



ARA-Analytik

Merkblatt

Das vorliegende Merkblatt dient als Leitfaden für die Analytik der Abwasserreinigungsanlagen (ARA) im Kanton Luzern. Es bietet Hilfe für die interne Qualitätskontrolle und die Plausibilitätsüberprüfung der Resultate. Das Einlageblatt enthält zudem die zu messenden Parameter gemäss Analytikkonzept 2013 (Stand 2016).

Gesetzliche Anforderungen nach Gewässerschutzverordnung (GSchV)

Die untenstehende Tabelle enthält die Grundanforderungen der GSchV an die Reinigungsleistung der Kläranlagen. Die Anforderungen werden durch den Kanton (Dienststelle uwe) verschärft, wenn die betroffenen Gewässer aufgrund der Abwassereinleitung die Anforderungen an die Wasserqualität nicht erfüllen. Massgebend für die einzelnen Kläranlagen sind daher, neben den in der Tabelle aufgeführten Grundanforderungen, auch die allenfalls verschärften Anforderungen gemäss Einleitbewilligung.

GSchV 28. Oktober 1998 (Stand 1. Januar 2020)

Parameter	ARA-Grösse/Kriterium	Konzentration ^o	Reinigungseffekt*
GUS Gesamte ungelöste Stoffe (Membranfilter 0.45 µm)	unter 10'000 EW	≤ 20 mg/l	
	über 10'000 EW	≤ 15 mg/l	
CSB Chemischer Sauerstoffbedarf	unter 10'000 EW	≤ 60 mg/l O ₂	≥ 80 % (≥ 70 % ab VKB)
	über 10'000 EW	≤ 45 mg/l O ₂	≥ 85 % (≥ 77.5 % ab VKB)
BSB ₅ Biochemischer Sauerstoffbedarf (mit Nitrifikationshemmer)	wenn die BSB-Konzentration im Abwasser nachteilige Auswirkungen auf die Wasserqualität eines Fließgewässers hat	unter 10'000 EW	≥ 90 % (≥ 85 % ab VKB)
		über 10'000 EW	
DOC Gelöster organischer Kohlenstoff	über 2'000 EW	≤ 10 mg/l	≥ 85 % (bez. TOC) (≥ 77.5 % bez. TOC ab VKB)
Durchsichtigkeit (nach Snellen)		≥ 30 cm	
NH ₄ -N Ammonium-Stickstoff (inkl. NH ₃ -N)	wenn die Ammoniumkonzentration im Abwasser nachteilige Auswirkungen auf die Wasserqualität eines Fließgewässers hat (bei Abwassertemperatur über 10°C)	≤ 2 mg/l N	≥ 90 % (bez. Kj-N) (≥ 83.1 % bez. NH ₄ -N) (≥ 85.3 % bez. NH ₄ -N ab VKB)
NO ₂ -N Nitrit-Stickstoff (Richtwert)		≤ 0.3 mg/l N	
AOX Adsorbierbare organische Halogenverbindungen		≤ 0.08 mg/l X	
Ges.-P Gesamtphosphor	- über 10'000 EW - im Einzugsgebiet von Seen - bei Fließgewässern wo nötig	≤ 0.8 mg/l P	≥ 80 % (≥ 77.5 % ab VKB)
Ges.-N Gesamtstickstoff	Es muss soviel Stickstoff wie möglich eliminiert werden. Bauliche Anpassungen sind vorzunehmen, soweit dies mit geringem Aufwand möglich ist.		

^o Konzentration im Ablauf

*Reinigungseffekt bezüglich Rohabwasser (in Klammer umgerechnet für Probenahme nach VKB)



Probenahme und Aufbewahrung

Es müssen mengenproportionale 24h-Sammelproben, in einem gekühlten Probenehmer (1 bis 5 °C), erhoben werden. Durch die Kühlung verlangsamen sich bakterielle Prozesse stark. Die Proben sollen innerhalb von 24 Stunden analysiert werden. Eine Konservierung (auch durch Tiefkühlung) der Proben ist nicht zulässig, da grosse Veränderungen auftreten können. Bei Online- und Probenahmegeräten sind die Schläuche regelmässig zu reinigen und zu ersetzen (Bildung eines Biorasens).



