



Kommunale Infrastruktur
Infrastructures communales
Infrastrutture comunali



Empfehlung Gebührensystern und Kostenverteilung bei Abwasseranlagen

Anhang C

Berechnung der Abwassergebühren für Industrie und Gewerbe

Ausgabe 2017

Vernehmlassungsversion, November 2017

INHALTSVERZEICHNIS

VORWORT	57
1 VORGEHENSWEISE KOSTENVERTEILER	59
1.1 Einleitung	59
1.2 Zusammenspiel der Beteiligten: Aufgaben und Pflichten	61
2 RESSOURCENEFFIZIENZ	63
3 KATEGORIEN DER EINLEITER, EINWOHNERGLEICHWERT	65
3.1 Kategorien der Einleiter	65
3.2 Einwohnergleichwert, Basiswert, häusliche Konzentration	66
4 DAS MODELL IN KÜRZE	68
5 DIE AUFSCHLÜSSELUNG DER KOSTEN	69
5.1 Kosten im Verbandskanalnetz	69
5.2 Kosten auf der ARA	69
5.3 Umgang mit Kapitalkosten / Investitionen	69
5.3.1 Betriebe ohne Einfluss auf Dimensionierung	69
5.3.2 Dominante Einleiter, Kontingente	70
5.4 Aufteilung der Kosten in Aufwandgruppen	70
5.5 Gewichtungsfaktoren	71
6 SPEZIALFÄLLE	72
6.1 Verrechnung der Betriebskosten für die Elimination von organischen Spurenstoffen	72
6.2 Entsorgung von festen oder flüssigen Abfällen in der Abwasserreinigungsanlage	73
7 DIE ERMITTLUNG DER KOSTENRELEVANTEN ABWASSERPARAMETER BEIM EINLEITER	74
7.1 Einleitung	74
7.2 Die Ermittlung der Abwassermenge Q	74
7.3 Einleiter mit erhöhter Schmutzfracht	75

7.3.1	Abgrenzung Aufwand für Erhebung	75
7.3.2	Vertrag / Verfügung	76
7.4	Dominante Einleiter, Kontingente	77
7.5	Abwasseruntersuchungen: Probenahme und Analytik	78
7.6	Welcher Analysenaufwand ist im Einzelfall zu leisten?	78
7.7	Auswertung der Analysendaten	79
7.7.1	Qualitätssicherung	79
7.7.2	Aufrechnung zu Jahresfrachten	79
7.7.3	Vergleichswerte für häusliches Abwasser	80
7.7.4	Der Frachtindikator: eine Hilfsgrösse	80
8	DIE BERECHNUNG DER VERSCHMUTZUNGSFAKTOREN	82
8.1	Minimaler Verschmutzungsfaktor	83
8.2	Verschmutzungsfaktor kleiner 1	83
9	EMPFOHLENE BASISWERTE UND KONSTANTEN	85

BEILAGEN

Beilage 1	Relevante Gesetzesartikel
Beilage 2	Abkürzungsverzeichnis, Gewichtungsfaktoren
Beilage 3	Abwasseranalytik, Methoden
Beilage 4	Beispiele zur Berechnung von Verschmutzungsfaktoren mit Berechnungsdatei INDUTAX
Beilage 5	Muster-Vertrag für die Ermittlung der Abwassergebühren bei Einleitern mit erhöhter Schmutzstofffracht oder bei dominanten Einleitern

VORWORT

Der Anhang B der Richtlinie 1994 ist nach seinem Erscheinen in der Schweiz zu einem anerkannten Modell für die Bemessung der ARA-Benützungsgebühren der industriellen und gewerblichen Abwässer geworden. In der Revision 2006 wurde das Modell präzisiert und in gewissen Punkten angepasst.

Mit der Erneuerung der gesamten Empfehlung im Jahr 2017 wurde auch der Anhang B angepasst (neu Anhang C). Die Empfehlung wurde im Sinne der Verursachergerechtigkeit neu analysiert, wodurch die effektiv verursachten Abwasserkosten eines Industriebetriebes transparenter ausgewiesen werden können. Mit diesem Grundsatz sollen nicht nur die effektiven Abwassergebühren genauer ermittelt werden, sondern es soll gleichzeitig auch ein Anreiz geschaffen werden, um die Verminderung der Abwassereinleitung finanziell zu belohnen.

Das bewährte und praxisgeprägte Modell wurde im Grundsatz beibehalten und punktuell an neue Erfordernisse angepasst. Die Revision 2017 des Anhangs beinhaltet folgende wesentliche Änderungen gegenüber der Version 2006:

- Der Wasserverbrauch pro Einwohner hat abgenommen, was auch in der Empfehlung angepasst wurde: neu wird ein Basiswert von 55 m^3 pro Einwohner und Jahr (bisher 62 m^3) angewendet.
- Neben dem Modell einer klassischen Belebtschlammanlage wird eine Erweiterung des Modells beispielhaft anhand einer komplexen ARA mit Biofiltration und Rücklaufbehandlung aufgeführt. Ebenso ist im Modell die separate Berechnung der Kosten für eine Stufe zur Elimination von Mikroverunreinigungen enthalten.
- Für die Verteilung der Betriebskosten auf die Aufwandgruppen wird eine Hilfstabelle zur Verfügung gestellt. Diese enthält eine transparente Aufteilung der Fixkosten (Personal, etc.) auf die Aufwandgruppen.
- Für den Fall, dass Investitions- und Werterhaltungskosten nicht über die Betriebsrechnung, sondern separat auf Industrien und Gemeinden verteilt werden, wird eine Modellerweiterung zur Verfügung gestellt.
- Der Mustervertrag für Industriebetriebe wurde überarbeitet.
- Diverse Änderungen bei der Abwasseranalytik: es soll kein Kjeldahlstickstoff mehr bestimmt werden, da einfachere Schnelltests verfügbar sind.
- Der Ressourceneffizienz in Industrie und Gewerbe soll vermehrt Rechnung getragen werden. Der Gesamt-Verschmutzungsfaktor für Betriebskosten soll unter 1 sinken können und die Investitions- und Werterhaltungskosten auf ARA berücksichtigt werden.
- Der Anhang C soll als Empfehlung für die Verrechnung von Kosten der Einleitung von Abwasser aus Industrie- und Gewerbebetriebe in Abwasserreglemente verankert werden können. Die Empfehlung wurde dabei umfassend beschrieben, damit sie im Streitfall eine ausreichende Grundlage bildet für eine möglichst eindeutige Interpretation.

tion. Entsprechend wurden auch die relevanten Gesetzesartikel aufgeführt und mit Kommentaren erläutert.

1 VORGEHENSWEISE KOSTENVERTEILER

1.1 Einleitung

Wenn ein Industriebetrieb Abwasser in eine kommunale Kläranlage leitet, ist er verpflichtet, die anteilmässigen Kosten für den Betrieb der Abwasserreinigung oder für die Investitionen bei einem Ausbau bzw. Werterhalt der Anlage zu bezahlen. Die Verrechnung dieser Kosten wird im Abwasserreglement des jeweiligen Abwasserverbandes bzw. der Gemeinde geregelt. Gemäss Gewässerschutzgesetz Art. 3a und 60 ist die kantonale Behörde dabei verpflichtet, das **Verursacherprinzip** anzuwenden. Dieses kann sie insbesondere bei der Bewilligung des Abwasserreglements eines Verbandes oder einer Gemeinde durchsetzen.

Die Standortgemeinden der Industriebetriebe verfügen im Rahmen der kommunalen Abwasserreglemente und der Gebührenordnung über die Gebührenhoheit und bestimmen weitgehend, welche Abwasserkosten sie an die Industriebetriebe weiter verrechnen. In dieser Hinsicht bestimmt also die Gemeinde schlussendlich über die Verteilung der vom Abwasserverband in Rechnung gestellten Kosten innerhalb der Gemeinde. Dadurch kann die unerwünschte Situation bestehen, dass Gemeinden den abwasser-einleitenden Industrien Rabatte auf Gebühren oder Erlasse auf Investitionskosten bei der ARA gewähren können bzw. diese durch Steuern abdecken.

