rahmen der fünften Untersuchungsperiode, von 1994 bis 1998, wurden die Reuss, die Kleine Emme, die Ron und die Lorze chemisch und physikalisch untersucht. Die Überwachung des Zustandes dieser Fliessgewässer ist Aufgabe der Gewässerschutzfachstellen der Kantone Aargau, Zug und Luzern und sie soll Auskunft über die Auswirkungen der getroffenen Gewässerschutzmassnahmen geben.

Untersuchungsgebiet

Das gesamte Einzugsgebiet der Reuss umfasst 3'425 km². Davon liegen 2'238 km² oberhalb von Luzern (Reuss-Oberlauf und Vierwaldstättersee). Die vorliegenden Untersuchungen beziehen sich auf die Reuss unterhalb des Vierwaldstättersees, der sogenannten Mittelland-Reuss. Ihre wichtigsten Zuflüsse sind die Kleine Emme und die Lorze.

Im gesamten Einzugsgebiet der Reuss, Kleinen Emme und Lorze leben rund 540'000 Einwohner; die mittlere Einwohnerdichte beträgt 160 Personen pro km². Im Gebiet der Mittelland-Reuss sind nach neuesten Angaben 95 % der Einwohner an eine Abwasserreinigungsanlage angeschlossen.

Untersuchungsprogramm

Das Untersuchungsprogramm wurde entsprechend jenen der vorhergehenden Berichtsperioden weitergeführt. Es umfasst gegenwärtig vier Probenahmestellen an der Reuss sowie je zwei an der Kleinen Emme, an der Lorze und an der Ron. In der Untersuchungsperiode 1994 - 1998 neu hinzugekommen sind die Messstellen am Ausfluss der Lorze aus dem Zugersee bei Cham, am Ausfluss der Ron aus dem Rotsee bei Ebikon und an der Einmündung der Ron in die Reuss bei Root. Die Messstelle an der Reuss bei Mühlau wurde Ende 1995 aufgehoben.

Reuss

In der Reuss werden in der jüngsten Berichtsperiode 1994 – 1998 mit Ausnahme des Nitrits alle Qualitätszielsetzungen erfüllt. Das bedeutet eine Verbesserung der DOC-Belastung gegenüber der Vorperiode. Die Nitrit-Werte in der Reuss nehmen flussabwärts zu. Unterhalb von Rottenschwil ist die Qualitätszielsetzung für Nitrit (0.02 mg/l N) nicht mehr erfüllt.

Kleine Emme

In der Kleinen Emme werden mit Ausnahme der geogen beeinflussten DOC-Konzentration – das Einzugsgebiet weist einen hohen Anteil an torfreichen Moorböden auf – alle Qualitätsziele erfüllt. Während in der Vorperiode 1989 –

1993 die Nitrit-Belastung bei Littau die Qualitätszielsetzung erst knapp erreichte, wird diese heute klar eingehalten. Deutlich ist der Rückgang der Nitrat-Konzentration in der Kleinen Emme bei Littau.

Lorze

In der Lorze macht sich der Endausbau der Kläranlage Schönau bemerkbar. Während in der Vorperiode 1989 – 1993 noch bei sechs der neun Parameter die Qualitätszielsetzungen nicht eingehalten wurden, sind für die jüngste Berichtsperiode nur noch die Konzentrationen von Ammonium, Nitrit, Phosphor, Phosphat und DOC ausserhalb der Qualitätszielsetzungen. Das Qualitätsziel für den Sauerstoffgehalt wird in Frauental viel deutlicher erfüllt als noch in der Vorperiode. Generell ist eine deutliche Abnahme der Belastung gegenüber der Vorperiode erkennbar.

Die hohe Ammoniumbelastung in der Lorze ist eine Folge des hohen Anschlussgrades der Abwässer an die Kläranlage Schönau. Die Abwasserreinigungsanlage war zu Beginn der Berichtsperiode überlastet und hat nur schlecht nitrifiziert. Das Qualitätsziel für Ammonium wurde im Lorzewasser in den ersten Jahren der Beobachtungsperiode nicht erfüllt. Mit dem nun abgeschlossenen Endausbau der Kläranlage Schönau kann das Qualitätsziel eingehalten werden.

Die Qualitätszielsetzungen für Phosphor und Phosphat in der Lorze werden in der jüngsten Berichtsperiode noch nicht erfüllt. Dafür sind sowohl die Grundbelastung aus dem Zugersee wie auch die zu Beginn der Berichtsperiode noch überlastete Kläranlage Schönau verantwortlich. Die Zukunft wird zeigen, wie erfolgreich sich der Endausbau der Kläranlage Schönau und der Rückgang des Phosphorgehaltes des Zugersees auf die Belastung der Lorze auswirken werden.

Die DOC-Belastung der Lorze ist bereits aus der biologischen Produktion des nährstoffreichen Zugersees hoch und wird durch die Kläranlage Schönau noch vergrössert.

Endausbau der Kläranlage Schönau

Während der vorliegenden Berichtsperiode wurde der Endausbau der Kläranlage Schönau an der Lorze abgeschlossen. Die über die fünfjährige Berichtsperiode ermittelten Kenndaten der Wasserqualität können noch nicht die gesamten Auswirkungen dieser Massnahme aufzeigen, trotzdem sind bereits wesentliche Verbesserungen der Wasserqualität in der Lorze bei Frauental für alle Parameter nachweisbar.

Ron

In der Ron überschreitet nur der DOC-Gehalt geringfügig das Qualitätsziel. Die Belastung stammt aus der biologischen Produktion des Rotsees. Für alle anderen Parameter sind die Qualitätszielsetzungen eingehalten.

	Sauerstoff	BSB ₅	DOC	Ammonium	Nitrit	Nitrat	Gesamtposphor	Phosphat	Chlorid
Reuss									
↓ Luzern *	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊
Gisikon	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊
Rottenschwil	😊	😊	😊	😊	😐	😊	😊	😊	😊
↓ Gebenstorf	😊	😊	😊	😊	😞	😊	😊	😊	😊
Kleine Emme									
↓ Werthenstein	😊	😊	😞	😊	😊	😊	😊	😊	😊
↓ Littau	😊	😊	😞	😊	😊	😊	😊	😊	😊
Lorze									
↓ Cham *	😊	😊	😞	😊	😊	😊	😊	😞	😊
↓ Frauental	😊	😊	😞	😞	😞	😊	😞	😞	😊
Ron									
↓ Ebikon*	😊	😊	😐	😊	😊	😊	😊	😊	😊
↓ Root	😊	😊	😐	😊	😊	😊	😊	😊	😊

Abbildung 1:
Einhaltung der
Qualitätszielsetzungen für Fließgewässer in der Reuss
und in ihren Zuflüssen Kleine Emme,
Lorze und Ron während der Berichts-
periode 1994 - 1998

- 😊 Qualitätsziel bzw. Qualitätszielsetzung für Fließgewässer eingehalten
 😐 Qualitätsziel bzw. Qualitätszielsetzung für Fließgewässer knapp eingehalten
 😞 Qualitätsziel bzw. Qualitätszielsetzung für Fließgewässer nicht eingehalten
 * Seebeeinflusst

Naturbedingte Grundbelastungen und Beeinflussung durch oberliegende Seen

Für die Interpretation der erhöhten Gehalte des gelösten organischen Kohlenstoffs (DOC), vor allem in der Kleinen Emme, aber auch in der Lorze, der Reuss und der Ron, muss berücksichtigt werden, dass im Einzugsgebiet der Mittelland-Reuss die naturbedingte Grundfracht an organischem Material hoch ist. So werden diese Flüsse neben den zivilisatorischen Einflüssen mit DOC aus der biologischen Produktion in den Seen, aus der Abschwemmung von Landwirtschaftsböden und mit dem Wasser aus torfreichen Moorböden belastet. Es wird auch in Zukunft kaum möglich sein, den DOC-Gehalt überall unter das Qualitätsziel zu senken.

Die Phosphor- und Phosphat-Belastung in der Lorze aus dem eutrophen Zugersee ist – vor allem während dem Winterhalbjahr – sehr hoch. Diese Grundbelastung ist dafür verantwortlich, dass die Qualitätszielsetzung für Phosphor und Phosphat unterhalb der Kläranlage Schönau in der vorliegenden fünfjährigen Berichtsperiode noch nicht eingehalten werden kann.

Beurteilung

Generell ist in der Reuss und in der Kleinen Emme für die chemische Gewässerbelastung bei allen Parametern eine leichte Verbesserung gegenüber der Vorperiode feststellbar. In der Lorze bei Frauental ist die Abnahme der Belastung durch die Inbetriebnahme der erweiterten Kläranlage Schönau gegenüber der Vorperiode markant. Der Untersuchungszeitraum für die Ron ist noch zu kurz, um aufgrund der vorliegenden Daten Auskunft über die Entwicklung der Gewässerbelastung zu geben.

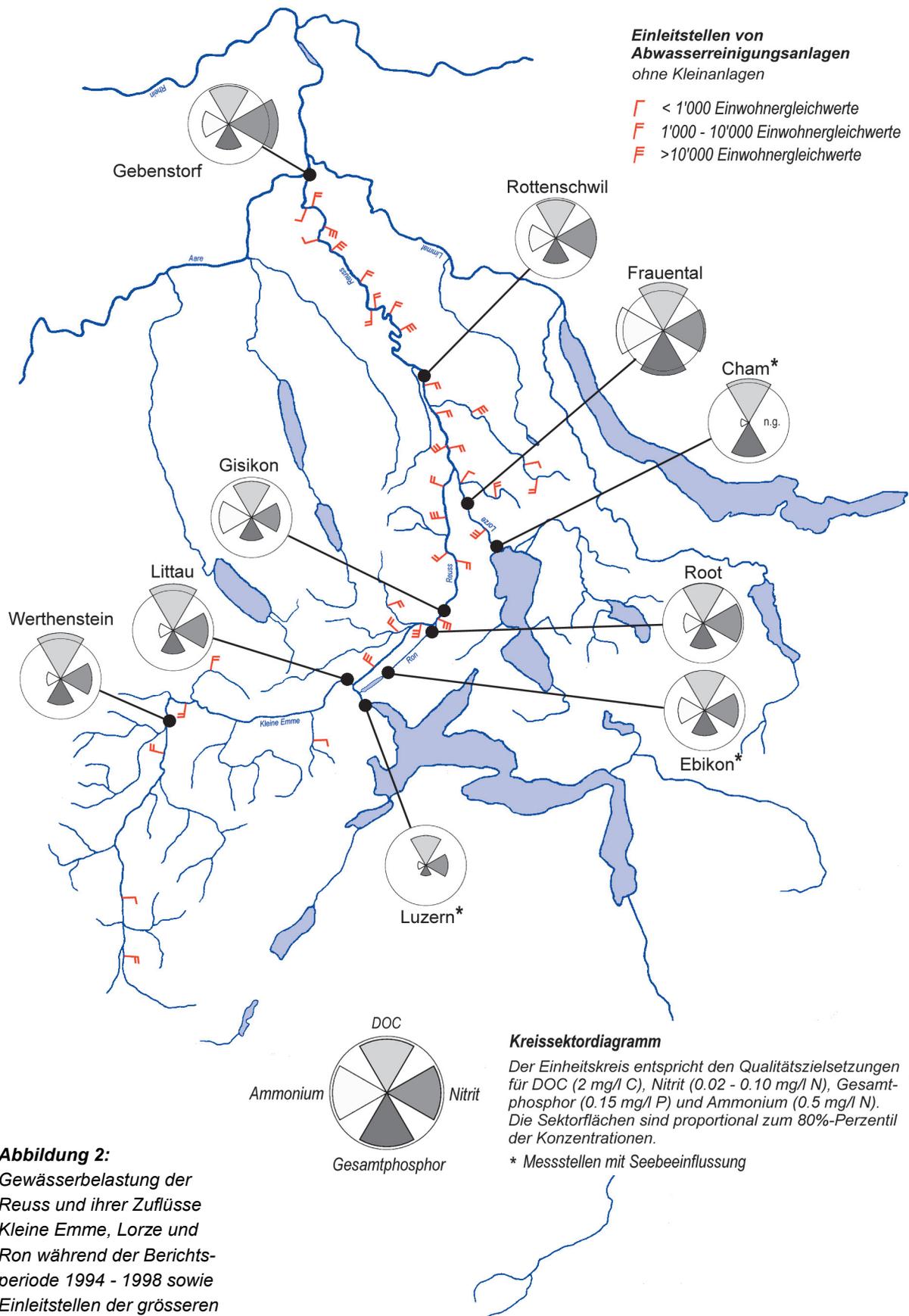
Der chemischen Beurteilung werden die Qualitätsziele aus der Verordnung über Abwassereinleitungen vom 8. Dezember 1975 sowie ergänzende Qualitätszielsetzungen für Nitrit, Gesamtphosphor und Phosphat zugrunde gelegt.

- Für Sauerstoff, BSB₅, Nitrat und Chlorid werden die Qualitätsziele in der Reuss, der Kleinen Emme, der Lorze und der Ron eingehalten.
- Die Qualitätszielsetzungen für DOC, Ammonium, Nitrit, Gesamtphosphor und Phosphat werden in der Lorze noch überschritten.
- In den unteren Flussabschnitten der Reuss wird nur die Qualitätszielsetzung für Nitrit überschritten.
- Gegenüber der Vorperiode sind in der Reuss und ihren Zuflüssen wesentliche Verbesserungen der chemischen Wasserqualität zu verzeichnen.

Beim Auslauf aus dem Vierwaldstättersee besitzt die Reuss eine gute Wasserqualität. Die Einleitung gereinigter Abwässer und die Zuflüsse der Kleinen Emme und Lorze führen zu einer Zunahme der Nähr- und Schadstoffkonzentrationen im Flussverlauf.

Die Kleine Emme bei Werthenstein und Littau ist mässig belastet. Vor allem der Gehalt an gelöstem organischen Kohlenstoff ist naturbedingt hoch.

Die Lorze ist durch die Grundlast aus dem Zugersee, die Einleitung der Kläranlage Schönau und die schlechte Verdünnung der gereinigten Abwässer immer noch belastet. Durch den während der vorliegenden Berichtsperiode abgeschlossenen Endausbau der Kläranlage Schönau und die im Einzugsgebiet des Zugersees getroffenen see-externen Massnahmen bei der Siedlungsentwässerung und in der Landwirtschaft wird sich die Situation in der Lorze in Zukunft weiter verbessern.



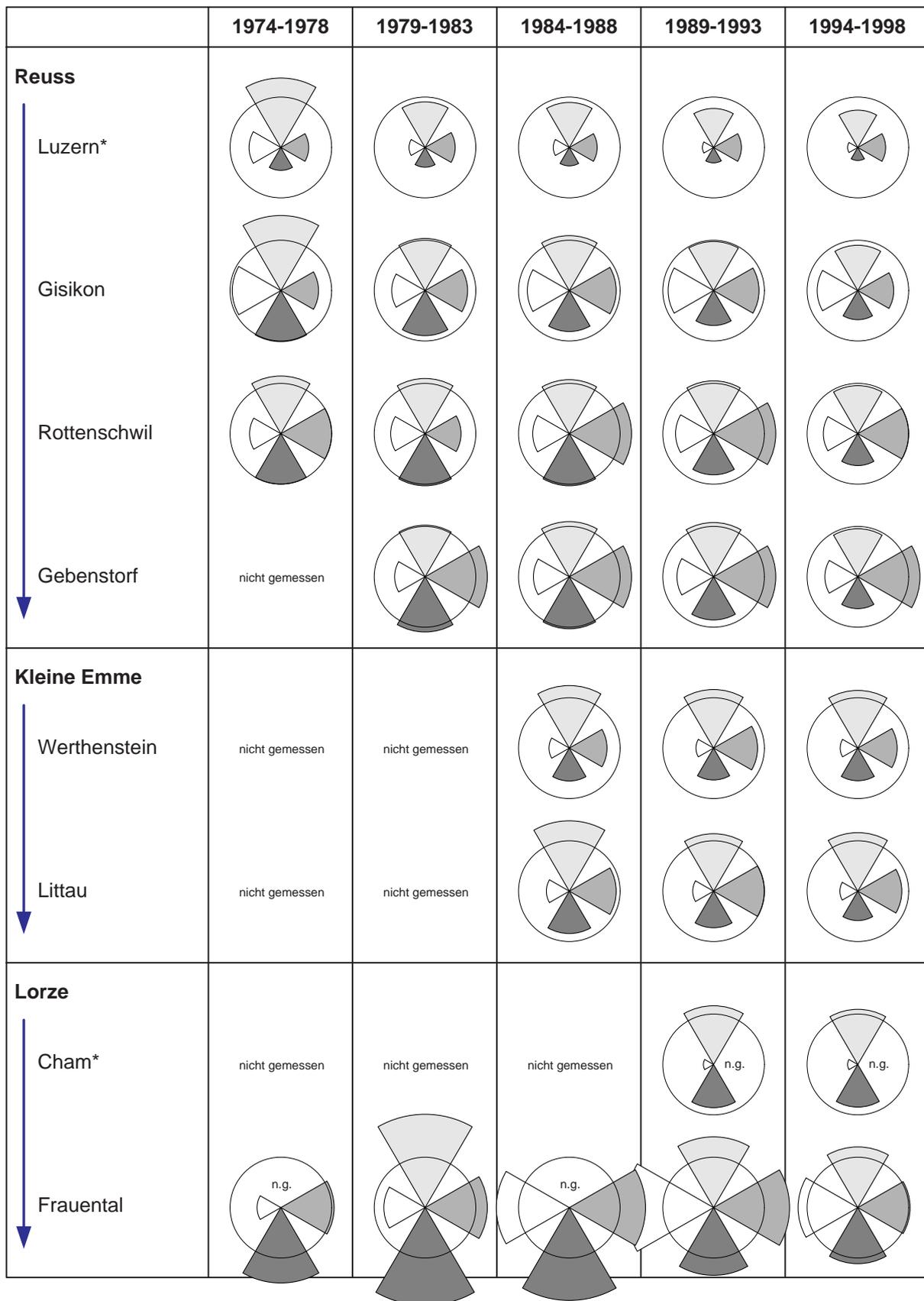
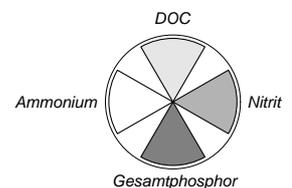


Abbildung 3:

Entwicklung der Gewässerbelastung seit 1974 in der Reuss, der Keinen Emme und der Lorze. Der Einheitskreis der Sektordiagramme entspricht den Qualitätszielen. Die Sektorflächen sind proportional zum 80%-Perzentil der Konzentrationen.



1**Einleitung**

Die Wasserqualität der Reuss unterhalb des Vierwaldstättersees sowie die ihrer grösseren Zuflüsse wird durch die zuständigen Gewässerschutzfachstellen der Kantone Luzern, Zug und Aargau seit 1974 systematisch überwacht. Diese drei Anrainerkantone koordinieren die Untersuchungen und führen die notwendigen Messungen durch. Alle fünf Jahre werden die Messergebnisse zusammengefasst und gemeinsam publiziert.

Im vorliegenden fünften Bericht sind die Resultate der Untersuchungsperiode von 1994 bis 1998 dargestellt. Es liegen damit ausgewertete Daten über die Entwicklung der Wasserqualität der Reuss und ihrer Zuflüsse während den vergangenen 25 Jahren vor.

Der Bericht enthält die wesentlichen Kenndaten zum Einzugsgebiet und zum Stand der Abwasserreinigung entlang der Mittelland-Reuss. Die Darstellung der neueren Messergebnisse wird durch Hinweise auf die Entwicklung der Wasserqualität in den vergangenen 25 Jahren vervollständigt. Der Vergleich mit den Qualitätszielen aus der Verordnung über Abwassereinleitungen und den kantonalen Qualitätszielsetzungen erleichtert die Einschätzung der Wasserqualität in Bezug auf die konventionelle Belastung der Gewässer. Hinweise auf aktuelle Probleme des Gewässerschutzes und zur neuen Gewässerschutzverordnung schliessen den Bericht ab.

Die Anrainerkantone Luzern, Zug und Aargau haben am 22. Juni 1998 die Erarbeitung des vorliegenden Berichtes beauftragt. Die Arbeiten wurden durch die Projektgruppe der Kantone begleitet.

2 Einzugsgebiet der Mittelland-Reuss

2.1 Die Reuss und ihre Zuflüsse

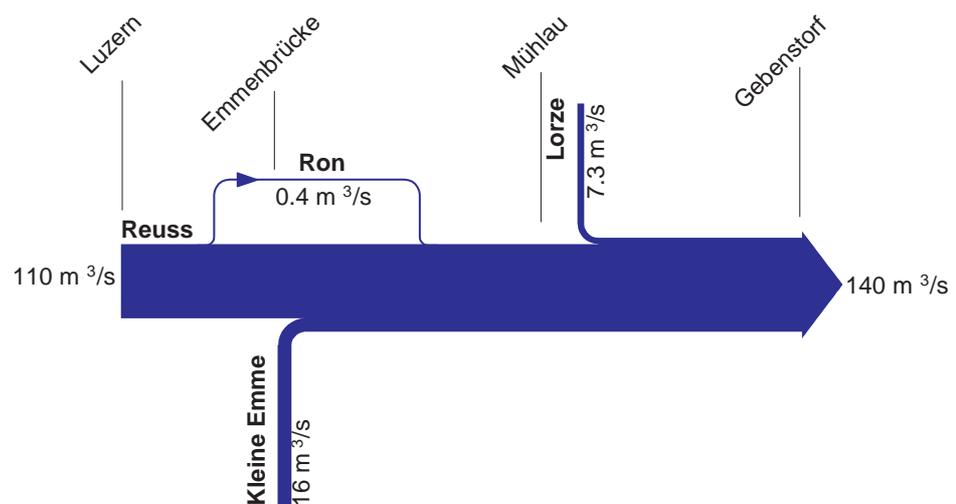
Die vorliegende Untersuchung befasst sich mit der Wasserqualität der Mittelland-Reuss, d. h. mit der chemischen Gewässergüte der Reuss zwischen dem Vierwaldstättersee und der Mündung in die Aare, sowie der Kleinen Emme und der Lorze. Zusätzlich werden die seit 1995 durchgeführten Messungen in der Ron zwischen dem Rotsee und ihrer Mündung in die Reuss berücksichtigt.

