



Biologische Untersuchung Mittelland-Reuss und Untere Lorze 2021

Kurzbericht

*Äusserer Aspekt, pflanzlicher Bewuchs, Kieselalgen
Makrozoobenthos, Umwelt-DNA (eDNA)
Untersuchungen März 2021*



Bericht Nr. 2018-B-02
Datum Entwurf: 20.12.2021
Datum Endfassung: 23.2.2022

Impressum

Auftraggeber

Kanton Aargau, Departement Bau, Verkehr und Umwelt, Abteilung für Umwelt.
Entfelderstrasse 22, 5001 Aarau, Lukas De Ventura

Kanton Luzern, Bau-, Umwelt- und Wirtschaftsdepartement, Umwelt und Energie (uwe). Libellenrain 15, Postfach 3439, 6002 Luzern, Robert Lovas

Kanton Zug, Baudirektion, Amt für Umwelt AfU. Aabachstrasse 5, Postfach, 6301 Zug, Peter Keller

Kanton Zürich, Baudirektion, Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft AWEL, Gewässerschutz, Oberflächengewässerschutz. Hardturmstrasse 105, 8005 Zürich, Patrick Steinmann

Auftragnehmer

AquaPlus AG, Gotthardstrasse 30, CH-6300 Zug

Hydra AG, Lukasstrasse 29, CH-9008 St. Gallen

Projektleitung

Barbara Imhof, AquaPlus AG

John Hesselschwerdt, Hydra AG

Feld-, Tauch und Laborarbeiten

John Hesselschwerdt, Boris Unger, Dorothee Makarow,

Johannes Ortlepp, Uta Mürle, Hydra AG

Yvonne Bernauer, Christa Gufler, Joachim Hürlimann, AquaPlus AG

eDNA

ID-Gene, Avenue de Sécheron 15, 1202 Genf

Kurzbericht

Christa Gufler, Joachim Hürlimann, Yvonne Bernauer, AquaPlus AG

John Hesselschwerdt, Hydra AG

Fotos auf der Titelseite (Bilder Hydra AG und AquaPlus AG)

Oben links: Drohnenaufnahme Messstelle ULO_031 Maschwanden

Oben rechts: Drohnenaufnahme Messstelle REU_150 Birnenstorf

Unten links: Naturnahes Ufer an der Messstelle ULO_031 Maschwanden

Unten rechts: Verbautes Ufer an der Messstelle REU_130 Melligen

Inhaltsverzeichnis

	Seite	
1	Ausgangslage und Auftrag	1
2	Material und Methoden	1
3	Einflussfaktoren auf die Gewässerbiologie der Mittelland-Reuss und Unteren Lorze	3
4	Resultate und Diskussion	7
4.1	Äusserer Aspekt	7
4.2	Pflanzlicher Bewuchs	8
4.3	Kieselalgen	11
4.4	Makrozoobenthos	14
4.5	Umwelt-DNA (eDNA)	18
5	Fazit	19
6	Literaturverzeichnis	21

1 Ausgangslage und Auftrag

Das 2011 begonnene Monitoring wurde im 2021 an der Reuss und der Unteren Lorze wiederholt

Die Gewässerschutzfachstellen der Kantone Aargau, Luzern und Zug untersuchen seit 1974 gemeinsam die Wasserqualität der Mittelland-Reuss und ihrer Zuflüsse unterhalb des Vierwaldstättersees. Vor mehr als zehn Jahren beschlossen die Gewässerschutzfachstellen der Kantone Aargau, Luzern, Zug und Zürich zusätzlich koordinierte biologische Untersuchungen an der Reuss, der Kleinen Emme und der Unteren Lorze durchzuführen. Die biologischen Voruntersuchungen wurden dabei erstmals im 2010 und die Hauptuntersuchungen im 2011 durchgeführt. Im Jahr 2021 wurden die Untersuchungen an den Messstellen der Reuss und der Unteren Lorze wiederholt und sollen im zehn Jahres-Rhythmus fortgesetzt werden (De Ventura 2020).

Die vorliegenden Untersuchungen führten die beiden auf Gewässerökologie spezialisierten Firmen AquaPlus AG und Hydra AG mit folgenden fachlichen Verantwortlichkeiten durch:

- AquaPlus AG, Zug
Projektleitung, Sondenmessungen, Äusserer Aspekt, pflanzlicher Bewuchs, Kieselalgen
- Hydra AG, St. Gallen
Taucharbeiten, Makrozoobenthos, eDNA-Probenahme

Der gemeinsam erstellte Kurzbericht enthält die wichtigsten Kernaussagen der beiden Fachberichte Äusserer Aspekt und pflanzlicher Bewuchs inkl. Kieselalgen (AquaPlus 2021) sowie Makrozoobenthos inkl. dem Thema eDNA (Hydra 2021).

2 Material und Methoden

Tauchergestützte Aufnahmen gemäss etabliertem Verfahren für grosse Flüsse

Das vom BAFU vorgegebene Modul-Stufen-Konzept für die biologische Untersuchung von Fliessgewässern enthält für grosse Flüsse der Schweiz keine standardisierte Untersuchungs- und Bewertungsmethode. Daher wurde das am Hochrhein entwickelte und an anderen grossen Flüssen eingesetzte tauchergestützte Verfahren angewandt (Hydra 2017). Mit diesem Verfahren wird ein Vergleich der Resultate der grossen Flüsse gewährleistet.

Erhebungen von Flora und Fauna an 16 Messstellen mit drei respektive fünf Transektmessstellen vom linken zum rechten Ufer

Die biologischen Untersuchungen der Mittelland-Reuss und der Unteren Lorze wurden vom 8. bis 19. März 2021 an insgesamt 16 Messstellen durchgeführt (Abbildung 1, Tabelle 1). Die Reuss wurde dabei an zwölf Messstellen und die Untere Lorze an vier Messstellen beprobt. Jede Messstelle wurde im Querschnitt von links nach rechts mit drei respektive fünf Transektmessstellen beprobt. Eine Ausnahme bildete die Messstelle REU_020 (Restwasserstrecke) an der Untere Lorze. Diese wurde aufgrund des geringen Abflusses und der geringen benetzten Breite nur mit einer Transektstelle beprobt. Die mittleren drei Transektstellen waren nicht wasserbar, die Probenahme erfolgte durch einen Taucher der Firma Hydra AG.

Die Feldaufnahmen der Firmen AquaPlus AG und Hydra AG umfassten im Wesentlichen die folgenden Untersuchungen:

Die gewählten Methoden erlauben die Beurteilung der ökologischen Ziele sowie Anforderungen an die Wasserqualität gemäss GSchV (1998) Anhang 1 und 2. Die verschiedenen Methoden tangieren dabei unterschiedliche Aspekte der aufgeführten Ziele und Anforderungen.

- Aufnahme des Äusseren Aspektes mit den Parametern Trübung, Verfärbung, Geruch, Schaum, Verschlammung, heterotropher Bewuchs, Eisensulfid, Feststoffe und Abfälle gemäss Modul-Stufen-Konzept (BAFU, 2007a),
- Probenahme des pflanzlichen Bewuchses (makroskopisch erkennbare Algenlager und Moose, submerse Makrophyten) zur Bestimmung der Arten im Labor und Bewuchsdichteschätzungen nach Thomas & Schanz (1976) im Feld,
- Probenahme Kieselalgen mit anschliessender Präparation und Bestimmung im Labor gemäss Modul-Stufen-Konzept (BAFU, 2007b),
- Probenahme Makrozoobenthos mittels Kescher respektive Unterwasser-Surber-Sampler und anschliessender Bestimmung im Labor,
- Erfassung der lokalen Libellenvorkommen mittels Kartierung der Exuvien und der Adulttiere,
- Probenahme Umwelt-DNA (eDNA) und anschliessender Laboranalyse durch die Firma ID-Gene mit Fokus Vorkommen von Neozoon und der Fischkrankheit PKD.

Berichterstattung in zwei getrennten Fachberichten

Eine detailliertere Beschreibung der Untersuchungsmethoden, die Stellendokumentationen der 16 Messstellen sowie sämtliche Untersuchungsergebnisse können den Fachberichten entnommen werden (AquaPlus 2021; Hydra 2021).

Tab. 1: Geografische Angaben und durchgeführte Untersuchungen an den Messstellen der Mittelland-Reuss (n=12) und der Unteren Lorze (n=4) im Jahr 2021. Bez.: Bezeichnung Messstelle, KT: Kanton, Stellen: Anzahl Transektstellen, ÄÄ: Äusserer Aspekt, PFB: Pflanzlicher Bewuchs, DIA: Diatomeen/Kieselalgen, MZB: Makrozoobenthos, LIB: Libellen, eDNA: Umwelt-DNA. Weiterführende Charakterisierung der Transekt- und Messstellen können den Fachberichten entnommen werden (AquaPlus 2021; Hydra 2021).

Bez.	Messstelle	KT	Koordinaten	m ü. M.	Datum	Stellen	ÄÄ	PFB	DIA	MZB	LIB	eDNA
REU_013	Reussegg	LU	664330 212919	430	08.03.2021	5	x	x	x	x		x
REU_020	Emmenbrücke-Rathausen	LU	664678 213366	429	08.03.2021	5	x	x	x	x	x	
REU_030	Gisikon-Honau	LU	672513 219471	407	09.03.2021	5	x	x	x	x		x
REU_040	Chamau	AG/ZG	673146 227993	392	10.03.2021	5	x	x	x	x		
REU_050	Merenschwand-Ottenbach	AG/ZH	672680 236475	384	11.03.2021	5	x	x	x	x	x	x
REU_060	Rottenschwil	AG	670784 241016	380	18.03.2021	5	x	x	x	x		
REU_080	Bremgarten (Zusatzst. _{KWBZ}) ¹	AG	667866 244854	367	15.03.2021	5	x	x	x	x	x	x
REU_081	Bremgarten (Zusatzst. _{KWBZ}) ²	AG	668626 245305	363	15.03.2021	3	x	x		x	x	
REU_110	Göslikon	AG	666743 247647	356	16.03.2021	5	x	x	x	x		
REU_121	Gnadental (Zusatzst. _{KWBZ})	AG	665490 249606	352	17.03.2021	3	x	x		x	x	
REU_130	Mellingen	AG	663186 252226	345	18.03.2021	5	x	x	x	x		
REU_150	Birmenstorf	AG	659663 257106	335	19.03.2021	5	x	x	x	x	x	x
ULO_010	Cham	ZG	677514 225971	414	09.03.2021	3	x	x	x	x		
ULO_020	Hagendorn RW-Strecke	ZG	675340 228692	394	11.03.2021	1	x	x	x	x		
ULO_021	Hagendorn UW-Kanal	ZG	675290 228492	394	10.03.2021	3	x	x	x	x		
ULO_031	Maschwanden	ZG/ZH	674075 231758	388	12.03.2021	3	x	x	x	x		x

¹ unterhalb Kraftwerk ² unterhalb ARA

3 Einflussfaktoren auf die Gewässerbiologie der Mittelland-Reuss und Unteren Lorze

Die Reuss und Untere Lorze sind stark geprägt durch eine Vielzahl von anthropogenen Tätigkeiten

Die Reuss ist nach Rhein, Aare und Rhône hinsichtlich Länge, Grösse des Einzugsgebietes wie auch der Abflussmenge der viertgrösste Fluss der Schweiz. Das Einzugsgebiet der Reuss unterhalb des regulierten Vierwaldstättersees ist geprägt durch Siedlungen, landwirtschaftlich genutzte Flächen und Wald. Siedlungsschwerpunkte mit entsprechenden Belastungen durch Abwasser sind Luzern und seine Umgebung sowie das untere Mittelland-Reusstal. Insgesamt leben unterhalb des Vierwaldstättersees und des Zugersees im Einzugsgebiet der Mittelland-Reuss (933 km²) rund 330'000 Menschen (Einwohnerdichte: 355 Einwohner/km², Stand 2017, CreaTo 2019).