Um die Kosten verursachergerecht innerhalb der Gemeinde zu verteilen, wurde innerhalb der vorliegenden Berechnungsmodelle eine erhöhte Transparenz geschaffen. Damit eine nachhaltige und faire Kostenverteilung der Abwasserkosten für Industriebetriebe gewährleistet werden kann, wird den Abwasserverbänden sowie auch den Gemeinden empfohlen, den Verteilungsschlüssel nach den nachfolgenden Modellen dieser Richtlinie umzusetzen. Bei der direkten Einleitung eines Gewerbebetriebs in eine kommunale ARA (über eine eigene Leitung) obliegt die Bestimmung der Kostenverteilung direkt der ARA bzw. dem Abwasserverband.

Eine Ansammlung von relevanten Gesetzesartikeln in Zusammenhang mit der Verrechnung von Gebühren für Industrieabwasser und der Einleitung desselben ist in der Beilage 1 aufgeführt.

Damit ein Gebührenkonzept oder ein Kostenteiler tatsächlich das Prädikat «verursacherorientiert» verdient, müssen die beiden folgenden Voraussetzungen erfüllt sein:

- Beim Abwassereinleiter:
Ermittlung der effektiv abgeleiteten Abwassermengen und -frachten
- Bei der Abwasserreinigungsanlage:
Ermittlung der Kosten sowie die Aufschlüsselung dieser Kosten derart, dass eine Zuordnung zu den einzelnen kostenverursachenden Abwasserparametern erfolgen kann.

Mit einer Abwassergebühr sollen die in der ARA zu behandelnden und somit kostenwirksamen Abwassermengen und -komponenten bezahlt werden.

Einen Spezialfall bilden die ausgewählten Kläranlagen, welche über eine Stufe zur Elimination Mikroverunreinigungen (EMV) verfügen. Da auch das Abwasser aus Betrieben über diese Stufe gereinigt wird und viele Betriebe ebenso wie Haushalte organische Spurenstoffe einleiten, sollen in der Regel die Kosten aus dieser Behandlungsstufe zusammen mit den übrigen Betriebs- und Investitionskosten auch auf Betriebe verteilt werden. Da jedoch die Spurenstoffe aus Industrie- und Gewerbebetriebe nicht den Anstoss für die Gesetzesrevision bildeten noch einen Einfluss auf die Auswahl der zu erweiterten Abwasserreinigungsanlagen bzw. auf die erforderliche Verfahrenstechnik für Spurenstoffelimination hatten, wird bei der Verrechnung der Betriebskosten einer EMV-Stufe auf einen Industriebetrieb ein spezifisches Vorgehen vorgeschlagen (siehe Spezialfall in Kapitel 6)

Die Ermittlung von echt verursacherorientierten Gebühren bei jedem einzelnen Betrieb ist aus der Sicht des Messaufwandes weder möglich noch sinnvoll. Bei Betrieben, welche eine gewisse Grösse nicht erreichen, ist einzig auf die Abwassermenge abzustellen.

Für die grossen Betriebe, welche als dominante Einleiter klassiert werden, ist jedoch der Messaufwand zur Ermittlung der effektiven Frachten und damit den verursachten Kosten auf der Abwasserreinigungsanlage sinnvoll. Dazu wurde innerhalb der vorliegenden Empfehlung vom VSA ein Modell entwickelt, welches für einen Industriebetrieb einen **Verschmutzungsfaktor** ermittelt, der bei der Berechnung der jährlich Mengengebühr angewendet werden soll. Ein adaptiertes Modell soll aber auch herangezogen werden können, um die Investitionskostenbeteiligung und Werterhaltungskosten von gewerblich industriellen Einleitern auf Abwasserreinigungsanlagen festzulegen. Auf die Höhe der Anschlussgebühr oder der Grundgebühr hat der Verschmutzungsfaktor keinen Einfluss.

Vorliegendes Dokument ist eine Empfehlung und soll als Leitfaden für den Abwasserverband oder die Gemeinde für die verursachergerechte Verteilung der Abwasserkosten aus Industrie- und Gewerbebetriebe verwendet werden. Es ist häufig ein Ermessensspielraum vorhanden, welcher von den Verbänden und Gemeinden zusammen mit den kantonalen Fachstellen im Einzelfall festzulegen ist. Innerhalb eines ARA-Einzugsgebietes müssen jedoch stets die gleichen Standards angewendet werden.

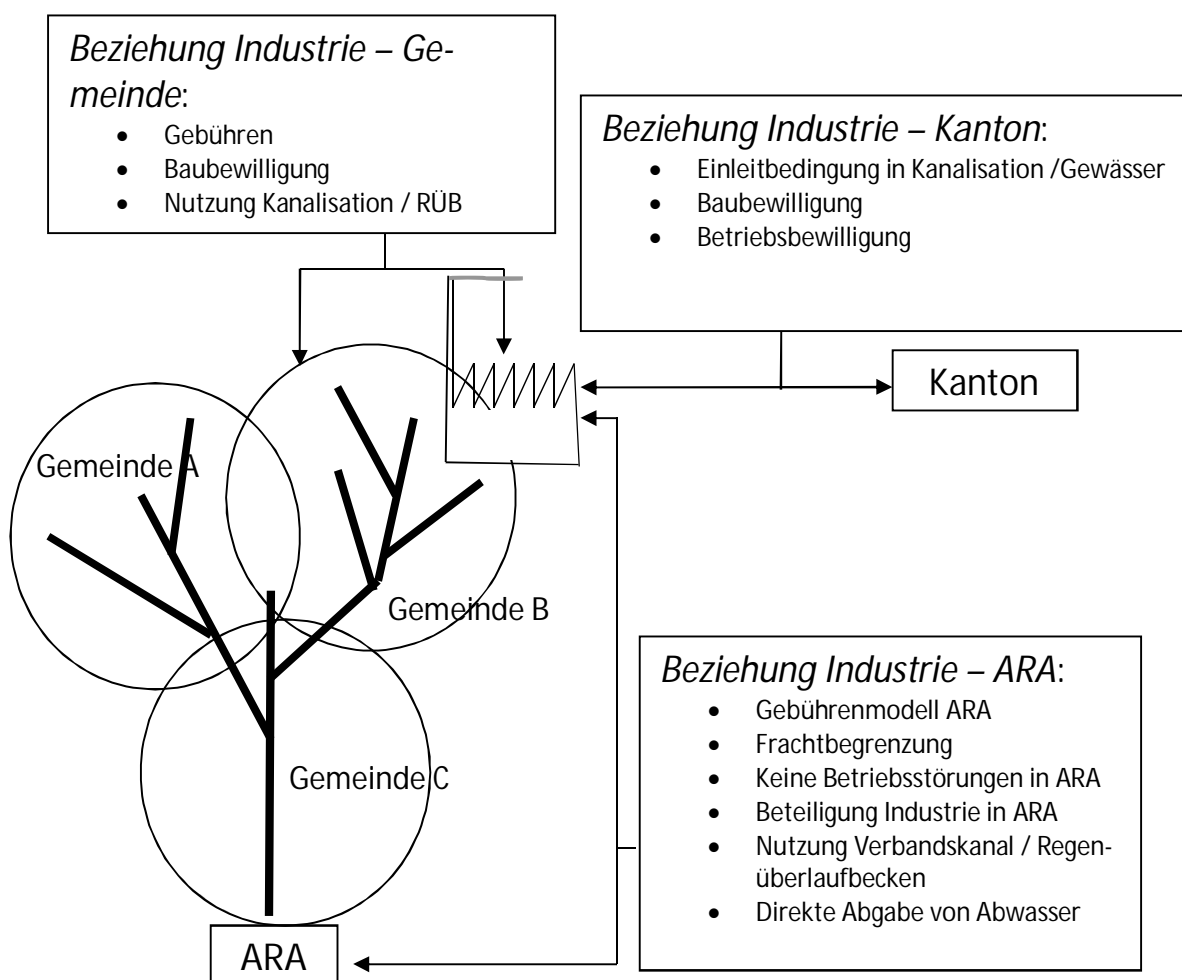
Wer sich an die vorliegende Empfehlung hält, hat Gewissheit, dass das Verursacherprinzip und die Gesetzeskonformität bei der Berechnung der Abwassergebühr gewährleistet sind. Aufgrund der ausführlichen Beschreibung und Prüfung durch den VSA ist sie vor allem für einen Industriebetrieb transparent und nachvollziehbar. Die Empfehlung wird entsprechend auch für Anwender vom VSA geschult und mit einem elektronischen Berechnungsmodell versehen. Bei einem Streitfall soll die Empfehlung als Grundlage dienen.