Der Flusslauf der Mittelland-Reuss beginnt in Luzern beim Ausfluss aus dem Vierwaldstättersee. Der Vierwaldstättersee und der Zugersee wirken nicht nur als Ausgleichsbecken für die Wasserführung, sondern ihre Wasserqualität bestimmt auch die chemische Grundlast im Reuss- und Lorzewasser. Diese Anfangsbedingungen werden in der Untersuchung durch die Resultate der Probenahmestellen Luzern und Cham charakterisiert.

In die Reuss mündet kurz nach Luzern bei Emmenbrücke die Kleine Emme. Im Abschnitt bis Gisikon fliessen ihr zwei kleinere Gewässer, der Rotbach und die Ron, zu. Nach Mühlau kommt die Lorze und vor Rottenschwil die Jonen zur Reuss. Bei Gebenstorf schliesslich mündet die Reuss zusammen mit der Limmat in die Aare. Auf der gesamten 72 km langen Flussstrecke werden von der Mittelland-Reuss die Kantone Luzern, Zug, Zürich und Aargau berührt oder durchflossen.

Mit den folgenden Beschreibungen werden die einzelnen Fliessgewässer, die Probenahmestellen und das Einzugsgebiet oberhalb der Probenahmestellen charakterisiert. Landnutzung, Einwohnerzahl und Abfluss geben Hinweise auf die Art und das Ausmass des zivilisatorischen Druckes auf die Fliessgewässer.

Abbildung 4:
Langjährige mittlere Abflussbilanz der Mittelland-Reuss und ihrer Zuflüsse Kleine Emme, Lorze und Ron (Hydrologisches Jahrbuch der Schweiz, 1996)



Leere Seite!

Leere Seite!



Abbildung 5:
 Probenahmestellen,
 Abflussmessstellen
 und hydrologische
 Einzugsgebiete der
 Reuss, Kleinen
 Emme, Lorze und
 Ron

Die hydrologischen Einzugsgebiete

Das gesamte Einzugsgebiet der **Reuss** von den Quellen bis zur Einmündung in die Aare umfasst 3'425 km². Der mittlere Abfluss der Reuss bei Gebenstorf beträgt ca. 140 m³/s. Das Abflussregime der Reuss ist geprägt durch das grosse alpine Einzugsgebiet, die ausgleichende Wirkung des Vierwaldstättersees und die Regelung des Nadelwehrs bei Luzern. Die Schneeschmelze und die Niederschläge in den Sommermonaten überlagern sich, so dass hohe Abflussmengen in den Monaten Mai bis August auftreten. Im Winter hingegen sind die Abflussmengen niedrig und ausgeglichen. Die Mittelland-Reuss kann gesamthaft als Fluss mit Unterlaufcharakter und nivopluvialen Abflussregime bezeichnet werden.

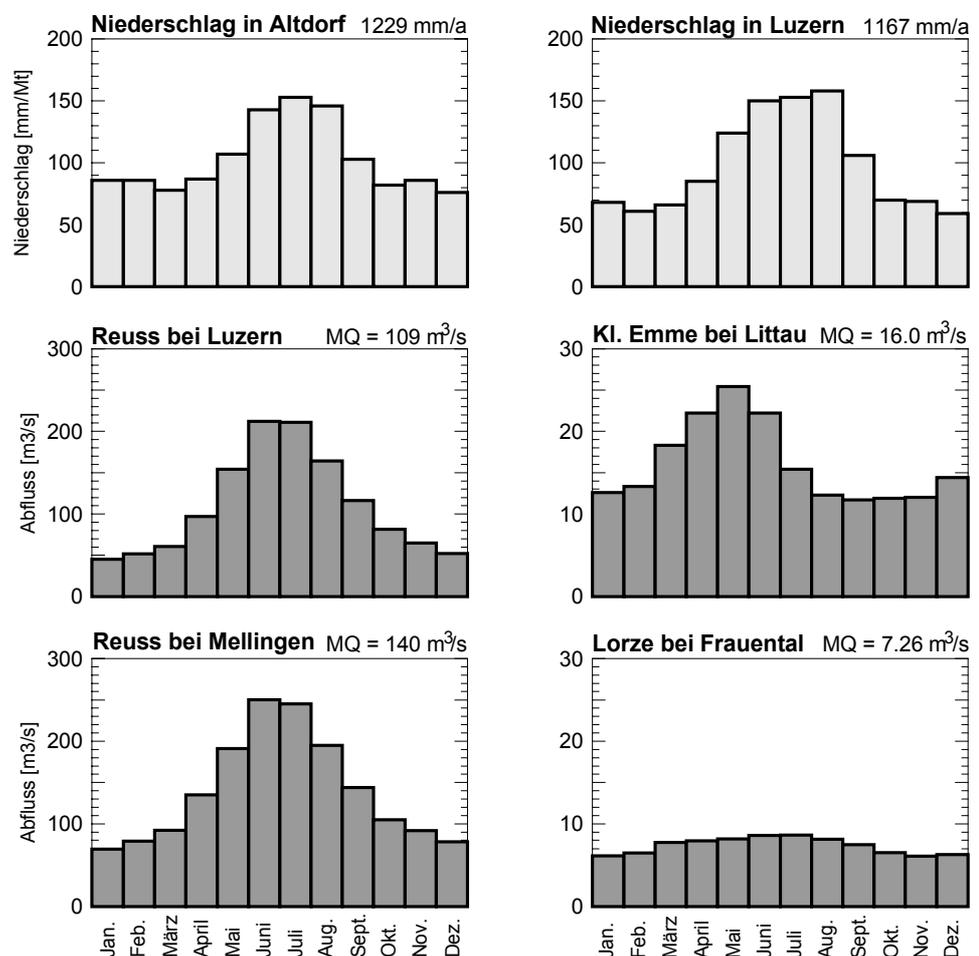


Abbildung 6: Langjährige Monatsmittel der Niederschlagshöhen und Abflüsse (Klimatlas der Schweiz, 1984 und Hydrologisches Jahrbuch der Schweiz, 1996)

Die **Kleine Emme** hat ihr Quellgebiet am Brienzer Rothorn (hier Waldemme genannt) und legt bis zur Mündung in die Mittelland-Reuss rund 60 km zurück. Sie entwässert ein Gebiet von ca. 477 km². Ihre Hauptzuflüsse sind die Waldemme, Wyss-Emme, Entlen, Fontannen und Rümli. Bis Werthenstein weist der Lauf der Kleinen Emme noch einen natürlichen, wilden und abwechslungsreichen Charakter auf. Unterhalb Werthenstein ist sie begradigt und im unteren Teil durch hohe Mauerböschungen kanalisiert. Das Einzugsgebiet der Kleinen

Emme umfasst voralpines Bergland und das Napfgebiet. Die Schneeschmelze setzt früher ein als in den Alpen, erreicht aber nicht alpines Ausmass. Die Niederschläge verteilen sich über das ganze Sommerhalbjahr. Die mittleren Abflussmengen in den Sommermonaten sind nur etwa doppelt so hoch wie im Winter. Das Fehlen von Seen und die Beschaffenheit der Böden führen bei starken Niederschlägen zu sofortigem Hochwasser, während bei trockenen Verhältnissen die Kleine Emme wenig Wasser führt.

Der Lauf der **Lorze** zwischen dem Zugersee und der Mündung in die Reuss beträgt etwa 8 km und ist korrigiert. Der Haselbach bei Maschwanden ist der einzige erwähnenswerte Zufluss. Die Lorze entwässert ein Gebiet von ca. 390 km². Ihr Einzugsgebiet ist im Vergleich zur Reuss und zur Kleinen Emme das tiefstgelegene. Die Schneeschmelze hat daher auf die Monatsmittel nur noch einen geringen Einfluss. Der Zugersee und der Ägerisee, deren Wasserstände mit Wehren reguliert werden, wirken zudem ausgleichend auf das Abflussregime. Die Monatsmittel der Abflüsse unterscheiden sich deshalb im Verlaufe eines Jahres nur geringfügig.

Die **Ron** entwässert das stark besiedelte und überbaute Rontal zwischen Rotsee und Root. Um die Wasserqualität des früher stark belasteten Rotsees zu verbessern, wird ihm seit 1922 durch einen Stollen Reusswasser zugeleitet. Dadurch hat sich die mittlere Wasserzufuhr zum Rotsee und damit auch die Abflussmenge der Ron am Seeauslauf von ursprünglich ca. 40 l/s auf etwa 400 l/s erhöht. Die Ron entwässert im Rontal ein Gebiet von ca. 22.5 km². Der Abfluss der Ron wird massgeblich durch den künstlichen Zufluss aus der Reuss in den Rotsee bestimmt und ist ausgeglichen.

Die Probenahmestellen

Das Untersuchungsprogramm 1994 – 1998 wurde entsprechend jenen der vorhergehenden Berichtsperioden weitergeführt. Es umfasst gegenwärtig vier Probenahmestellen an der Reuss sowie je zwei an der Kleinen Emme, an der Lorze und an der Ron. Neu sind die Messstellen am Ausfluss der Lorze aus dem Zugersee bei Cham, an der Ron am Ausfluss des Rotsees bei Ebikon und an der Mündung der Ron in die Reuss bei Root. Die Messstelle Mühlau wurde Ende 1995 aufgehoben. Die NADUF¹-Messstelle an der Reuss bei Mellingen ist ausser Betrieb und wird erst im Jahre 2000 wieder in Betrieb genommen.

Die Daten der Messstellen an den Seeausflüssen bei Luzern in der Reuss, bei Cham in der Lorze und bei Ebikon in der Ron repräsentieren die jahreszeitlich wechselnden Verhältnisse im jeweiligen See.

Die aktuellen Probenahmestellen sind zusammen mit den Abflussmessstellen und den Einzugsgebieten in Abbildung 5 eingezeichnet. Die exakte Lage der Probenahmestellen in Landeskoordinaten sind in den Übersichtstabellen des folgenden Unterkapitels enthalten.

¹ NADUF: Nationales Programm für die analytische Daueruntersuchung der Fliessgewässer

Die Nutzungen in den Einzugsgebieten

Die Probenahmestelle Luzern erfasst den Seeausfluss mit dem gesamten Einzugsgebiet des Vierwaldstättersees. Die Landnutzung ist durch die Gebirgs-lagen geprägt und unterscheidet sich von jener der Mittelland-Reuss beträchtlich. Die Ausdehnung von Verkehrs- und Siedlungsflächen lässt sich in der Landschaft eindrücklicher erfahren als es die Prozentzahlen darzustellen vermögen.

Tabelle 1:
Probenahmestellen
und Einzugsgebiete
der Reuss (Luzern,
Gisikon)

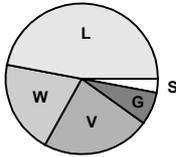
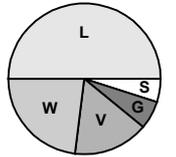
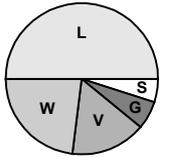
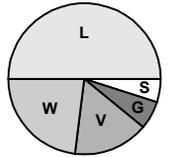
Probenahmestellen Reuss	Luzern	Gisikon
Koordinaten	666 210 / 211 520	672 700 / 219 900
Höhe ü. M.	432 m	410 m
Fläche Einzugsgebiet	2'238 km ²	2'845 km ²
Landnutzung Landwirtschaft (L) Wald (W) Vegetationslos (V) Gewässer (G) Siedlung, Verkehrsflächen (S)		
Einwohner im Einzugsgebiet	242'500	376'500
Einwohner pro km ²	110	130
Mittlerer Abfluss	110 m ³ /s	130 m ³ /s

Tabelle 2:
Probenahmestellen
und Einzugsgebiete
der Reuss (Rottenschwil,
Gebenstorf)

Probenahmestellen Reuss	Rottenschwil	Gebenstorf
Koordinaten	670 650 / 241 325	659 450 / 258 850
Höhe ü. M.	383 m	338 m
Fläche Einzugsgebiet	3'198 km ²	3'425 km ²
Landnutzung Landwirtschaft (L) Wald (W) Vegetationslos (V) Gewässer (G) Siedlung, Verkehrsflächen (S)		
Einwohner im Einzugsgebiet	480'000	545'000
Einwohner pro km ²	150	160
Mittlerer Abfluss	135 m ³ /s	140 m ³ /s

In Werthenstein widerspiegelt sich der voralpine Charakter des Einzugsgebietes der Kleinen Emme: der Anteil an landwirtschaftlich extensiv genutzten Böden ist deutlich höher als jener der intensiv genutzten Flächen. Die Verkehrs- und Siedlungsflächen sind vergleichsweise klein. Entsprechend gering ist die Bevölkerungsdichte.

Im unteren Einzugsgebiet der Kleinen Emme (Werthenstein bis Littau) nimmt der Einfluss der erhöhten Siedlungsdichte und der Industrialisierung zu. Die landwirtschaftlich intensiv genutzten Flächen sind hier grösser als die extensiv genutzten Flächen. Die Verkehrs- und Siedlungsflächen nehmen zu. Am deutlichsten zeigt sich die Veränderung des Charakters des Einzugsgebietes in der Bevölkerungsdichte: im unteren Teil der Kleinen Emme ist das hydrologische Einzugsgebiet weniger breit und die Einwohnerzahl steigt von 40 auf 95 Einwohner pro km².

Tabelle 3:
Probenahmestellen
und Einzugsgebiete
der Kleinen Emme

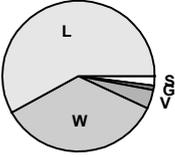
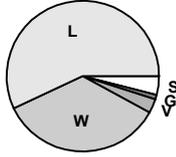
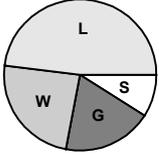
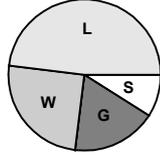
Probenahmestellen Kleine Emme	Werthenstein	Littau
Koordinaten	647 870 / 209 510	664 220 / 213 200
Höhe ü. M.	540 m	431 m
Fläche Einzugsgebiet	311 km ²	477 km ²
Landnutzung Landwirtschaft (L) Wald (W) Vegetationslos (V) Gewässer (G) Siedlung, Verkehrsflächen (S)		
Einwohner im Einzugsgebiet	13'100	46'500
Einwohner pro km ²	40	95
Mittlerer Abfluss	11 m ³ /s	16 m ³ /s

Tabelle 4:
Probenahmestellen
und Einzugsgebiete
der Lorze

Probenahmestellen Lorze	Cham	Frauental
Koordinaten	677 560 / 225 930	674 715 / 229 845
Höhe ü. M.	413 m	390 m
Fläche Einzugsgebiet	246 km ²	259 km ²
Landnutzung Landwirtschaft (L) Wald (W) Vegetationslos (V) Gewässer (G) Siedlung, Verkehrsflächen (S)		
Einwohner im Einzugsgebiet	74'000	77'000
Einwohner pro km ²	300	300
Mittlerer Abfluss	7.1 m ³ /s	7.3 m ³ /s

Die Probenahmestelle der Lorze bei Frauental erfasst den Zugersee mit seinen Zuflüssen und ein kleines Gebiet von 13 km² unterhalb des Seeausflusses. Das Einzugsgebiet ist hügelig und voralpin, ohne hohe Berge. Daher ist der Anteil an vegetationsloser Fläche äusserst gering. Die Landnutzung im flachen Gebiet um den Zugersee ist durch die intensive Landwirtschaft geprägt. Daneben weist der Kanton Zug – vor allem in den Talgemeinden – den höchsten prozentualen

Bevölkerungszuwachs der Schweizer Kantone auf (1997: 1.5 %, 1998: 1.6 %). Dementsprechend nehmen die Siedlungs- und Verkehrsflächen gegenwärtig rasant zu.

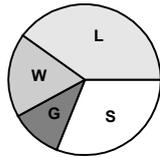
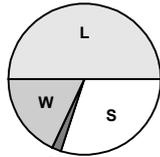
Probenahmestellen Ron	Ebikon	Root
Koordinaten	667 770 / 214 490	672 050 / 218 710
Höhe ü. M.	419 m	415 m
Fläche Einzugsgebiet ¹⁾	4.5 km ²	22.5 km ²
Landnutzung Landwirtschaft (L) Wald (W) Vegetationslos (V) Gewässer (G) Siedlung, Verkehrsflächen (S)		
Einwohner im Einzugsgebiet	12'200	28'000
Einwohner pro km ²	2'700	1'250
Mittlerer Abfluss	0.4 m ³ /s	0.4 m ³ /s

Tabelle 5:
Probenahmestellen
und Einzugsgebiete
der Ron

¹⁾ Einzugsgebiet Rotsee und Ron ohne Anteile der Reuss

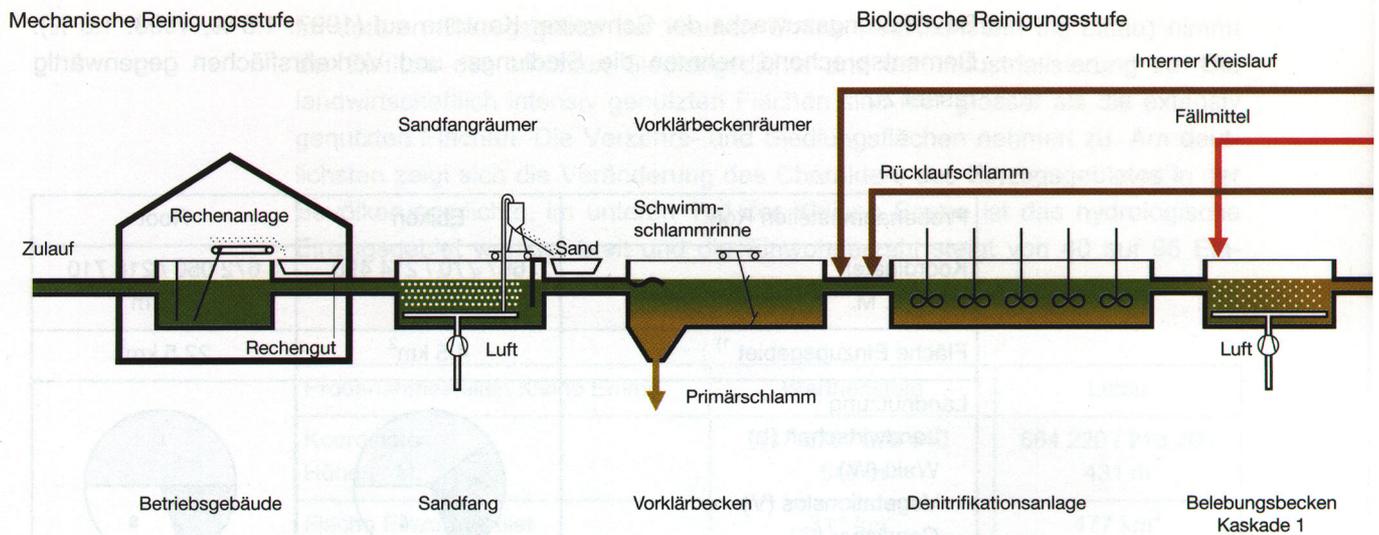
Im nur etwa 2 km breiten Rontal liegen der Rotsee, Teile der Stadt Luzern sowie die Ortschaften Ebikon, Dierikon und Root mit grösseren Industrie- und Gewerbegebieten. Das Rontal weist damit mit Abstand die höchste Bevölkerungsdichte der untersuchten Einzugsgebiete auf. Die Abwässer des Rontals werden in der ARA Rontal gereinigt und gelangen von dieser direkt in die Reuss. Weil die Ron nicht als Vorfluter für gereinigte Abwässer dient, kann die Bevölkerungsdichte im Rontal und die Anzahl Einwohner pro m³/s Abfluss nicht oder nur bedingt mit denen der Reuss, der Kleinen Emme und der Lorze verglichen werden.

2.2

Stand der Abwasserreinigung im Einzugsgebiet der Mittelland-Reuss

Alle geplanten Abwasserreinigungsanlagen im Einzugsgebiet der Mittelland-Reuss sind heute realisiert. Im Kanton Luzern sind es 18, im Kanton Zug 2, im Kanton Zürich 7 und im Kanton Aargau insgesamt 15 Anlagen.