Die Lorze entwässert die Einzugsgebiete des Ägeri- und des Zugersees und damit einen Grossteil des Kantons Zug. Die Untere Lorze fliesst bei Cham aus dem regulierten Zugersee. Das Einzugsgebiet der Unteren Lorze ist geprägt durch landwirtschaftlich genutzte Flächen und durch in etwa gleich viel Wald- wie Siedlungs- und Verkehrsflächen zusammen. Der Siedlungsschwerpunkt ist Cham. Zudem befindet sich an der Unteren Lorze oberhalb Hagendorn die einzige grosse Kläranlage des Kantons Zug (ARA Schönau, 155'000 Einwohnerwerte). Insgesamt leben unterhalb des Zugersees im Einzugsgebiet der Unteren Lorze (59 km²) rund 25'000 Menschen (Einwohnerdichte: 427 Einwohner/km², Stand 2010).

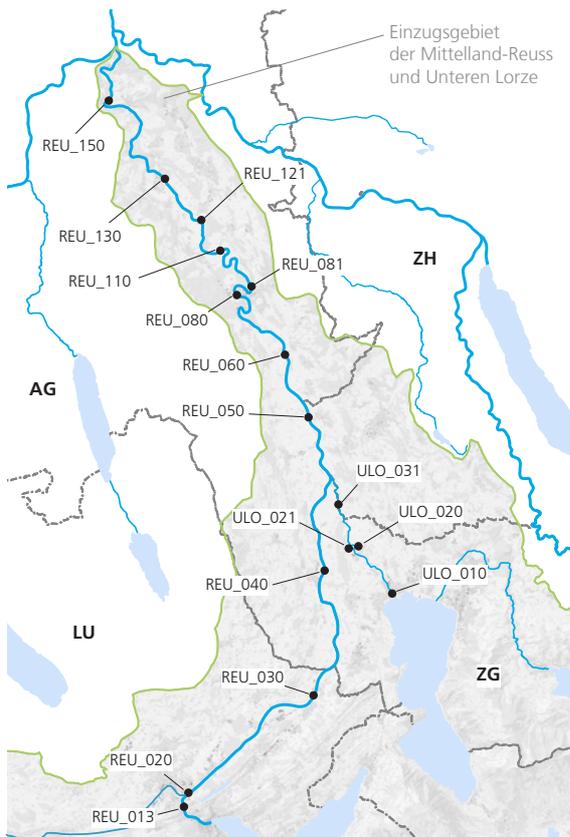
Die Gewässerbiologie der Reuss und Unteren Lorze wird stark durch den Vierwaldstättersee/Zugersee, der Kleinen Emme, dem Stauwurzelbereich des Flachsees, der beeinträchtigt die Ökomorphologie und den etlichen Siedlungen sowie durch die Abwasserreinigungsanlagen geprägt

Die Reuss und Untere Lorze werden damit sehr stark geprägt durch eine Vielzahl von anthropogenen Tätigkeiten. Die folgenden Einflussfaktoren sind in der Reuss und Unteren Lorze für die Ausprägung der Gewässerbiologie von grosser Bedeutung (Abbildung 1):

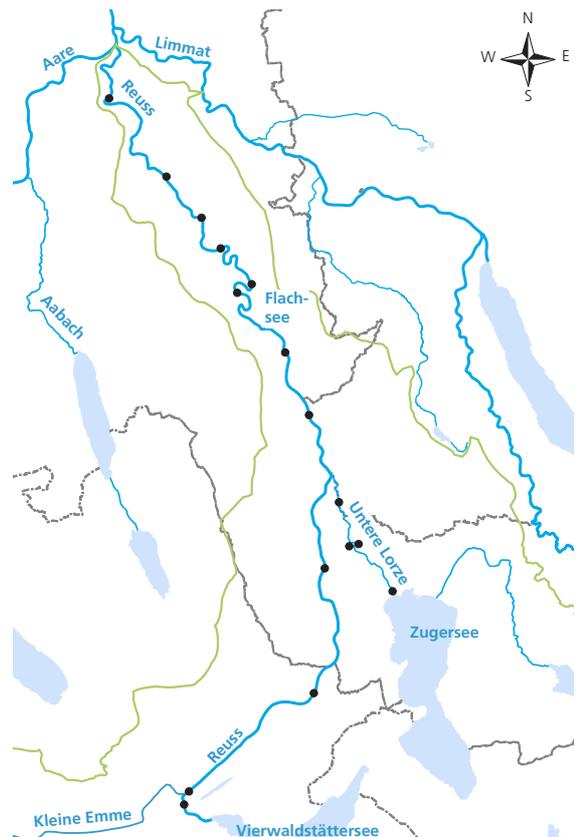
- **Vierwaldstättersee/Zugersee** mit nährstoffarmem (oligotrophem) Wasser des Vierwaldstättersees respektive nährstoffreichem (eutrophem) Wasser des Zugersees, für Seeausflüsse typisch gedämpftes Abflussregime und wenig Geschiebetrieb.
- **Zufluss Kleine Emme** als ökologisches Refugium sowie einziger grosser Zufluss mit erhöhter Geschiebe- und Trübstofffracht während Hochwasserereignissen und im Vergleich zum Vierwaldstättersee natürlicherweise höherer Leitfähigkeit.
- **Hochwasserereignis**: Ende Januar bis Anfang Februar 2021 fand ein grösseres Hochwasserereignis statt, wobei am 29. Januar 2021 im Tagesmittel bei Mühlau 256 m³/s (Spitzenwert 317 m³/s) und bei Mellingen im Tagesmittel 345 m³/s (Spitzenwert 406 m³/s) gemessen wurden. Dies sind für die Jahreszeit deutlich erhöhte Abflusswerte. Die Probenahmekampagne erfolgte vom 8. bis 19. März 2021, also mehr als einen Monat nach dem Ereignis.
- **Ökomorphologie** mit oft weitgehend verbauten Ufern. Auf weiten Strecken der oberen Mittelland-Reuss gilt der ökomorphologische Zustand als stark beeinträchtigt (vor allem Verbau der Ufer und des Böschungsfusses). Die untere Mittelland-Reuss ist grösstenteils durch wenig beeinträchtigte

Flie遝strecken geprägt und enthält kürzere naturnahe sowie stark beeinträchtigte Flie遝gewasserabschnitte. Die Untere Lorze weist mit Ausnahme im Siedlungsgebiet von Cham grösstenteils einen naturnahen respektive wenig beeinträchtigten okomorphologischen Zustand auf. Ein Grossteil der Zuflüsse der Reuss und Unteren Lorze sind okomorphologisch beeinträchtigt oder eingedolt. Damit fehlen der Reuss und Unteren Lorze eine Vielzahl von Initiallebens- und Rückzugsräume. Die Zuflüsse stehen somit als ökologisch wichtige Refugien mehrheitlich nicht zur Verfügung.

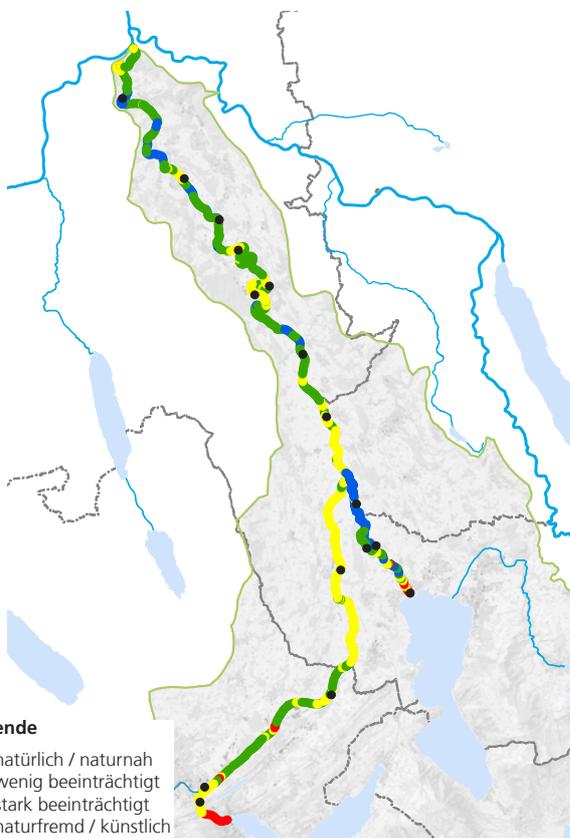
- **Neobiota** (gebietsfremde Arten) mit grosser Dominanz und damit Verdrängung auch von heimischen Arten sowie der Beeinträchtigung der Beschaffenheit der Gewässersohle durch Ablagerungen der leeren Schalen der Wandermuschel (*Dreissena polymorpha*).
- **Wasserkraft** mit Stauhaltungen mit Einfluss auf die Abfluss- und Strömungsverhältnisse, Geschiebetrieb, Kolmation der Gewässersohle und Sedimentation. Insgesamt weist die Reuss sieben und die Untere Lorze fünf Wasserkraftwerke auf, wobei fünf davon mit Flusstaue.
- **Flachsee** mit Stauwurzelbereich bei Rottenschwil mit Einfluss auf die Strömungsverhältnisse, Geschiebetrieb, Kolmation der Gewässersohle und Sedimentation.
- **Kläranlagen** respektive die Einleitung von gereinigtem Abwasser mit Zuführung von Nährstoffen und gelöstem organischen Kohlenstoff. Die Reuss und Untere Lorze weisen fünf grosse (> 25'000 EW) sowie acht kleinere Abwasserreinigungsanlagen auf. Total werden in beiden Gewässer zusammen rund 0.925 Millionen Einwohnerwerte (EW) an gereinigtem Abwasser eingeleitet.
- **Siedlungsgebiete** mit viel versiegelten Flächen (Häuser, Gewerbe, Industrie) und entsprechenden Entlastungen aus der Kanalisation (Mischwasser, Regenwasser).
- **Strassen** und die Einleitung von Strassenabwasser (Partikel, Kohlenwasserstoffe, Schwermetalle).
- **Landwirtschaftliche Nutzungen** (vor allem Ackerbau und Grünland) mit diffusen Einleitungen.



Lage der 16 Messstellen entlang der Mittelland-Reuss und Unteren Lorze.

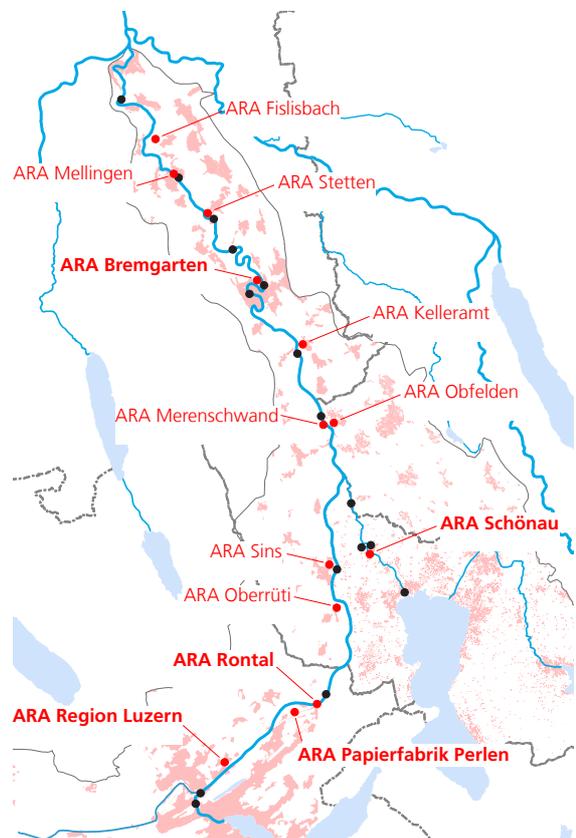


Gewässersystem der Mittelland-Reuss und Unteren Lorze mit wichtigen Zuflüssen.



- Legende**
- natürlich / naturnah
 - wenig beeinträchtigt
 - stark beeinträchtigt
 - naturfremd / künstlich

Ökomorphologie der Mittelland-Reuss und der Unteren Lorze.



Siedlung (rote Flächen) sowie grosse (fett) und kleinere ARA's der Mittelland-Reuss und der Unteren Lorze.