1.2 Zusammenspiel der Beteiligten: Aufgaben und Pflichten

In Zusammenhang mit der Einleitung und Entsorgung von Industrieabwasser sind verschiedene Parteien von der Aufgabe betroffen, einen genügenden Gewässerschutz zu gewährleisten. Nachfolgend sollen die Aufgaben und Pflichten dieser Beteiligten aufgeführt und damit auch aufgezeigt werden, wer welche Kosten zu ermitteln oder zu tragen hat.

Industrie- und Gewerbebetrieb

Wenn bei einem Industriebetrieb Abwasser in der Produktion oder auch nur verschmutztes Regenwasser auf dem Areal anfällt, so wird der Betrieb für die korrekte Entsorgung dieser Abwässer verantwortlich. Der Industriebetrieb muss für die Einleitung in die Kanalisation bzw. Gewässer von der Behörde eine Bewilligung erhalten. Gleichzeitig ist es sinnvoll, wenn mit der Abwasserreinigungsanlage abgestimmt wird, welche Kapazität für den Industriebetrieb (als täglicher Spitzenwert) maximal zur Verfügung gestellt wird. Die Einleitbedingungen werden einerseits von der kantonalen Behörde bestimmt, andererseits werden bei grossen Einleitern vertraglichen Vereinbarungen zwischen dem Industriebetrieb und der kommunalen Kläranlage (Frachtverträge, Beilage 5) geschlossen.



Die kantonale Behörde

Der Kanton ist für die Durchsetzung der gesetzlichen Grundlagen verantwortlich und erteilt mittels Verfügung die gewässerschutzrechtliche Einleitbewilligung. Die kantonale Fachstelle ist die fachliche Instanz, die zur Beratung hinzugezogen werden kann.

Die kantonale Behörde bestimmt nicht über Art und Weise der Finanzierung und Gebühren, sie wird jedoch als Fachstelle bei Fragen um Gebühren beigezogen. Sie ist gesetzlich verpflichtet, dazu zu schauen, dass die Kosten **verursachergerecht** verteilt werden. Die kantonale Behörde ist befugt, bei Übertretungen Anzeige zu erstatten oder Bussen zu verfügen.

Gemeinde

Mit der Standortgemeinde geht ein Industriebetrieb bei der Entsorgung des Abwassers eine finanzielle Bindung ein. Die Gebührenhoheit liegt bei der Gemeinde. Das heisst, sämtliche Kosten, welche die Industrie mit der Einleitung von Industrieabwasser verursacht, werden der Gemeinde in Rechnung gestellt (Ausnahme: direkte Einleitung in die ARA). Dazu gehören neben den Gebühren für die Einleitung von Betriebsabwasser in die kommunale Kläranlage auch die Kosten für die Nutzung der Kanalisation der Gemeinde oder des Verbandes. Die anfallenden Gebühren werden anschliessend von der Gemeinde verursachergerecht an die Industrie überwält. Wenn die Industrie mit der Höhe der Gebühr bzw. dem Berechnungsmodell der ARA nicht einverstanden ist, so ist grundsätzlich die Gemeinde als "Beschwerdeinstanz" zuständig.

Abwasserreinigungsanlage bzw. Abwasserverband

Die ARA hat die Pflicht, das Abwasser der Industrie anzunehmen (Anschlusspflicht), sofern es den Anforderungen an die Einleitung entspricht und nicht zu Störungen in Kanalisation oder ARA führt. Die ARA hat die Pflicht, die Kosten verursachergerecht zu ermitteln und an die Gemeinde zu verrechnen. Schwierig wird es, wenn sich ein Industrie- und Gewerbebetrieb bzw. dessen Produktionszweig neu an die ARA anschliesst und sich „einkaufen“ muss. Dabei ist es von Vorteil, wenn Maximalfrachten bzw. Frachtkontingente beim Ausbau der ARA ausgewiesen werden bzw. bei der Planung von abwasserproduzierenden Industrien rechtzeitig verbindlich aufgestellt werden.

Es obliegt der ARA bzw. dem ARA-Verband selber, ein faires Kostenmodell aufzustellen. Es wird geraten, das nachfolgende Berechnungsmodell („VSA-Modell“) zu verwenden.

2 RESSOURCENEFFIZIENZ

Gemäss Gewässerschutzverordnung (GSchV) Anhang 3.2 Art. 1 gilt: Wer Industrieabwasser ableitet, muss dafür sorgen, dass so wenig abzuleitendes Abwasser anfällt und so wenig Stoffe, die Gewässer verunreinigen können, abgeleitet werden, als dies technisch und betrieblich möglich und wirtschaftlich tragbar ist.

Mit diesen Anforderungen hat ein Industriebetrieb die gesetzliche Pflicht, mögliche Massnahmen zu treffen, um so wenig Abwasser und Stoffe zu produzieren bzw. über die Kanalisation zu entsorgen, wie möglich.

Im Sinne einer „grünen Wirtschaft“ will die vorliegende Empfehlung vor allem für grössere Industriebetriebe (sog. dominante Einleiter bzw. Einleiter mit erhöhter Schmutzstofffracht) nicht nur auf die gesetzliche Pflicht aufmerksam machen, sondern eine Grundlage schaffen, damit sich ökologische Massnahmen auch finanziell auszahlen. Jedoch darf die Ressourceneffizienz beim Abwasser nicht zu Lasten anderer Belastungen in anderen Umweltkompartimenten (z.B. Abfall oder Luft) gehen. Diesbezüglich stützt sich der Inhalt der Empfehlung auf die folgenden beiden Aufgaben:

1. Die Instrumente zu liefern, um die tatsächlichen Kosten auszuweisen, welche die Reinigung von Industrieabwasser erfordert.
2. Die Möglichkeit zu schaffen, dass sich die Anstrengungen und Kosten zur Verminderung der Einleitung von Abwasser auch ausbezahlt (Verursacherprinzip).

Die tatsächlichen Kosten für die Abwasserreinigung von Abwässern aus der Industrie (gemäss 1) werden erst dann vollkommen ermittelt, wenn die Investitions – und Werterhaltungskosten für Abwasserreinigungsanlagen neben den Betriebskosten ausgewiesen werden.

Es ist wichtig, dass stets die Vollkosten berechnet werden und diese im Dialog vor der Planung eines ARA-Ausbaus den als dominante Einleiter klassierte Industrien kommuniziert werden. Damit stehen dem Industriebetrieb rechtzeitig Kostenzahlen zur Verfügung, mittels derer er die wirtschaftlichste Art der Abwasserentsorgung (als eigene Vorreinigung oder Reinigung in der ARA) bestimmen kann.

Grundsätzlich ist es dem Industriebetrieb freigestellt, welche Reinigung bevorzugt wird. Die Erfahrungen haben gezeigt, dass der Einsatz einer Vorreinigung für beide Seiten aus ökologischer und wirtschaftlicher Sicht oft die bessere Lösung darstellt. Von den Verbänden und Gemeinden soll generell gefördert werden, dass der Eintrag von stark belastetem Industrieabwasser in eine kommunale Abwasserreinigungsanlage minimiert werden kann. Ein Instrument dazu ist die in der vorliegenden Empfehlung vorgeschlagene flexiblere Handhabung des Verschmutzungsfaktors, so dass dieser auch unter 1 liegen kann (siehe Kapitel 8.2)

Aus der Vergangenheit ist bekannt, dass (sofern keine griffigen Frachtverträge mit Industrien existieren) Produktionsschwankungen oder der Wegzug der Industrie die bemessene Kapazität und die damit verbundenen Betriebskosten einer Kläranlage in

