

Bern, Mai 2019

Erläuternder Bericht zum Entwurf Beurteilungsempfehlung Toleranzgrenzen

1. Ausgangslage

Durch die Publikation der Vollzugshilfe "Betrieb und Kontrolle von Abwasserreinigungsanlagen" des Bundesamtes für Umwelt (BAFU, 2014) wurden die "Mitteilungen zum Gewässerschutz Nr. 35: Betrieb von zentralen Abwasserreinigungsanlagen (BUWAL 1999)" abgelöst. In Abweichung zur bisherigen Lösung werden in der neuen Vollzugshilfe keine Toleranzgrenzen mehr angegeben, sondern auf Empfehlungen von Lab'Eaux - dem Kompetenznetzwerk der kantonalen der kantonalen Gewässer- und Umweltschutzlaboratorien - verwiesen.

1.1 Projektauftrag an die Methodengruppe von Lab'Eaux

Als Folge dieser Zuständigkeit bestand für Lab'Eaux Handlungsbedarf für die Erarbeitung einer Nachfolgelösung bezüglich der Toleranzgrenzen für die Beurteilung der Vergleichsanalysen. Die bereits bestehende Methodengruppe von Lab'Eaux wurde mit der Erarbeitung einer Beurteilungsempfehlung als Nachfolgelösung der Mitteilungen zum Gewässerschutz Nr. 35 beauftragt. Die Methodengruppe besteht aus Vertretern der deutsch- wie auch der französisch sprechenden Schweiz.

1.2 Übergangslösung

Bis zum Vorliegen der überarbeiteten Toleranzgrenzen durch Lab'Eaux wurde empfohlen, weiterhin die Toleranzwerte im Anhang 1 der Mitteilungen zum Gewässerschutz Nr. 35 anzuwenden. Die Empfehlung ist auf der Webseite von Lab'eaux publiziert:

<https://www.labeaux.ch/recommendations.php?lang=d>).

2. Zielsetzung

Das primär angestrebte Ziel ist eine praxisgerechte Festlegung der Toleranzgrenzen für ARA mit vorwiegend kommunalem Abwasser. Mit der Erarbeitung einer Beurteilungsempfehlung durch Lab'Eaux sollen die bisherigen Toleranzgrenzen überprüft und allenfalls der Praxis und den analytischen Möglichkeiten angepasst werden. Zudem soll eine Beurteilungsgrundlage für Parameter geschaffen werden, für welche bisher noch keine vom Bund empfohlenen Toleranzgrenzen vorliegen. Die Beurteilungsempfehlung soll den Kantonen als Basis für eine möglichst einheitliche Beurteilung der Vergleichsanalysen in der Schweiz dienen.

3. Datengrundlage

Als Datengrundlage wurde die bestehende, kantonale Datenbasis von Vergleichswerten zwischen behördlicher Kontrolle und Eigenkontrolle ARA verwendet. Alle Kantone wurden aufgefordert, Vergleichswerte von 5-10 Abwasserreinigungsanlagen zu übermitteln, welche ihr Einzugsgebiet gut repräsentieren. Insgesamt wurden aus 14 Kantonen 12155 Vergleichswerte zusammengetragen.

4. Datenanalyse und Herleitung neuer Toleranzgrenzen

4.1 Festlegung des Messbereiches für die Anwendung der neuen Toleranzgrenzen (Beurteilungsempfehlung)

Für jeden einzelnen Parameter wurde aufgrund der zusammengetragenen Daten ein Konzentrationsbereich für die Auswertung und Gültigkeitsbereich der neuen Toleranzgrenzen festgelegt. Dieser Bereich umfasst den Grossteil der Vergleichswerte, schliesst aber einzelne Vergleichswerte entfernt dem Grossteil der Daten ("Datenwolke") aus. Somit ist sichergestellt, dass die neuen Toleranzgrenzen datenbasiert und praxisgerecht festgelegt werden können. Die Anwendung der neuen Toleranzgrenzen ist auch nur für diesen Konzentrationsbereich empfohlen. Die Datengrundlage für Vergleichswerte ausserhalb des festgelegten Konzentrationsbereichs war zu gering.

4.2 Bereinigung des Datensatzes

Zur statistischen Auswertung der Vergleichbarkeit wurden die Messwerte innerhalb des Anwendungsbereiches verwendet. Vergleichswerte mit methodisch nicht plausiblen Differenzen wurden vor der statistischen Analyse eliminiert. Dazu wurde ein Differenzfaktor von 1.8 angewendet, respektive die Wertepaare eliminiert, bei denen der Wert des ARA-Labors um mehr als 80 % vom dem des behördlichen Kontrolllabors abweicht.