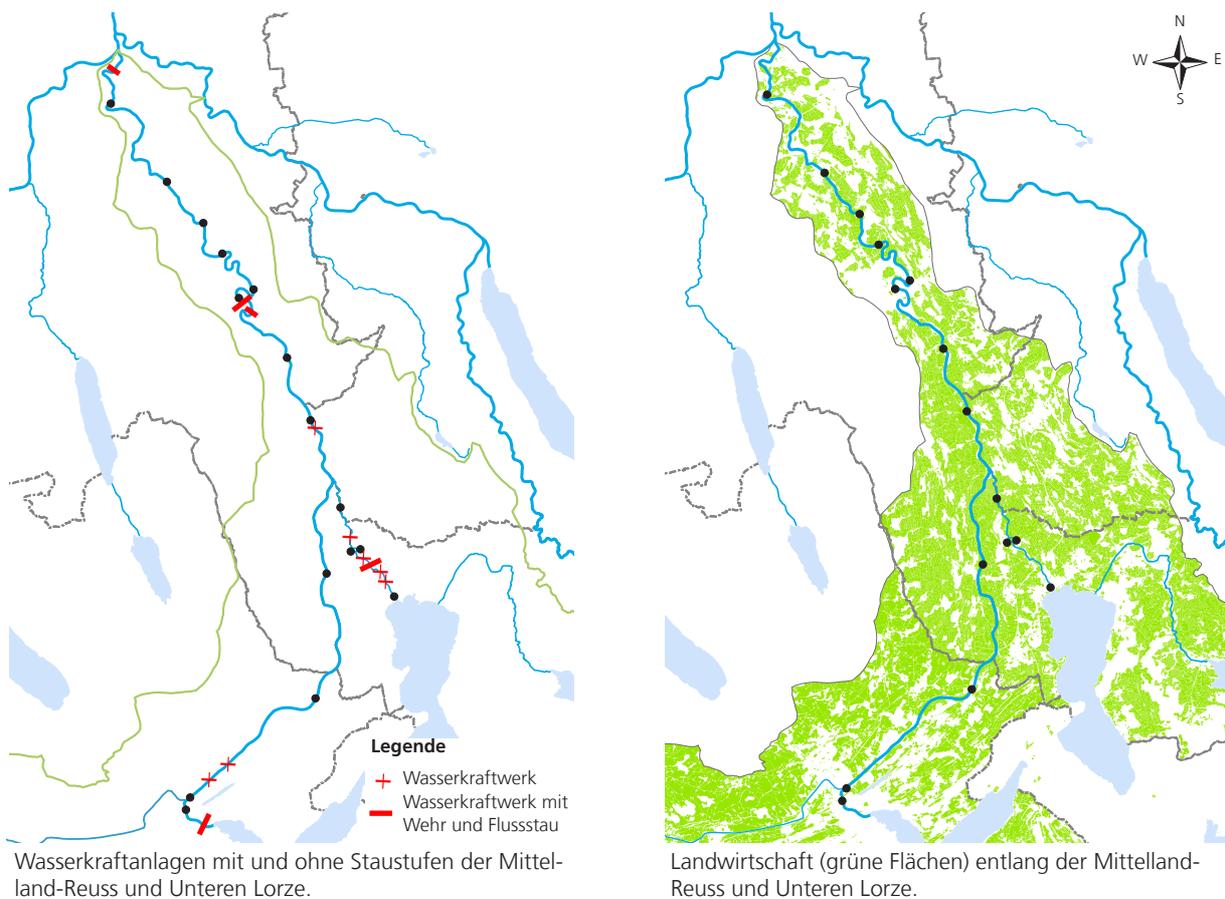


Abb. 1: Messstellen und weiteres Umfeld der Mittelland-Reuss und Unteren Lorze mit Nutzungen im Reusstal. Dargestellt sind die Lage der Messstellen sowie fünf wichtige Einflussfaktoren.

Messstellen Reuss: REU_013 Reussegg, REU_020 Emmenbrücke-Rathausen, REU_030 Gisikon-Honau, REU_040 Chamau, REU_050 Merenschwand-Ottenbach, REU_060 Rottenschwil, REU_080 Bremgarten (unterhalb Kraftwerk), REU_081 Bremgarten (oberhalb ARA), REU_110 Gössikon, REU_121 Gnadental, REU_130 Mellingen, REU_150 Birnenstorf.

Messstellen Untere Lorze: ULO_010 Cham, ULO_020 Hagendorn Restwasserstrecke, ULO_021 Hagendorn Unterwasserkanal, ULO_031 Maschwanden.

Es handelt sich um folgende Einflussfaktoren:

- **Vierwaldstättersee/Zugersee**, die Reuss als Seeausfluss sowie die grössten Zuflüsse Kleine Emme und Untere Lorze,
- **Ökomorphologie** mit drei Staustufen (Verbauungsgrad, Abflussdynamik, Sedimentation, ökologische Nischen),
- **Siedlung** mit fünf grossen (> 25'000 EW) sowie acht kleineren Abwasserreinigungsanlagen (Stoffbelastungen),
- **Wasserkraftwerke**, wobei fünf mit Flusstau (erschwerter Durchgängigkeit, Abflussschwankungen),
- **Landwirtschaftsflächen** (diffuse Einleitungen).

Ebenso wichtig aber kartographisch nicht dargestellt sind das hohe Verkehrsaufkommen (Strassenabwasser) sowie biologische Einflussfaktoren (z. B. Neobiota). Karten gemäss GIS BAFU (2021).

Abwasserreinigungsanlagen: ARA Region Luzern (Buhholz) (207'000 EW¹), ARA Papierfabrik Perlen (380'000 EW¹), ARA Rontal (42'000 EW¹), ARA Oberrüti (3'000 EW²), ARA Sins (12'100 EW²), ARA Schönau (155'000 EW¹), ARA Obfelden (7'620 EW²), ARA Merenschwand (Reuss-Schachen) (13'000 EW²), ARA Kelleramt (21'300 EW²), ARA Bremgarten (25'000 EW²), ARA Stetten (19'500 EW²), ARA Mellingen (21'000 EW²), ARA Fislisbach (ARA Rehmatte-Birnenstorf) (20'000 EW²).

Angaben gemäss Bleny-Speicher (2021), GIS Kanton AG (2021), GIS Kanton ZH (2021), Keller (2021), Weber (2021).

¹ Angeschlossene ² dimensionierte Einwohnerwerte

4 Resultate und Diskussion

4.1 Äusserer Aspekt

Die Gewässersohle erfüllt die Anforderungen an die ökologischen Ziele gemäss GSchV je nach Parameter nicht respektive nur fraglich

Die Anforderungen an die ökologischen Ziele der Gewässerschutzverordnung Anhang 2 (GSchV 1998) wurden im 2021 hinsichtlich des Äusseren Aspektes bei den Parametern der fliessenden Welle fast durchgehend erfüllt. Bei den Parametern der Gewässersohle war die Erfüllung dieser Anforderungen bei einigen Parametern fraglich respektive nicht erfüllt (Tabelle 2). In der Reuss wie auch in der Unteren Lorze haben die festgestellten Beeinträchtigungen der Gewässersohle mit der zum Teil fehlenden Geschiebedynamik (Seeausfluss, Wehranlagen mit Stauhaltungen, Uferverbauungen) sowie mit den eingeleiteten gereinigten Abwässern sowie Entlastungen zu tun. In der Unteren Lorze bei Cham beeinflussen zudem die vielen leeren Schalen der Wandermuscheln (*Dreissena polymorpha*) die Substratbeschaffenheit und Mobilisierbarkeit der Gewässersohle. Im Jahr 2011 wies der Äussere Aspekt ebenfalls meist geringe und nur wenige Beeinträchtigungen auf.

Tab. 2: Äusserer Aspekt pro Messstelle im Fließverlauf der Mittelland-Reuss und Unteren Lorze im Jahr 2021.

Dargestellt sind die Parameter der fliessenden Welle und der Gewässersohle gemäss BAFU (2007a). Für die Darstellung wird jeweils die schlechteste Bewertung pro Messstelle herangezogen.

	Fließende Welle				Gewässersohle							
	Trübung	Verfärbung	Geruch Wasser	Schaum	Abfälle	Geruch Sediment	Verschlämmung	Abfälle Siedlungsentwässer.	Heterotropher Bewuchs	Eisensulfid	Kolmation	
Erfüllung GSchV (1998)												
 Klasse 1 Anforderungen erfüllt												
 Klasse 2 Erfüllung der Anforderungen fraglich												
 Klasse 3 Anforderungen nicht erfüllt												
REU_013 (Reussegg)												
REU_020 (Emmenbrücke-Rathausen)												
REU_030 (Gisikon-Honau)												
REU_040 (Chamau)												
REU_050 (Merenschwand-Ottenbach)												
REU_060 (Rottenschwil)												
REU_080 (Bremgarten, unterh. KW)												
REU_081 (Bremgarten, oberh. ARA)												
REU_110 (Göslikon)												
REU_121 (Gnadental)												
REU_130 (Mellingen)												
REU_150 (Birmenstorf)												
ULO_010 (Cham)												
ULO_020 (Hagendorn RW-Strecke)												
ULO_021 (Hagendorn UW-Kanal)												
ULO_031 (Maschwanden)												

4.2 Pflanzlicher Bewuchs

Algen prägten den pflanzlichen Bewuchs der Reuss sowie Algen und Wasserpflanzen jenen der Unteren Lorze

Makroskopische Eindruck der Unteren Lorze deutlich stärker als in der Reuss durch fädige Algen geprägt

Der pflanzliche Bewuchs bestand im Jahr 2021 bei den Messstellen der Reuss vor allem aus Algen (39 Taxa, Gattungen oder Arten, ohne Kieselalgen) und bezüglich Deckung nur zu geringen Anteilen aus submersen Moosen (sieben Arten) und Wasserpflanzen (fünf Arten). Bei den Messstellen der Unteren Lorze hingegen war der pflanzliche Bewuchs durch Algen (zehn Taxa, Gattungen oder Arten, ohne Kieselalgen) und Wasserpflanzen (zwei Arten) gekennzeichnet. Submerse Moose (zwei Arten) kamen wie auch in der Reuss nur mit geringen Anteilen vor.

Die Algen bedeckten im Jahr 2021 mit unterschiedlichen Wuchsformen (krustig, häutig, fädig, epiphytischer Aufwuchs) die Gewässersohle der Reuss und Unteren Lorze. Die Algenbewuchsdichte erreichte bei den meisten Transektstellen der Reuss die Bewuchsdichte 2 (Ansätze von Fäden und Zotten). Die Untere Lorze wurde vergleichsweise deutlich stärker durch die fädigen Algen geprägt. So traten überall gut ausgebildete Fäden und Zotten auf und bei Hagendorn im Unterwasser-Kanal (ULO_021_3) war fast die ganze Gewässersohle mit fädigen Grünalgen bedeckt (Abbildung 2). An dieser Stelle erachten wir dies als Wucherung von Algen (Veralgung), so dass die Anforderungen an die Fließgewässer gemäss Anhang 2 der Gewässerschutzverordnung (GSchV 1998) nicht erfüllt wurden. Im Jahr 2011 waren die Algenbewuchsdichten der Reuss stärker und jene der Unteren Lorze weniger stark ausgeprägt. Möglicherweise hat das ungewöhnliche Winterhochwasser von Ende Januar 2021 die Algenbewuchsdichte in der Reuss stark dezimiert.