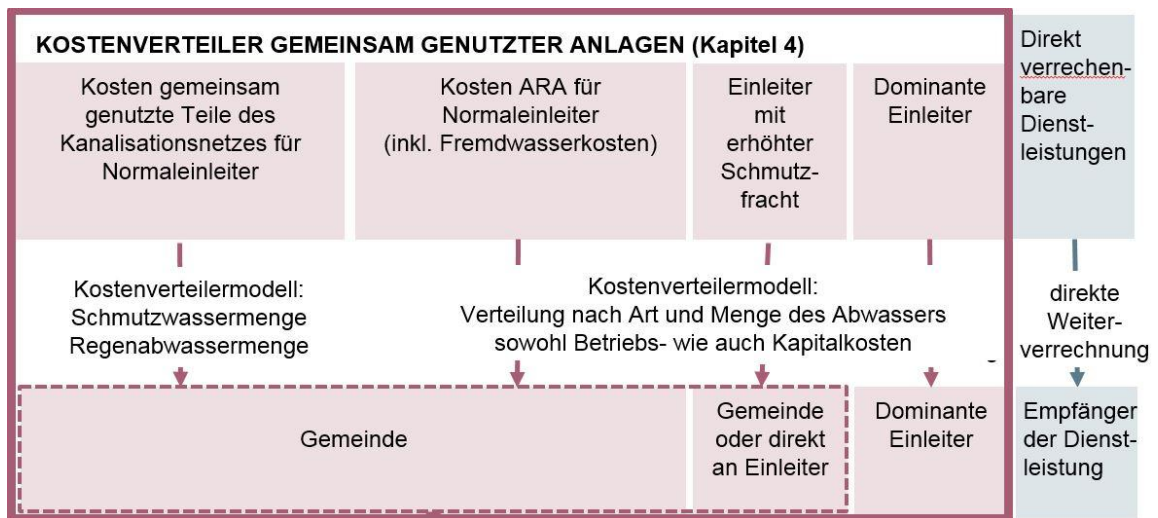
ernsthafte Schieflage bringen können.

Vermeehrt stellen Industriebetriebe die Frage, inwiefern an ein Entsorgungssystem abgegebene Ressourcen aus der Industrie rückvergütet werden (Abwärme im Abwasser; energiereiches Abwasser, Nährstoffe). Es sei hier darauf hingewiesen, dass auch wenn die ARA einen Vorteil aus der Abwasserentsorgung zieht, es nicht möglich ist, einen Anspruch auf eine Vergütung geltend zu machen.

3 KATEGORIEN DER EINLEITER, EINWOHNERGLEICHWERT

3.1 Kategorien der Einleiter

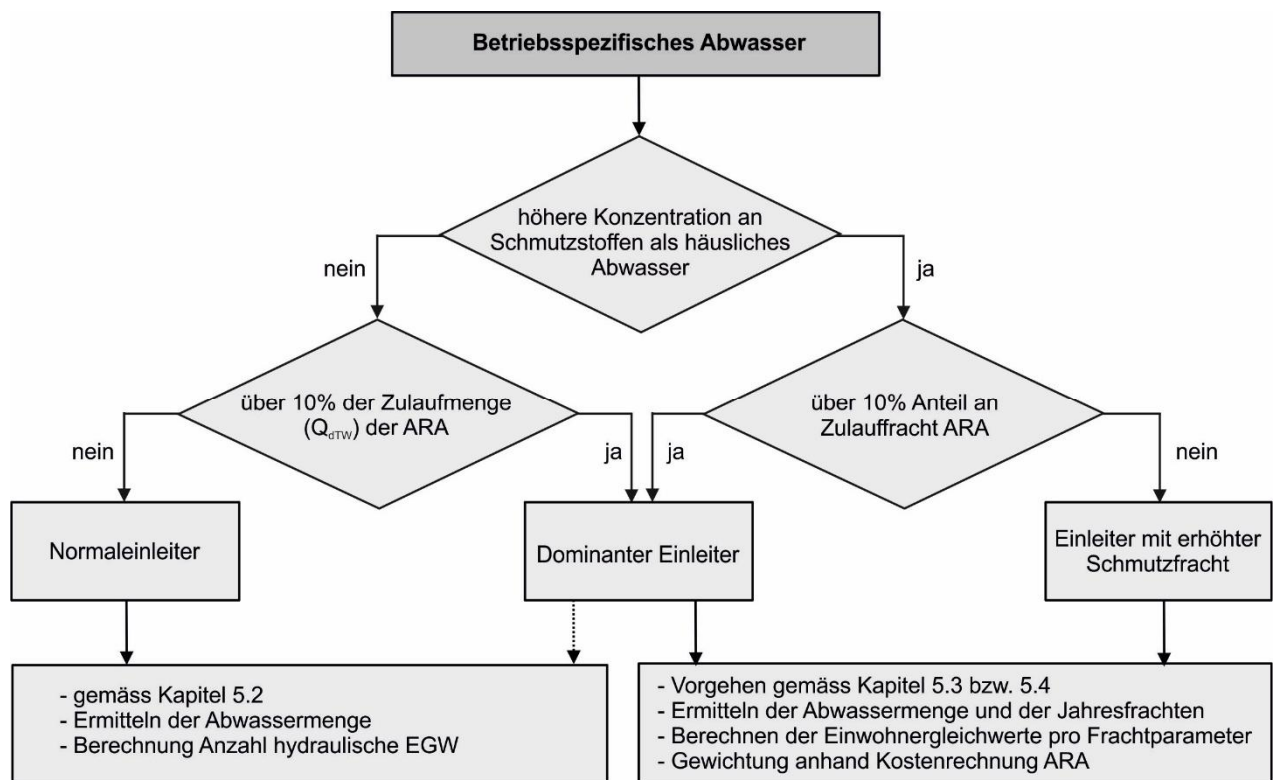
Der Blick auf sämtliche Einleiter einer ARA zeigt, dass die hier behandelten Kategorien von gewerblichen und industriellen Einleitern nur eine sehr geringe Anzahl Betriebe umfasst (in der folgenden Grafik, eingerahmter Teil, rechts).



Die gewerblich industriellen Einleiter werden in Kategorien eingeteilt, welche die Relevanz für die ARA widerspiegeln (nachfolgend überbegrifflich als "Betriebe" bezeichnet):

Normaleinleiter	Einleiter, dessen Abwasser gleich oder weniger stark belastet ist als durchschnittliches häusliches Abwasser
Einleiter mit erhöhter Schmutzfracht	Einleiter, dessen Abwasser (vor einer allfälligen Vorbehandlungsanlage) eine höhere Konzentration an auf der ARA kostenrelevanten Schmutzstoffen aufweist als durchschnittliches häusliches Abwasser
Dominanter Einleiter	Einleiter, welcher massgeblich ist für Dimensionierung und Betrieb einer ARA, unabhängig von der Abwasserbelastung

In der folgenden Abbildung sind die Einteilung und die Empfehlung für Abgrenzungskriterien veranschaulicht.



Figur 1: Einteilung der gewerblich industriellen Abwassereinleiter in Kategorien

Normaleinleiter stellen die mit Abstand grösste Anzahl der Betriebe dar. Die Abgrenzungen zum dominanten Einleiter sind so gewählt, dass sich ein wesentlicher Einfluss auf Betrieb und Investitionen der ARA ergeben. Meistens sind dominante Einleiter gleichzeitig auch Einleiter mit erhöhter Schmutzfracht, dies muss aber nicht zwingend der Fall sein.

3.2 Einwohnergleichwert, Basiswert, häusliche Konzentration

Der Einwohnergleichwert dient als Vergleichsgrösse zwischen dem Abwasser von Einwohnern und dem Abwasser von Betrieben. Die von einem Betrieb abgeleitete Abwassermenge und die Frachten an abwasserbelastenden - und somit in der ARA Kosten verursachenden - Stoffen werden mit den Emissionen eines angeschlossenen Einwohners verglichen und als Anzahl Einwohnergleichwerte ausgedrückt.

Die im Zulauf einer Kläranlage festzustellende Belastung, ausgedrückt in Einwohnerwerten **EW**, setzt sich zusammen aus

- der Belastung durch die Einwohner (häusliches Abwasser) **E**
- und den Einwohnergleichwerten des gewerblich/industriellen Abwassers **EGW**.