Analyse im Rohabwasser oder im vorgeklärten bzw. abgesetzten Abwasser?

Der Reinigungseffekt nach GSchV basiert auf einer Analyse des Rohabwassers. Für die Kontinuität der Auswertungen und die Betriebsführung und -optimierung ist es sinnvoller, weiterhin die vorgeklärte bzw. abgesetzte Probe zu untersuchen: Fehler durch die Probenahme treten damit weniger auf. Der Nachweis des Wirkungsgrades nach GSchV wird über einen Faktor Rohabwasser / abgesetzte Probe bestimmt. Bei unüblich hohem Wirkungsgrad der Vorklärung (Vorfällung, starker Fällmitteleinsatz etc.) empfiehlt es sich, gewisse Parameter (Ges.-P, CSB, evtl. BSB₅) vor **und** nach der Vorfällung zu messen. An **einer** Probenahmestelle müssen aber zwingend **alle** vorgeschriebenen Analysen durchgeführt werden.

Messmethoden

Nicht alle auf dem Markt angebotenen Testgeräte und Analysemethoden sind für die Überwachung des Kläranlagenbetriebes geeignet. Bitte nehmen Sie mit der Dienststelle uwe Kontakt auf, wenn Sie beabsichtigen, ein neues Gerät anzuschaffen, oder auf eine andere Messmethode wechseln wollen.

Für die BSB₅-Analyse ist die Sauerstoffbestimmung mit einem Sauerstoffmessgerät am besten geeignet. Auf barometrische Systeme (z.B. OxiTop) und Küvettentests ist zu verzichten. Dabei handelt es sich um andere Messmethoden, deren Resultate sich nicht direkt mit den Grenzwerten vergleichen lassen.

Als Verdünnungswasser ist entionisiertes Wasser zu verwenden. Bei schlechter Trinkwasserqualität (Ende der Leitung, warmes Wasser etc.) muss das Wasser vor Gebrauch lange laufen gelassen werden, oder es ist destilliertes, gekauftes Wasser zu verwenden.

Bei photometrischen Analysen mit Aufschluss (CSB, Ges.-P, Ges.-N) müssen Zeitdauer und Temperatur des Aufschlusses genau eingehalten werden. Prüfen Sie diesbezüglich den Heizblock bitte regelmässig nach.

Folgende Hinweise helfen, Fehlmessungen zu vermeiden:

- Regelmässige Gerätewartung (Betriebsvorschriften beachten)
- Regelmässige Eichung der Messgeräte
- Saubere Küvetten und Glaswaren verwenden (keine Fingerabdrücke etc.)
- Ablaufdatum der Reagenzien beachten
- Lagervorschriften für Reagenzien einhalten
- Reinigungsmittel können Stoffe enthalten, welche die Analysen verfälschen: Zusammensetzung beachten und gut mit entionisiertem Wasser nachspülen

Plausibilitätsregeln / Abschätzung NO₃-N

Folgende Regeln müssen erfüllt sein:

$KMnO_4 \geq CSB \geq BSB_5$

$Ges.-N \geq NH_4-N + NO_2-N (+ NO_3-N)$

Die Konzentration von NO₃-N muss ab 2016 nicht mehr direkt gemessen werden. Sie kann mit folgender Formel abgeschätzt werden (Ablauf):

$NO_3-N \approx Ges.-N - NH_4-N - NO_2-N - (0.06 \times GUS) - 2.5 \text{ mg/l}$. (Achtung: Keine abgeschätzten Werte in Mess Tabellen für die Dienststelle uwe eintragen!)