In der Reuss wiesen die fädigen Algen *Cladophora glomerata* (Grünalge, Abbildung 3) und *Vaucheria sp.* (Gelbgrünalge, Abbildung 3) im gesamten Fließverlauf, wenn überhaupt, dann nur eine sehr geringe Deckung der Gewässersohle von < 10 % auf. Auffällig und oft kamen dafür die Krustenalgen *Hildenbrandia rivularis* (Rotalge, Abbildung 3) und *Heribaudiella fluviatilis* (Braunalge) vor. Die

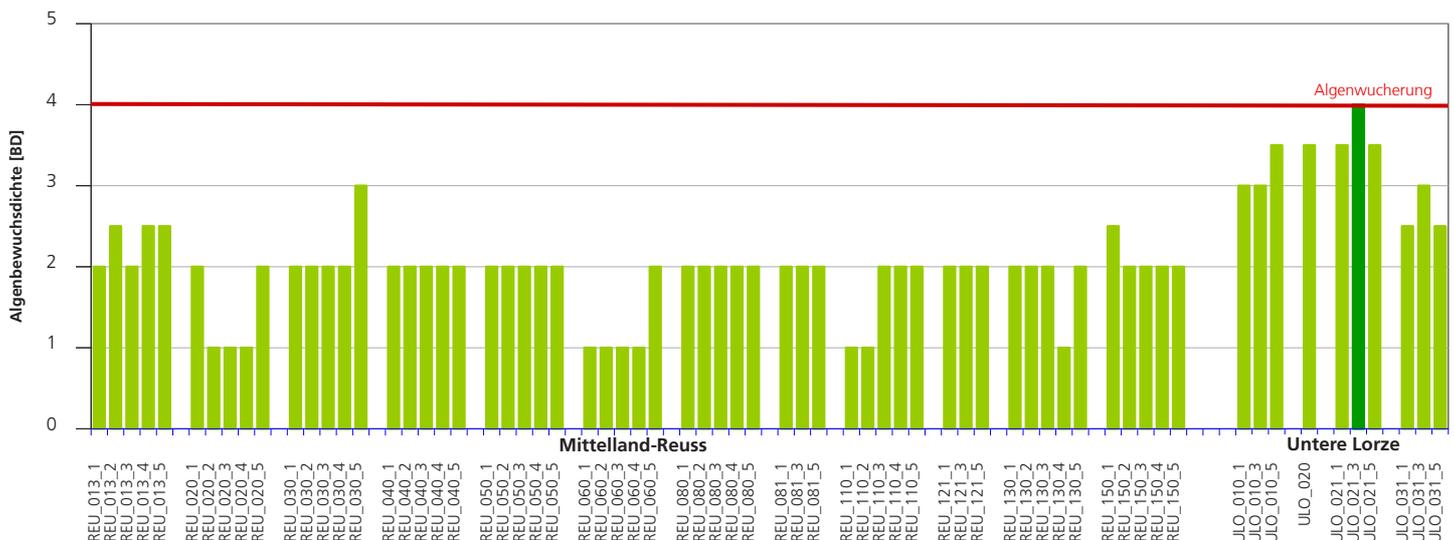


Abb. 2: Algenbewuchsdichte pro Transektstelle der Mittelland-Reuss und Unteren Lorze im Jahr 2021 im Fließverlauf.

Bewuchsdichte (BD) gemäss Thomas & Schanz (1976): BD0: Kein Bewuchs, BD1: Krustenalgen, BD2: Ansätze von Fäden und Zotten, BD3: gut ausgebildete Fäden und Zotten, BD4: Gewässersohle zum grössten Teil mit Algen bedeckt, BD5: ganzer Bachgrund mit Algen bedeckt, Konturen der Steine nicht mehr sichtbar. Rote Linie: Ab Bewuchsdichte ≥ 4 liegt eine atypische Veralgung vor (Algenwucherung gemäss Anhang 2 der Gewässerschutzverordnung (GSchV 1998)). Transektstellen, bei welchen dies zutrifft, sind dunkelgrün eingefärbt. Bezeichnungen Transektstellen: 1: Ufer links, 2: Mitte links, 3: Mitte, 4: Mitte rechts, 5: Ufer rechts.



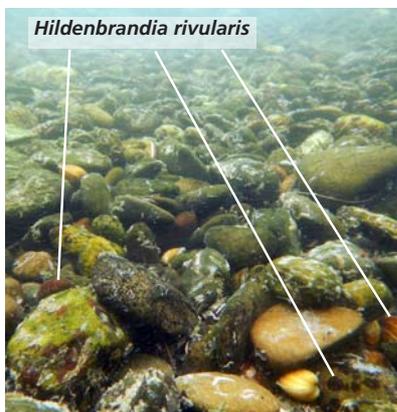
Ansätze von Fäden der Grünalge *Cladophora glomerata* bei einem Deckungsgrad von 1-10 % an Stelle REU_110_4. Bild Hydra AG.



Mit einem Deckungsgrad von 50-75 % an der Stelle ULO_021_3 wird die Grünalge *C. glomerata* als Störzeiger eingestuft. Bild Hydra AG.



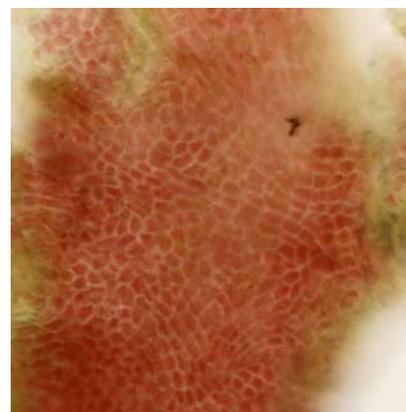
Mikroskopisches Bild der fädigen Grünalge *Cladophora glomerata*. Bild AquaPlus AG.



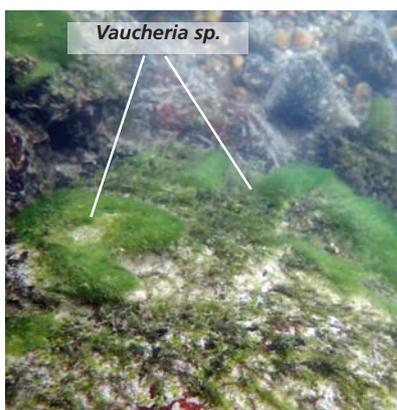
Regelmässiges Vorkommen der Rotalge *Hildenbrandia rivularis* in der Reuss, wie hier an Stelle REU_050_2. Bild Hydra AG.



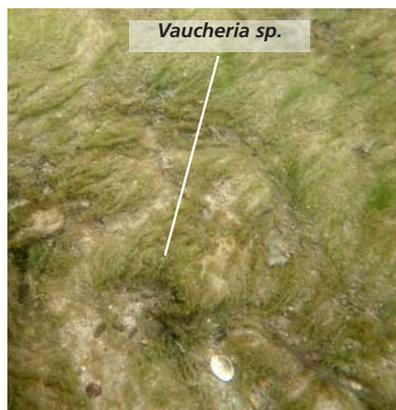
Das Vorkommen von *Hildenbrandia rivularis* ist ein Hinweis auf eine stabile Sohle respektive fehlenden Geschiebetrieb. Bild AquaPlus AG.



Mikroskopisches Bild der Krustenalge *Hildenbrandia rivularis*. Bild AquaPlus AG.



Regelmässiges Vorkommen der fädigen Gelbgrünalge *Vaucheria sp.* bei einem Deckungsgrad von 11-25 % an Stelle REU_030_5. Bild AquaPlus AG.



Mit einem Deckungsgrad von 50-75 % an Messstelle ULO_020 wird die Gelbgrünalge *Vaucheria sp.* als Störzeiger eingestuft. Bild Hydra AG.



Mikroskopisches Bild der fädigen Gelbgrünalge *Vaucheria sp.* Bild AquaPlus AG.

Abb. 3: Exemplarische Zusammenstellung des pflanzlichen Bewuchses an den Transektstellen der Mittelland-Reuss und Unteren Lorze im Jahr 2021.

Unterwasseraufnahmen der Gewässersohle sowie makroskopische und mikroskopische Aufnahmen der fädigen Grünalge *Cladophora glomerata*, der krustigen Rotalge *Hildenbrandia rivularis* und der fädigen Gelbgrünalge *Vaucheria sp.*

4.3 Kieselalgen

Die gebietsfremde Art *Achnanthydium delmontii* dominierte die Lebensgemeinschaften der Kieselalgen

Insgesamt wurden an den 60 untersuchten Transektstellen der Reuss und Unteren Lorze 179 Kieselalgentaxa nachgewiesen. In der Reuss traten pro Transektstelle im Mittel 28 Taxa auf (von zehn bis 49 Taxa) und in der Unteren Lorze im Mittel 30 Taxa (21 bis 42 Taxa). Für diese gemäss den Erwartungen für Flüsse eher unterdurchschnittliche Artenvielfalt, ist vermutlich die gebietsfremde Kieselalgenart *Achnanthydium delmontii* verantwortlich (siehe Abschnitt Neophyta), welche dominierend auftrat.

In der Reuss waren die häufigsten Taxa *Achnanthydium delmontii*, *A. pyrenaicum* und *A. minutissimum* var. *minutissimum*. Von den Hauptarten der Reuss bevorzugte nur *Achnanthydium pyrenaicum* sehr sauberes und weitgehend unbelastetes Wasser. Alle weiteren im Untersuchungsgebiet vorkommenden Hauptarten, mit Ausnahme von *Amphora pediculus* sind typisch für mehrheitlich gering bis mittel nährstoffbelastete Fließgewässer der Schweiz. *Amphora pediculus* hingegen toleriert höhere organische Belastungen und Nährstoffkonzentrationen. Keine der vorkommenden Hauptarten der Unteren Lorze bevorzugt sehr sauberes und weitgehend unbelastetes Wasser. Alle im Untersuchungsgebiet vorkommenden Hauptarten, mit Ausnahme von *Amphora pediculus* und *Sellaphora nigri* sind typisch für mehrheitlich gering bis mittel nährstoffbelastete Fließgewässer der Schweiz. *Amphora pediculus* hingegen toleriert höhere Nährstoffkonzentrationen und *Sellaphora nigri* gar hohe organische Belastungen.

Die Verbreitung des Neophyten *Achnanthydium delmontii* erfolgt in der Schweiz seit rund zehn Jahren sehr erfolgreich. So besiedelt heute das Taxon fast alle Fließgewässer des Mittellandes. In grossen Flüssen dominiert das Taxon wie in der Reuss auch die Lebensgemeinschaft der Kieselalgen mit enorm hohen Anteilen

Insgesamt traten in der Reuss und in der Unteren Lorze sechs gebietsfremde Arten auf (Abbildung 4). Ein für die Schweiz als gebietsfremd eingestuftes Taxon, welches in der Reuss und in der Unteren Lorze im Jahr 2021 dominierend vorkam, ist *Achnanthydium delmontii*. Die Art kam in der Reuss überall mit Anteilen von rund 10 % bis fast 90 % vor (Mittelwert: 61.8 %). *A. delmontii* kam auch an der Unteren Lorze vor, aber deutlich weniger dominierend. Die gebietsfremde Art *A. delmontii* dürfte für Mensch, Nutztiere und Infrastruktur keine Probleme geben. Das Taxon beeinflusst aber die Artenvielfalt in einem Fließgewässer sehr

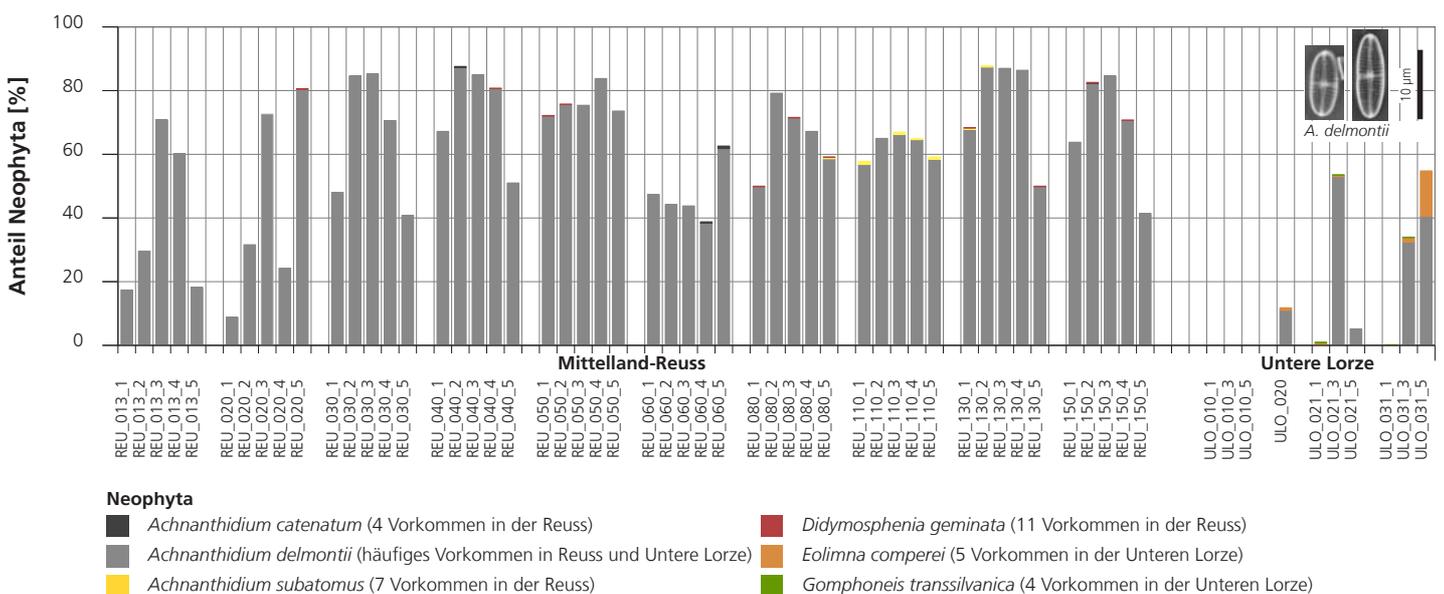


Abb. 4: Anteil Neophyta pro Transektstelle der Mittelland-Reuss und Unteren Lorze im Jahr 2021 im Fließverlauf. Anteil Neophyta in Prozent an der gesamten Kieselalgen-Lebensgemeinschaft (100 % = 500 Schalen). Bezeichnungen Transektstellen: 1: Ufer links, 2: Mitte links, 3: Mitte, 4: Mitte rechts, 5: Ufer rechts.

stark, indem es mit den hohen Zelldichten andere (auch standortgerechte) Arten verdrängt (AquaPlus 2020). Bis auf *Eolimna comperei* kamen alle weiteren gebietsfremden Arten nur mit sehr geringen Anteilen vor.