Einen Überblick über die Grösse, den Ausbauzustand und die Jahresfrachten der Abwasserreinigungsanlagen vermitteln die Tabellen in Anhang C. Wo bekannt, ist auch die Belastung der Abwasserreinigungsanlagen bzw. des Vorfluters mit Industrieabwässern aufgezeigt. Die angeschlossenen Einwohner werden nach den neuesten Angaben mit 410'700 beziffert. 1993 waren es 382'000 Einwohner. Heute werden für über 95 % der Einwohner des Einzugsgebietes die Abwässer gereinigt und der Klärschlamm deponiert, verbrannt oder in der Landwirtschaft verwertet.



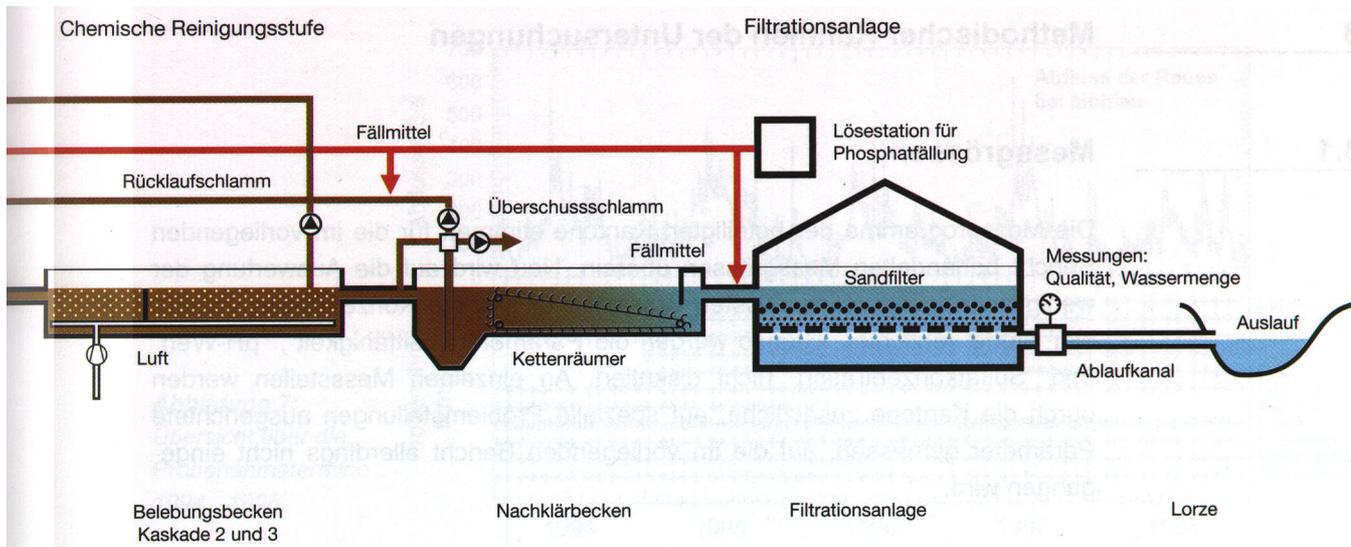
2.3

Der Endausbau der Kläranlage Schöнау an der Lorze

Die zentrale Kläranlage Schöнау des Gewässerschutzverbandes der Region Zugersee-Küssnachtsee-Ägerisee (GVRZ), deren Erstausbau 1977 als mechanisch-biologische Abwasser-Reinigungsanlage (ARA) für 100'000 Einwohnergleichwerte (EGW) in Betrieb genommen wurde, ist in den Jahren 1992-1998 aufgrund der erreichten Auslastung und der wesentlich verschärften Einleitbedingungen in den schwachen Vorfluter Lorze mit Aufwendungen von über 60 Mio. Franken mit zusätzlichen Reinigungsstufen auf eine Leistung von 145'000 EGW ausgebaut worden.

Ausbau der Abwasserreinigung mit Stickstoffelimination

Mit dem Ausbau sind die Klärbecken volumina der biologischen Reinigungsstufe für die ganzjährige Stickstoffelimination (Nitrifikation und Denitrifikation) von 14'000 m³ auf 50'000 m³ erweitert worden. Dazu war der Bau von fünf neuen Belebungsbecken mit je 4'000 m³ und neun Nachklärbecken mit je 1'500 m³ Beckenvolumen notwendig. Die vier Nachklärbecken der alten Anlage werden, ausgerüstet mit den notwendigen Installationen, neu als Denitrifikationsbecken betrieben. Die neuen und bestehenden Belebungsbecken sind mit einer wirkungsvollen feinblasigen und geregelten Tiefenbelüftung versehen worden. Zwei der insgesamt vier Vorklärbecken werden neu mit Einbezug der Vorreinigungsbauwerke für die künftige Regenwasserbehandlung genutzt. Die seit 1989 provisorisch betriebene Phosphatfällung (3. Reinigungsstufe) ist definitiv als Simultanfällung installiert worden. Die dazu erforderlichen Fällmittel können in der ARA-eigenen Lösestation bereitgestellt oder auch flüssig angeliefert und in Chemikaliertanks gelagert werden.



In der Filtrationsanlage, einem zweischichtigen Gravitationsfilter am Ende der Abwasserreinigung, erfolgt unter Zugabe von Eisenchlorid die Restreinigung des Abwassers. Die Filtrationsanlage eliminiert Schwebestoffe und partikulär gebundener Phosphor aus dem gereinigten Abwasser.

Damit der Abfluss aus der Kläranlage Schönau ohne Pumpwerk erfolgen kann, fliesst das gereinigte Abwasser in freiem Gefälle über einen unterirdischen Ablaufkanal ca. 400 m unterhalb der Kläranlage in die Lorze.

Sichere Betriebsführung

Die Überwachung der weitgehend automatisch betriebenen Anlage erfolgt über speicherprogrammierbare Steuerungen und über ein modernes Prozessleitsystem. So verfügt die Anlage vor dem Auslauf in die Lorze über eine kontinuierlich betriebene Online-Erfassung der relevanten chemischen Parameter. Gleichzeitig mit dem Ausbau sind an den bestehenden Anlageteilen die notwendigen Überholungs- und Sanierungsarbeiten sowie neue verfahrenstechnische Ergänzungen ausgeführt worden.

Im November 1997 wurde die umgebaute Abwasserbehandlung des Endausbaus der Kläranlage Schönau in Betrieb genommen. Die vom Kanton Zug verlangten Einleitbedingungen für das gereinigte Abwasser wurden nach kurzer Einfahrphase ab dem Frühjahr 1998 erreicht (vgl. Kapitel 6.7).

3 Methodischer Rahmen der Untersuchungen

3.1 Messgrössen

Die Messprogramme der beteiligten Kantone stimmen für die im vorliegenden Bericht behandelten Messgrössen überein. Neu wird auf die Auswertung der wenig anthropogen beeinflussten Wasserhärte und die Konzentration ungelöster Stoffe verzichtet. Ebenso werden die Parameter "Leitfähigkeit", "pH-Wert" und "Sulfatkonzentration" nicht diskutiert. An einzelnen Messstellen werden durch die Kantone zusätzliche, auf spezielle Problemstellungen ausgerichtete Parameter gemessen, auf die im vorliegenden Bericht allerdings nicht eingegangen wird.

Tabelle 6:
Messgrössen der
interkantonalen
Untersuchung
1994 - 1998

Wassertemperatur		[°C]
Sauerstoffgehalt	O ₂	[mg/l O ₂]
Biochemischer Sauerstoffbedarf	BSB ₅	[mg/l O ₂]
Gelöster organischer Kohlenstoff	DOC	[mg/l C]
Ammonium	NH ₄	[mg/l N]
Nitrit	NO ₂	[mg/l N]
Nitrat	NO ₃	[mg/l N]
Gesamtphosphor	P	[mg/l P]
Phosphat (Ortho-Phosphat)	PO ₄	[mg/l P]
Chlorid	Cl	[mg/l Cl]

3.2 Probenahmetechnik und Probenahmetermine, Analysemethoden

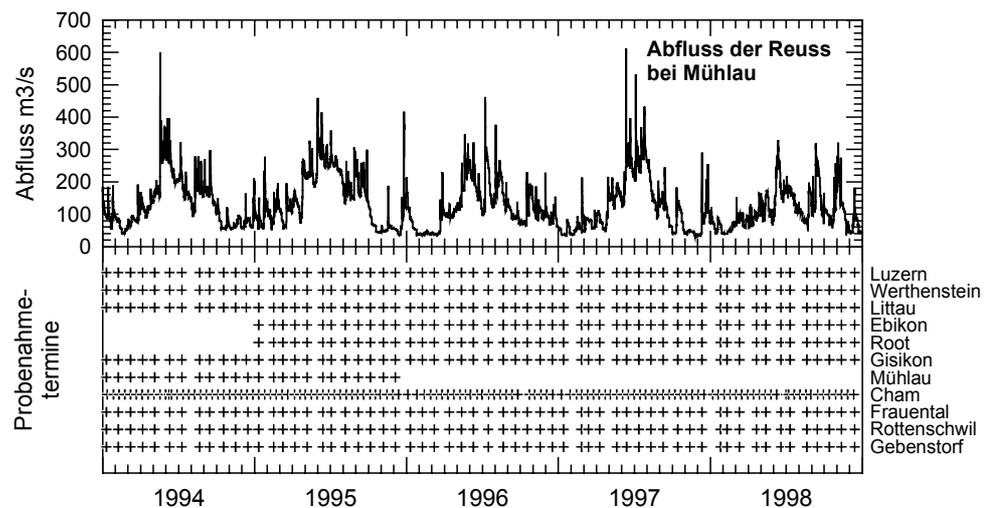
Die Probenahme erfolgt durch Schöpfen vom Ufer oder von Brücken aus. Die entnommenen Wasserproben werden in Flaschen abgefüllt und am gleichen Tag zur Analyse in die Labors der beteiligten Kantone gebracht.

Aus der Lorze bei Frauental werden seit 1989 24h-Sammelproben genommen. Alle übrigen Proben sind Momentanproben. In der Reuss vor Gisikon werden Mischproben vom rechten und linken Ufer gesammelt, weil an dieser Stelle das Wasser der Kleinen Emme noch nicht vollständig mit dem der Reuss durchmischt ist.

Die Probenahmen erfolgen in der Regel einmal monatlich, das heisst 12-mal jährlich, überall am selben Tag. An der Lorze bei Cham wird alle zwei Wochen die Wasserqualität ermittelt.

Die Wasserproben werden von den Laboratorien nach den einschlägigen Richtlinien, Normen und Vorschriften untersucht.

Abbildung 7:
Übersicht über die
Probenahmeterminale
1994 - 1998



3.3 Datenauswertung, Darstellung der Ergebnisse

Die von den Kantonen erhobenen Messdaten werden fortlaufend auf ihre Gültigkeit und Plausibilität geprüft und stehen für die Auswertungen auf Datenträger zur Verfügung.

Einen Überblick über den zeitlichen Verlauf der Messgrößen vermitteln die entsprechenden Ganglinien. Da die Messgrößen jahreszeitlichen Schwankungen unterworfen sind, muss der repräsentative Zustand der Wasserqualität durch statistische Kennwerte beschrieben werden. Für eine möglichst vollständige und aussagekräftige statistische Beschreibung sind mehrere Kennwerte, die Auskunft sowohl über die Lage als auch über die Bandbreite der Messresultate geben, notwendig.

Minimum, Maximum

Die während der Messperiode 1994 – 1998 aufgetretenen beiden Extremwerte (Minimum und Maximum) einer Messgröße geben Auskunft über die maximale Bandbreite der Stoffkonzentrationen. Sogenannte Ausreisser, d. h. einzelne Messungen, die ausserhalb der übrigen Messgrößen liegen, werden durch das Minimum und das Maximum erfasst.

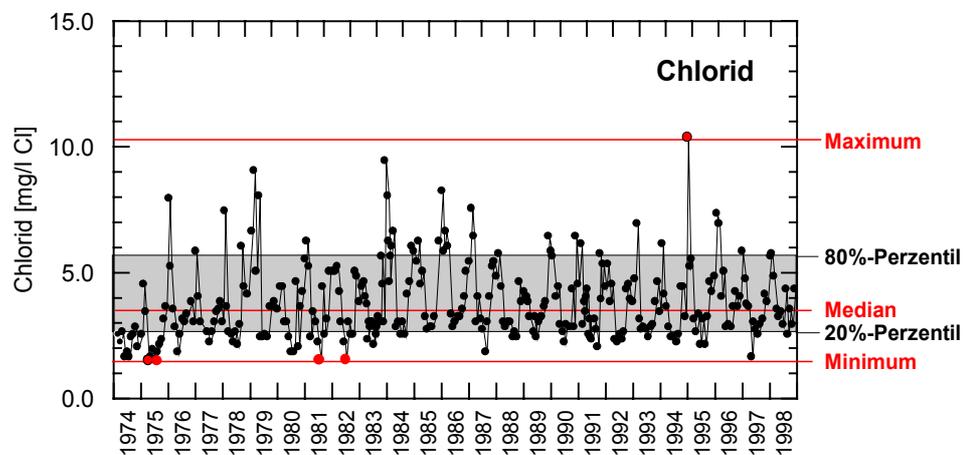
Median

Der Median ist der Wert, für den 50 % aller Messwerte darunter und 50 % aller Messwerte darüber liegen. Den Median nennt man darum oft auch Zentralwert. Der Median entspricht in vielen Fällen besser als der arithmetische Mittelwert der Vorstellung von der Mitte einer Messdatenwolke. Er ist unempfindlich gegenüber Ausreissern, d. h. er ist eine robuste statistische Grösse und eignet sich darum besonders für zeitliche Vergleiche.

20%- und 80%-Perzentile

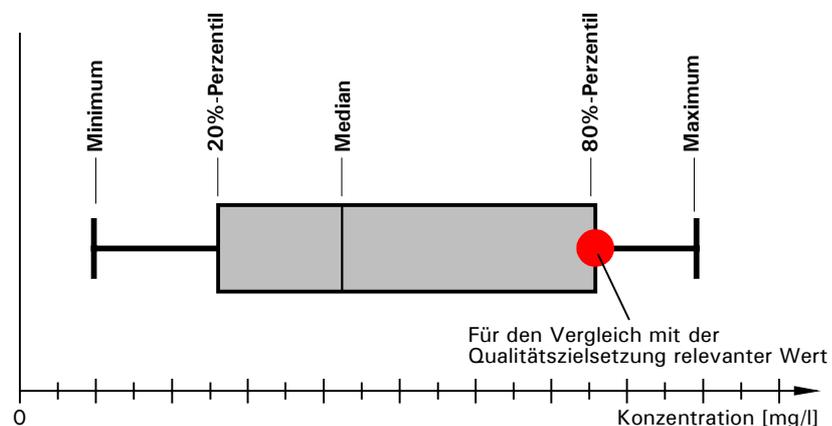
Das 20%-Perzentil ist der Wert, für den 20 % aller Messwerte darunter und 80 % aller Messwerte darüber liegen. Analog ist der 80 %-Perzentil der Wert, für den 80 % aller Messwerte darunter und 20 % aller Messwerte darüber liegen. Die beiden Perzentile beschreiben die Bandbreite der Messdaten, wobei Ausreisser nicht berücksichtigt werden. Die Qualitätsziele für Fließgewässer in der Verordnung über Abwassereinleitungen gelten für eine Wasserführung, die während 347 Tagen (Q_{347}) des Jahres vorhanden ist oder überschritten wird. In erster Näherung darf angenommen werden, dass das **80%-Perzentil mit dem Qualitätsziel bei Q_{347} verglichen werden kann** (Empfehlung über die Untersuchung der Schweizerischen Oberflächengewässer, EDI 1982).

Abbildung 8:
Beispiel für Extremwerte, Median und Perzentile bei einer Messreihe von Chlorid-Konzentrationen (Reuss, Messstelle Rottenschwil)



Die Extremwerte, der Median und die beiden Perzentile einer Messreihe werden zusammen in sogenannten Box-Plots dargestellt. Sie vermitteln einen schnellen Überblick über die Lage und Streuung der Messungen. In Fließrichtung des Gewässers untereinander angeordnet, stellen die Box-Plots zudem den Verlauf der Konzentrationen entlang des Gewässers dar. Speziell markiert ist der für den Vergleich mit den Qualitätszielsetzungen relevante statistische Kennwert.

Abbildung 9:
Schema eines Box-Plots



Die grafische Darstellung der Wasserqualität aufgrund einiger ausgewählter Parameter geschieht mit Kreis-sektordiagrammen. Hierbei entspricht der Kreis den Qualitätszielsetzungen. Die Sektorflächen sind proportional zum 80%-Perzentil der Konzentrationen. Ein Sektor, dessen Radius mit dem des Kreises übereinstimmt, bedeutet, dass die Qualitätszielsetzung exakt erreicht wird. Ein Sektor innerhalb des Kreises bedeutet, dass die Qualitätszielsetzung eingehalten wird. Ein Sektor, der über den Kreis hinausgeht, bedeutet, dass die Qualitätszielsetzung nicht eingehalten wird.

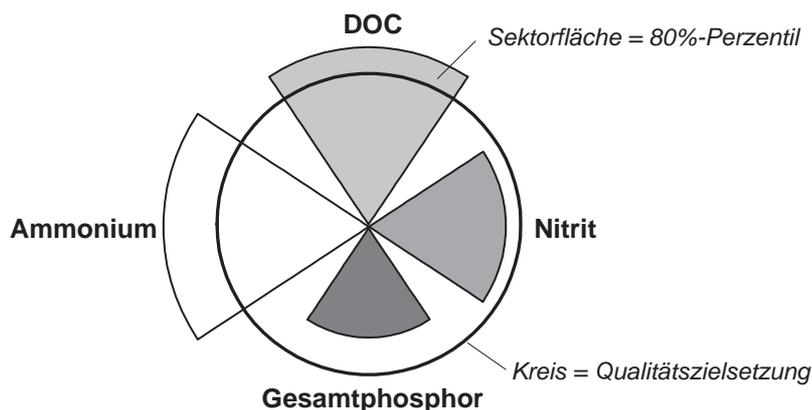


Abbildung 10:
Schema eines Kreis-sektordiagramms

3.4

Beurteilungskriterien

Die Verordnung über Abwassereinleitungen vom 8. Dezember 1975 legt für Fließgewässer die Qualitätsziele fest. Die Qualitätsziele werden anhand des 80%-Perzentils der Konzentrationen bzw. des 20%-Perzentils beim Sauerstoffgehalt beurteilt.

Zusätzliche numerische Qualitätszielsetzungen wurden von den kantonalen Gewässerschutzfachstellen für Nitrit, Gesamtphosphor und Phosphat eingeführt, bei denen in der Verordnung keine oder nur qualitative Qualitätsziele beschrieben sind. Sie wurden von der Projektgruppe für das Reusseinzugsgebiet definiert. Es sind Erfahrungswerte, die besondere lokale Verhältnisse berücksichtigen.

Die Toxizität von Nitrit für Fische ist nach heutigen Kenntnissen stark von der Chlorid-Konzentration im Wasser abhängig. Forellen und verwandte Fischarten reagieren gegenüber Nitrit am empfindlichsten. Die ergänzenden Angaben zur **Qualitätszielsetzung für Nitrit** basieren auf einem Vorschlag, welcher sich an Literatur- und Grenzwerte im Ausland anlehnt (Müller, 1990):

- 0.02 mg/l N bei weniger als 10 mg/l Cl
- 0.05 mg/l N bei 10 bis 20 mg/l Cl
- 0.10 mg/l N bei mehr als 20 mg/l Cl

Das Qualitätsziel ausserhalb von See-Einzugsgebieten für den Gesamtphosphor in der Verordnung über Abwassereinleitungen lautet verbal "keine Veralgung und Verkrautung". Neben dem Nährstoffgehalt beeinflussen gewässer-spezifische Faktoren (Beschattung, Beweidung durch Wassertiere, Stabilität der Gewässersohle) den Algen- und Pflanzenbewuchs eines Fließgewässers. Für die untersuchten Flüsse gilt die **Qualitätszielsetzung für Gesamtphosphor** von weniger als 0.15 mg/l P.

Ortho-Phosphat ist der biologisch leicht verfügbare Anteil des Gesamtphosphors. Im vorliegenden Bericht wird dafür durchwegs der Begriff Phosphat benutzt. Die Verordnung über Abwassereinleitungen legt für Phosphat keine Qualitätsziele fest. Für die Reuss und ihre Zuflüsse wird darum eine **Qualitätszielsetzung für Phosphat** von weniger als 0.075 mg/l P verwendet.