Es gilt also: **EW = E + EGW**

Um die in der ARA Kosten verursachenden Prozesse möglichst genau zu berücksichti-

gen, müssen neben der Abwassermenge im Betriebsabwasser auch die organische Belastung (CSB chemischer Sauerstoffbedarf), die sedimentierbaren Stoffe (SS), Stickstoff ($N_{\text{total}} - \text{NO}_3\text{-N}$) und Phosphor (P_{total}) berücksichtigt werden.

Tabelle 1: Basiswerte und häusliche Konzentration

		Basiswert		
		Fracht pro Einwohner und Jahr ¹⁾	Fracht pro Einwohner und Tag ¹⁾	Konzentration häusliches Abwasser ¹⁾
Abwassermenge	B_Q	55.00 m ³ /E*a	151 l/E*d	
CSB (chem. O ₂ -Bedarf)	B_{CSB}	29.20 kg CSB/E*a	80 g CSB/E*d	531 g/m ³
SS (sedimentierbare Stoffe)	B_{SS}	14.62 kg SS/ E*a	40 g SS/E*d	266 g/m ³
Stickstoff ($N_{\text{tot}} - \text{NO}_3\text{-N}$)	B_N	3.65 kg N/ E*a	10 g N/E*d	66 g/m ³
Phosphor	B_P	0.58 kg P/ E*a	1.6 g P/E*d	11 g/m ³

¹⁾ Frachten an CSB, N und P nach Vorklä rung (2 h lang abgesetzte Probe), SS im Rohabwasser (in homogenisierter Probe)

Liegt die Abwasserkonzentration von betrieblichem Abwasser für einen der relevanten Schmutzstoffe über dem Wert der häuslichen Konzentration, so wird der Betrieb als Einleiter mit erhöhter Schmutzfracht oder, bei Vorhandensein eines Frachtanteils > 10 %, als dominanter Einleiter eingeteilt.

Durch Umrechnung mit den Konstanten der abbauspezifischen Prozesse einer Kläranlage (vgl. Kap. 8) werden die folgenden Einwohnergleichwerte bestimmt.

Tabelle 2: Einwohnergleichwerte

- Hydraulischer Einwohnergleichwert EGW_H
- Oxidations - Einwohnergleichwert EGW_{Ox} (Oxidation von C und N)
- Schlamm - Einwohnergleichwert EGW_S
- Phosphor - Einwohnergleichwert EGW_P

Die vorangehend genannten Werte sind **im Sinne der vorgeschlagenen Analysemethoden** gemäss Beilage 2 zu verstehen.

4 DAS MODELL IN KÜRZE

Das Modell ist für die Anwendung bei Einleitern mit erhöhter Schmutzfracht ausgelegt. Die eingeleitete Abwassermenge ist für alle Betriebe Basis des Modells. Aus der Abwassermenge wird die Anzahl hydraulischer Einwohnergleichwerte errechnet.

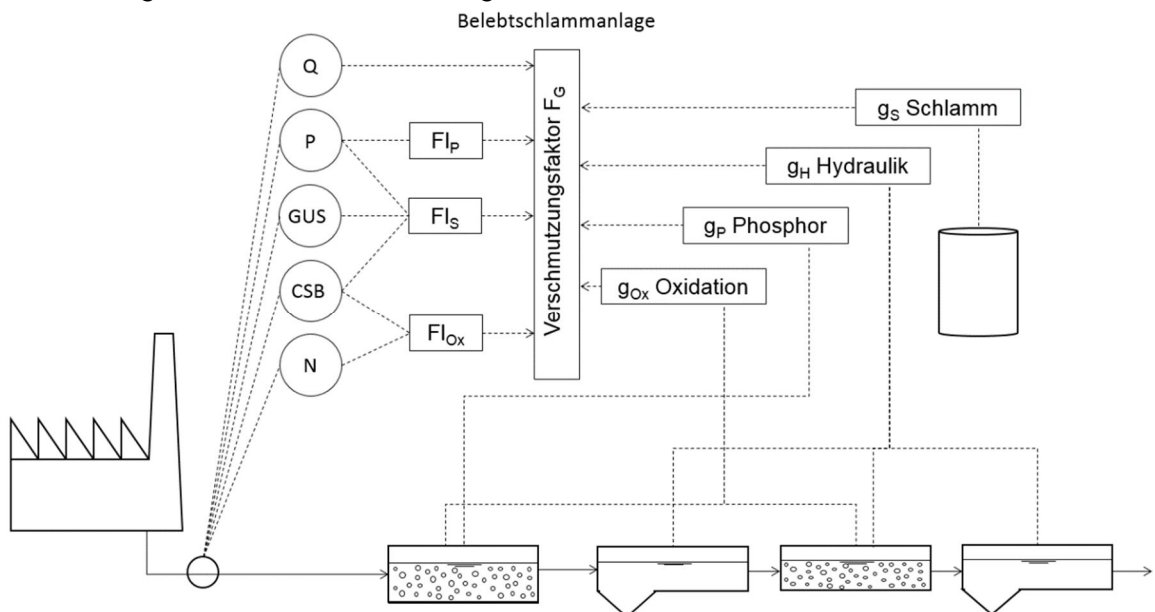
Wenn sich bei einem Betrieb der Aufwand im Verhältnis zur Gebührenhöhe lohnt, werden neben der Abwassermenge auch die Frachten an organischen Verschmutzungen (CSB), ungelösten Stoffen (GUS oder SS), Stickstoff (N) und Phosphor (P) ermittelt. Diese Messgrößen werden verglichen mit den Basiswerten für häusliches Abwasser. Mit Hilfe der Frachtindikatoren wird der Bezug geschaffen zu den in der ARA verursachten Aufwendungen für Oxidation, Schlammbehandlung und Phosphatelimination und die Anzahl spezifische Einwohnergleichwerte (Oxidation, Schlamm und P) berechnet.

Für kleine Einleiter ist ein vereinfachtes Vorgehen empfohlen (vgl. Kap. 7.2 und 7.3).

Auf der betroffenen ARA werden die Gesamtkosten nach Aufwandgruppen aufgeteilt. Aus der relativen Grösse der Aufwandgruppen werden Gewichtungsfaktoren ermittelt. Für die Gewichtungsfaktoren können alternativ Erfahrungswerte beigezogen werden.

Durch Multiplikation der spezifischen Einwohnergleichwerte mit den entsprechenden Gewichtungsfaktoren erhält man die Anzahl gewichteter Einwohnergleichwerte. Diese Grösse ist massgebend für die Ermittlung der Mengengebühr für das zu beurteilende Betriebsabwasser.

Das nachfolgende Modell berücksichtigt eine ARA mit Belebtschlammverfahren.



Figur 2: die massgeblichen Parameter für die Ermittlung der Verschmutzungsfaktoren: links die im Betriebsabwasser zu prüfenden Verschmutzungskomponenten, rechts die Aufwandgruppen der Abwasserreinigungsanlage, aus welcher die Gewichtung hergeleitet wird.

5 DIE AUFSCHLÜSSELUNG DER KOSTEN

5.1 Kosten im Verbandskanalnetz

Viele Abwasserreinigungsanlagen betreiben auch Kanalisationsnetze, die von mehreren Gemeinden genutzt werden. Die Kosten für Verbandskanalnetze sind separat zu erfassen. Das Modell mit den Verschmutzungsfaktoren lässt sich nur auf die Abwasserreinigung, nicht jedoch auf die Abwasserableitung anwenden. Für die Verteilung der Kosten der Abwasserableitung ist allein auf die Abwassermenge (im Mischsystem unter Berücksichtigung des Regenabwassers) abzustellen.

5.2 Kosten auf der ARA

Die von einem Betrieb abgeleitete Abwassermenge und die Frachten an abwasserbelastenden - und somit in der ARA Kosten verursachenden - Stoffen werden mit den Emissionen eines angeschlossenen Einwohners verglichen und als Anzahl Einwohnergleichwerte (EGW) ausgedrückt. Die Kosten, die berücksichtigt werden, sind die Betriebs- und Kapitalkosten sowie allfällige Abwasserabgaben.