Biologisch indizierte
Wasserqualität «gut»
resp. «sehr gut»

Sämtliche untersuchte Transektstellen der Reuss befinden sich im Jahr 2021 in der Zustandsklasse «gut» respektive «sehr gut» und erfüllen somit hinsichtlich DI-CH Wert die ökologischen Ziele der Gewässerschutzverordnung Anhang 1 (GSchV 1998). Betrachtet man die indizierten Verhältnisse hinsichtlich DI-CH Wert (Mittelwert Transektstellen) im Fliessverlauf, so sind die obersten Messstellen der Reuss bei Reussegg und Emmenbrücke-Rathausen mit 2.9 respektive 3.1 durch die tiefsten DI-CH Werte gekennzeichnet (Abbildung 5 oben). Bei der Messstelle Emmenbrücke-Rathausen (REU_020) ist bei den beiden linken Transektstellen der Einfluss der kleinen Emme erkennbar. Im weiteren Fliessverlauf bewegt sich der DI-CH Wert über die Messstellen hinweg in einem ähnlichen Bereich (um DI-CH 3.5). Einzig die Messstelle bei Rottenschwil (REU_060) wies mit 3.8 im Mittel einen höheren DI-CH Wert auf, bedingt durch die hier vorherrschenden Gegebenheiten (Feinsediment, grössere Wassertiefe, geringere Strömung). Die Verschlechterung der biologisch indizierten Wasserqualität ab der Messstelle Gisikon-Honau (REU_030) dürfte vermutlich durch die gereinigten Abwässer der grösseren Kläranlagen ARA Region Luzern, ARA Papierfabrik Perlen sowie ARA Rontal bedingt sein. Die gereinigten Abwässer weiterer Kläranlagen im Fliessverlauf dürften dazu beitragen allfällige Selbstreinigungseffekte der Reuss wieder auszugleichen. Die DI-CH Werte der Unteren Lorze bewegten sich im Jahr 2021 zwischen 3.6 und 4.2, was der Zustandsklasse «gut» entspricht. Alle Transektstellen erfüllten hinsichtlich DI-CH Wert die ökologischen Ziele der Gewässerschutzverordnung Anhang 1 (GSchV 1998). Im Vergleich zu 2011 sind die Messstellen der Reuss im Jahr 2021 durch schlechtere DI-CH Werte gekennzeichnet. Die leichte Verschlechterung des DI-CH Wertes ist grösstenteils nicht durch eine Verschlechterung der Wasserqualität bedingt, sondern lässt sich weitgehend durch das extrem häufige Aufkommen der gebietsfremden Kieselagenart *A. delmontii* erklären. Dieses Taxon war im Jahr 2011 noch nicht bekannt und wurde, soweit es damals schon auftrat, zusammen mit einer ökologisch besser eingestufteten Art erfasst. Die indizierten Verhältnisse der Unteren Lorze bewegen sich in den Jahren 2011 und 2021 in ähnlichen Bereichen.

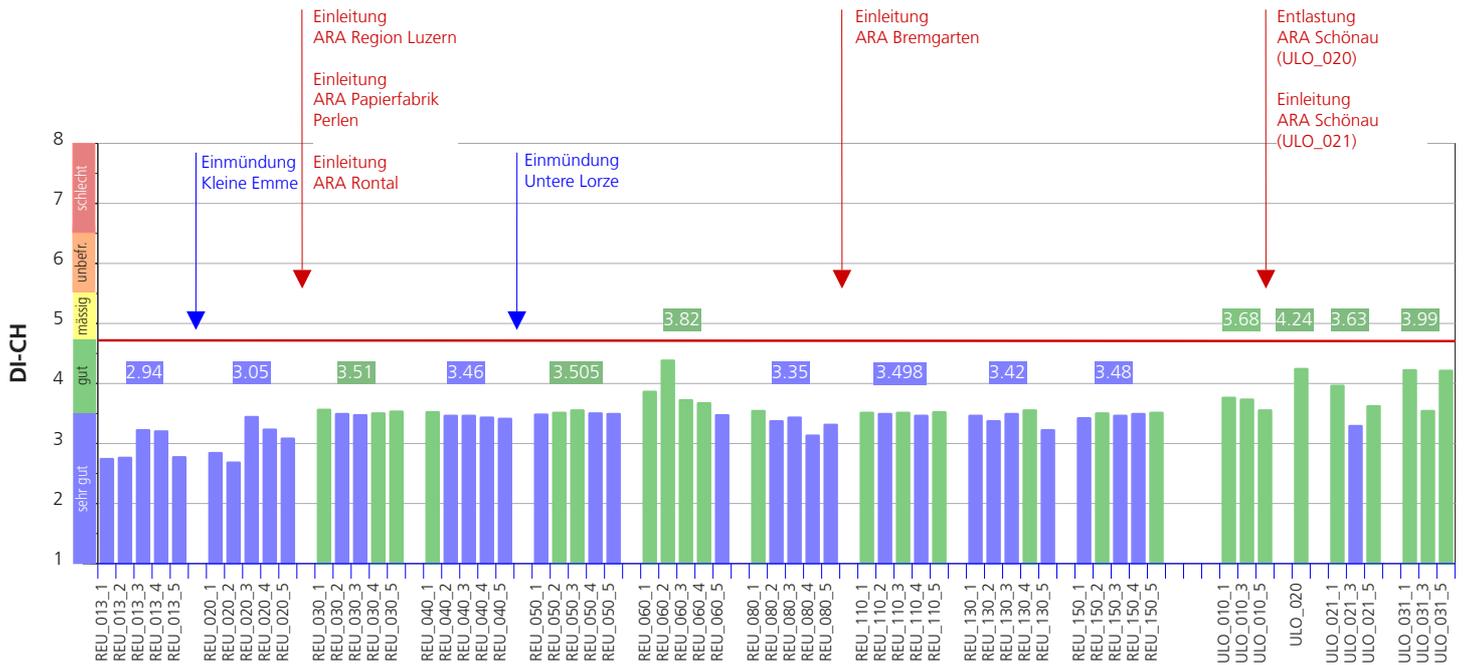
Die gereinigten Abwässer fördern gegenüber Stoffbelastungen tolerante Arten

Untere Lorze stärker belastet

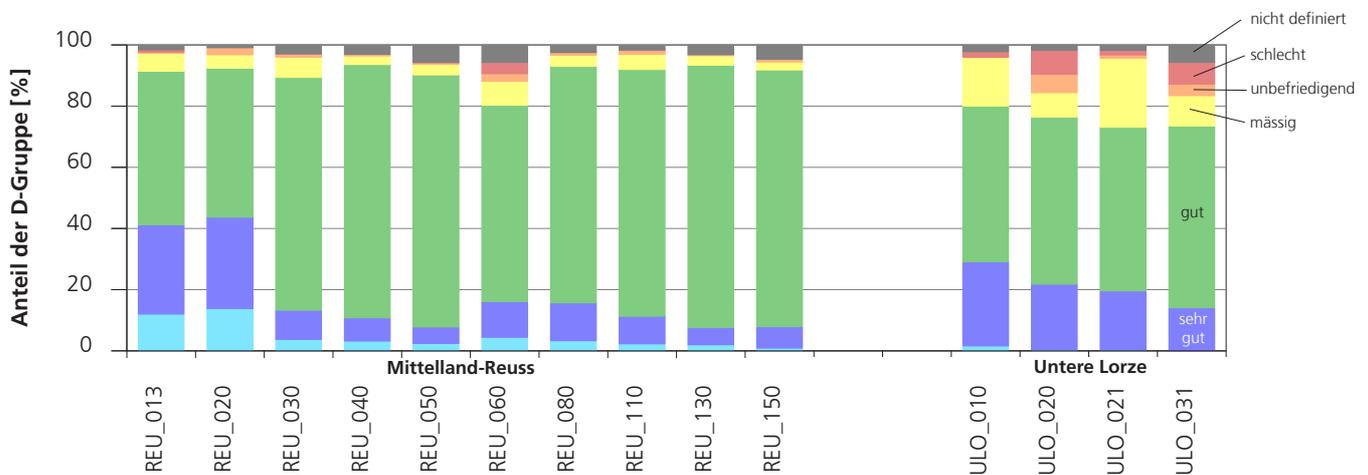
Die Lebensgemeinschaften wiesen auf Ebene der D-Gruppen im Fliessverlauf erkennbare Änderungen auf (Abbildung 5 unten). Die D-Gruppen illustrieren die Belastungssituation im Fliessverlauf noch prägnanter wie der Indexwert DI-CH. Die gereinigten Abwässer bewirkten offenbar in der Reuss ab der Messstelle Gisikon-Honau (REU_030) eine erkennbare Verschiebung der Artenzusammensetzungen. In der Unteren Lorze fielen die Anteile der D-Gruppen «mässig», «unbefriedigend» und «schlecht» im Vergleich zu jenen der Reuss deutlich höher aus.

Standortgerechtigkeit nicht gegeben

In der Reuss und in der Unteren Lorze traten keine standortgerechten Kieselalgen-Lebensgemeinschaften auf. Grund für die nicht Erfüllung der Standortgerechtigkeit ist der hohe Anteil der gebietsfremden Kieselalge *Achnanthydium delmontii* sowie der zu kleine Anteil an sehr nährstoffsensiblen Arten (D-Wert < 2.5).



Biologisch indizierte Wasserqualität DI-CH gemäss BAFU (2007b)



D-Gruppen mit Angabe der D-Wertbereiche gemäss BAFU (2007b)



Abb. 5: Kiesalgen-Indexwerte DI-CH pro Transektstelle und Darstellung der D-Gruppen pro Messstelle (Mittelwerte Transektstellen) der Mittelland-Reuss und Unteren Lorze im Jahr 2021 im Fließverlauf.

Oben: Kiesalgen-Indexwerte DI-CH. Die Farbskala bei der Y-Achse entspricht den Zustandsklassen gemäss BAFU Modul Kiesalgen (BAFU 2007b). Rote Linie: Ab einem DI-CH von ≥ 4.5 , werden die ökologischen Ziele der Gewässerschutzverordnung Anhang 1 nicht mehr erfüllt (GSchV 1998). Blaue Pfeile: Einmündungen grösserer Zuflüsse in die Reuss. Rote Pfeile: Einleitungen von gereinigtem Abwasser grösserer Kläranlagen in die Reuss und die Untere Lorze (dargestellt sind nur Kläranlagen $> 25'000$ EW, die Lage weiterer Kläranlagen und deren Einwohnerwerte EW ist in Abbildung 1 ersichtlich). Bezeichnungen Transektstellen: 1: Ufer links, 2: Mitte links, 3: Mitte, 4: Mitte rechts, 5: Ufer rechts.