Parameter	Qualitätsziel/Qualitätszielsetzung
Sauerstoff	Als Folge von Abwassereinleitungen soll der Sauerstoffgehalt nach vollständiger Durchmischung nicht unter 6 mg/l O ₂ sinken (Qualitätsziel der Verordnung über Abwassereinleitungen).
Biochemischer Sauerstoffbedarf (BSB ₅)	Durch Abwassereinleitungen soll der biochemische Sauerstoffbedarf nicht über 4 mg/l O ₂ ansteigen (Qualitätsziel der Verordnung über Abwassereinleitungen). Bei Gewässern, die unmittelbar zur Speisung von nutzbaren Grundwasservorkommen dienen, sollen die Anforderungen verschärft werden.
Gelöster organischer Kohlenstoff (DOC)	Unter 2 mg/l C (Qualitätsziel der Verordnung über Abwassereinleitungen).
Ammonium	Unter 0.5 mg/l N (als Summe von NH ₃ + NH ₄ , Qualitätsziel der Verordnung über Abwassereinleitungen); von Fall zu Fall höhere Werte, wenn keine Trinkwassernutzung zu berücksichtigen ist.
Nitrit	Keine Toxizität; in Abhängigkeit der Chlorid-Konzentration zwischen 0.02 mg/l N und 0.10 mg/l N.
Nitrat	Unter 5.6 mg/l N (Qualitätsziel der Verordnung über Abwassereinleitungen); von Fall zu Fall höhere Werte, wenn keine Trinkwassernutzung zu berücksichtigen ist.
Gesamtphosphor	Im Einzugsgebiet von Seen möglichst tiefe Werte. Ausserhalb der See-Einzugsgebiete entsprechend den Anforderungen zur Vermeidung von Verkrautung und Veralgung; unter 0.15 mg/l P.
Phosphat	Unter 0.075 mg/l P.
Chlorid	Unter 100 mg/l Cl (Qualitätsziel der Verordnung über Abwassereinleitungen).

Tabelle 7:
Qualitätsziele der Verordnung über Abwassereinleitungen und kantonale Qualitätszielsetzungen (Nitrit, Gesamtphosphor, Phosphat) in Fließgewässern

4 Ergebnisse der Untersuchungen 1994 - 1998

4.1 Abfluss

Der mittlere Abfluss der Reuss zwischen 1994 und 1998 entspricht in etwa dem langjährigen Mittel. Im Mai 1994 wurde in der Reuss bei Mellingen mit $740 \text{ m}^3/\text{s}$ der innerhalb von 25 Jahren grösste gemessene Abfluss registriert.

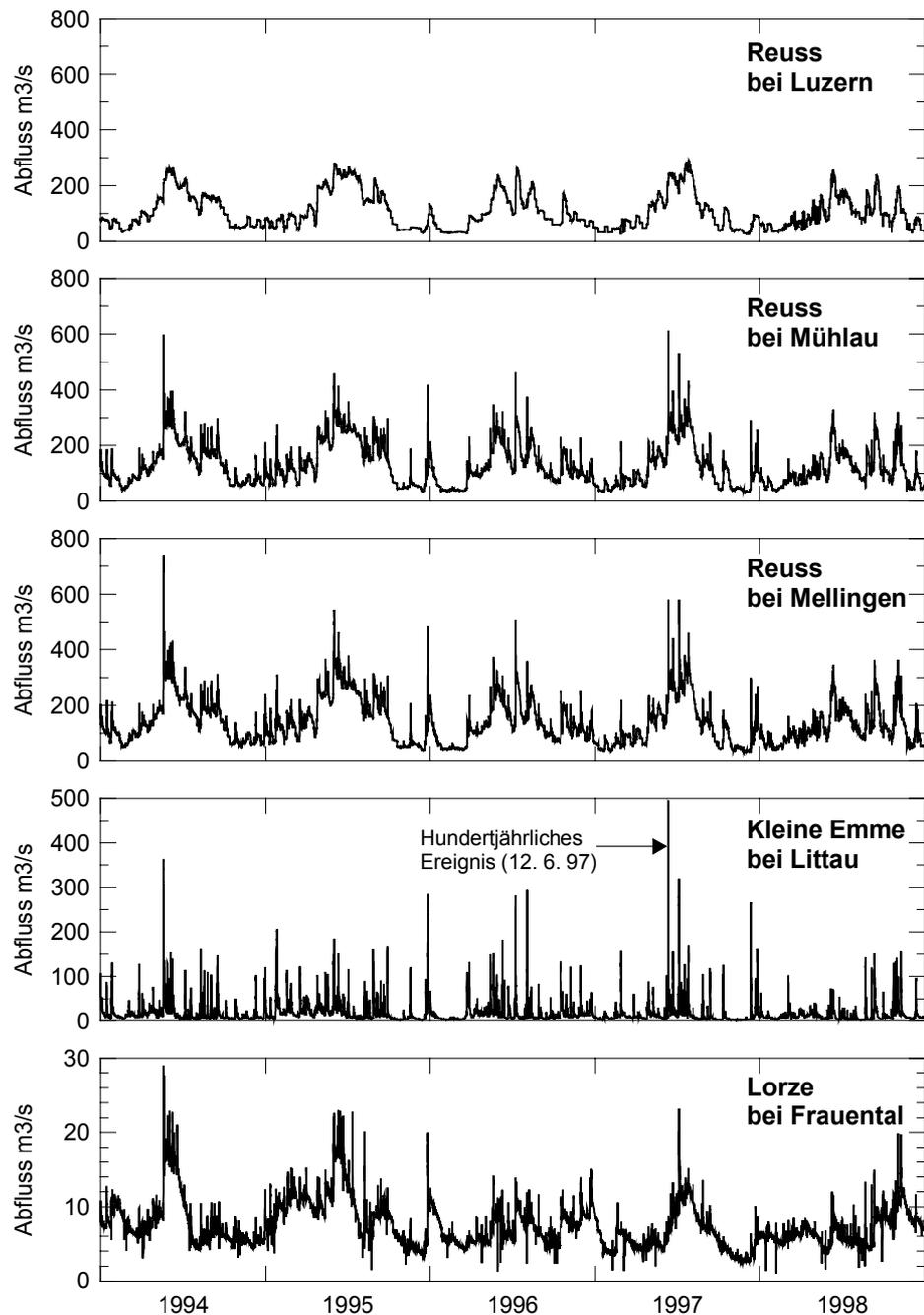


Abbildung 11:
Abflussganglinien
der Reuss, der
Kleinen Emme und
der Lorze 1994 –
1998

Leere Seite!

Leere Seite!

4.2 Sauerstoff und Temperatur

Sauerstoff (O₂)

Im Wasser gelöster Sauerstoff ist lebensnotwendig für alle aeroben Organismen. Zur Aufrechterhaltung ihres Stoffwechsels veratmen sie den im Wasser gelösten Sauerstoff. Bei starker organischer Belastung eines Gewässers kann der Sauerstoff als Folge aerober Abbauleistungen von Mikroorganismen und chemischer Oxidation völlig aufgezehrt werden.

In Fließgewässern soll das 20%-Perzentil der Sauerstoffkonzentrationen nicht unter 6 mg/l O₂ (Qualitätsziel der Verordnung über Abwassereinleitungen) sinken.

Temperatur

Die Temperatur eines Gewässers ist jahreszeitabhängig. Sie beeinflusst die Stoffwechselfvorgänge der im Wasser lebenden Organismen und Pflanzen. Die Löslichkeit von Sauerstoff im Wasser ist temperaturabhängig. Sie nimmt mit steigender Wassertemperatur ab.

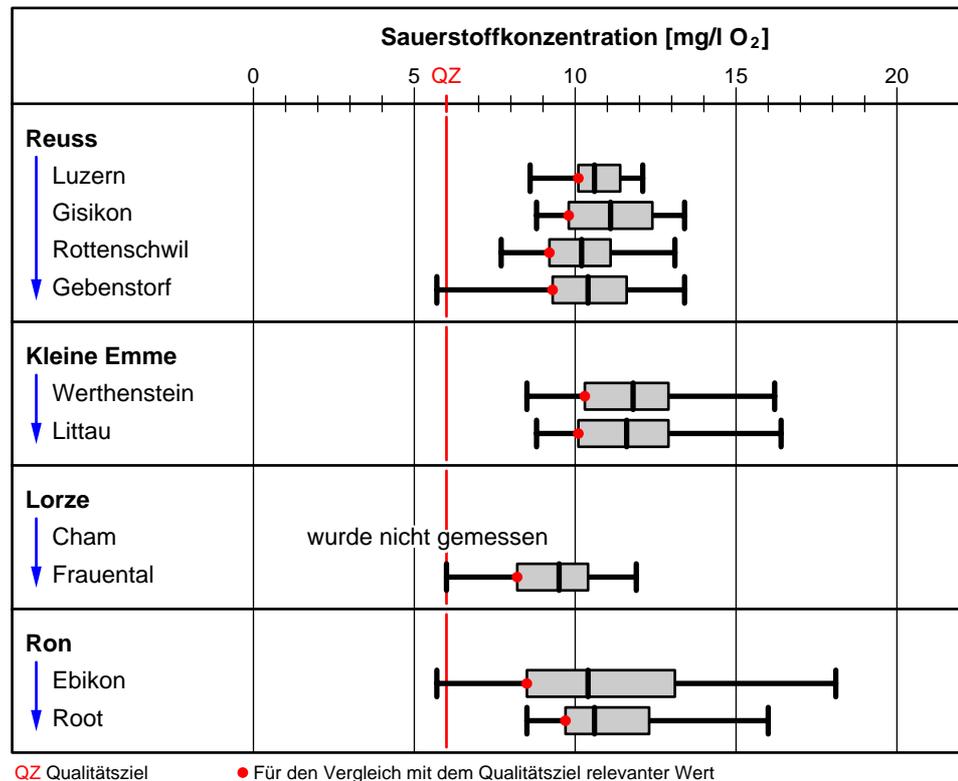


Abbildung 12:
Sauerstoffkonzentrationen 1994 – 1998 in der Reuss sowie in ihren Zuflüssen; das 20%-Perzentil sollte über 6 mg/l O₂ liegen

In der **Reuss** und in der **Kleinen Emme** liegen die Sauerstoffkonzentrationen deutlich über dem Qualitätsziel von 6 mg/l O₂. Der Jahresmittelwert der relativen Sauerstoffsättigung ist nahe bei 100 %.

Auch in der **Lorze** liegt das 20%-Perzentil der Sauerstoffkonzentrationen über 6 mg/l O₂. Die Lorze bei Frauental weist allerdings die niedrigste Sauerstoffkonzentration der untersuchten Flüsse auf. Jedoch ist in den letzten Jahren eine deutliche Verbesserung der Situation zu erkennen. Diese positive Entwicklung ist zum überwiegenden Teil dem Anschluss industrieller Abwässer an die ARA und dem Endausbau der Kläranlage Schönau zuzuschreiben.

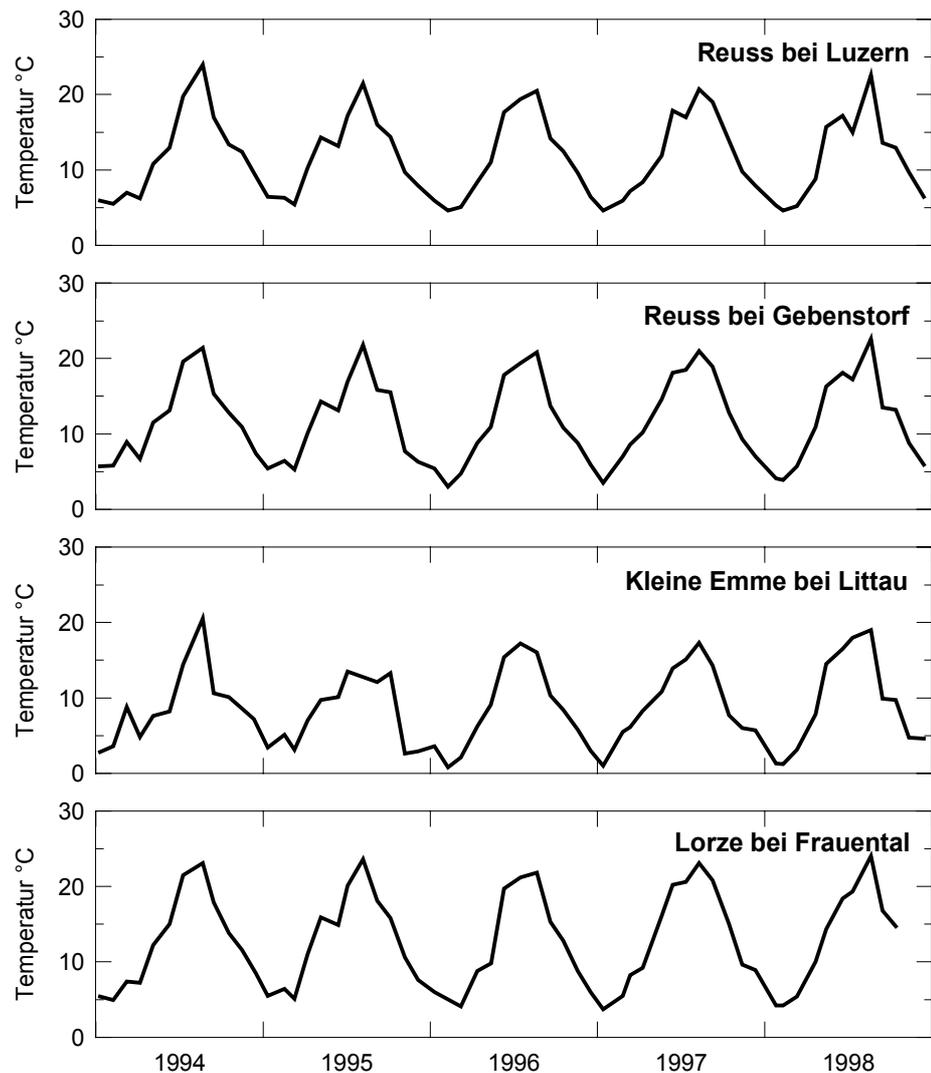


Abbildung 13:
Temperaturgang-
linien der Reuss,
der Kleinen Emme
und der Lorze
1994 - 1998

In stark mit Wasserpflanzen bewachsenen Fließgewässern können durch die hohe Photosyntheserate am Tag, das Aussetzen der Photosynthese nachts und durch das Veratmen von Sauerstoff hohe tageszeitliche Amplituden der Sauerstoffkonzentrationen entstehen. In der Regel erfolgt die Probenahme tagsüber. Die tieferen Sauerstoffwerte in der Nacht werden somit nicht berücksichtigt und die tatsächliche Sauerstoffkonzentration in diesen Gewässern überschätzt. Notwendig wäre in einem solchen Fall die Aufnahme von vollständigen Tagesganglinien oder die Interpretation der Messdaten mit Hilfe eines mathematischen Modells.

4.3 Organische Summenparameter (BSB₅, DOC)

Biochemischer Sauerstoffbedarf (BSB₅)

Der BSB₅ ist ein Indikator für die Belastung eines Gewässers mit biologisch leicht abbaubaren organischen Substanzen. Der biochemische Sauerstoffbedarf BSB₅ ist diejenige Menge Sauerstoff, welche die Bakterien unter Standardbedingungen während 5 Tagen zum Abbau der im Wasser vorhandenen organischen Stoffe verbrauchen.

Mit fortschreitender Abwassersanierung sind die Konzentrationen solcher Verunreinigungen in Flüssen und Seen erheblich zurückgegangen.

In Fließgewässern soll das 80%-Perzentil des BSB₅ weniger als 4 mg/l O₂ (Qualitätsziel der Verordnung über Abwassereinleitungen) betragen.

Gelöster organischer Kohlenstoff (DOC)

Der DOC (Dissolved Organic Carbon) ist ein Mass für die Belastung eines Gewässers mit gelösten organischen Substanzen aus natürlichen und zivilisatorischen Quellen. Der DOC erfasst als Summenparameter die Belastung eines Gewässers mit sowohl leicht als auch weniger gut abbaubaren gelösten organischen Stoffen.

Die organischen Stoffe in einem Gewässer sind zum Teil natürlicher Herkunft (Bodenabschwemmungen, Stoffwechsel- und Abbauprodukte von Tieren und Pflanzen) oder sie stammen von gereinigten Abwässern aus Kläranlagen.

In Fließgewässern soll das 80%-Perzentil des DOC weniger als 2 mg/l C (Qualitätsziel der Verordnung über Abwassereinleitungen) betragen.

In der **Reuss** sind die Qualitätsziele für die organischen Summenparameter BSB₅ und DOC an allen Probenahmestellen eingehalten. Der Anstieg der BSB₅- und DOC-Konzentrationen zwischen Luzern und Gisikon ist auf den Zufluss der Kleinen Emme sowie auf die Einleitung von gereinigten Abwässern der Papierfabrik Perlen und der ARA Buholz zurückzuführen.

In der **Kleinen Emme** ist das Qualitätsziel für BSB₅ eingehalten. Die torfreichen Böden im Einzugsgebiet der Kleinen Emme sind mitverantwortlich für den hohen DOC-Wert. Die Überschreitung des DOC-Qualitätszieles bei beiden Messstationen ist darum nicht nur anthropogenen Einflüssen zuzuschreiben.

Die **Lorze** weist aufgrund der hohen biologischen Produktion im Zugersee bereits am Ausfluss aus dem Zugersee eine DOC-Belastung über dem Qualitätsziel auf. In Frauental ist das BSB₅-Qualitätsziel knapp eingehalten, der DOC-Wert jedoch klar überschritten. Seit dem Endausbau der Kläranlage Schönau hat sich die organische Belastung im Unterlauf der Lorze jedoch bereits verbessert (vgl. Kapitel 6.7).

In der **Ron** ist das Qualitätsziel für BSB₅ eingehalten und für DOC knapp eingehalten. Die Konzentrationen werden durch die Produktion organischer Stoffe im Rotsee bestimmt.

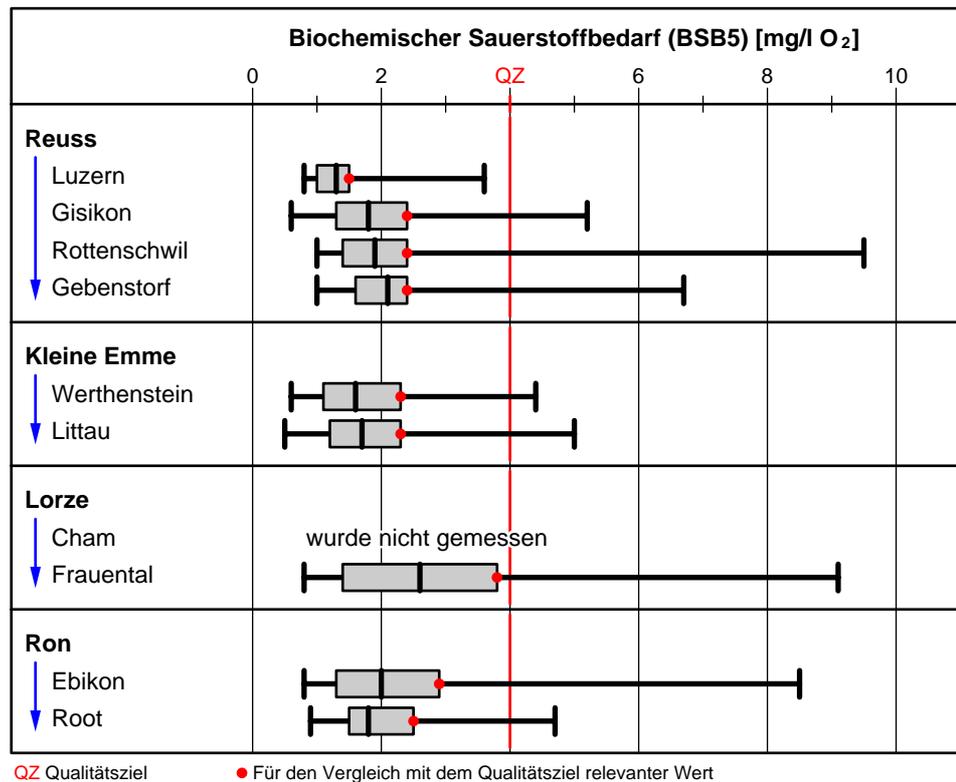


Abbildung 14:
Biochemischer Sauerstoffbedarf (BSB₅) 1994 – 1998 in der Reuss sowie in ihren Zuflüssen; das 80%-Perzentil soll unter 4 mg/l O₂ liegen

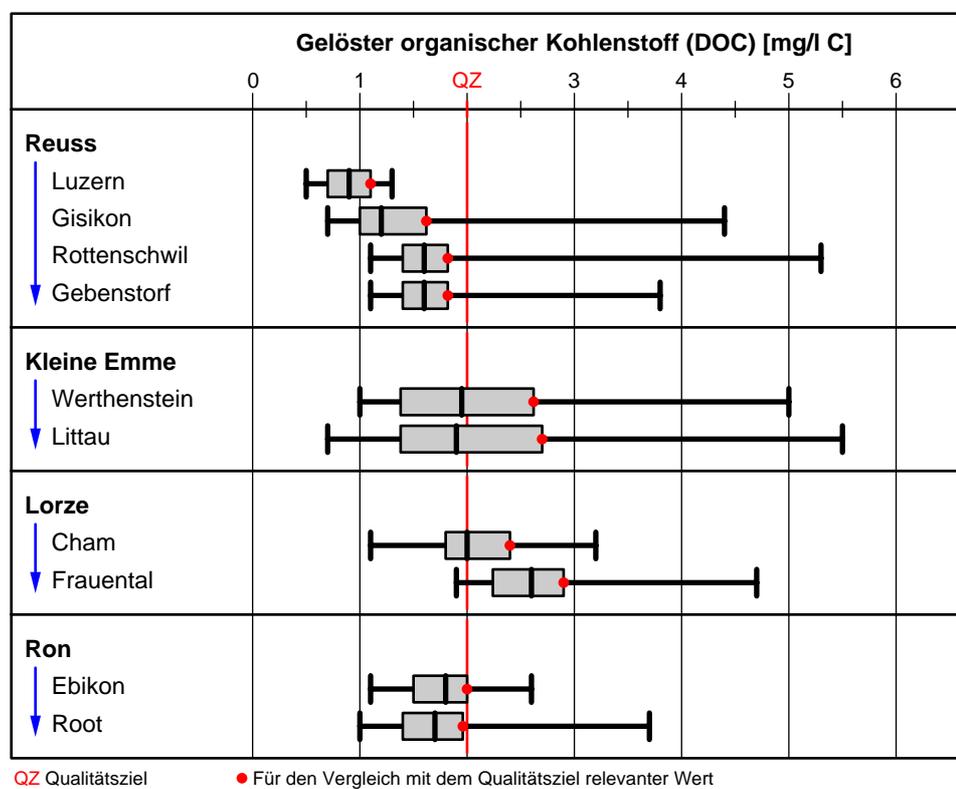


Abbildung 15:
Gelöster organischer Kohlenstoff (DOC) 1994 – 1998 in der Reuss sowie in ihren Zuflüssen; das 80%-Perzentil soll unter 2 mg/l C liegen

4.4 Gelöste Stickstoffverbindungen (Ammonium, Nitrit, Nitrat)

Ammonium NH_4

Kommunale Abwässer und landwirtschaftliche Dünger, namentlich Gülle und Kunstdünger, enthalten Ammonium-Stickstoff. Bei hohen pH-Werten und erhöhten Temperaturen in Gewässern kann sich das Ammonium zum fischtoxischen Ammoniak umwandeln.