Der Betrieb ist verpflichtet, die anteilmässigen Kosten für Betrieb und Werterhalt bzw. Ausbau der ARA zu bezahlen. Die Verrechnung dieser Kosten wird im Reglement der ARA geregelt und normalerweise der Standortgemeinde des Betriebes weiterverrechnet. Die Standortgemeinde wiederum bestimmt abschliessend in ihrem Abwasserreglement über die Verteilung der von der ARA in Rechnung gestellten Kosten innerhalb ihres Gebietes (Gebührenhoheit). Mit dem Verursacherprinzip nicht vereinbar ist dabei eine «Standortförderung» der Gemeinde, bei der den abwassereinleitenden Betrieben z.B. Rabatte auf Gebühren gewährt werden. Um die Kosten verursachergerecht innerhalb der Gemeinde zu verteilen, wird deshalb empfohlen, das vorliegende Modell auch für die Verrechnung innerhalb der Gemeinde einzusetzen.

5.3 Umgang mit Kapitalkosten / Investitionen

5.3.1 Betriebe ohne Einfluss auf Dimensionierung

Für die Verteilung der Kapital- und Investitionskosten soll grundsätzlich auf die aus dem Modell bestimmten Einwohnergleichwerte abgestellt werden. Bei Betrieben, welche die Dimensionierung der ARA nicht direkt beeinflussen, sollen die Kapitalkosten des Verbandes anhand der jährlich bestimmten Einwohnergleichwerte vom Betrieb eingefordert werden. Für die Gemeinden ist zu beachten, ob die Kapitalkosten in der Jahresrechnung der ARA enthalten sind:

Fall A) Kapitalkosten werden jährlich zusammen mit den Betriebskosten vom ARA-Betreiber an die Gemeinden verrechnet:

Wenn die Kapitalkosten Bestandteil des jährlichen Kostenverteilens sind, werden auch die Kapitalkosten von Betrieben anhand der Einwohnergleichwerte anteilmässig an die

Gemeinden verrechnet. Die Gemeinde hat dann die Aufgabe, den Kostenanteil eines Betriebes (unter Beaufschlagung der gemeindeeigenen Betriebs- und Kapitalkosten) direkt weiter zu verrechnen.

Fall B) ARA-Betreiber führt nur die Betriebskostenrechnung und bei Investitionen müssen Kredite von allen Gemeinden gesprochen werden (diese Variante ist als Übergangsvariante anzusehen und sollte in «Fall A» überführt werden): In diesem Fall müssen die Gemeinden Reserven für ARA-Investitionen in ihrer eigenen Spezialfinanzierung Abwasser aufbauen. Die Gemeinde muss somit die Höhe der ARA-Kapitalkostenanteile selbst errechnen. Mit ihrer Abwassergebühr muss die Gemeinde anhand der Einwohnergleichwerte der Betriebe auch die ARA-Investitionsanteile einfordern.

5.3.2 Dominante Einleiter, Kontingente

Für Investitionen, welche durch den dominanten Einleiter beeinflusst werden und eine entsprechende Kapazität bei der Dimensionierung bereitgestellt wird, sollen Kontingente festgelegt werden. Jede beteiligte Gemeinde und jeder dominante Einleiter legen fest, welche maximale Kapazität für ihn bereitgestellt werden muss (Kontingent). Auf der Basis der Kontingente werden dann die Kosten der konkreten Investition verteilt, unabhängig von der effektiven Nutzung des Kontingentes. Für die Festlegung der Dimensionierung wird meist ein 85%-Quantilwert der Fracht verwendet, so dass dieser zur Festlegung und Überprüfung der Kontingente verwendet werden kann. Über die Verteilung der Kontingente und die Berechnung der Kosten, das Vorgehen bei Kontingentsüberschreitungen und die Übernahme/Verkauf von Kontingenten ist ein Vertrag abzuschliessen, welcher die Kostentragung auch bei Wegfall der Frachten sicherstellt. Im Mustervertrag (Beilage 5, Artikel 4) sind entsprechende Vertragsbausteine enthalten.

Für die Erfassung eines Kostenschlüssels zur verursachergerechten Umwälzung der Investitionen auf die Industrien steht das Investitionskosten-Modell in Beilage 3 (Beispiel 3) zur Verfügung. Das Modell ermöglicht es, auch Kosten des laufenden Werterhalts der ARA auf die dominanten Einleiter zu überwälzen.

5.4 Aufteilung der Kosten in Aufwandgruppen

Entsprechend den von der ARA zu erfüllenden Funktionen

- Mechanische Reinigung/Elimination der partikulären Stoffe
- Oxidation von Kohlenstoffverbindungen und Stickstoffverbindungen
- Elimination der Phosphate
- Schlammbehandlung und –entsorgung

werden die gesamten ARA-Kosten nach Aufwandgruppen aufgeschlüsselt und die ARA-spezifischen Gewichtungsfaktoren g_i berechnet. Mit Hilfe dieser Gewichtungsfaktoren werden die beim Abwassereinleiter ermittelten Einwohnergleichwerte zu einem gewichteten Einwohnergleichwert **EGW_G** verrechnet.

5.5 Gewichtungsfaktoren

Als Gewichtungsfaktoren zur Berechnung der gewichteten Einwohnergleichwerte werden verwendet:

- Gewichtungsfaktor Hydraulik g_H
- Gewichtungsfaktor Oxidation g_{Ox}
- Gewichtungsfaktor Schlamm g_S
- Gewichtungsfaktor Phosphatfällung g_P

Die Gewichtung soll grundsätzlich aus der Kostenrechnung der ARA individuell hergeleitet werden, die in Beilage 3 aufgeführten Aufteilungsfaktoren können dabei zu Hilfe genommen werden. Die Ermittlung der Gewichtungsfaktoren g_i ist in Beilage 2 beschrieben. Bei kleinen Standard-Kläranlagen mit Belebtschlammverfahren kann auf die in Kap. 9 vorgeschlagenen Gewichtungen abgestellt werden.

Es hat sich herausgestellt, dass die Gewichtungsfaktoren nicht stark differieren, wenn nur die Betriebskosten oder die Betriebs- und Kapitalkosten zusammen verteilt werden.

6 SPEZIALFÄLLE

6.1 Verrechnung der Betriebskosten für die Elimination von organischen Spurenstoffen

Ungefähr 100 Schweizer Abwasserreinigungsanlagen werden bis 2040 mit einer Stufe für die Elimination von organischen Spurenstoffen (sogenannten Mikroverunreinigungen) ausgerüstet. Gemäss Gewässerschutzgesetz werden die natürlichen Einwohner in der gesamten Schweiz, welche nicht an eine ARA mit einer EMV-Stufe angeschlossen sind, mit einer jährlichen Kopfgebühr von CHF 9.- an den Bund belastet. Bei den natürlichen Einwohnern, welche an eine Abwasserreinigungsanlage mit einer EMV-Stufe angeschlossen sind, entfällt diese Gebühr. Dafür werden die Kosten für die EMV-Stufe an sämtliche Abwassereinleiter überwältzt.

Das Gesetz bzw. der Bund hatte dabei verzichtet, eine Gebühr auf Einwohnerwerte, sprich Industrie- und Gewerbebetriebe, zu erheben. Ebenfalls wurden bei der Auswahl der Anlagen, welche zukünftig mit einer EMV-Stufe auszurüsten sind, die angeschlossenen Industrieeinleiter nicht berücksichtigt. Hinzu kommt, dass die Verfahrenstechnik zu Elimination von Mikroverunreinigungen für den Abbau von organischen Spurenstoffen aus häuslichem Abwasser entwickelt wurde.