Unten: Anteile der D-Gruppen. Die Farben und Bezeichnungen entsprechen den Zustandsklassen gemäss BAFU Modul Kiesalgen (BAFU 2007b).

4.4 Makrozoobenthos

Die Besiedlungsdichte des Makrozoobenthos war im Jahr 2021 fast durchgehend niedriger als noch im Jahr 2011 (Abbildung 9), allerdings ist dies meist auf einen Rückgang von Zweiflüglern (Dipteren), Wenigborstern (Oligochaeten), Krebstieren (Crustacea, hauptsächlich laubfressende Amphipoden) und Muscheln (Bivalvia) zurückzuführen. Einige Vertreter dieser Gruppen leben überwiegend in Feinsedimenten. Das ungewöhnliche Winterhochwasser vom Januar 2021 könnte hier zu einem kurzfristigen Verlust an Habitaten geführt haben.

Gegenüber 2011 kein Rückgang der Dichten von EPT-Taxa in der Mittelland-Reuss, dafür starker Rückgang in der Unteren Lorze

Bei den EPT-Taxa (Ephemeroptera, Plecoptera, Trichoptera) kam es in der Mittelland-Reuss zu leichten Verlagerungen der Schwerpunkte. So gingen Steinfliegen (Plecoptera) insgesamt zurück, Eintagsfliegen (Ephemeroptera) und Köcherfliegen (Trichoptera) konnten im Mittel zugewinnen. In der Unteren Lorze hingegen haben sowohl die Bestandesgrößen als auch die Dichten von EPT-Taxa stark abgenommen. Ursächlich hierfür ist vor allem die stärkere Degradierung der Unteren Lorze bezüglich Morphologie und deren Geschiebedefizit.

Einfluss des Stauwurzelbereiches Rottenschwil sowie des Vierwaldstätter- und des Zugersees auf die Grossgruppenzusammensetzung

Die Betrachtung der Grossgruppen-Zusammensetzung aller Messstellen (Mittelwert Transektstellen) im Jahr 2021 zeigt, dass die unterschiedlichen Flusskompartimente in der Mittelland-Reuss oft sehr unterschiedlich besiedelt sind (Abbildung 6). Die Unterschiede lassen sich durch die lokalen Begebenheiten erklären. Die Messstelle bei Rottenschwil (REU_060) liegt im Stauwurzelbereich des Kraftwerkes Zufikon und ist von Sand und Schluff dominiert. Der hohe Anteil an Feinsediment spiegelt sich in den folgenden Grossgruppen wieder: Muscheln (Bivalvia), Schnecken (Gastropoda) und Wenigborster (Oligochaeta). Insbesondere in der Nähe der Seeausflüsse ist der Anteil an Muscheln und bei der Messstelle REU_130

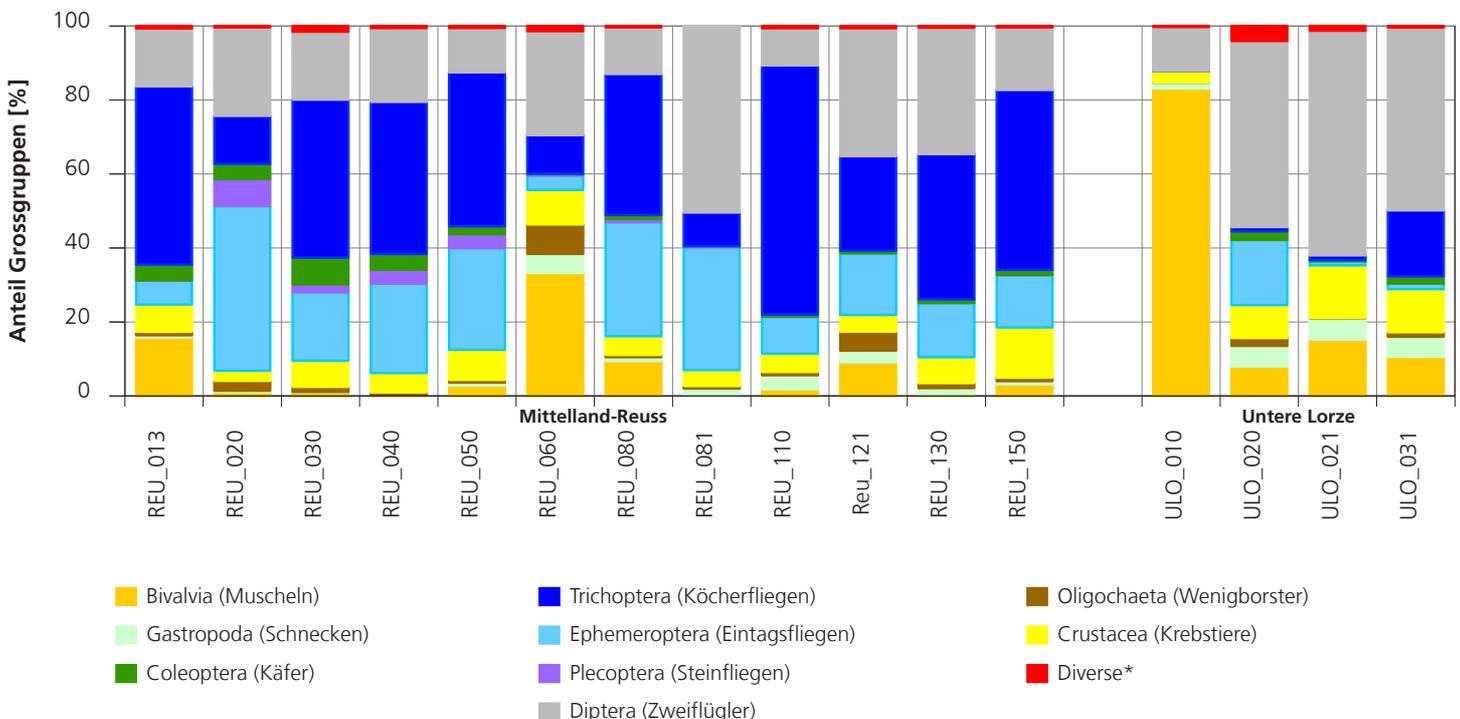


Abb. 6: Individuendichten und Zusammensetzung des Makrozoobenthos pro Messstelle (Mittelwerte Transektstellen) der Mittelland-Reuss und Unteren Lorze im Jahr 2021 im Fließverlauf. Zusammensetzung Makrozoobenthos getrennt nach Organismengruppe. *Diverse = Turbellaria (Strudelwürmer), andere Insekten und weitere Taxa.

Gegenüber 2011 reduzierte Artenzahlen in der Unteren Lorze, kein Rückgang in der Mittelland-Reuss

der Anteil an netzbauenden Köcherfliegen erhöht, wobei das aus den Seen verdriftete Plankton als Nahrungsquelle das Vorkommen der Filtrierer fördert.

Im Gegensatz zu den Besiedlungsdichten sind die Artenzahlen in der Mittelland-Reuss im Durchschnitt gegenüber 2011 nicht zurückgegangen (Abbildung 7). Die geringsten Artenzahlen ergaben sich 2021 bei der Messstelle REU_081 (oberhalb ARA, 2011 wurde die Messstelle noch nicht untersucht). Als Ursache kommt vor allem die sehr starke Strömung in Frage, die das Substrat am linken Ufer immer wieder umlagert. Der schmale, meist langsam durchflossene Streifen am rechten Ufer könnte je nach Wasserführung plötzlich kräftig durchspült werden oder auch trocken fallen. Die restliche Sohle war dort nicht beprobbar. In der Unteren Lorze haben die Artenzahlen hingegen im Vergleich zu 2011 mit Ausnahme der Messstelle ULO_031 abgenommen. Dies vor allem bei den Grossgruppen Schnecken (Gastropoden), Muscheln (Bivalvia) und Käfer (Coleoptera). Der Rückgang ist hauptsächlich direkt unterhalb des Zugersees (ULO_010) und in der Restwasserstrecke (ULO_020) am deutlichsten.

Stark potamalasierender Einfluss der Seeausflüsse und des Stauwurzelbereiches Rottenschwil - besonders ausgeprägt in der Unteren Lorze

Das Makrozoobenthos wurde an den meisten Messstellen deutlich von rithral orientierten Arten geprägt. Zu beobachten war jedoch ein stark potamalasierender Einfluss der Seeausflüsse (Vierwaldstättersee und Zugersee) und des Stauwurzelbereiches Rottenschwil (REU_060). Besonders ausgeprägt war dieser Einfluss an der Messstelle ULO_010 der Unteren Lorze, wo so gut wie keine rithralen und 40 % litorale Arten vorkamen. Auch die in der Benthosbiozönose vertretenen Ernährungstypen lassen Schlüsse auf die im Gewässer vorkommenden ökologischen Bedingungen zu. In der Mittelland-Reuss dominierten deutlich die Weidegänger und Detritusfresser. Gegenüber 2011 haben die Weidegänger an fast allen Messstellen zugenommen. Dies könnte mit dem durch das Winterhochwasser reduzierten Algenbewuchs und dem Aufkommen von Neophyten (Kieselalgen) zusammenhängen. Deutlicher ist die Zunahme von aktiven Filtrieren, welche 2011 kaum eine Rolle spielten. Am ausgeprägtesten ist dies bei der Messstelle bei Cham (ULO_010), unterhalb des Seeausflusses aus dem Zugersee, erkennbar. Dies steht in engem Zusammenhang mit dem dominanten Vorkommen der neozischen Muschelarten *Dreissena polymorpha* und *Corbicula fluminea*.

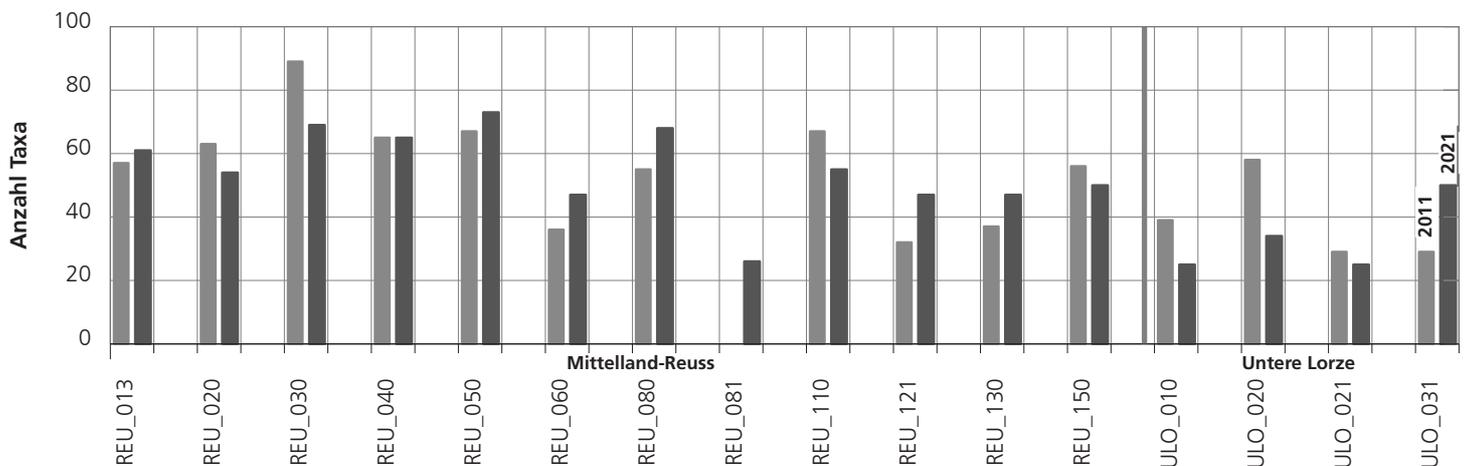


Abb. 7: Taxazahlen des Makrozoobenthos pro Messstelle (Mittelwerte Transektstellen) der Mittelland-Reuss und Unteren Lorze im Jahr 2011 und 2021 im Fließverlauf.

Taxazahlen pro Messstelle Jahr 2011 (hellgrau) und 2021 (dunkelgrau). REU_081 keine Probenahme im Jahr 2011 erfolgt.