In Fließgewässern soll das 80%-Perzentil der Ammonium-Konzentrationen unter 0.5 mg/l N (Qualitätsziel der Verordnung über Abwassereinleitungen) liegen.

Nitrit NO_2

Nitrit kommt in natürlichen oder naturnahen Gewässern nur in Spuren vor. Höhere Nitrit-Konzentrationen können z.B. unterhalb von ARA-Einleitungen gemessen werden, wenn Ammonium noch nicht vollständig über Nitrit zu Nitrat umgewandelt wurde.

In der Verordnung wird das Qualitätsziel "keine Toxizität" beschrieben. Nach heutigen Kenntnissen der Toxizität von Nitrit für Edelfische werden je nach Chlorid-Konzentrationen Qualitätszielsetzungen zwischen 0.02 und 0.10 mg/l N verwendet.

Nitrat NO_3

Nitrat ist bei guten Sauerstoffverhältnissen in Fließgewässern mengenmässig die wichtigste Stickstoffverbindung. Hohe Nitrat-Konzentrationen in Gewässern gelten als Indikator für die Einleitung von gereinigten Abwässern sowie für Abschwemmungen und Auswaschungen von überdüngten Böden. Die Auswaschung von Nitrat aus landwirtschaftlich genutzten Böden kann zu einer erhöhten Nitratbelastung des Grundwassers führen. Zu hohe Nitratwerte im Trinkwasser können die Gesundheit des Menschen gefährden.

In Fließgewässern soll das 80%-Perzentil der Nitrat-Konzentrationen unter 5.6 mg/l N (Qualitätsziel der Verordnung über Abwassereinleitungen) liegen.

In der **Reuss** sind die Konzentrationen der Stickstoffverbindungen (Ammonium, Nitrit, Nitrat) beim Seeausfluss in Luzern sehr niedrig. Die Nitrat-Konzentrationen bleiben über die ganze Flussstrecke hinweg klein und das Qualitätsziel wird an allen Messstellen eingehalten. Der starke Anstieg von Ammonium in der Reuss zwischen Luzern und Gisikon wird durch die Einleitung gereinigter Abwässer aus der Kläranlage Buholz verursacht, das Qualitätsziel bleibt aber überall eingehalten. Unterhalb von Rottenschwil wird allerdings die Qualitätszielsetzung für Nitrit nicht mehr erfüllt. Nitrit kann sich als Zwischenprodukt bei der biologischen Umwandlung von Ammonium zu Nitrat (Nitrifikation) im Wasser anreichern.

In der **Kleinen Emme** sind die Qualitätszielsetzungen für die Stickstoffverbindungen überall erfüllt.

Abbildung 16:
Ammonium-Konzentrationen 1994 – 1998 in der Reuss sowie in ihren Zuflüssen; das 80%-Perzentil soll unter 0,5 mg/l N liegen

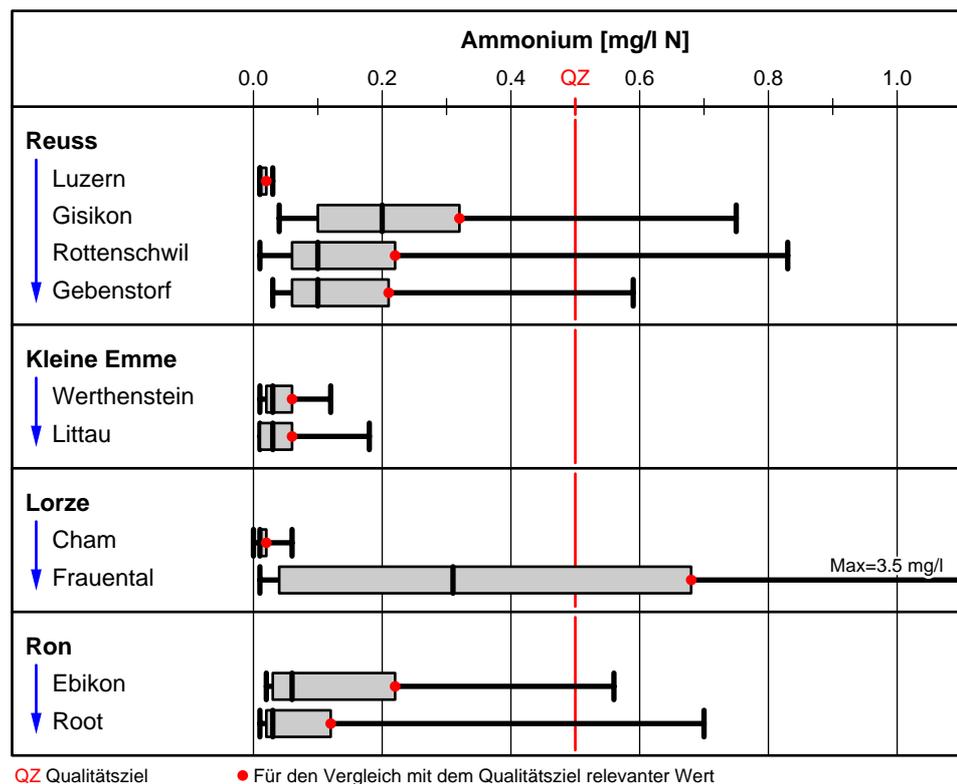
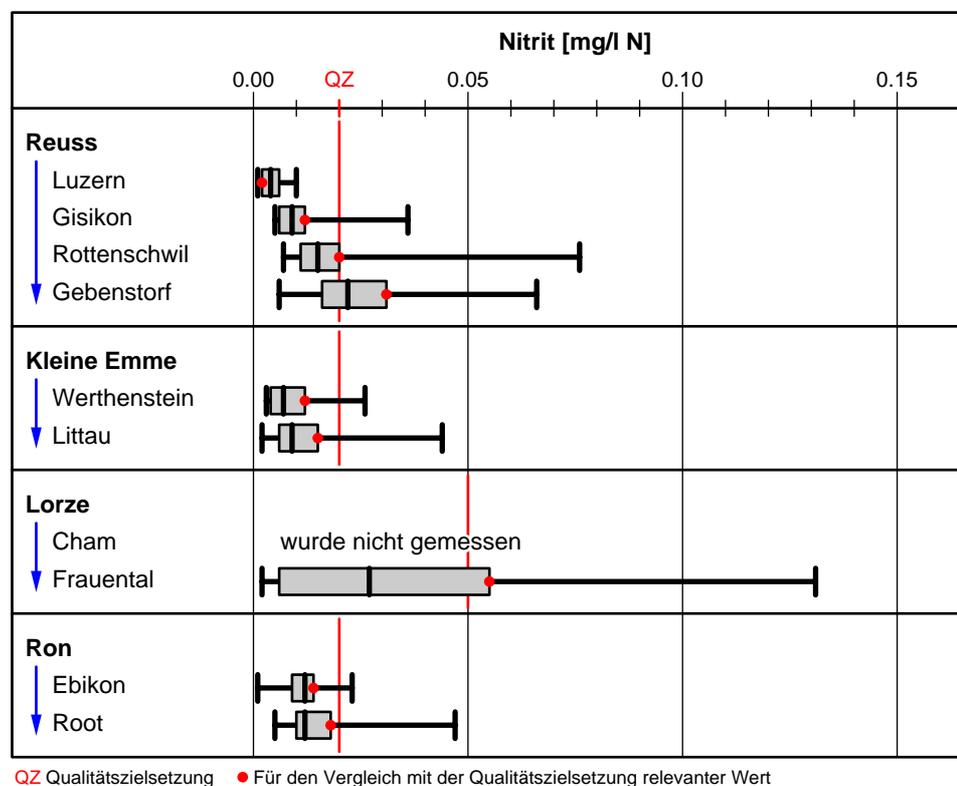


Abbildung 17:
Nitrit-Konzentrationen 1994 – 1998 in der Reuss sowie in ihren Zuflüssen; die Qualitätszielsetzungen sind abhängig von der Chlorid-Konzentration im Gewässer



In der **Lorze** sind wie in der Reuss die Konzentrationen der Stickstoffverbindungen beim Seeausfluss sehr niedrig. Der starke Anstieg der Konzentrationen vor Frauental wird durch die Einleitung von gereinigten Abwässern aus der Kläranlage Schönau verursacht. Im Gegensatz zur Reuss sind die Verdünnungsverhältnisse in der Lorze wesentlich ungünstiger. In der Lorze bei Frauental ist für die vorliegende Berichtsperiode das Qualitätsziel für Ammonium nicht und die Qualitätszielsetzung für Nitrit knapp nicht erfüllt. Durch den Endausbau der Kläranlage Schönau hat sich die Situation in der Lorze in den letzten beiden Jahren bereits erheblich verbessert (vgl. Kapitel 6.7).

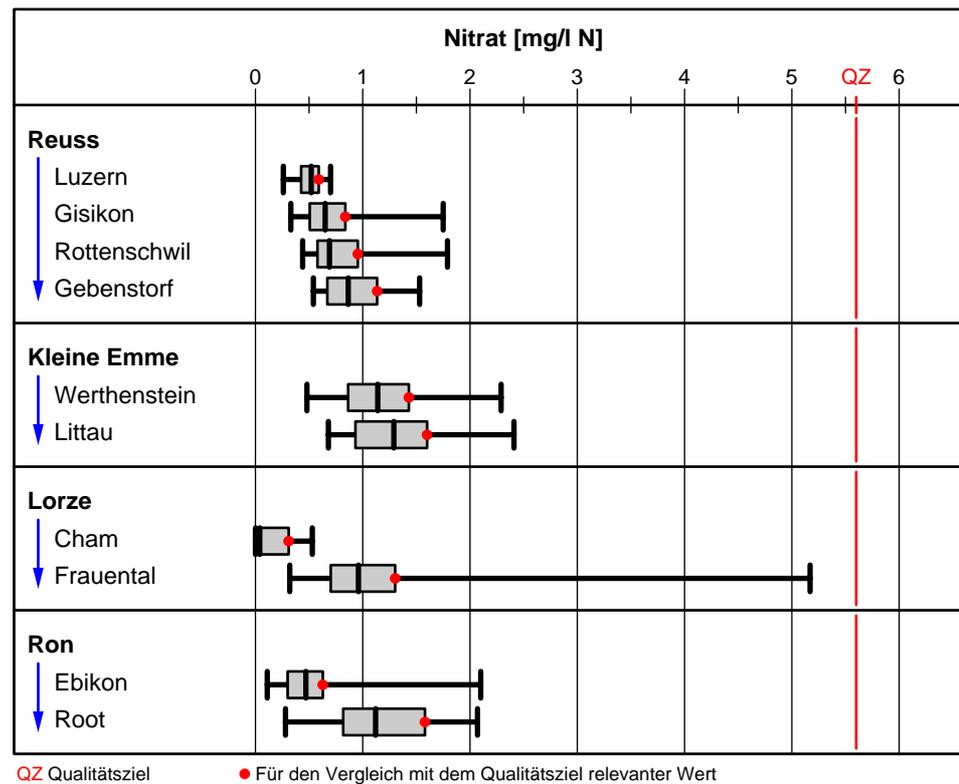


Abbildung 18:
Nitrat-Konzentrationen
1994 – 1998 in der
Reuss sowie in ihren
Zuflüssen; das 80%-
Perzentil soll unter
5,6 mg/l N liegen

4.5

Phosphor (Gesamtphosphor, Phosphat)

Gesamtphosphor (P)

Phosphor ist derjenige Nährstoff, welcher normalerweise das Algen- und Wasserpflanzenwachstum in Gewässern bestimmt. Eine Überdüngung führt zu einem unerwünschten Wachstum von Plankton und Algen in Seen. Phosphor wird durch kommunale und industrielle Abwässer, durch Abschwemmungen aus intensiv gedüngten landwirtschaftlichen Flächen und durch die Erosion der Böden in die Gewässer eingetragen. Er ist ein Indikator für die zivilisatorische Belastung von Seen und Flüssen.

Für die untersuchten Flüsse gilt als Qualitätszielsetzung eine Gesamtphosphorkonzentration von 0.15 mg/l P.

Phosphat (PO₄)

Ortho-Phosphat ist der biologisch leicht verfügbare Anteil des Gesamtphosphors. Im ganzen Bericht wird für Ortho-Phosphat durchwegs der Begriff Phosphat verwendet.

Für die untersuchten Flüsse gilt als Qualitätszielsetzung eine Ortho-Phosphat-Konzentration von 0.075 mg/l P.

Die Gesamtphosphor- und Phosphat-Konzentrationen nehmen im Flussverlauf der **Reuss** stetig zu. Beim Seeausfluss in Luzern sind die Werte sehr gering. Der starke Anstieg der Konzentrationen vor der Probenahmestelle Gisikon wird durch den Eintrag der Kleinen Emme und der Einleitung gereinigter Abwässer aus der ARA Buholz verursacht. Die Lorze trägt zu einem weiteren Anstieg der Phosphor-Konzentrationen in der Reuss zwischen Mühlau und Rottenschwil bei. Für die hohen Maximalwerte der Gesamtphosphor-Konzentrationen in Rottenschwil und in Gebenstorf sind die zwei ergiebigen Niederschlagsereignisse im Juni 1996 und im Dezember 1997 verantwortlich, die zu Schadstoffeinträgen und erhöhten Schwebstoffgehalten in der Reuss führten. Die Qualitätszielsetzungen sowohl für den Gesamtphosphor wie auch für Phosphat werden in der Reuss eingehalten

In der **Kleinen Emme** sind die Qualitätszielsetzungen für Phosphor und Phosphat eingehalten. Die Konzentrationen nehmen in Flussrichtung etwas ab. Sie sind in Littau etwas tiefer als in Werthenstein.

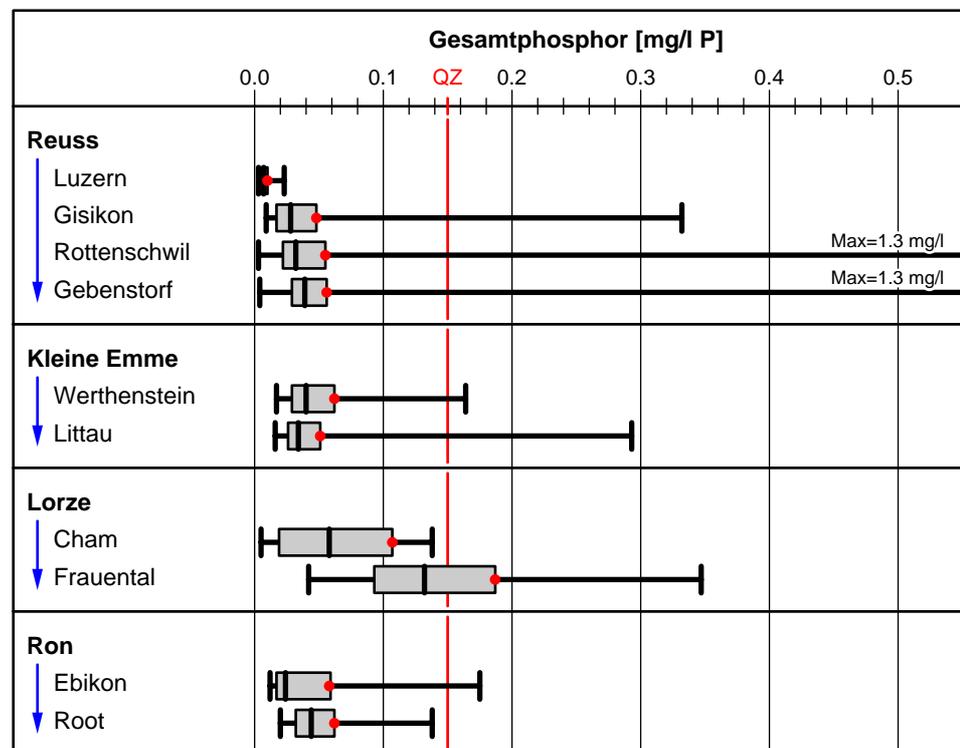


Abbildung 19:
Gesamtphosphor-Konzentrationen 1994 – 1998 in der Reuss sowie in ihren Zuflüssen; das 80%-Perzentil soll unter 0.15 mg/l P liegen

QZ Qualitätszielsetzung ● Für den Vergleich mit der Qualitätszielsetzung relevanter Wert

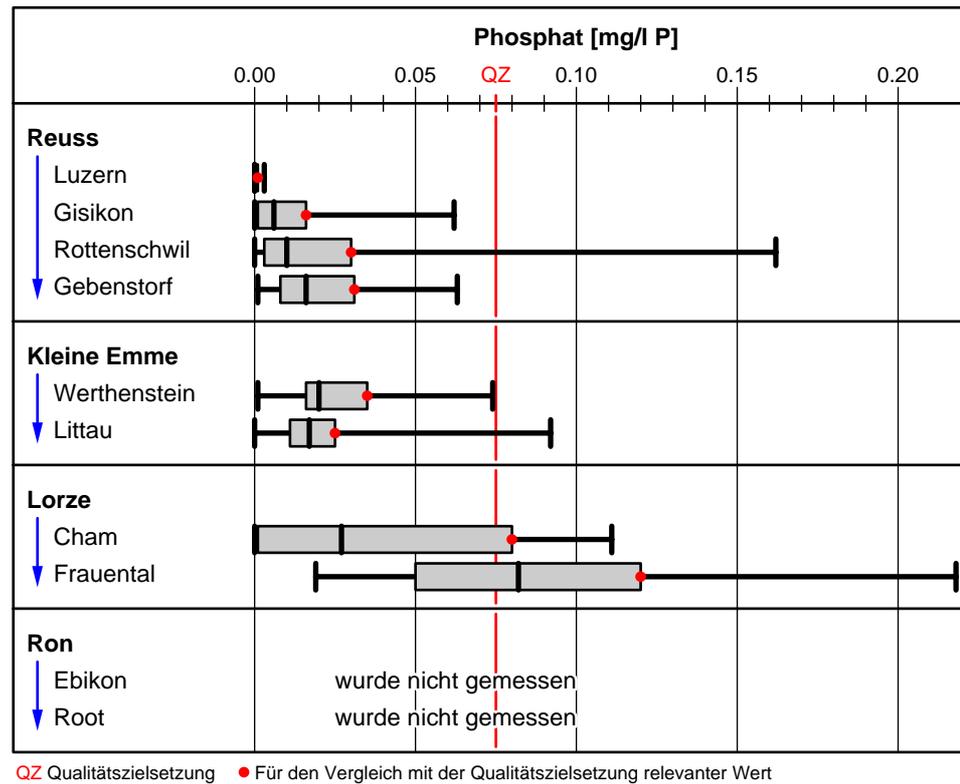


Abbildung 20:
Phosphat-Konzentrationen 1994 – 1998 in der Reuss sowie in ihren Zuflüssen; das 80%-Perzentil soll unter 0.075 mg/l P liegen

In der **Lorze** liegen die Phosphor-Konzentrationen rund viermal so hoch wie in der Reuss. Dafür sind sowohl die Grundbelastung aus dem Zugersee wie auch die Einleitung der Kläranlage Schönau verantwortlich. Die Qualitätszielsetzung für Phosphat wird bereits beim Seeausfluss bei Cham knapp nicht eingehalten. Bei Frauental sind die Qualitätszielsetzungen sowohl des Gesamtphosphors als auch des Phosphats nicht erfüllt.

4.6

Chlorid

Chlorid

Erhöhte Chlorid-Konzentrationen in den Fließgewässern sind eine Folge der zivilisatorischen Belastung. Chlorid ist am biologischen Stoffhaushalt der Gewässer nicht beteiligt. Chloride werden in Abwasserreinigungsanlagen weder abgebaut noch eliminiert. Hauptquellen sind Koch- und Strassensalze, tierische und menschliche Exkremente sowie Salze aus Industrieabwässern und Kehrlichtverbrennungsanlagen (Rauchgasreinigungsanlagen).

In Fließgewässern soll das 80%-Perzentil der Chlorid-Konzentrationen unter 100 mg/l Cl (Qualitätsziel der Verordnung über Abwassereinleitungen) liegen.