4.3 Festlegung der neuen Toleranzgrenzen

Die Festlegung der Toleranzgrenzen auf der Basis eines absoluten und relativen Kriteriums entspricht im Grundsatz demjenigen der Mitteilungen zum Gewässerschutz Nr. 35. Das absolute Kriterium kommt vor allem bei kleinen Werten zum Tragen, das relative Kriterium bei hohen Werten. Als relatives Kriterium wurde analog der bisherigen Toleranzwerte "10 %" gesetzt. Für das absolute Kriterium wurde aus allen in die Auswertung einbezogenen Daten pro Parameter das 90%-Perzentil der Abweichungen des Wertes der ARA-Labors zum behördlichen Kontrolllabor bestimmt. Das absolute Kriterium wurde aus diesem 90 %-Perzentil abzüglich 10 % des Medians der Werte des Kontrolllabors abgeleitet. Dadurch sollen etwa 90 % aller Daten innerhalb der neuen festgelegten Toleranzgrenzen liegen. Fallweise wurde durch Berücksichtigung weiterer Faktoren (z.B. Grundanforderung an Messmethodik für eine Beurteilung nach gesetzlichen Vorgaben) im Auswertungstool das absolute Kriterium angepasst.

4.4 Neue Toleranzgrenzen im Vergleich zu Toleranzgrenzen in Mitteilungen zum Gewässerschutz Nr. 35

Neu im Vergleich zu den Toleranzgrenzen der Mitteilungen zum Gewässerschutz Nr. 35 ist die Aufführung von empfohlenen Toleranzgrenzen für den chemischen Sauerstoffbedarf (CSB), Nitrat-Stickstoff und ortho-Phosphat-P, die in einigen Labors standardmässig bestimmt werden.

In Tabelle 1 sind zu Vergleichszwecken die bisherigen Vergleichswerte der Mitteilung Nr. 35 mit den nach der Datenanalyse vorgeschlagenen neuen Toleranzgrenzen dargestellt. Demnach hat die auf Vergleichswerte der Praxis basierte Auswertung bei Parametern des Zuflusses der ARA tendenziell zu grösseren Toleranzgrenzen geführt. In den Parametern des Abflusses der ARA sind die Toleranzgrenzen mehrheitlich ähnlich geblieben. Strengere Toleranzgrenzen hat es für den Biochemischen Sauerstoffbedarf nach n Tagen (BSB_n) und den Gesamtphosphor ergeben.

Tabelle 1: Vergleich der Toleranzgrenzen der bisherigen Toleranzgrenzen (Mitteilung Nr. 35) mit der Beurteilungsempfehlung von Lab'Eaux

ZUFLUSS-Parameter	Anwendungsbereich Toleranzgrenzen	Empfohlene Toleranzgrenzen Lab'Eaux	Mitteilung Nr. 35 Toleranzgrenzen mg/L
Totaler organischer Kohlenstoff	bis 300 mg/L C	10 % + 15	10 % + 10
Chemischer Sauerstoffbedarf, roh	bis 900 mg/L O ₂	10 % + 40	-
Gesamtphosphor	bis 10 mg/L P	10 % + 0.4	10 % + 0.2
Gesamtstickstoff	bis 60 mg/L N	10 % + 3	10 % + 2
<i>Ammonium-Stickstoff</i>	bis 60 mg/L N	10 % + 2	-
Biochemischer Sauerstoffbedarf nach n Tagen (BSB _n) mit ATH	bis 300 mg/L O ₂	10 % + 20	10 % + 10
ABFLUSS- Parameter			
Chemischer Sauerstoffbedarf, roh	bis 100 mg/L O ₂	10 % + 5	-
<i>Chemischer Sauerstoffbedarf, gelöst</i>	bis 100 mg/L O ₂	10 % + 3	-
Gesamtphosphor	bis 10mg/L P	10 % + 0.1	10 % + 0.2 (NKB) 10 % + 0.1 (Filtration)
Gesamtstickstoff	bis 60 mg/L N	10 % + 1	10 % + 0.5
Ammonium-Stickstoff	bis 60 mg/L N	10 % + 0.3	10 % + 0.3
Nitrit-Stickstoff	bis 5 mg /L N	10 % + 0.05	10 % + 0.05
<i>Nitrat-Stickstoff</i>	bis 60 mg/L N	10 % + 0.5	-
<i>o-Phosphat-P</i>	bis 3 mg/L P	10 % + 0.05	-
Biochemischer Sauerstoffbedarf nach n Tagen (BSB _n) mit ATH	bis 20mg/L O ₂	10 % + 2	10 % + 5
Gelöster organischer Kohlenstoff	bis 20mg/L C	10 % + 1	10 % + 2
Gesamte ungelöste Stoffe (GUS)	bis 30 mg/L	10 % + 2	10 % + 5 (NKB) 10 % + 2 (Filtration)