Neozoen spielen meist noch eine untergeordnete Rolle - Situation wird sich aber voraussichtlich verschlechtern

In der Reuss und der Unteren Lorze sind diverse Neozoen bereits seit vielen Jahren etabliert (Abbildung 8, Abbildung 9). Im Rahmen des diesjährigen Monitorings sind allerdings neue Arten hinzugekommen und bereits 2011 etablierte Arten konnten sich weiter ausbreiten. Neu hinzugekommen sind drei Crustaceen-Arten (*Crangonyx pseudogracilis*, *Jaera istri* und *Limnomysis benedeni*), womit 2021 insgesamt zwölf Neozoen-Arten nachgewiesen werden konnten. Die 2011 noch nur vereinzelt vorkommende Körbchenmuschel *Corbicula fluminea* hat sich mittlerweile ausgebreitet und an vielen Messstellen *Dreissena polymorpha* als die bis dahin häufigste gebietsfremde Muschel verdrängt. Die sich in der Schweiz in Ausbreitung befindliche stark invasive Quagga-Muschel (*Dreissena rostriformis*) wurde weder in der Mittelland-Reuss noch in der Unteren Lorze gefunden. Hinsichtlich der Wasserwirbellosen spielen Neozoen insgesamt in der Mittelland-Reuss noch keine dominierende Rolle. Aufgrund der Erfahrung im Rahmen von Monitoring-Projekten anderer grosser Flüsse in der Schweiz dürften hier zukünftig zunehmende negative Auswirkungen zu erwarten sein. Dies betrifft vor allem die weitere Ausbreitung von *Dikerogammarus villosus*, der in anderen Flüssen bereits grosse Schäden an der heimischen Fauna verursacht hat.

Im Rahmen der Untersuchung des Jahres 2021 wurden insgesamt zehn Arten der Roten Listen bedrohter Tierarten der Schweiz gefunden. Gegenüber 2011 ist das ein Anstieg im Nachweis von Rote Liste Arten. Jedoch ist zu berücksichtigen, dass sich im Vergleich zu 2011 der Gefährdungsstatus einiger Arten geändert hat. Neu nachgewiesen wurden die Eintagsfliegenlarve *Ephemerella notata* (CR, vom Aussterben bedroht) an zwei Messstellen und die Schnecke *Bithynia leachii* (EN, stark gefährdet) an einer Messstelle. Nur durch Exuvienfunde bestätigt werden konnte das Vorkommen der Grünen Flussjungfer *Ophiogomphus cecilia* (EN) an drei Messstellen.

Gewässergüte nach Saprobienindex in der gesamten Mittelland-Reuss und der Unteren Lorze «gut»

Der Saprobienindex als Indikator für die organische Belastung eines Fließgewässers anhand der Benthosbesiedlung gibt für alle Messstellen der Mittelland-Reuss und der Unteren Lorze sowohl beim Monitoring 2011 als auch 2021 den Zustand «gut» an. Allerdings hat sich gegenüber 2011 die Saprobie an den meisten Messstellen leicht erhöht und erreicht somit bei einigen Transekten nur noch knapp die Kategorie «gut». Auffällig ist dies insbesondere bei der Messstelle Reussegg (REU_013) unterhalb des Seeausflusses des nährstoffarmen Vierwaldstättersees. Während der DI-CH hier den geringsten Wert anzeigt, indiziert das Zoobenthos hinsichtlich Saprobie den zweithöchsten Wert von allen Reuss-Messstellen. Die schlechtere Saprobie dürfte durch den Seeausfluss bedingt sein. Bei der Unteren Lorze machen sich die höhere Trophie des Zugersees im Vergleich zum Vierwaldstättersee sowie die Einleitung der ARA Schönau im Saprobienindex bemerkbar.



Abb. 8: Exemplarische Zusammenstellung der gefundenen Neozoen der Mittelland-Reuss und Unteren Lorze im Jahr 2021.

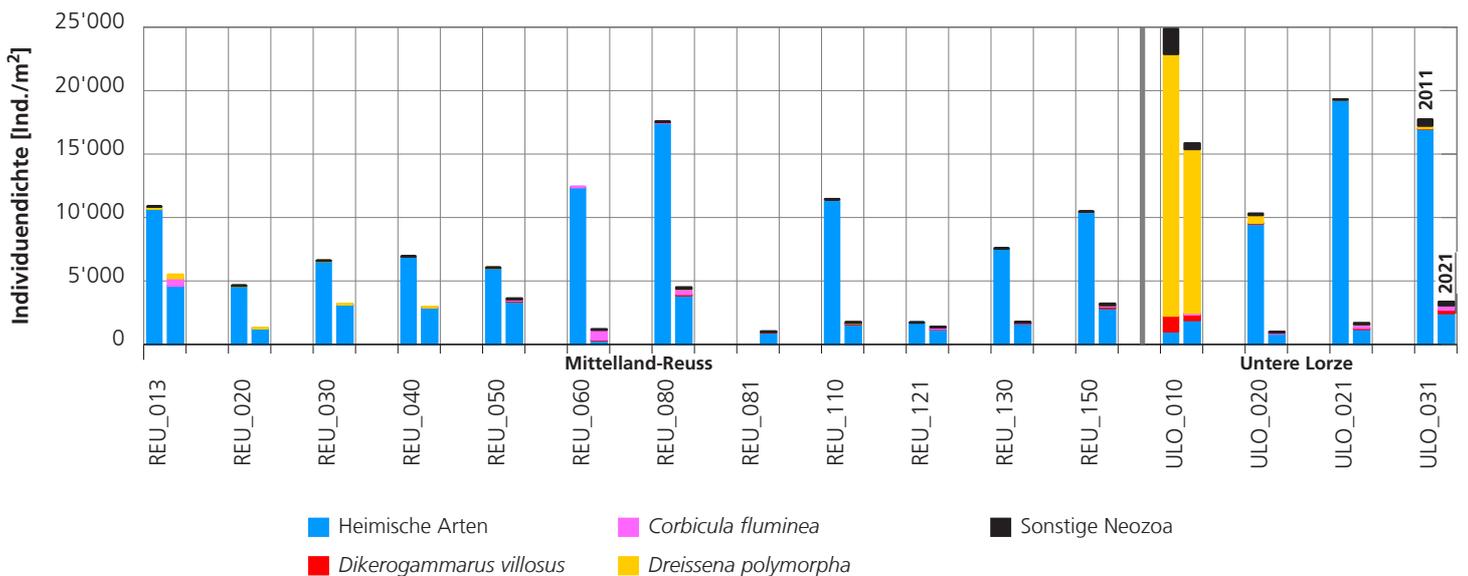


Abb. 9: Individuendichten des Makrozoobenthos pro Messstelle (Mittelwerte Transektstellen) der Mittelland-Reuss und Unteren Lorze im Jahr 2011 und 2021 im Fließverlauf getrennt nach heimischen Arten und wichtigste Neozoenarten. Vergleich der Untersuchungsjahre 2011 (linke Balken) und 2021 (rechte Balken). Sonstige Neozoa: *Jaera sarsi*, *Gammarus roeselii*, *Crangonyx pseudogracilis*, *Limnomysis benedeni*, *Girardia tigrina*, *Branchiura sowerbyi*, *Quistadrilus multisetosus*, *Barbronia weberi*, *Potamopyrgus antipodarum*.

4.5 Umwelt-DNA (eDNA)

Sieben von zwölf gebietsfremden Benthosarten mittels eDNA-Methode nachgewiesen

Die eDNA-Untersuchungen erfolgten an sechs ausgewählten Messstellen der Reuss und Unteren Lorze (Tabelle 1). Die eDNA-Proben wurden mit dem Verfahren des Metabarcodings gezielt auf die Präsenz von 12 gebietsfremden Makrozoobenthosarten und der seltenen einheimischen Schnecke *Theodoxus fluviatilis* sowie der invasiven Schwarzmundgrundel analysiert. Zudem wurde mittels spezifischer PCR die Präsenz der Fischkrankheit PKD getestet. Von den gesuchten 12 gebietsfremden Makrozoobenthosarten wurden sieben mit der eDNA-Methode und acht in den Makrozoobenthos Proben nachgewiesen. Es waren dies die Arten *Branchiura sowerbyi*, *Dikerogammarus villosus*, *Limnomysis benedeni*, *Corbicula fluminea*, *Dreissena polymorpha*, *Haitia acuta/heterostropha* und *Potamopyrgus antipodarum* (Nachweis mittels beider Verfahren) sowie zusätzlich nur in den Makrozoobenthosproben nachgewiesene Art *Barbronia weberi* mit Vorkommen in der Unteren Lorze. Nicht nachgewiesen wurden die gebietsfremden Makrozoobenthosarten *Dugesia tigrina*, *Chelicorophium curvispinum*, *Echinogammarus ischnus*, *Dreissena rostriformis* sowie die in der Roten Liste Schweiz als vom Aussterben bedroht (CR) geführte Schnecke *Theodoxus fluviatilis* (Tabelle 4).

Tab. 4: Zielartenanalyse mittels eDNA und Nachweis Fischkrankheit PKD ausgewählter Messstellen der Mittelland-Reuss und Unteren Lorze im Jahr 2021 im Fliessverlauf.

✓ Gesicherter Nachweis eDNA ✓ Ungesicherter Nachweis eDNA - Kein Nachweis

Links: Zielartenanalyse mittels eDNA und Untersuchung des Makrozoobenthos von Neozoen-Arten (Hirudinea: *Barbronia weberi*; Oligochaeta: *Branchiura sowerbyi*; Turbellaria: *Dugesia tigrina*; Amphipoda: *Chelicorophium curvispinum*, *Dikerogammarus villosus*, *Echinogammarus ischnus*; Mysida: *Limnomysis benedeni*; Bivalvia: *Corbicula fluminea*, *Dreissena polymorpha*, *D. rostriformis*; Gastropoda: *Haitia acuta/heterostropha*, *Potamopyrgus antipodarum*) und der seltenen einheimischen Schnecke *Theodoxus fluviatilis* (Gastropoda).

Rechts: Analyse nur mittels eDNA: Neozoon *Neogobius* sp. (Schwarzmundgrundel, Fisch) und Fischkrankheit PKD.

	Zielartenanalyse mittels eDNA und Makrozoobenthos													Fische	
	<i>Barbronia weberi</i>	<i>Branchiura sowerbyi</i>	<i>Dugesia tigrina</i>	<i>Chelicorophium curvispinum</i>	<i>Dikerogammarus villosus</i>	<i>Echinogammarus ischnus</i>	<i>Limnomysis benedeni</i>	<i>Corbicula fluminea</i>	<i>Dreissena polymorpha</i>	<i>Dreissena rostriformis</i>	<i>Haitia acuta/heterostropha</i>	<i>Potamopyrgus antipodarum</i>	<i>Theodoxus fluviatilis</i>	<i>Neogobius</i> sp.	PKD Proliferative Kidney Disease
REU_013 (Reussegg)	eDNA	-	✓	-	-	-	-	-	✓	✓	-	✓	✓	-	-
	MZB	-	✓	-	-	-	-	-	✓	✓	-	✓	-	-	-
REU_030 (Gisikon)	eDNA	-	✓	-	-	-	-	-	✓	✓	-	✓	✓	-	-
	MZB	-	-	-	-	-	-	-	✓	✓	-	-	✓	-	-
REU_050 (Merenschwand-Ottenbach)	eDNA	-	✓	-	-	-	✓	✓	✓	✓	-	✓	✓	-	-
	MZB	-	-	-	-	✓	✓	✓	✓	-	-	✓	-	-	-
REU_080 (Bremgarten, unterh. KW)	eDNA	-	✓	-	-	✓	✓	✓	✓	-	✓	✓	-	-	-
	MZB	-	-	-	-	✓	-	-	✓	✓	-	✓	✓	-	-
REU_150 (Birmenstorf)	eDNA	-	✓	-	-	✓	✓	✓	-	-	✓	✓	-	-	-
	MZB	-	-	-	-	✓	-	-	✓	✓	-	✓	✓	-	-
ULO_031 (Maschwanden)	eDNA	-	✓	-	-	✓	✓	✓	✓	-	✓	✓	-	-	-
	MZB	✓	✓	-	-	✓	-	-	✓	-	-	✓	✓	-	-

5 Fazit

Gewässersohle
beeinträchtigt

Der **Äussere Aspekt** manifestierte sich vor allem mit Beeinträchtigungen der Gewässersohle. Es handelte sich grösstenteils um leichte bis höchstens mittelstarke Beeinträchtigungen. Die fliessende Welle war bis auf wenig Schaum nicht beeinträchtigt.