Die Chlorid-Konzentrationen sind in der **Reuss und in ihren Zuflüssen** ausgesprochen gering und unproblematisch. Selbst in der **Lorze** bei Frauental mit der höchsten Chlorid-Konzentration ist das Qualitätsziel noch deutlich eingehalten.

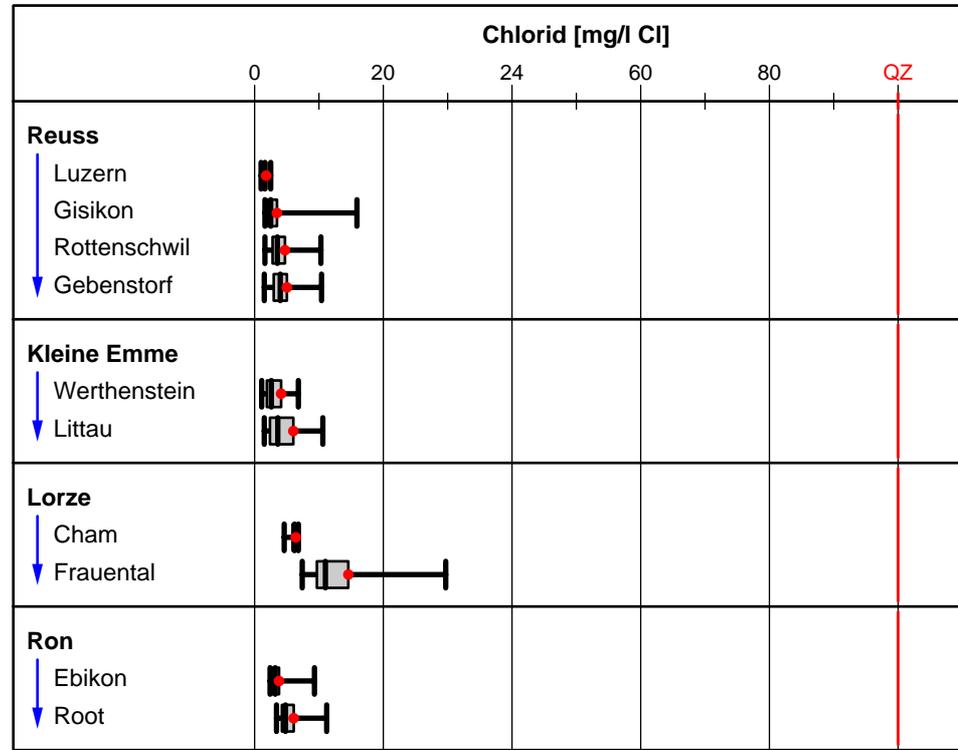


Abbildung 21:
Chlorid-Konzentrationen 1994 – 1998 in der Reuss sowie in ihren Zuflüssen; das 80%-Perzentil soll unter 100 mg/l Cl liegen

QZ Qualitätsziel ● Für den Vergleich mit dem Qualitätsziel relevanter Wert

5

Beurteilung der chemischen Gewässerbelastung

5.1

Einhaltung der Qualitätszielsetzungen

Die Beurteilungskriterien für die Gewässerbelastung sind im Kapitel 3.4 zusammengestellt. In der Zusammenfassung sind die Ergebnisse grafisch dargestellt.

Sauerstoff

Das Qualitätsziel für Sauerstoff ist in der Reuss und in der Kleinen Emme mit Werten über 9 mg/l klar erfüllt. In der stärker belasteten Lorze sind die Werte etwas ungünstiger, das Qualitätsziel wird aber im Vergleich zur Vorperiode heute deutlich eingehalten.

Biochemischer Sauerstoffbedarf (BSB₅)

Der biochemische Sauerstoffbedarf (BSB₅) beträgt in der Reuss und in der Kleinen Emme etwa 2.5 mg O₂ pro Liter. In der Lorze ist der BSB₅ höher. Das Qualitätsziel von weniger als 4 mg O₂ pro Liter wird in Frauental für die vorliegende Berichtsperiode knapp eingehalten. Dies bedeutet eine Verbesserung gegenüber der Vorperiode. Seit dem Abschluss des Endausbaus der Kläranlage Schönau wird das Qualitätsziel eingehalten.

Gelöster organischer Kohlenstoff (DOC)

In der Reuss wird das Qualitätsziel von 2 mg gelöstem organischem Kohlenstoff (DOC) pro Liter überall eingehalten. Das bedeutet eine Verbesserung gegenüber der Vorperiode. In der Ron kann das Qualitätsziel knapp eingehalten werden. Weiterhin nicht erreicht wird das Qualitätsziel für DOC in der Kleinen Emme und in der Lorze. Für diese erhöhte DOC-Belastung sind in der Kleinen Emme allerdings auch Einträge aus torfreichen Böden im Einzugsgebiet und in der Lorze die hohe biologische Produktion des Zugersees verantwortlich.

Ammonium

Die Konzentrationen von Ammonium sind in der Reuss bei Luzern, in der Kleinen Emme bei Emmenbrücke und in der Lorze bei Cham sehr niedrig. In der Reuss werden flussabwärts bereits bei Gisikon viel höhere Werte gemessen. Diese Zunahme der Ammonium-Konzentration ist eine Folge der Einleitung von gereinigten Abwässern aus der ARA Buholz (Luzern und Umgebung). Ebenso sind die hohen Ammonium-Konzentrationen in der Lorze bei Frauental auf den Beitrag der Kläranlage Schönau zurückzuführen. Das Qualitätsziel von weniger als 0.5 mg Ammonium-Stickstoff pro Liter wird in der Lorze für die vorliegende Berichtsperiode noch nicht eingehalten.

Nitrit

Die Nitrit-Konzentration in den drei Flüssen ist ebenfalls eine Folge der Einleitung von gereinigten Abwässern. Die Qualitätszielsetzung von 0.02 mg Nitrit-Stickstoff pro Liter wird in der Reuss bei Rottenschwil und weiter flussabwärts nicht eingehalten. Immerhin ist gegenüber der Vorperiode ein Rückgang der Konzentrationen feststellbar. In der Lorze liegt das 80%-Perzentil der Nitrit-Konzentration noch über dem für Edelfische chronisch toxischen Wert von 0.05 mg Nitrit-Stickstoff pro Liter.

Nitrat

Die Konzentrationen von Nitrat nehmen entlang der Reuss stetig zu, liegen aber selbst in Gebenstorf tiefer als in der Kleinen Emme oder in der Lorze. An allen Messstellen wurde das Qualitätsziel von maximal 5.6 mg Nitrat-Stickstoff pro Liter eingehalten. Der Nitrat-Gehalt der untersuchten Gewässer hat aber im Laufe der letzten zwanzig Jahren zugenommen. Dies ist eine Folge der intensiven Landwirtschaft sowie zu einem geringeren Teil der Luftverschmutzung. Das Nitrat stammt zu einem guten Teil aus der Abschwemmung und Auswaschung von überdüngten Böden.

Gesamtphosphor

Die Konzentrationen des Gesamtphosphors sind im Vierwaldstättersee und damit in der Reuss bei Luzern sehr niedrig. Die Kleine Emme und die Einleitung der gereinigten Abwässer aus der ARA Luzern und Umgebung bewirken einen deutlichen Anstieg der Konzentrationen vor Gisikon. Die Qualitätszielsetzung von 0.15 mg Phosphor pro Liter wird in der Berichtsperiode nur in der Lorze bei Frauental überschritten. Aus dem längerfristigen Verlauf der Gesamtphosphorkonzentrationen kann der Einfluss des landesweiten Phosphatverbotes für Waschmittel von 1986 aufgezeigt werden. Seit 1986 haben die Phosphorkonzentrationen in allen Gewässern deutlich abgenommen.

Chlorid

Chlorid ist im Zusammenhang mit der Aufsalzung der Fließgewässer von Bedeutung. Die Chlorid-Konzentrationen sind in allen drei Flüssen und in der Ron sehr niedrig. Das Qualitätsziel wird überall eingehalten.

6 Langfristige zeitliche Entwicklung der Wasserqualität

6.1 Abfluss

Der langjährige mittlere Abfluss der Reuss bei Luzern beträgt $110 \text{ m}^3/\text{s}$ und bei Gebenstorf $140 \text{ m}^3/\text{s}$. Der mittlere jährliche Hochwasserabfluss bei Mellingen liegt bei $526 \text{ m}^3/\text{s}$. Der grösste zwischen 1974 und 1998 gemessene Abfluss wurde am 15. Mai 1995 mit $740 \text{ m}^3/\text{s}$ registriert.

Ausgeprägt ist in der Kleinen Emme der Unterschied zwischen Mittel- und Hochwasserabfluss. Während die Kleine Emme bei Littau im langjährigen Mittel nur ca. $16 \text{ m}^3/\text{s}$ Wasser führt, liegt der jährliche mittlere Hochwasserabfluss bei $315 \text{ m}^3/\text{s}$. Die Kleine Emme steigt bei ausgeprägten Hochwasserereignissen für wenige Stunden bis über $400 \text{ m}^3/\text{s}$ an. Sie trägt darum wesentlich zum Hochwasserabfluss der Reuss unterhalb von Emmenbrücke bei.

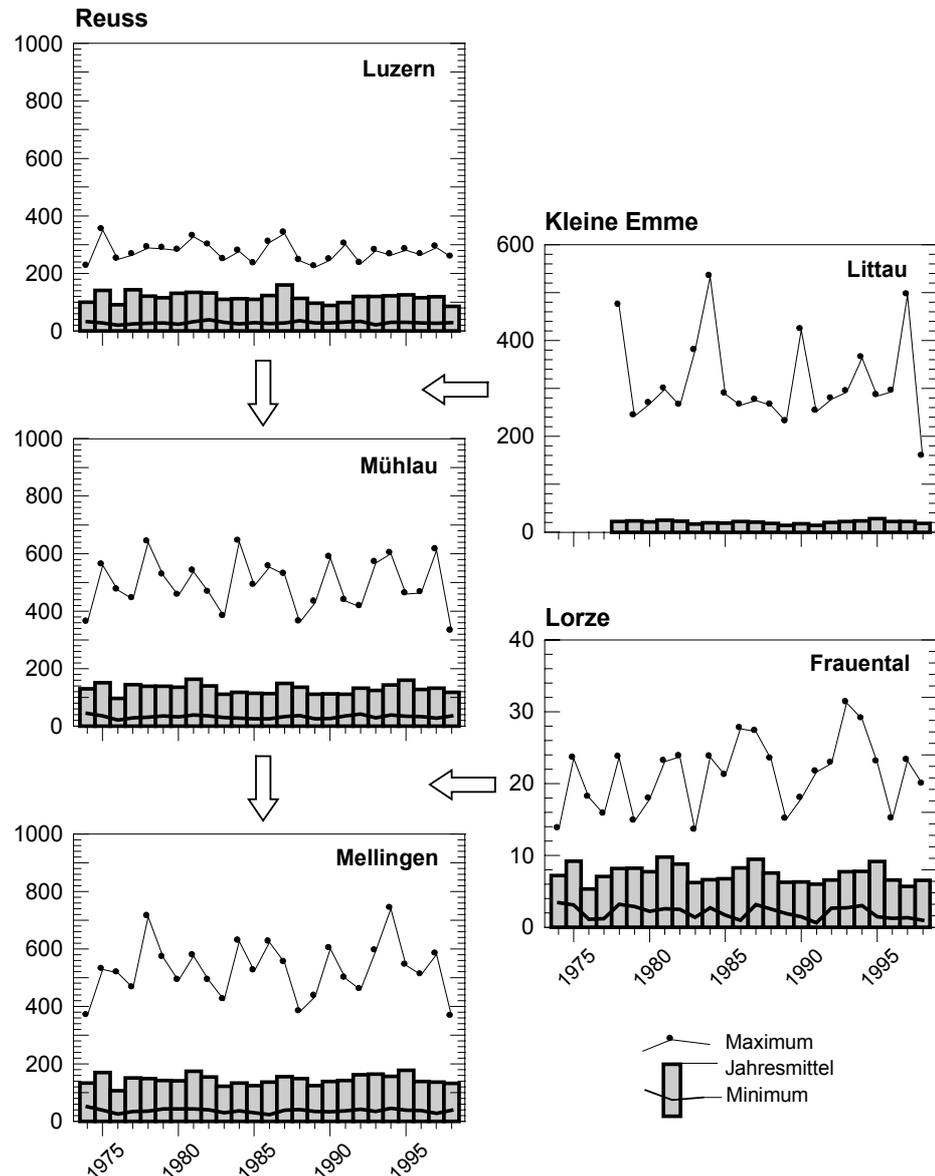


Abbildung 22:
Jährliche mittlere,
grösste und niedrigste
Abflüsse in m^3/s
der Reuss, der Kleinen
Emme und der
Lorze 1974 – 1998

6.2 Sauerstoff und Temperatur

Seit Beginn der regelmässigen Messungen im Jahre 1974, d. h. im langfristigen Vergleich, sind mit Ausnahme der Lorze bei Frauental (vgl. Kapitel 6.7) keine Änderungen des Sauerstoffgehaltes erkennbar. Das liegt daran, dass bereits heute die Sättigungskonzentrationen oft erreicht und überschritten sind. In der Lorze bei Frauental ist eine deutliche Verbesserung der noch vor wenigen Jahren kritischen Sauerstoffsituation erkennbar.

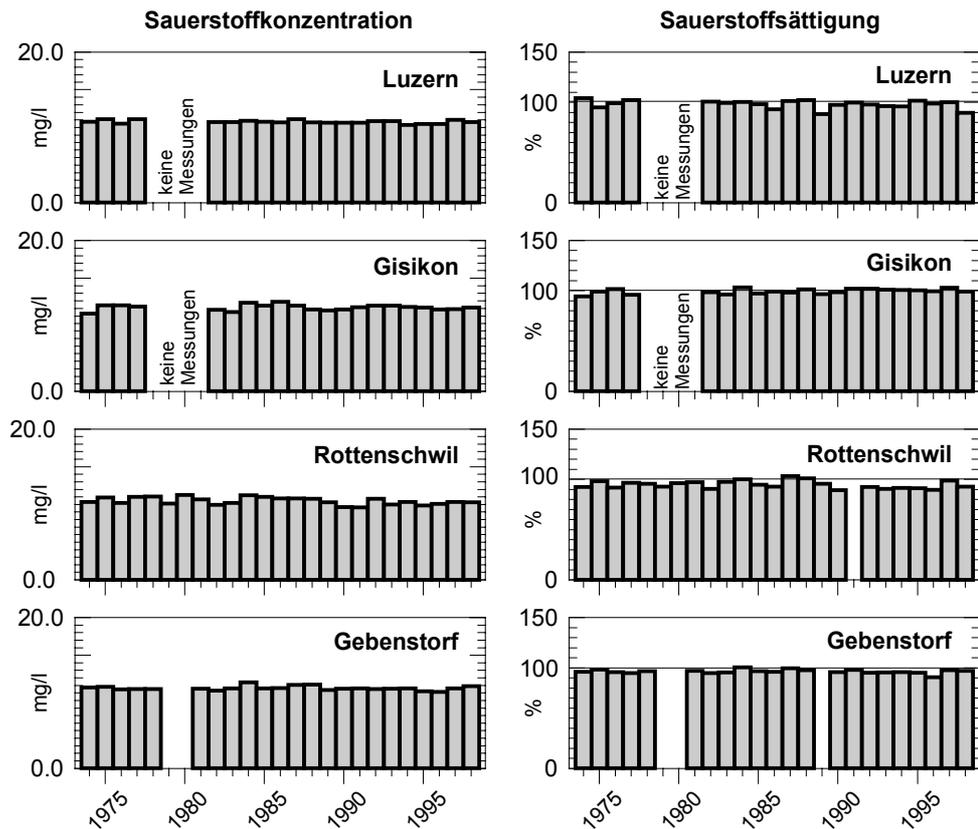


Abbildung 23:
Jahresmediane der Sauerstoffkonzentration und Sauerstoffsättigung in der Reuss 1974 – 1998

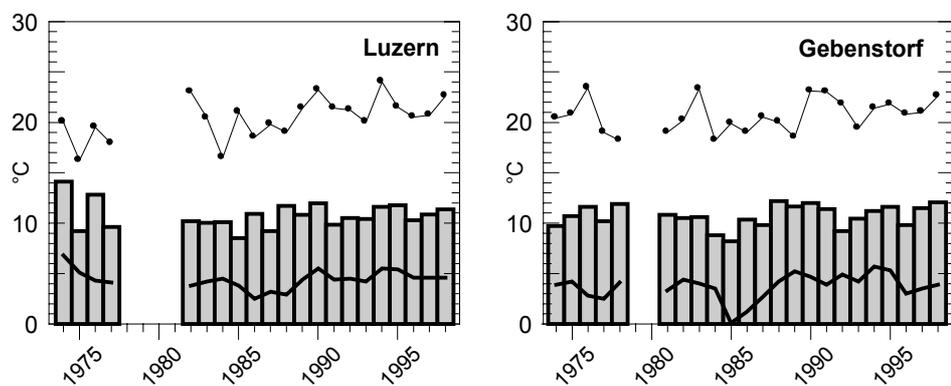


Abbildung 24:
Jahresmediane und Extremwerte der Temperatur in der Reuss 1974 - 1998

Leere Seite!

Leere Seite!

6.3 Organische Summenparameter (BSB₅, DOC)

In der Lorze ist im langjährigen Vergleich eine deutliche Verbesserung der BSB₅- und eine geringe Verbesserung der DOC-Situation erkennbar (vgl. Kapitel 6.7). In der Kleinen Emme ist durch die bereits tiefen Werte bzw. durch die natürliche Vorbelastung keine Situationsänderung erkennbar. In der Reuss hat die organische Belastung durch den Bau der Abwasserreinigungsanlagen Ende der 70er- und Anfang der 80er-Jahre abgenommen.

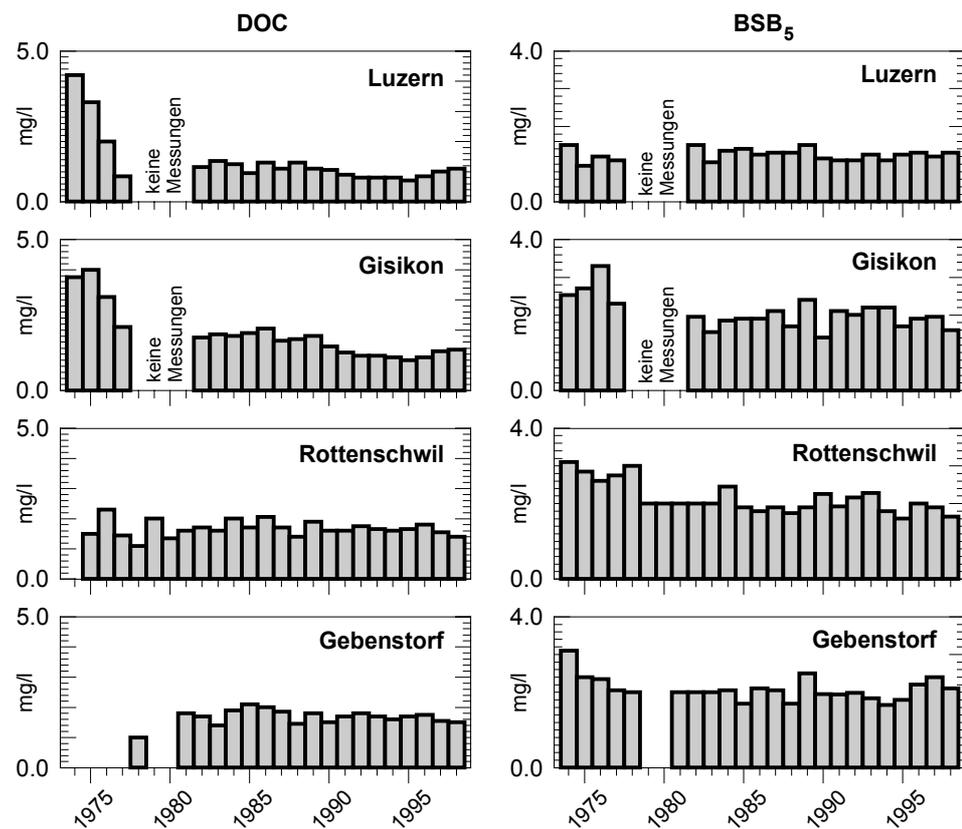


Abbildung 25:
Jahresmediane von
DOC und BSB₅ in der
Reuss 1974 - 1998

6.4 Stickstoffverbindungen (Ammonium, Nitrit, Nitrat)

In der Reuss bei Luzern ist anfangs der 80er-Jahre eine markante Reduktion der Ammoniumbelastung und parallel dazu ein leichtes Ansteigen der Nitrat-Konzentrationen zu verzeichnen. Hingegen hat in Gisikon und weiter reussabwärts bis anfangs der 90er-Jahre die Ammoniumbelastung weiter zugenommen. In den letzten Jahren ist allerdings diese erhöhte Belastung wieder zurückgegangen.