Da jedoch auch Industrie- und Gewerbebetriebe organische Spurenstoffe einleiten und diese auf den ausgewählten Abwasserreinigungsanlagen entfernt werden, wird für die Abwasserverbände mit einer ARA mit EMV-Stufe folgendes Vorgehen empfohlen:

1. Für kleine und mittlere Betriebe (keine dominanten Einleiter), welche in die entsprechende ARA einleiten sind die Betriebskosten für die Elimination der Mikroverunreinigungen generell zu verrechnen. Der Grund dafür ist die Tatsache, dass für diese Betriebe der Anteil der Kosten für die EMV-Stufe kaum ins Gewicht fällt und der Aufwand für die Aufteilung bzw. Nachweis von Spurenstoffen nicht tragbar sind.
2. Bei dominanten Einleitern und Betrieben mit vertraglichen Regelungen soll es möglich sein, im Fall eines Nachweises eines Fehlens von problematischen organischen Spurenstoffen, von den Kosten für die EMV-Stufe entlastet zu werden. Ein Nachweis soll im Labor durch die Eliminationsleistung des biologisch gereinigten Industrieabwassers in der EMV-Stufe erfolgen. Diese Entlastung der Betriebskosten soll zudem dazu dienen, für das Fernhalten von problematischen Stoffen im Industriebetrieb oder den eigenen Einsatz einer Vorbehandlungsanlage belohnt zu werden. Die Empfehlung bietet ein Berechnungsmodell zur Reduktion der Investitions- und Betriebskosten bei der Einleitung in eine ARA mit EMV-Stufe.
3. Gleichzeitig kann es durchaus vorkommen, dass ein Industriebetrieb die EMV-Stufe auf der ARA für seine verbesserte Reinigung nutzen möchte (Abbau von refraktären Stoffen) bzw. auf eine Vorbehandlungsanlage verzichten möchte. In einem solchen Fall sind erhöhte Betriebskosten (und allenfalls auch Investitions-

kosten) zu überwälzen.

6.2 Entsorgung von festen oder flüssigen Abfällen in der Abwasserreinigungsanlage

Das Einleiten von festen und flüssigen Abfällen in die Abwasserreinigungsanlage ist nicht zulässig (GSchV Art. 10). Es ist jedoch möglich und teilweise auch sinnvoll, dass vergärbare, flüssige Abfälle oder konzentrierte Abwässer in eine Faulungsstufe einer ARA eingebracht werden. Die Kosten bzw. Gebühren sind dabei Sache der ARA bzw. der Abwasserverbände und unterliegen nicht dem Gebührenmodell des Verbandes. Es handelt sich um eine direkt verrechenbare Dienstleistung der ARA und es gilt dafür meist der freie Markt.

7 DIE ERMITTLUNG DER KOSTENRELEVANTEN ABWASSERPARAMETER BEIM EINLEITER

7.1 Einleitung

Im Folgenden wird beschrieben, wie bei dem zur Beurteilung anstehenden Abwassereinleiter die Abwassermengen und die massgebenden analytischen Parameter ermittelt werden und wie diese Grössen zu Einwohnergleichwerten und Frachtindikatoren verrechnet werden. Der Berechnungsgang ist unter Kapitel 8 erläutert und als Excel-File **INDUTAX_17** verfügbar.

Bei schwierigen Fragen, die im Zusammenhang mit der Ermittlung der Abwassermenge oder bei Probenahme und Analytik auftauchen, ist die kantonale Gewässerschutzfachstelle oder ein spezialisiertes Ingenieurbüro beizuziehen.

7.2 Die Ermittlung der Abwassermenge Q

Die Abwassermenge ist die wichtigste Erhebungsgrösse für die Beurteilung des Betriebsabwassers und zur Ermittlung der jährlich wiederkehrenden Mengengebühren. Die Messung der Menge des betriebsspezifischen (industriell/gewerblichen) Abwassers mittels Zählern kann als Mindestanforderung aus Artikel 13 der Gewässerschutzverordnung angesehen werden und muss von der Behörde (Gemeinde) in jedem Fall (auch bei Nutzung eigener Quellen) verlangt werden. Zweckmässig für die Beurteilung sind monatliche Ablesungen der Zähler durch den Betrieb und mindestens jährliche Ablesungen durch die Gemeinde/Wasserversorgung.

Im Normalfall wird zur Ermittlung der Abwassermenge der Frischwasserverbrauch beigezogen. Kann dieser nicht gemessen werden oder **weicht die Abwassermenge erheblich vom Frischwasserverbrauch ab**, so ist die Abwassermenge an geeigneter Stelle zu erfassen oder über eine Wasserbilanz zu ermitteln. Beispiele hierfür sind:

- wenn ein Teil des Frischwassers den Produkten beigemischt wird;
- wenn ein Teil des Frischwassers verdampft oder verdunstet;
- wenn ein Teil des Frischwassers in unverschmutztem Zustand in eine Sauberwasserleitung abgeleitet oder durch Versickerung beseitigt wird;
- wenn Abwasser per Strasse oder Bahn dem Betrieb zugeführt oder abgeführt wird (beispielsweise Abfallbehandlungsanlagen);
- bei Deponieentwässerungen;
- bei Nutzung von Regenabwasser zu betrieblichen Zwecken.

Die Abwassermenge Q wird über ein ganzes Jahr aufsummiert (wichtig bei Kampagnetriebsbetrieben) und in [m³/a] angegeben.

7.3 Einleiter mit erhöhter Schmutzfracht

7.3.1 Abgrenzung Aufwand für Erhebung

Es ist weder möglich noch sinnvoll, bei jedem einzelnen Betrieb die Einwohnergleichwerte aufgrund von Abwasseranalysen zu ermitteln.

Der Aufwand für Probenahme, Analyse und Berechnung muss in einem vernünftigen Verhältnis zu der in Rechnung gestellten Gebühr stehen.

Nebst der Bestimmung der Abwassermenge, welche bei jedem Betrieb ein Muss ist, soll mit einem einfachen Messprogramm eine Ersteinschätzung vorgenommen werden, mit welcher die mögliche Gebührenhöhe und damit das Ausmass der zu tätigenen Messungen bestimmt wird.

Es bleibt dem kompetenten Organ (Gemeinde, ARA, Kanton) überlassen, das Ausmass der zu tätigenen Messungen zu bestimmen. Innerhalb eines ARA-Einzugsgebiets soll nach einheitlichen Kriterien verfahren werden.

Als Kriterien für die Durchführung regelmässiger Konzentrationsmessungen im Abwasser werden vorgeschlagen:

- Abwassermenge > 15'000 m³/Jahr (resp. Abwassermenge > 5 % der Trockenwetter-Abwassermenge der betroffenen ARA während des Monats mit der stärksten Belastung)

oder

- besonders starke Verschmutzung und daraus folgender Abwasserbelastung von > 300 EGW_G (resp. > 5 % der Frachten als EW der betroffenen ARA) während des Monats mit der stärksten Belastung.

Ziel muss es sein, einen repräsentativen Jahresmittelwert der relevanten Frachten zu bestimmen. Bei einem Betrieb mit grossen täglichen Schwankungen braucht es dazu mehr Messungen als bei einem Betrieb mit kontinuierlichen Prozessen.

Sofern die Abwasserbelastung durch einen Betrieb ausgeprägte Unterschiede innerhalb eines Tages oder einer Woche aufweist und sich dies auf den ARA-Betrieb negativ auswirkt, wird empfohlen, dieses Problem durch Installation von Ausgleichsbecken beim Betrieb zu lösen. Allenfalls muss die Gewässerschutzfachstelle auch **Mengen- und Frachtlimiten** für das Industrieabwasser verfügen, wie in Artikel 7 der Gewässerschutzverordnung vorgesehen. Alternativ kann ein **Spitzenfrachtzuschlag** zur Berücksichtigung von Konzentrations- oder Volumenspitzen vorgesehen werden.

Für die Probenahme bewähren sich Systeme, bei denen wöchentlich eine Probe, mit jeweils wechselndem Wochentag, entnommen wird (alle 6 Tage oder alle 8 Tage). Wenn das Abwasser organisch schlecht abbaubar ist, kann auch eine Wochensammelprobe entnommen werden.

Werden die vorangehend genannten Kriterien nicht erreicht, wird empfohlen, dass durch eine erfahrene Fachperson eine Einschätzung des Betriebes vorgenommen wird, wel-

che mit punktuellen Abwasserproben des Betriebsabwassers und unter Einbezug von Literaturwerten verifiziert wird. Die vorgenommene Einschätzung sollte mindestens alle vier Jahre wiederholt werden, um geänderte Verhältnisse im Betrieb zu berücksichtigen.

Der Einbezug von Literaturwerten hinsichtlich Abwasserbelastung für einzelne Branchen (pauschale Verschmutzungsfaktoren) ist nicht zu empfehlen, da diese den tatsächlichen Verhältnissen im Einzelfall kaum entsprechen.

Bei Betrieben, deren Abwassermenge klein oder deren Verschmutzung nur knapp über der Konzentration von häuslichem Abwasser liegt, lohnt sich keine separate Einschätzung. Bei diesen Betrieben ist wie bei Normaleinleitern allein die Abwassermenge massgebend.