Keine offensichtlichen
Anzeichen einer über-
mässigen Eutrophie-
rung in der Reuss, die
vorherrschenden Ver-
hältnisse ermöglichen
aber das Aufkommen
von Störzeigern

Beim **pflanzlichen Bewuchs** ist der makroskopische Eindruck in der Unteren Lorze deutlich stärker als in der Reuss durch fädige Algen geprägt. Im Fliessverlauf der Reuss sind bezüglich der Algen keine offensichtlichen Anzeichen einer übermässigen Eutrophierung ersichtlich. Das Vorkommen von *Vaucheria* sp. und weiteren toleranten Arten ist aber ein deutlicher Hinweis, dass die Verhältnisse in der Mittelland-Reuss das Aufkommen von Störzeigern ermöglicht. Wir gehen davon aus, dass dies ein Effekt der zahlreichen auch grossen Kläranlagen ist. Das häufige Auftreten der krustenförmigen Rotalge *Hildenbrandia rivularis* wie auch der Braunalge *Heribaudiella fluvialis* sind hingegen ein Anzeichen für eine stabile Sohle respektive für eine eingeschränkte Geschiebedynamik in der Reuss. Im Fliessverlauf der Unteren Lorze machten sich die eingeleiteten gereinigten Abwässer der ARA Schönau klar bemerkbar. Die hohe Algenbewuchsdichte und die damit verbunden Folgeprozesse (Mineralisierung, Sedimentation, Kolmation) wie auch das dichte Vorkommen von Störzeigern (Indikationsgruppe C) sind Anzeichen für eine deutliche Eutrophierung der Unteren Lorze.

Anzeichen einer stabili-
len Sohle respektive
eingeschränkte Ge-
schiebedynamik der
Reuss

Deutliche Eutrophie-
rung der Unteren Lor-
ze flussabwärts

Biologisch indizierte
Wasserqualität «gut»
resp. «sehr gut»

Die anhand der **Lebensgemeinschaft der Kieselalgen** biologisch indizierte Wasserqualität weist bei den obersten beiden Messstellen Reussegg und Emmenbrücke-Rathausen die tiefsten DI-CH Werte auf. Im weiteren Fliessverlauf bewegt sich der DI-CH Wert in einem ähnlichen Bereich (um DI-CH 3.5). Die Verschlechterung der biologisch indizierten Wasserqualität ab der Messstelle Gisikon-Honau dürfte durch die gereinigten Abwässer der grösseren Kläranlagen bedingt sein. Die DI-CH Werte der Unteren Lorze waren etwas schlechter wie in der Reuss (3.6 bis 4.2). Die Reuss wie auch die Untere Lorze zeichnet sich durch die Zustandsklassen «gut» und «sehr gut» aus. Sie erfüllen somit hinsichtlich DI-CH Wert die ökologischen Ziele der Gewässerschutzverordnung Anhang 1 (GSchV 1998). Die beiden Gewässer wiesen aber keine standortgerechte Lebensgemeinschaften auf. Grund dafür ist der hohe Anteil der gebietsfremden Kieselalge *Achnanthes delmontii* sowie der zu kleine Anteil an sehr nährstoffsensiblen Arten (D-Wert < 2.5).

Dominanz der gebiets-
fremden Kieselalge
*Achnanthes del-
montii*

Deutlicher Rückgang
der EPT nur in der Un-
teren Lorze zu be-
obachten

Die **Lebensgemeinschaft der Wasserwirbellosen** der Mittelland-Reuss zeigte keinen starken Rückgang der EPT-Taxa, wie er an einigen Flüssen der Schweiz in den letzten Jahren beobachtet wurde. So lagen die Taxazahlen im 2021 im Mittel auf demselben Niveau wie bereits 2011. Insgesamt sollten sowohl Artenzahl und Dichten für einen entsprechenden Fluss bereits 2011 etwas höher sein. In der Unteren Lorze war der Zustand deutlich schlechter. Hier haben insbesondere Taxazahlen und Dichten von EPT-Taxa stark abgenommen. Ursächlich dafür ist die starke Degradierung des Fliessgewässers, welche sich u.a. durch die Kolmatierung der Sohle und einem fast flächendeckendem Bewuchs mit fädigen Algen zeigt.

Zunahme neozoischer Arten

Die Wasserwirbellosen wurden durch Planktondrift sowohl vom Vierwaldstättersee, als auch des Zugersees beeinflusst. Direkt unterhalb der Seeausflüsse dominierten Filtrierer und der Anteil rheobionter Arten war gering. Unter den Neozoen haben sich im Vergleich zu 2011 insbesondere die Arten *Dikerogammarus villosus* und *Corbicula fluminea* stark ausgebreitet. Nahe des Seeausflusses aus dem Zugersee erreichte *Dreissena polymorpha* durch die Eindrift von deren Veligerlarve hohe Dichten – wie bereits im Jahr 2011. 2021 war der Gesamteinfluss der Neozoen vor allem in der Reuss noch gering, es ist aber damit zu rechnen, dass deren ökologische Bedeutung in Zukunft steigen wird.

eDNA-Analytik ergab nachvollziehbare Resultate

Die **eDNA-Analytik** zeigte sich bei ausreichender analysierter Probenzahl als geeignete Methode, um die Verbreitung einer vorher definierten Artengruppe zu erfassen. Die mit eDNA erhobenen Resultate bedingen somit eine wertvolle Ergänzung der bisherigen MZB-Untersuchungen. Die Methode der eDNA-Analytik eignet sich insbesondere zum Monitoring von einzelnen bereits erwarteten Arten.

Die Erkenntnisse aus der gewässerökologischen Untersuchung zeigen für die Vollzugspraxis in den Bereichen des Gewässer-, Arten- und Hochwasserschutzes sowie für die Wasserwirtschaft Defizite und Handlungsbedarf auf (Tabelle 5). Weitergehende Massnahmen zur Förderung der Geschiebedynamik und der Strömungsvielfalt generell und auch im Bereich der Stauhaltungen sowie der Rückbau der harten Uferverbauungen in Zusammenhang mit Hochwasserschutzmassnahmen (Aufweitungen, Aktivierung von Altarmen und Überflutung ehemaliger Auenlandschaften, etc.) werden die Habitatvielfalt und damit die Lebensgemeinschaften positiv beeinflussen, was insbesondere bei der Bekämpfung der Neobiota und der Verhinderung ihrer Ausbreitung von Bedeutung sein wird.

Tab. 5: Defizit, Handlungsbedarf und Entwicklungspotential der wichtigsten Vollzugsbereiche.

Vollzugsbereich	Defizit	Handlungsbedarf	Entwicklungspotential
Gewässerschutz	Nährstoffeinträge und Mikroverunreinigungen Veralgungen, Schaumbildung	Weitergehende Abwassereinigungsverfahren	Reduktion von Nährstoffeinträgen und Mikroverunreinigungen
Artenschutz	Artenverluste bei Insektenlarven Geringe Vielfalt an ökologischen Nischen Verbreitung von Neobiota	Ursachen klären Revitalisierungen Prävention gegen Einschleppung weiterer Neobiota	Erhalt der Artenvielfalt Förderung ökologischer Nischen Umgang mit Neobiota
Hochwasserschutz	Kanalisierte und kolmatierte Lauf / Sohle Verbauung des Böschungsfusses	Aufweitungen, Geschiebemanagement Uferaufwertungen	Verbindung zu Grundwasser fördern / Schaffung von Lebensraum Förderung ökologischer Nischen
Wasserwirtschaft	Auflandungen im Staubeereich Hohe Wassertemperaturen Geschiebedefizit	Dynamisierung Abfluss, Geschiebemanagement Thermische Nutzungen (Kühlung) Geschiebemanagement	Förderung der Strömungsvielfalt Kaltwasserbereiche fördern (Grundwasseraufstösse, Zuflüsse) Wiederherstellung Geschiebedynamik

6 Literaturverzeichnis

- AquaPlus (2020): Gebietsfremde Algen in der Schweiz. Grundlagen und Situationsanalyse. Bericht. Im Auftrag des Bundesamtes für Umwelt BAFU, Abteilung Arten, Ökosysteme, Landschaften, Bern. 61 Seiten inkl. Anhänge.
- AquaPlus (2021): Fachbericht Biologische Untersuchung Reuss und Untere Lorze 2021. Fachbericht Äusserer Aspekt und pflanzlicher Bewuchs inkl. Kieselalgen. Untersuchungen vom 08. - 19. März 2021. Im Auftrag der Gewässerschutzfachstellen der Kantone Aargau, Luzern, Zug und Zürich. 43 Seiten inkl. Anhänge.
- BAFU (2007a): Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer. Äusserer Aspekt. Umwelt-Vollzug Nr. 07101. Bundesamt für Umwelt, Bern. 43 S.
- BAFU (2007b): Methoden zur Untersuchung und Beurteilung der Fliessgewässer. Kieselalgen Stufe F (flächendeckend). Umwelt-Vollzug Nr. 0740. Bundesamt für Umwelt, Bern. 130 S.
- GIS BAFU (2021): Geografische Informationen. Abgerufen am 15.12.2021 von <https://map.geo.admin.ch>
- GIS Kanton AG (2021): Einwohnerwerte Kläranlagen. Abgerufen am 12.10.2021 von https://www.ag.ch/app/agisviewer4/v1/agisviewer.html?egrid=CH487176397710&basemap=base_landeskarten_sw&thema=176
- GIS Kanton ZH (2021): Einwohnerwerte Kläranlagen. Abgerufen am 12.10.2021 von <https://www.zh.ch/de/umwelt-tiere/wasser-gewaesser/gewaesserschutz/abwasserreinigungsanlagen.html>
- Bleny-Speicher H. (2021): Einwohnerwerte ARA Region Luzern (Buholz) und ARA Rontal. Kanton Luzern, Umwelt und Energie (Uwe), Teamleiterin Abwasser. Mündliche Mitteilung vom 22.10.2021.
- Creto (2019): Reussbericht 2014 - 2018. Fact Sheet 1. Einzugsgebiet der Mittelland-Reuss. Im Auftrag der Gewässerschutzfachstellen der Kantone Aargau, Luzern und Zug. 6 Seiten.
- De Ventura (2020): Konzept Biologische Untersuchung Mittelland-Reuss und Untere Lorze 2021 (Stand 13.11.2020). Departement Bau, Verkehr und Umwelt. Aarau. 6 S.
- Hydra (2017): Methode zur Untersuchung und Beurteilung grosser Fliessgewässer Teil 2: MSK-Bewertungsmethode Makroinvertebraten in grossen Fliessgewässern; Methodenevaluation, Konzeptvorschlag. Stand: 31.01.2018, 115 Seiten.
- Hydra (2021): Biologische Untersuchung der Mittelland-Reuss und Untere Lorze. Fachbericht Makroinvertebraten inkl. Libellen. Untersuchungen vom März 2021. Im Auftrag der Gewässerschutzfachstellen der Kantone Aargau, Luzern, Zug und Zürich. 76 Seiten inkl. Anhänge.
- Keller P. (2021): Einwohnerwerte ARA Schönau. Baudirektion Kanton Zug, Amt für Umwelt, Projektleiter Gewässerschutz. Mündliche Mitteilung vom 20.10.2021.

- LANUV (2009): Benthische Algen ohne Diatomeen und Characeen - Bestimmungshilfe. LANUV-Arbeitsblatt 9. Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen, Recklinghausen. 474 S.
- Thomas, E. A. & Schanz, F. (1976): Beziehungen zwischen Wasserchemismus und Primärproduktion in Fliessgewässern, ein limnologisches Problem. Vjsschr. Natf. Ges. Zürich, 121 (4), 309-317.
- Weber R. C. (2021): Einwohnerwerte ARA Papierfabrik Perlen. Head of corporate communications. Mündliche Mitteilung vom 27.10.2021.