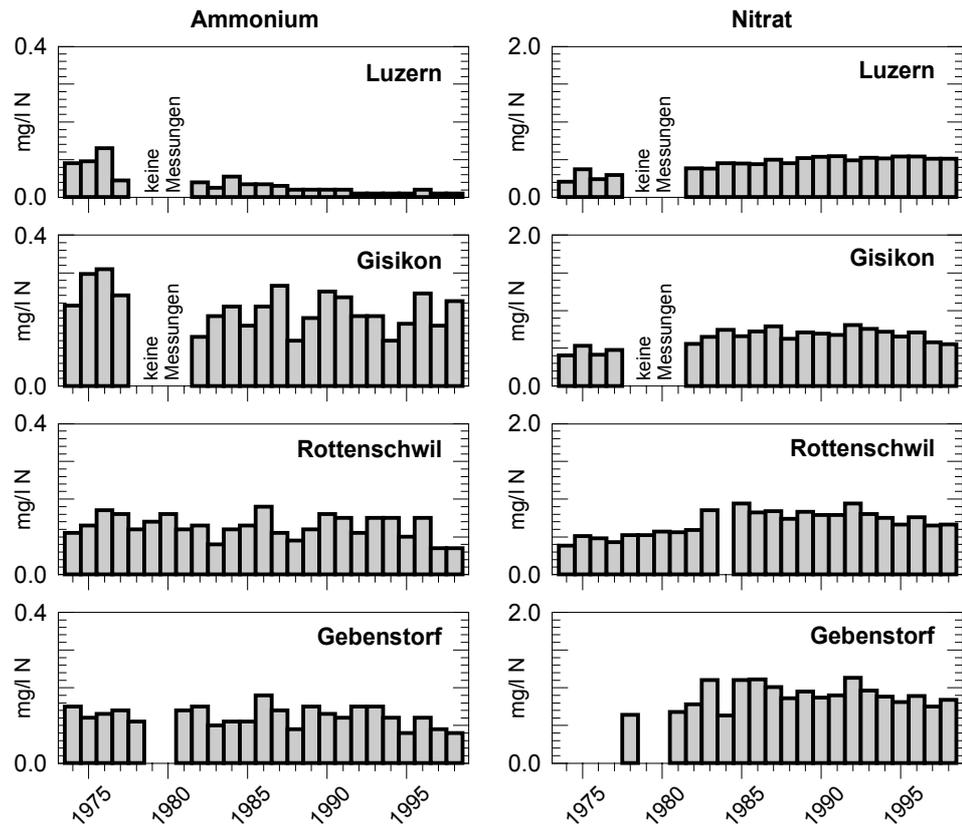


Abbildung 26:
Jahresmediane von
Ammonium und
Nitrat in der Reuss
1974 – 1998

6.5

Phosphor (Gesamtphosphor, Phosphat)

Seit Juni 1986 gilt landesweit das Phosphatverbot in Waschmitteln. Das Phosphatverbot führte zu einer Zäsur der Phosphatbelastung in der Reuss. Durch die Ausrüstung und Modernisierung der Kläranlagen mit Stufen für die Phosphatelimination sank die Phosphat-Konzentration in der Reuss bei Gebenstorf ab 1986 zusehends (Abbildung 27). Mit beigetragen zu dieser Verbesserung haben auch Massnahmen in der Landwirtschaft wie die Düngberatung, die Subventionierung von Hofdüngeranlagen und die Festlegung maximaler Viehbestände pro landwirtschaftliche Nutzfläche.

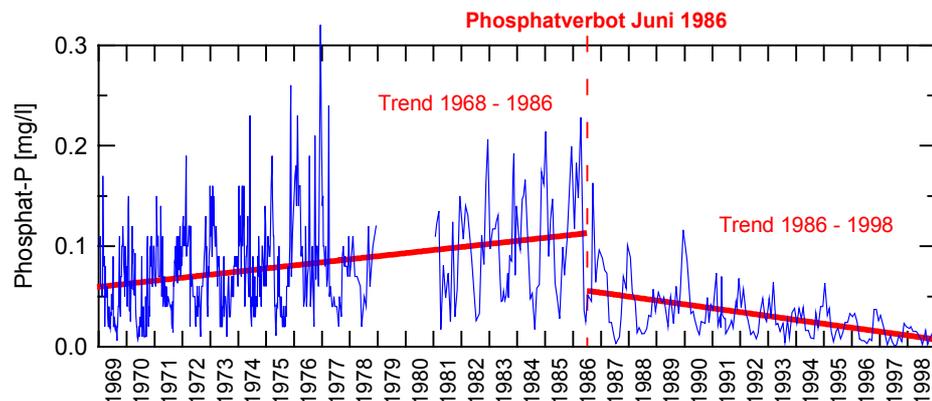


Abbildung 27:
Langjähriger Ver-
lauf der Phosphat-
Konzentrationen in
der Reuss bei
Gebenstorf

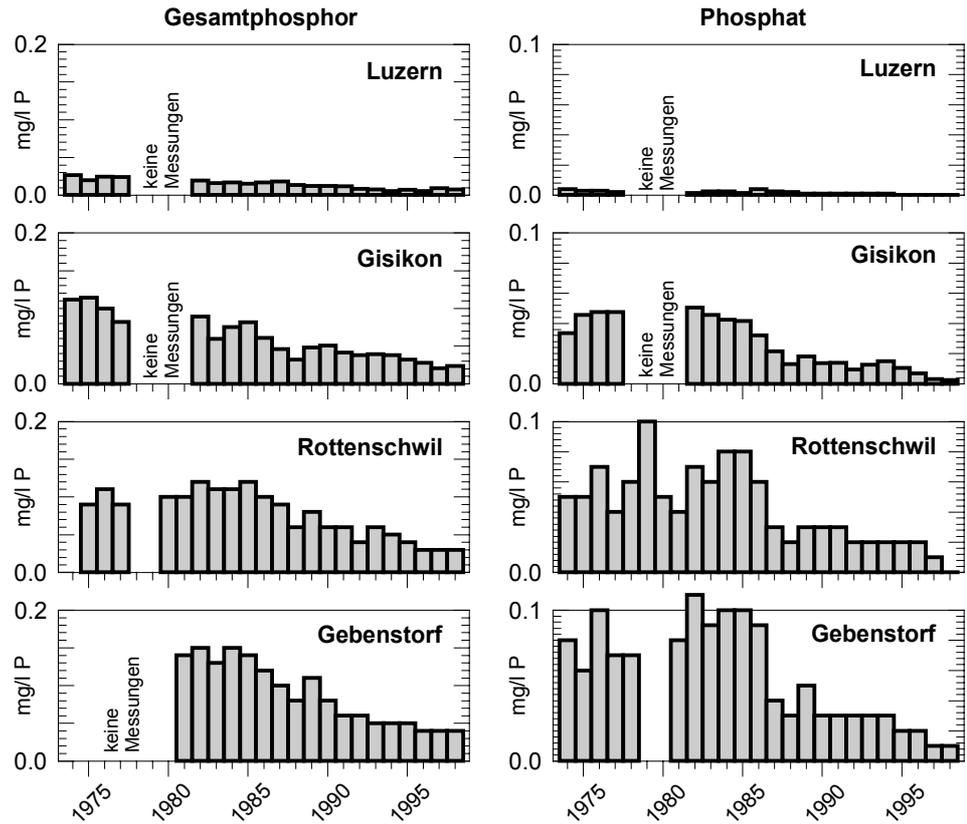


Abbildung 28:
Jahresmediane von
Gesamtphosphor
und Phosphat in der
Reuss 1974 - 1998

6.6

Chlorid

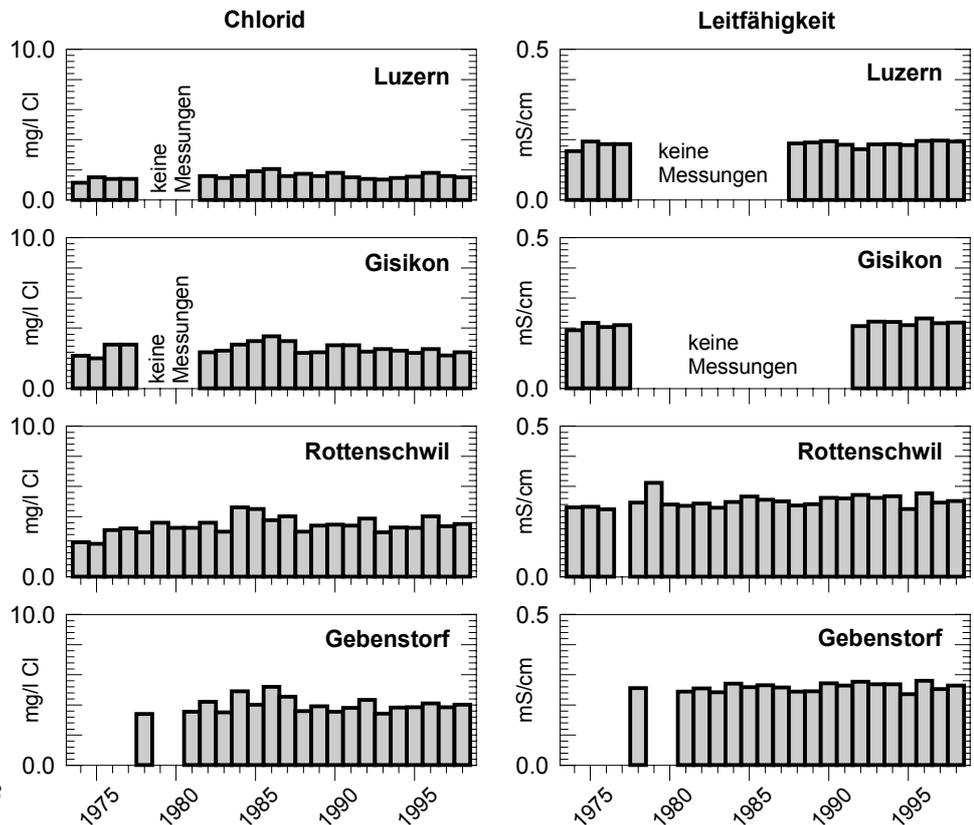


Abbildung 29:
Jahresmediane der
Chlorid-Konzentration
und der Leitfähigkeit in
der Reuss 1974 - 1998

Bis Mitte der 80er-Jahre nahm die Chlorid-Konzentration in der Reuss stetig zu. Seither ist sie unter anderem dank dem sparsameren Strassensalzeinsatz wieder im Abnehmen begriffen. Auf die Jahresmediane der Leitfähigkeit hat die Chlorid-Konzentration keinen merkbaren Einfluss.

6.7 Auswirkungen des Endausbaus der Kläranlage Schönau

Als Folge des Endausbaus der Kläranlage Schönau zwischen 1992 und 1998 haben in der Lorze die Konzentrationen für BSB₅, Ammonium und Nitrit drastisch abgenommen. Seit Mitte 1997 können darum die Qualitätszielsetzungen für BSB₅, Ammonium und Nitrit eingehalten werden (siehe Abbildung 31). Die Nitrat-Konzentration nimmt wegen der verbesserten Nitrifikation in der Kläranlage zu; das Qualitätsziel bleibt aber eingehalten.

Dagegen spiegelt sich die verbesserte Reinigungsleistung der Kläranlage nicht in den Konzentrationen des gelösten organischen Kohlenstoffs und kaum in den Phosphor-Konzentrationen wider. Dies rührt von der nach wie vor hohen Grundlast an organischem Material und Phosphor aus dem nährstoffreichen Zugersee her.

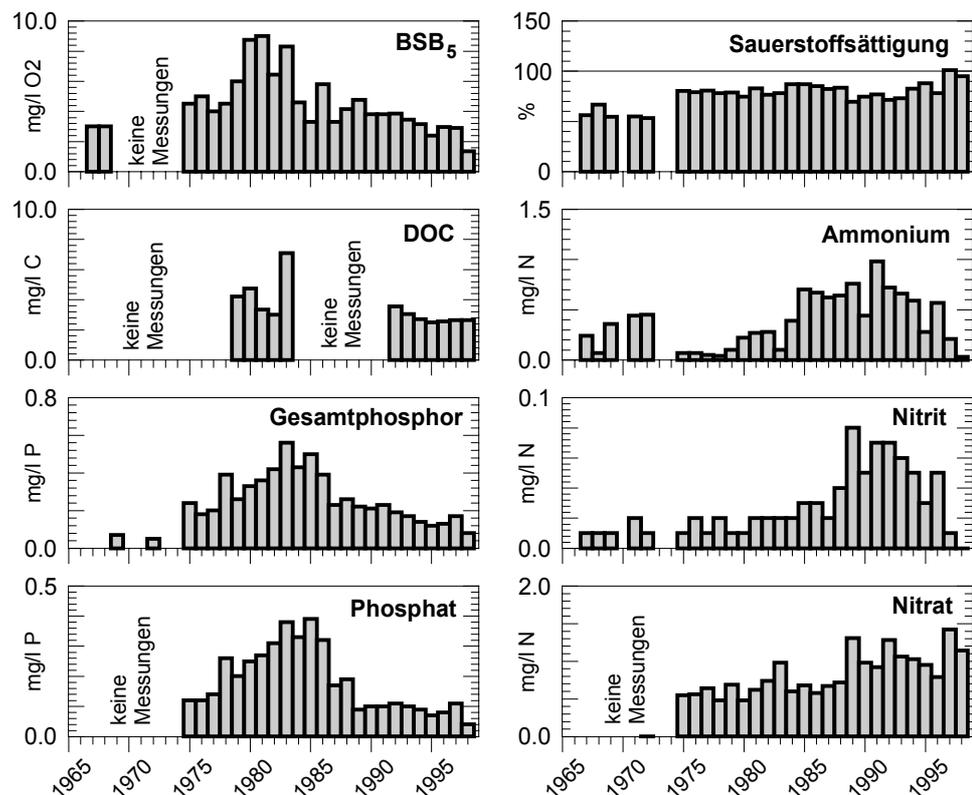


Abbildung 30:
Jahresmediane der
Stoffkonzentrationen
in der Lorze bei
Frauental 1967 –
1998

Noch viel deutlicher als Abbildung 30 zeigen die Ganglinien der Messwerte in Abbildung 31 die Wirkung des Endausbaus der Kläranlage Schönau auf die Wasserqualität der Lorze. Die Qualitätszielsetzungen für Ammonium, Nitrit, BSB₅ und Gesamtphosphor werden 1998 eingehalten.

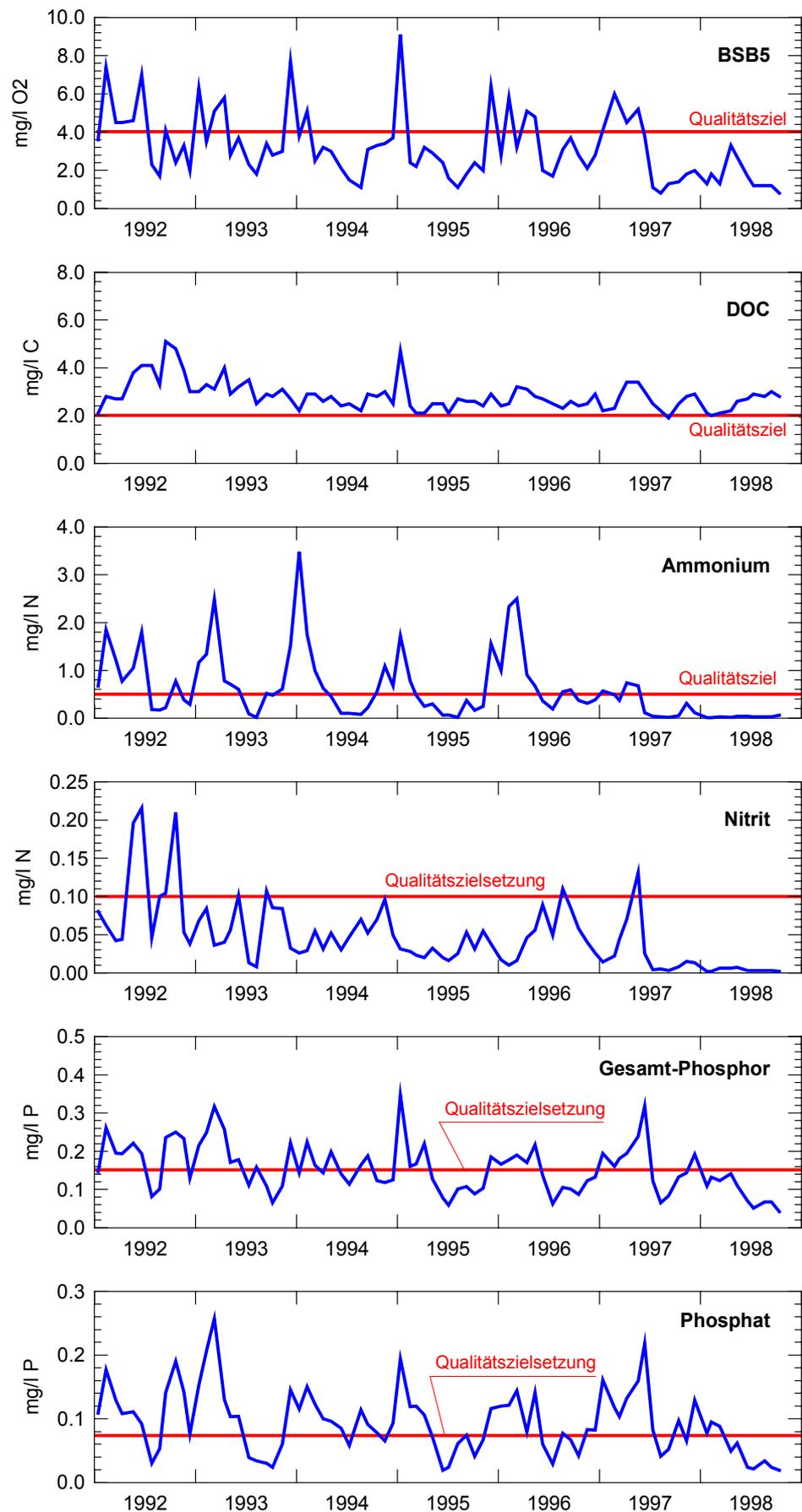


Abbildung 31:
Ganglinien der Mess-
werte in der Lorze
bei Frauental 1992 –
1998

7**Ausblick****Integrierter Gewässerschutz**

Die Bestimmungen in der Gewässerschutz-, Fischerei- und Wasserbaugesetzgebung verfolgen einen gesamtheitlichen Gewässerschutz. Es müssen nicht nur die Anforderungen an die Wasserqualität erfüllt sein, ebenso muss dem Gewässer als Lebensraum vermehrt Rechnung getragen werden. Die Morphologie noch naturnaher Fliessgewässer muss erhalten bleiben, verbaute Gewässer sollen nach Möglichkeit revitalisiert werden und die aufgrund von Wasserentnahmen reduzierte Wasserführung muss Mindestanforderungen erfüllen. Ebenso soll die durch Stauhaltungen und Verbauungen unterbrochene Durchgängigkeit der Fliessgewässer für Fische wieder hergestellt werden. Der Bund erarbeitet hierzu neue Empfehlungen über die Untersuchung der Fliessgewässer, welche zu einem modulartig strukturierten Gesamtkonzept mit stufengerechter Anwendung aufgebaut sind.

Neue Qualitätsanforderungen

Die Gewässerschutzverordnung vom 28. Oktober 1998 ist seit Anfang 1999 in Kraft und hat die Verordnung über Abwassereinleitungen abgelöst. Mit der neuen Gewässerschutzverordnung sind die Anforderungen an die Fliessgewässer und Seen überarbeitet worden. Während die in der Verordnung über Abwassereinleitungen formulierten Qualitätsziele für Fliessgewässer lediglich bei Wasserführungen, welche während 347 Tagen im Jahr vorhanden oder überschritten sind, eingehalten werden mussten, müssen die Anforderungen der Gewässerschutzverordnung - unter Vorbehalt besonderer natürlicher Verhältnisse - bei jeder Wasserführung erfüllt sein. Zudem wurden die numerischen Grenzwerte teilweise verschärft. Beispielsweise gelten für Ammonium anstelle des bisherigen Qualitätsziels von 0.5 mg/l N neue Anforderungen in Abhängigkeit der Wassertemperatur: 0.2 mg/l N bei Temperaturen über 10 °C, 0.4 mg/l N bei Temperaturen unter 10 °C. Es wird die Aufgabe der Folgeberichte sein, einerseits die Messdaten bezüglich der Anforderungen in der neuen Gewässerschutzverordnung auszuwerten, andererseits die Vergleichbarkeit mit den bestehenden Reussberichten zu gewährleisten.

Abwasserreinigung

Die in den vergangenen Jahrzehnten von den Kantonen Aargau, Luzern und Zug unternommenen Anstrengungen im Ausbau der Abwasserreinigung haben zu einer deutlichen Verbesserung der Wasserqualität in den Gewässern geführt. Trotz dieser Erfolge können die angestrebten Zielsetzungen noch nicht überall eingehalten werden. Weitere Anstrengungen bei der Vermeidung und Reinigung von Abwasser sind deshalb notwendig. Die regelmässige Überwachung der Wasserqualität in den Seen und Flüssen bleibt für die Erfolgskontrolle, Massnahmenplanung und Intervention weiterhin unabdingbar.

Im Rahmen der Erfolgskontrolle für die in der Siedlungsentwässerung und der Landwirtschaft getroffenen Massnahmen wäre es empfehlenswert, die stofflichen Beiträge von Phosphor und Stickstoff aus Landwirtschaft und Abwasserreinigungsanlagen an der Gesamtfracht in den Fliessgewässern zu unterscheiden.