Kursiv: in Gewässerschutzverordnung vom 28.10.1998, Stand 01.06.2018, Anhang 3.1 nicht aufgeführte Parameter mit numerischen Anforderungswerten

Hinweis: Die Angaben in der Spalte "Toleranzgrenzen bei Vergleichsanalysen" basieren auf den Messwerten des behördlichen Kontrolllabors.

Anhang 1

A1. Weitergehende Informationen zu Messparametern

In Tabelle 2 sind für jeden Messparameter für Zufluss- und Abfluss die statistische Vergleichbarkeit und der prozentuale Anteil der Vergleichsdaten aufgeführt, die bei Anwendung der von Lab'Eaux vorgeschlagenen neuen Toleranzgrenzen die Anforderung bezüglich Vergleichbarkeit nicht erfüllen. Die statistische Vergleichbarkeit zeigt, ob eine systematische Abweichung der Vergleichswerte vom behördlichen Kontrolllabor verglichen mit dem Wert des ARA-Labors vorliegt, d.h. ob Werte des ARA-Labors systematisch höher sind als die des Kontrolllabors oder umgekehrt. Ebenso wird die Grösse des Datensatzes für die statistische Auswertung angegeben. Ergänzend wird durch eine Ampelbewertung eine Visualisierung der statistischen Daten vorgenommen.

Bei der statistischen Vergleichbarkeit (Tabelle 2) wird die Trendlinie der Vergleichswerte berücksichtigt (entsprechende Plots sind im vorliegenden erläuternden Bericht nicht aufgeführt). Sofern die absolute Abweichung gering ist (Achsenabschnitt der Trendline), bedeutet eine Abweichung der Steigung vom Sollwert 1.00 eine systematische Abweichung. Liegt diese Abweichung innerhalb $\pm 10\%$ vom Sollwert, liegt eine gute Vergleichbarkeit vor (grün markiert), Abweichungen von $\pm (10-20)\%$ werden als mässig betrachtet (gelb markiert). Ist die Steigung grösser 1.00, sind die Werte der ARA-Labor grösser als die der behördlichen Kontrolllabors und umgekehrt. Der Parameter DOC (Abfluss) bildet einen Spezialfall. Dieser zeigt eine Steigung von 0.85. Dies bedeutet in diesem Fall aber nicht, dass die Werte der ARA-Labors systematisch um 15 % geringer sind als die Werte des behördlichen Kontrolllabors. Die Trendlinie weist hier einen grossen Achsenabschnitt von +1.8 auf. Die insbesondere bei tieferen Werten ($<10\text{ mg/L}$) grössere Abweichungen zwischen beiden Labors führt über den gesamten Konzentrationsbereich zu einer Steigung von 0.85, obwohl der Grossteil der Daten für die ARA-Labors höhere Werte zeigt. Es wurde deshalb auf eine Angabe der statistischen Vergleichbarkeit für den DOC verzichtet.

Bei dem Anteil Werte ausserhalb der empfohlenen Toleranzgrenzen Lab'Eaux bedeuten $<20\%$ einen guten, zwischen 20 und 30 % einen mässigen und $>30\%$ einen schlechten Wert.

A2. Zufluss

Gesamtphosphor, Gesamtstickstoff und Ammonium-Stickstoff – Diese weisen eine gute Vergleichbarkeit zwischen der Eigenkontrolle der ARA-Labors auf. Diese verwenden in der Regel Küvettentests verschiedener Hersteller, bei den behördlichen Kontrolllabors kommen meist automatisierte Analysensysteme zum Einsatz.

Totaler organischer Kohlenstoff (TOC) - Beim TOC von typischerweise hochbelasteten partikulären Proben werden bei der Eigenkontrolle der ARA-Labors systematisch niedrigere Werte gemessen. Hier sind weitergehende Abklärungen bezüglich der Vergleichbarkeit der Küvettentests (chemische Oxydation) mit dem thermisch-katalytischen Normverfahren notwendig, auch unter Berücksichtigung der Problematik der Aliquotierung und Homogenisierung der Zuflussproben. Bezüglich der Vergleichbarkeit ist der CSB momentan dem TOC vorzuziehen, welcher in ARA-Labors deutlich etablierter ist.