Eigenkontrolle

Die Dienststelle uwe überprüft den Betrieb und die Wirkung der Kläranlagen. Dabei werden die vom ARA-Personal durchgeführten Analysen berücksichtigt. Dafür muss auch die Qualität dieser Analysen überprüft werden. Abweichungen dürfen ein gewisses Mass nicht überschreiten. Die folgende Tabelle zeigt die Toleranzgrenzen. Werden diese Grenzen überschritten, überprüft die Dienststelle uwe die Art der Probenahme, Probenaufbewahrung, Analysenmethode und die korrekte Durchführung der Analyse. Nötigenfalls schreibt die Dienststelle uwe eine Messmethode vor oder verpflichtet zum Besuch eines Auffrischkurses. Freiwillige ARA-Messungen werden zwar mit den Vergleichsanalysen verglichen, aber in der statistischen Auswertung nicht berücksichtigt.

Parameter	Toleranzgrenzen bei Vergleichsanalysen	
	Zulauf	Ablauf
GUS Gesamte ungelöste Stoffe		5 mg/l + 10% Wert * °
BSB ₅ Biochemischer Sauerstoffbedarf	20 mg/l + 10% Wert *	5 mg/l + 10% Wert *
CSB Chemischer Sauerstoffbedarf	40 mg/l + 10% Wert *	5 mg/l + 10% Wert *
KMnO ₄ Kaliumpermanganat	15 mg/l + 10% Wert *	5 mg/l + 10% Wert *
NH ₄ -N Ammonium-Stickstoff	2.0 mg/l + 10% Wert *	0.5 mg/l + 10% Wert *
NO ₂ -N Nitrit-Stickstoff		0.05 mg/l + 10% Wert *
Ges.-N Gesamt-Stickstoff	3 mg/l + 10% Wert *	1 mg/l + 10% Wert *
Ges.-P Gesamt-Phosphor	0.4 mg/l + 10% Wert *	0.2 mg/l + 10% Wert * °

* Prozent vom Wert des Kontroll-Labors

° bei Filtration: GUS: 2mg/l + 10% / Ges.-P: 0.1 mg/l + 10%

Verhältniszahlen

Die folgenden Verhältniszahlen erlauben eine grobe Überprüfung der Analysen.

Mittlere Verhältniszahlen organischer Summenparameter		
	ab VKB	ab NKB
CSB / TOC	3.1 - 3.7	3.1
CSB / BSB ₅	1.7 - 2.7	3.4
KMnO ₄ / BSB ₅	2.4 - 3.4	5.8
TOC / BSB ₅	0.46 - 0.58	1.1

Belebtschlammzusammensetzung	
CSB / TS	1 - 1.2
CSB / GV	1.4 - 1.7
Ges.-N / CSB	0.05 - 0.08
Ges.-P / CSB	0.012 - 0.014

Weitere betriebsrelevante Parameter

Neben den im Analytikkonzept erwähnten Parametern (mit Vergleichsanalyse) gibt es weitere zu untersuchende Parameter. Die wichtigsten sind in der Tabelle zusammengestellt:

Parameter	Begründung
Abwassermenge	Hydraulische Belastung, Wasser- und Stoffbilanzen
Abwassermenge Biologie	
Abwassermenge Rezirkulation	
Fällmittelart	Phosphorelimination
Fällmittelmenge	
Überschussschlammmenge	Schlammalter, Schlamm-bilanz
Trockensubstanz ÜS-Schlamm	
Frischschlammmenge	Betrieb Faulung, Schlamm-bilanz
Trockensubstanz Frischschlamm	
Glühverlust Frischschlamm	Spez. Gasprod.
Faulschlammmenge	Betrieb Faulung, Schlamm-bilanz
Trockensubstanz Faulschlamm	
Glühverlust Faulschlamm	Betrieb Faulung
Gasproduktion	Spez. Gasprod.
Fremdschlammmenge *	Betrieb Faulung, Schlamm-bilanz
Trockensubstanz Fremdschl. *	
Glühverlust Fremdschlamm *	Spez. Gasprod.

*inkl Co-Substrat (Fettschlamm etc.)