Mikroverunreinigungen und hormonaktive Stoffe

Seit den 80er-Jahren scheinen die Fischbestände in den Fliessgewässern der Schweiz stark zurückzugehen. Dazu kommt das gehäufte Auftreten von Fischen mit Organschädigungen (z. B. Haut, Kiemen, Leber, Nieren). Besonders ausgeprägt ist dies in den Fliessgewässerabschnitten direkt unterhalb der Einleitung gereinigter Abwässer, aber auch in grösserer Distanz zu Kläranlagen und bei guter Verdünnung der Einleitungen können diese Phänomene auftreten. Erste Untersuchungen haben ergeben, dass dafür Einzelstoffe und Stoffgemische verantwortlich sind, welche in Haushalt, Gewerbe, Industrie und Landwirtschaft verwendet werden und in die Abwasserreinigungsanlagen gelangen. Aufgrund ihrer chemischen Struktur sind dort diese Stoffe nur unvollständig abbaubar. Sie üben teilweise auch eine hormonelle Wirkung auf Wasserlebewesen aus. Bereits näher untersucht ist die Verweiblichung von männlichen Fischen. In Zusammenarbeit von Bundes- und kantonalen Behörden, Forschungsstellen und Interessenverbänden läuft zur Zeit an verschiedenen Fliessgewässern ein Programm zur Abklärung der Ursachen und zur Entwicklung von Lösungsansätzen.

A N H A N G

A **Hinweise auf spezielle Messungen und Untersuchungen**

Lorze

Die Phosphor-Frachten in den Zugersee und der Erfolg der see-externen Sanierungsmassnahmen werden kontinuierlich durch die kantonalen Gewässerschutzfachstellen erhoben. Zwischen 1988 und 1998 hat der Phosphorinhalt im Wasserkörper des Zugersees jährlich durchschnittlich um 11 Tonnen abgenommen und beträgt heute rund 420 Tonnen. Dies entspricht, gemittelt über das gesamte Tiefenprofil, einer Konzentration von 130 mg/m^3 (Publikation: Blickpunkt Umwelt Nr. 10, 1998, Informationsschrift aus dem Amt für Umweltschutz Zug).

Die biologischen Auswirkungen der Einleitung des gereinigten Abwassers aus der Kläranlage Schönau, der Regenentlastungen vor der Kläranlage sowie der Belastung aus dem Einzugsgebiet zwischen dem Zugersee und der Kläranlage wurden 1997 untersucht und mit der Datenerhebung von 1988 verglichen. Aufgrund der Zusammensetzung des Kieselalgen-Aufwuchses konnten Erkenntnisse über den Sauerstoffhaushalt, die Stickstoff- und die organische Belastung in der Lorze gewonnen werden (Publikation: Biologische Untersuchungen in der Lorze mittels Kieselalgen als Bioindikatoren, Amt für Umweltschutz Zug, 1998).

Kurzfristige Konzentrationsänderungen von Phosphor- und Stickstoffparametern in der Lorze, wie sie aufgrund der Regenentlastung vor der Kläranlage oder der Stauhaltung am Zugerseeausfluss auftreten können, wurden im Rahmen zweier Praktikumsarbeiten im Winter und Sommer 1997 untersucht.

Kleine Emme

In den Jahren 1991 und 1992 wurden in der Kleinen Emme mehrere gewässerbiologische Untersuchungen durchgeführt. Diese Untersuchungen sind in sich abgeschlossen und beantworten spezifische Fragestellungen.

- Mit der Beurteilung der Badequalität wurde die Waldemme und die Kleine Emme an den häufig benutzten Badestellen bezüglich bakteriologischen, biologischen und chemischen Parametern untersucht.
- Die Beurteilung der Gewässergüte der Kleinen Emme erfolgte im Bereich der projektierten ARA Talschaft Entlebuch sowie unmittelbar oberhalb der Mündung der Kleinen Emme in die Reuss.
- Zwei weitere Untersuchungen standen in Zusammenhang mit Kläranlagenprojekten der ARA Talschaft Entlebuch sowie dem Projekt "Abwassersanierung Fontannental". Dazu wurden einerseits im Rahmen einer Stellungnahme die vorgesehenen Einleitungsvarianten der ARA Talschaft Entlebuch beurteilt und andererseits zwei Stellen in der Kleinen Fontannen als Vorfluter von ungereinigten Abwässern untersucht.

(Publikation: Beurteilung von Nutzungsansprüchen an einem Fliessgewässer am Beispiel der Kleinen Emme, Zusammenfassender Bericht, AquaPlan 1993).

Baden gehört im Sommer zu den beliebtesten Freizeitbeschäftigungen. Dies ist verständlich, denn was gibt es schöneres als sich an einem heissen Sommertag in einem kühlen klaren Fluss oder See zu erfrischen? Der Kanton Luzern mit seinen vielen verschiedenen Gewässern bietet dazu reichliche Möglichkeiten. So wird beispielsweise auch in der Kleinen Emme an mehreren Stellen intensiv gebadet. In einer Untersuchung wurde deshalb die Badewasserqualität der Kleinen Emme neu beurteilt (Publikation: Badewasserqualität der Kleinen Emme unter besonderer Berücksichtigung der Abwassereinleitungen aus Kläranlagen, Amt für Umweltschutz Luzern, 1998).

C Kläranlagen im Einzugsgebiet der Mittelland-Reuss

Kläranlagen im Einzugsgebiet der Mittelland-Reuss mit Anzahl angeschlossener Einwohner und geschätzter Belastung aus Industrie und Gewerbe, Stand 1998

Name der Anlage	Inbetriebnahme	Einwohner angeschlossen	Einwohnergleichwerte Industrie und Gewerbe (BSB _s geschätzt)	Ausbauzustand *						
				m	b	P	T	N	D	
Kanton Luzern										
Ballwil	1975	2'000	0	x	x	x				
Blindei	1972	4'500	3'000	x	x	x	x			
Buholz	1974	155'000	30'000	x	x	x				
Entlebuch	1995	7'500	500	x	x	x			x	
Eschenbach-Inwil	1987	3'400	200	x	x	x	x			
Flühli	1986	500	200	x	x	x				
Papierfabrik Perlen	1982	0	94'000	x	x					
Rontal	1980	19'000	2'000	x	x	x				
Ruswil	1980	3'500	300	x	x	x			x	
Schwarzenberg	1971	1'200	0	x	x					
Sörenberg	1968	1'000	0	x	x					
Kleine ARA's		500	0	x	x					
Total Kanton Luzern		198'100	130'200							
Kanton Zug										
Schönau/Cham	1977	110'100	10'000	x	x	x			x	x
Hünenberg	1969	4'100	50	x	x	x	x			
Total Kanton Zug		114'200	10'050							
Kanton Zürich										
Affoltern am Albis	1961	14'100	15'000	x	x	x			x	x
Hausen am Albis	1966	3'000	300	x	x	x			x	x
Knonau	1977	4'100	200	x	x		x			
Maschwanden	1978	400	200	x	x		x			
Obfelden	1974	4'100	1'500	x	x	x			x	x
Ottenbach-Jonen (AG)	1965	3'600	400	x	x		x			
Rifferswil	1972	700	80	x	x		x			
Total Kanton Zürich		30'000	17'680							
Kanton Aargau										
Birmenstorf	1973	2'030	1'600	x	x	x	x			
Birrhard	1977	650		x	x					
Bremgarten-Mutschellen	1975	17'500	2'400	x	x	x				
Eggenwil	1973	620		x	x		x			
Fischbach-Göslikon	1975	2'480	600	x	x	x	x			
Fislisbach	1973	6'600		x	x	x	x			
Kelleramt	1975	6'500		x	x		x			
Künten-Sulz	1973	2'550		x	x	x			x	
Mellingen-Rohrdorf	1975	14'000	3'000	x	x	x			x	x
Mülligen	1981	720		x	x	x				
Mühlau	1981	880		x	x					
Oberrüti	1976	1'600		x	x	x	x			
Reuss-Schachen	1984	4'500		x	x				x	
Sins	1985	3'770		x	x	x			x	
Stetten	1977	4'000		x	x	x	x			
Total Kanton Aargau		68'400	ca. 7'600							
Total Einzugsgebiet Mittelland-Reuss		410'700	ca. 165'530							

* m = mechanisch, b = biologisch, P = Phosphatfällung, T = Teilnitrifikation, N = Nitrifikation, D = Denitrifikation

Zusammenstellung der Jahresfrachten (t/a) für 1998 im Auslauf der Kläranlagen im Einzugsgebiet der Mittelland-Reuss

Name der Anlage	BSB ₅	DOC	P-tot	N-anorg	NH ₄ -N	Cl
Kanton Luzern						
Ballwil	2.5		0.1		2.4	
Blindei	5.0	5.4	0.6	23.8	9.1	43.9
Buholz	225.0	195.0	26.0	669.0	315.0	1'678.0
Entlebuch	14.4	13.5	2.7	23.4	1.6	29.1
Eschenbach-Inwil	2.7	4.7	0.8	11.2	2.8	43.6
Flühli	1.2				2.2	
Papierfabrik Perlen	594.0	355.0	3.1	80.1	60.0	
Rontal	31.0	26.7	3.4	7.4	50.5	106.1
Ruswil	1.4	3.1	0.1		0.4	22.6
Schwarzenberg						
Sörenberg	1.8				3.4	
Kleine ARA's						
Total Kanton Luzern	879.0	603.4	36.8	814.9	447.4	1'923.3
Kanton Zug						
Schönau/Cham	35.0	100.0	5.0	200.0	1.0	1'268.0
Hünenberg	4.0	4.0	0.4	8.0	2.4	44.0
Total Kanton Zug	39.0	104.0	5.4	208.0	3.4	1'312.0
Kanton Zürich						
Affoltern am Albis	8.5	17.4	1.5	44.1	0.2	125.4
Hausen am Albis	0.8	2.0	0.2	6.0	0.1	22.7
Knonau	3.6	4.8	1.6	14.7	0.5	53.6
Maschwanden	0.7	0.6	0.2	0.8	0.3	2.2
Obfelden	3.0	6.0	0.4	17.7	1.0	118.8
Ottenbach-Jonen (AG)	7.0	4.5	1.2	8.2	0.6	40.6
Rifferswil	0.4	0.4	0.1	1.4	0.1	4.8
Kleine ARA's	14.7	16.3	3.4	42.8	2.6	220.2
Total Kanton Zürich	38.7	52.0	8.6	135.7	5.4	588.3
Kanton Aargau						
Birmenstorf	4.9	9.2	0.5	15.6	8.1	(nicht erhoben)
Birrhard	3.4	2.6	1.0	7.1	6.8	
Bremgarten-Mutschellen	52.1	59.0	2.1	37.2	29.5	
Eggenwil	1.0	0.8	0.2	1.0	0.1	
Fischbach-Göslikon	2.4	3.4	0.2	10.0	6.9	
Fislisbach	4.2	6.0	0.4	18.2	6.2	
Kelleramt	9.0	10.8	2.4	25.0	8.9	
Künten-Sulz	2.1	2.5	0.2	8.6	1.8	
Mellingen-Rohrdorf	48.5	24.8	2.6	58.8	55.2	
Mülligen	4.4	2.5	0.1	4.4	4.4	
Mühlau	2.1	2.8	0.6	2.8	2.7	
Oberrüti	2.4	2.4	0.3	4.6	3.0	
Reuss-Schachen	1.5	3.6	0.5	14.4	0.4	
Sins	2.8	5.6	1.6	21.0	0.2	
Stetten	3.9	5.3	0.3	9.1	5.2	
Total Kanton Aargau	144.7	141.3	13.0	237.8	139.4	
Total Einzugsgebiet Mittelland-Reuss	1'101.4	900.7	63.8	1'396.4	595.6	

D Einhaltung der Qualitätszielsetzungen

Einhaltung der Qualitätszielsetzungen für Fließgewässer; Vergleich der 80%-Perzentile (20%-Perzentil für Sauerstoff) der Berichtsperioden 1989 – 1993 und 1994 – 1998

Qualitätsziel bzw. -zielsetzung	Sauerstoff mg/l O ₂	BSB ₅ mg/l O ₂	DOC mg/l C	Ammonium mg/l N	Nitrit mg/l N	Nitrat mg/l N	Phosphor mg/l P	Chlorid mg/l Cl
Qualitätsziel bzw. -zielsetzung	>6	<4	<2	<0.5	<0.02 (Lorze <0.05)	<5.6	<0.15	<100
Periode	89-93 94-98	89-93 94-98	89-93 94-98	89-93 94-98	89-93 94-98	89-93 94-98	89-93 94-98	89-93 94-98
Reuss								
Luzern *	10.2 10.1	1.5 1.5	1.2 1.1	0.03 0.02	0.006 0.006	0.59 0.59	0.014 0.010	1.7 1.8
Gisikon	9.8 9.8	2.7 2.4	1.9 1.6	0.40 0.32	0.016 0.012	0.87 0.84	0.027 0.048	3.7 3.5
Rottenschwil	9.0 9.2	2.7 2.4	<u>2.2</u> 1.8	0.28 0.22	<u>0.025</u> <u>0.020</u>	0.98 0.95	0.102 0.055	4.5 4.7
Gebenstorf	9.1 9.3	2.6 2.4	<u>2.1</u> 1.8	0.23 0.21	<u>0.041</u> <u>0.031</u>	1.20 1.13	0.102 0.056	5.0 5.0
Kleine Emme								
Werthenstein	10.3 10.3	2.9 2.3	<u>2.7</u> <u>2.6</u>	0.06 0.06	0.015 0.012	1.74 1.43	0.060 0.062	4.1 4.1
Littau	9.9 10.1	2.9 2.3	<u>2.6</u> <u>2.7</u>	0.09 0.06	<u>0.020</u> 0.015	2.26 1.60	0.079 0.051	7.4 6.0
Lorze								
Cham *	- -	- 3.8	- <u>2.4</u>	- 0.02	- -	- 0.31	- 0.107	- 6.4
Frauental	6.2 8.2	<u>5.8</u> 3.8	<u>4.0</u> <u>2.9</u>	<u>1.52</u> <u>0.68</u>	<u>0.114</u> <u>0.055</u>	1.46 1.30	<u>0.272</u> <u>0.187</u>	12.9 14.6
Ron								
Ebikon *	- 8.5	- 2.9	- <u>2.0</u>	- 0.22	- 0.014	- 0.63	- 0.059	- 3.8
Root	- 9.7	- 2.5	- <u>2.0</u>	- 0.12	- 0.018	- 1.58	- 0.062	- 6.1

* seebeeinflusst

fett Qualitätszielsetzung nicht eingehalten
normal Qualitätszielsetzung exakt eingehalten

E**Glossar****Abflussregime**

Als Abflussregime bezeichnet man den Gang der mittleren monatlichen Abflussmengen von Flüssen, d. h. das Auftreten von Niedrig- und Hochwasser während eines Jahres. Das Abflussregime wird vom jeweiligen Klima und von der Art des →Einzugsgebietes eines Flusses bestimmt (→nivopluviales Abflussregime).

aerobe Organismen

Pflanzen und Tiere, die zum Leben Sauerstoff benötigen.

anthropogen

Durch den Menschen beeinflusst oder verursacht (→geogen).

ARA

Abwasser-Reinigungs-Anlage

Box-Plot

Grafik zur gemeinsamen Darstellung der Extremwerte (Minimum, Maximum), der →Perzentile (20%-Perzentil, 80%-Perzentil) und des →Medians einer Messreihe (siehe Kapitel 3.3).

BSB₅

Biochemischer Sauerstoffbedarf in 5 Tagen. Ein Mass für die organische Belastung eines Gewässers.

Cl

Chlorid

Denitrifikation

Umwandlung von Nitrat (NO₃) in Stickstoff (N₂)

DOC

Gelöste organische Kohlenstoffverbindungen (Dissolved Organic Carbon). Ein Mass für die Belastung eines Gewässers durch gelöste organische Verbindungen.

Dotierwassermenge

Wassermenge, die zur Sicherstellung einer bestimmten →Restwassermenge bei der Wasserentnahme im Gewässer belassen wird.

Einwohnergleichwert

Die Belastung von Kläranlagen durch unbehandelte kommunale oder industrielle Abwasser wird oft in Form von Einwohnergleichwerten beziffert. Ein Einwohnergleichwert (oder Einwohnerwert) entspricht einer organisch-biologisch abbaubaren Belastung mit einem biochemischen Sauerstoffbedarf in 5 Tagen (→BSB₅) von 60 g Sauerstoff pro Tag.

Einzugsgebiet

Das gesamte von einem Fluss mit all seinen Nebenflüssen ober- und unterirdisch entwässerte Gebiet bildet sein Einzugsgebiet. Unter dem Einzugsgebiet versteht man nach DIN 4049 das Gebiet, aus dem das Wasser einem bestimmten Ort zufliesst.

eutroph

Nährstoffreich; Gewässer mit hoher organischer Produktion.

Flügeldiagramm

Grafik zur kombinierten Darstellung mehrerer Messgrössen und dem Vergleich mit ihren Grenzwerten, Richtwerten, Qualitätszielen etc. (siehe Kapitel 3.3).

Ganglinie

Grafik des zeitlichen Verlaufes einer Messgrösse.

geogen

Durch die Gesteine oder den Erdboden beeinflusst oder verursacht (→anthropogen).

Gewässergüte

Qualitativer Zustand eines Gewässers; umfasst neben der Wasserqualität auch biologische, hydrologische, gewässermorphologische und ökotoxikologische Aspekte.

Gewässermorphologie

Teilgebiet der Fliessgewässerkunde, das sich mit den Formen der Gewässer, deren Entstehen und Veränderungen befasst.

Jahresmedian

Der →Median einer Jahresmessreihe.

Kreissektordiagramm

→Flügeldiagramm

Median

Der mittlere Wert einer Messreihe. 50 % aller Messwerte sind kleiner als der Median und die übrigen 50 % sind grösser als der Median.

mg/l

Milligramm pro Liter = 1/1000 Gramm pro Liter

mittlerer Abfluss

Mittelwert des Abflusses während einem bestimmten, i. A. längeren Zeitraum.

mittlerer Hochwasserabfluss

Mittelwert der höchsten jährlichen Abflüsse

NADUF

Nationales Programm für die analytische Daueruntersuchung der Fließgewässer.

NH₄

Ammonium

Nitrifikation

Umwandlung von Ammonium (NH₄) über die Zwischenstufe Nitrit (NO₂) in Nitrat (NO₃) (→Denitrifikation).

nivopluviales Abflussregime

Das →Abflussregime eines Flusses, das von Schneeschmelze und Regen in gleichem Masse abhängt. Hohe Wasserstände treten also nach der Schneeschmelze und nach der Zeit der als Regen fallenden Niederschläge auf.

NO₂

Nitrit

NO₃

Nitrat

O₂

Sauerstoff

Ortho-Phosphat

PO₄ (genauer PO₄³⁻); biologisch leicht verfügbare, anorganische Form des Phosphors; im vorliegenden Bericht wird unter Phosphat immer Ortho-Phosphat verstanden.

P

Phosphor; biologischer Minimumstoff (= limitierender Stoff) für das pflanzliche Wachstum in unseren Gewässern.

PO₄

→Ortho-Phosphat

Perzentil

Das 80%-Perzentil ist jener Wert aus einer Menge von Messwerten, für den 80 % aller Messwerte kleiner und die restlichen 20 % grösser sind. Analog ist das 20%-Perzentil definiert.

Phosphat

→Ortho-Phosphat

Photosynthese

Stoffwechselreaktion der grünen Pflanzen, bei der mit Licht aus Kohlendioxid (CO₂) und Wasser (H₂O) energiereiche pflanzliche Stoffe (z. B. Glukose, CH₂O) sowie Sauerstoff (O₂) gebildet werden; chemische Verhältnisformel:



pH-Wert

Masszahl für die Wasserstoff-Ionenkonzentration und den sauren oder alkalischen Charakter einer Wasserprobe. Proben mit einem pH-Wert unter 7 sind sauer, solche über 7 sind alkalisch.

Plankton

Als Plankton bezeichnet man alle im Wasser schwebenden pflanzlichen und tierischen Lebewesen, die keine oder nur eine geringe Eigenbewegung haben, so dass Ortsveränderungen ausschliesslich oder überwiegend durch Wasserströmungen erfolgen.

Q₃₄₇

Abflussmenge, die mindestens, gemittelt über 10 Jahre, durchschnittlich während 347 Tagen des Jahres erreicht oder überschritten wird und durch Stauung, Entnahme oder Zuleitung von Wasser nicht wesentlich beeinflusst ist.

Qualitätsziel

In der Verordnung über Abwassereinleitungen festgelegte quantitative Anforderung an die Wasserbeschaffenheit von Fliessgewässern und Flusstauen (→Qualitätszielsetzung).

Qualitätszielsetzung

Die im vorliegenden Bericht verwendeten quantitativen Anforderungen für die Stoffe Nitrit, Gesamphosphor und Phosphat (in der Verordnung über Abwassereinleitungen nicht oder nur qualitativ formuliert).

Restwassermenge

Abflussmenge eines Fliessgewässers, das nach einer oder mehreren Entnahmen von Wasser verbleibt (→Dotierwassermenge).

Wasserqualität

Qualität von Wasser hinsichtlich seiner Belastung durch Fremdstoffe.