Biochemischer Sauerstoffbedarf nach n Tagen (BSB_n) – Der BSB_n weist eine hohe Streuung auf. Werden die Toleranzgrenzen mit analogen Anforderungen zum TOC und CSB gesetzt liegen ca. 40 % der Vergleichswerte ausserhalb der Toleranzgrenzen. Damit eine vergleichende Beurteilung der biologischen Abbaubarkeit gegenüber den Parametern TOC und CSB gewährleistet ist, ist eine Harmonisierung des methodischen Vorgehens notwendig. Neben der als Norm zur Verfügung stehenden Verdünnungsmethode (EN 1899) werden wegen des methodischen Zeitaufwandes auch manometrische Methoden und Küvettentests eingesetzt. Die Praxis zeigt, dass die Vergleichbarkeit nicht zwingend gegeben ist. Zum Vergleich verschiedener Messverfahren werden teilweise auch Umrechnungsfaktoren angewendet. Grundsätzlich ist bei biologischen Abbauverfahren insbesondere zur Beurteilung von Vergleichsanalysen ein normiertes Vorgehen zu empfehlen.

Eine besondere Herausforderung ist bei allen roh analysierten Zuflussproben die optimale Gewährleistung der Aliquotierung der Messprobe für die vergleichende Untersuchung zwischen ARA-Labor und Kontrolllabor. Filtrierte Proben zeigen bezüglich Vergleichbarkeit deutlich geringere Abweichungen.

A3. Abfluss

Ammonium-, Nitrit-, Nitrat-Stickstoff und o-Phosphat-P - Die gelösten Stickstoffverbindungen sowie Phosphat zeigen eine gute Vergleichbarkeit.

Gesamtphosphor und Gesamtstickstoff – Gesamtphosphor und Gesamtstickstoff weisen eine gute Vergleichbarkeit auf. Aufgrund der geringeren Konzentration an Partikeln dürfte die Problematik der Aliquotierung geringe Bedeutung haben.

Chemischer Sauerstoffbedarf (CSB) - Bei diesem organischen Summenparameter werden in der Eigenkontrolle der ARA-Labors tendenziell etwas tiefere Werte gemessen. Es ist jedoch zu beachten, dass der Median bei CSB, roh 21 sowie bei CSB, gelöst 14 mg/l O₂ betragen und die systematischen Unterschiede nur eine keine oder nur sehr geringe Beurteilungsrelevanz aufweisen. Die Vergleichbarkeit des CSB zwischen Eigenkontrolle des ARA-Labors und dem behördlichen Kontrolllabor ist als gut zu bewerten.

Gelöster organischer Kohlenstoff (DOC) - Beim DOC zeigt sich zwischen der Eigenkontrolle der ARA-Labors und den behördlichen Kontrolllabors eine schlechtere Vergleichbarkeit. Erfahrungsgemäss liegt bei kommunalem Abwasser das Verhältnis CSB/DOC bei etwa 3. Entsprechend ist ein Zielwert für die Toleranzgrenze für den DOC von "10 % + 1 mg/L" zu fordern. Momentan liegt etwa ein Drittel der Messwerte ausserhalb dieser Toleranzgrenze. Kann die systematische Abweichung, welche möglicherweise aufgrund unterschiedlicher Messverfahren (Küvettentests verschiedener Hersteller, Analysensysteme verschiedener Hersteller) oder unterschiedlicher Probenvorbereitung auftritt, reduziert werden, ist eine Beurteilungsempfehlung entsprechend dem oben erwähnten Zielwert sinnvoll. In Kenntnis dieser aktuell unbefriedigenden Situation wird trotzdem eine Toleranzgrenze für den DOC von "10 % + 1" für die Vergleichbarkeit als zwingend erforderlich betrachtet und in der Anforderungsliste entsprechend aufgeführt. Der DOC ist ein gelöster Parameter, bei dem die Aliquotierung wegen vorhandener Partikel keine Probleme darstellt. Die Ursache der schlechten Vergleichbarkeit zwischen den Eigenkontrollen der ARA-Labors und den behördlichen Kontrolllabors wird derzeit durch Lab'Eaux ermittelt. Wir empfehlen den kantonalen Behörden deshalb, bei der Beurteilung der DOC-Werte, der aktuellen Situation Rechnung zu tragen.

Gesamte ungelöste Stoffe (GUS) – Die Auswertung der Vergleichswerte der Eigenkontrolle der ARA-Labors und der der behördlichen Kontrolllabors zeigte für den GUS in Abflussproben mit und ohne Filtration eine ähnliche Vergleichbarkeit und einen ähnlichen Konzentrationsbereich. Deshalb kann auf eine Differenzierung beim GUS wie in den Mitteilungen zum Gewässerschutz Nr. 35 verzichtet werden. Die Vergleichbarkeit dürfte sich mit der angestrebten Harmonisierung der GUS-Bestimmung erhöhen (vgl. Empfehlung von Lab'Eaux, BAFU und VSA CC ARA " Bestimmung der gesamten ungelösten Stoffe (GUS) und der gelösten Stoffe (Nährstoffe) bei Abwasser aus kommunalen Abwasserreinigungsanlagen). Kleine Filtrationsvolumen bergen eine grössere Unsicherheit in der Bestimmung des GUS. Durch die Verwendung von Glasfaserfiltern der Norm EN 872 kann das Filtrationsvolumen von stark partikelhaltigen Abflussproben kommunaler ARA erhöht und dadurch die Vergleichbarkeit verbessert werden.

A4. Beurteilung der Vergleichsanalytik auf Basis der übermittelten Vergleichsdaten

Die Mehrheit der Parameter wird mit guter Vergleichbarkeit bestimmt, insbesondere bei filtrierten Proben. Für die Bestimmung von Parametern in Proben mit partikulären Anteilen ist für eine gute Vergleichbarkeit eine optimale Aliquotierung und Homogenisierung ein zentrales Erfordernis.

Analytische Verbesserungen müssen bei der DOC/TOC-Analytik erreicht werden. Erst durch die schweizweite Erhebung dieser Vergleichswerte konnten systematische Abweichungen erkannt werden. Es ist notwendig Einflussgrössen abzuklären, um eine signifikante Verbesserung dieser Analytik zu erreichen. Momentan wird für Vergleichszwecke als organische Summenmethode wegen ihrer Einfachheit und besseren Vergleichbarkeit vielerorts der CSB vorgezogen. Es sei hier auf die Bestrebungen hingewiesen wegen der Verwendung toxischer Chemikalien im chemischen Sauerstoffbedarf CSB diesen durch DOC/TOC-Analytik zu ersetzen.

Tabelle 2: Weitergehende statistische Informationen zu einzelnen Parametern. Beim Parameter DOC wurde die statistische Vergleichbarkeit (Steigung der Trendlinie) nicht aufgeführt und beurteilt, da die Trendlinie der Vergleichswerte einen hohen Achsenabschnitt zeigt

	Empfohlene Toleranzgrenzen Lab'Eaux mg/L	Statistische Vergleichbarkeit	Ampel-bewertung	%-Anteil Werte ausserhalb Toleranzgrenzen Lab'Eaux	Ampel-bewertung	Anzahl Vergleichswerte
ZUFLUSS-Parameter						
Totaler organischer Kohlenstoff	10 % + 15	0.81		24.2		285
Chemischer Sauerstoffbedarf	10 % + 40	0.94		24.3		711
Gesamtphosphor	10 % + 0.4	0.95		17.7		810
Gesamtstickstoff	10 % + 3	1.07		9		311
Ammonium-Stickstoff	10 % + 2	1.02		14.4		636
BSBn mit ATH	10 % + 20	1.13		40.9		426
ABFLUSS-Parameter						
Chemischer Sauerstoffbedarf roh	10 % + 5	0.89		13.4		1266
Chemischer Sauerstoffbedarf gelöst	10 % + 3	0.826		10.6		311
Gesamtphosphor	10 % + 0.1	0.95		3.8		1317
Gesamtstickstoff	10 % + 1	1.01		10.4		316
Ammonium-Stickstoff	10 % + 0.3	0.98		13.8		770
Nitrit-Stickstoff	10 % + 0.05	0.97		5.2		844
Nitrat-Stickstoff	10 % + 0.5	1.01		7.2		1082
o-Phosphat-P	10 % + 0.05	0.98		15.8		204
BSBn mit ATH	10 % + 2	0.98		10.7		389
Gelöster organischer Kohlenstoff (Ziel)	10 % + 1			36.5		309
Gelöster organischer Kohlenstoff (akt.)	10 % + 2			12.7		309
GUS_NKB	10 % + 2	0.88		17.4		340
GUS_Filtration	10 % + 2	0.92		12.5		169