7.3.2 Vertrag / Verfügung

Für Betriebe mit einem regelmässigen Messprogramm wird empfohlen, die Modalitäten für die Ermittlung der Abwassermengen und der Abwasserverschmutzung, die Gebührenberechnung und den Gebührenbezug in einem Vertrag zwischen dem ARA-Betreiber, der Standortgemeinde und dem Einleiter mit erhöhter Schmutzfracht zu regeln. Ein entsprechender **Mustervertrag** findet sich in Beilage 5.

Die kantonale Gewässerschutzfachstelle kann gestützt auf die Gewässerschutzgesetzgebung auch eine Verfügung erstellen, welche den Betrieb zu Messungen verpflichtet.

7.4 Dominante Einleiter, Kontingente

Wenn im Einzugsgebiet der ARA dominante Einleiter vorhanden sind, empfiehlt es sich, die Betriebs- und die Kapitalkosten unterschiedlich weiter zu verrechnen.

Ab wann ein Betrieb dominant ist, muss für jede ARA separat bestimmt werden. In jedem Fall übersteigt die Abwassermenge bzw. die Fracht an Schmutzstoffen die Kriterien gemäss Kap.3.1: Hat ein Betrieb einen Anteil von mehr als 10 % der Abwassermenge bzw. Abwasserfracht einer ARA, oder tätigt die ARA eine Investition hauptsächlich für einen einzelnen Betrieb, sollte er auf jeden Fall als dominanter Einleiter an den Investitionskosten direkt vertraglich beteiligt werden.

Da **Betriebskosten** (inkl. allfälliger Abwasserabgaben) in erster Näherung proportional zu den behandelten Abwassermengen und -frachten anfallen, sind sie grundsätzlich nach effektiv ermittelten (gemessenen oder berechneten) Frachten zu verteilen.

Infrastrukturkosten (evtl. inkl. Personalkosten, die meist ebenso unveränderlich sind) fallen dagegen immer an, unabhängig davon, ob die entsprechenden Kapazitäten genutzt werden oder nicht. Es empfiehlt sich daher, diese Kosten anteilmässig nach einem festen Satz auf Gemeinden und grössere Einleiter umzulegen, **unabhängig davon, ob die entsprechenden Kapazitäten ganzjährig oder nur saisonweise** (Kampagnebetriebe) **genutzt werden**. Es empfiehlt sich auch, die für das Industrieabwasser beanspruchten Kapazitäten unter angemessener Berücksichtigung der Frachtspitzen festzulegen.

Die einmal festgelegte Aufteilung soll über eine längere Zeit (z.B. die Abschreibungsdauer der Infrastrukturen) unveränderlich sein. Die entsprechenden **Abmachungen** sind ebenfalls im Vertrag gem. Kap. 7.3.2 festzuhalten. In diesem Vertrag sind neben der Kontingentszuteilung auch die Modalitäten zu regeln, was zu tun ist, falls die Abwassermengen und -frachten eines Betriebes stark zu- oder abnehmen oder gar wegfallen sollten.

- Nach welcher Zeit können frühestens die Kontingente angepasst werden?
- Was ist bei dauernder Überschreitung des vereinbarten Kontingents zu tun?
- Wer übernimmt das Kontingent resp. die Kosten eines wegfallenden Betriebes?

Bei Sanierungen oder Kapazitätserweiterungen von ARA fallen grössere **Investitionskosten** an. Artikel 60a GSchG sagt deutlich aus, dass auch Industrieeinleiter diese Kosten mittragen müssen. Falls die Investitionen der ARA nicht in der Jahresrechnung enthalten sind, muss die Gemeinde den Investitionsanteil der dominanten Einleiter selbst berechnen und entsprechend bei den Betrieben einfordern. Es wird empfohlen, das hier hergeleitete Modell auch für die Ermittlung eines Investitionskostenteilers zu nutzen, wenn keine Dimensionierung mit Kontingentsverteilung erfolgt. Dabei sind lediglich die Investitionen in die Gewichtungsfaktoren einzusetzen (vgl. Beilage 3, Beispiel 3). Zudem soll die Gemeinde mit dominanten Einleitern eine vertragliche Vereinbarung abschliessen, wie in Kapitel 5.3.2 beschrieben und im Mustervertrag vorgesehen.

7.5 Abwasseruntersuchungen: Probenahme und Analytik

Ziel der Probenahme ist es, die abgeleiteten Jahresfrachten möglichst zuverlässig und mit verhältnismässigem Aufwand zu ermitteln.

Die Entnahme repräsentativer Abwasserproben beim Abwassereinleiter ist der anspruchsvollste Schritt bei der Ermittlung der Einwohnergleichwerte. Bei der Probenahme können sich grössere Abweichungen von den tatsächlichen Verhältnissen ergeben als bei den Abwasseranalysen. Aus diesem Grund empfiehlt es sich, dass sich der Abwassereinleiter und der "Gebührenforderer" vor Beginn der Ermittlungen auf ein für beide Seiten verbindliches Vorgehen einigen, bei welchem der zeitliche und örtliche Anfall der einzelnen Abwasseranteile, welche zusammen das betriebsspezifische Abwasser bilden, berücksichtigt wird (siehe Mustervertrag unter Beilage 5).

Bei der Wahl des Probenahmeortes ist speziell darauf zu achten, dass möglichst nur das betriebsspezifische Abwasser, vor Vermischung mit häuslichem Abwasser und Regenabwasser, erfasst wird.

Welche Art der Beprobung und welche Häufigkeit geeignet sind, hängt von den spezifischen Gegebenheiten im Einzelfall ab. Gute Hinweise zur Probenahme gibt DIN 38402-11. Probenahme und Analytik sind in der Regel im Sinne der **Selbstkontrolle** durch die Betriebe durchzuführen (gesetzliche Grundlage dazu ist Artikel 13 der Gewässerschutzverordnung). Probenahme und Analytik dürfen nur durch qualifiziertes Fachpersonal durchgeführt werden.

Im Abwasser sind die folgenden analytischen Parameter zu bestimmen:

- | | |
|--|---|
| • Chemischer Sauerstoffbedarf | CSB _{2h} abgesetzt |
| • partikuläre Stoffe | SS (homogenisierte Probe) |
| • Stickstoff (relevanter Anteil, Kjeldahl-N) | N _{tot} – NO ₃ -N (2h abgesetzte Probe) |
| • Phosphor | P _{tot} (in 2h abgesetzter Probe) |

Bezüglich der **Abwasseranalytik** wird auf die Beschreibung und das Analysenschema in **Beilage 2** verwiesen. Es wird empfohlen, **nicht von diesem Prozedere abzuweichen, da sonst der Bezug zu den vorgeschlagenen Basiswerten nicht mehr gegeben ist.**

7.6 Welcher Analysenaufwand ist im Einzelfall zu leisten?

Der Analysenaufwand soll möglichst gering gehalten werden. Es ist also nicht in jedem Fall erforderlich, jedes Betriebsabwasser eines Betriebes auf alle analytischen Parameter zu untersuchen. In manchen Fällen kann man sich auf den CSB beschränken. **Eine Voruntersuchung durch eine erfahrene Fachperson ist fallweise nötig, um die relevanten Parameter zu bestimmen.**

7.7 Auswertung der Analysendaten

7.7.1 Qualitätssicherung

Die Durchführung von Probenahme und die Analytik durch den Betrieb (Selbstdeklaration) müssen durch labortechnisch ausgebildetes Personal erfolgen. In der Probenahme, der Probenvorbereitung und der Analyse können grosse Messfehler entstehen. Deshalb ist die gesamte Abwassererhebung einer betriebsexternen Qualitätskontrolle zu unterstellen. Probenahmeeinrichtung, Probenaufbereitung und Analytik sollen mehrmals pro Jahr durch das ARA-Personal oder ein externes Labor kontrolliert werden. Zudem sind an mehreren Proben pro Jahr Vergleichsanalysen durchzuführen.

7.7.2 Aufrechnung zu Jahresfrachten

Aus den erarbeiteten Analysenwerten werden durch mengenproportionale Aufrechnung mit den entsprechenden Abwasserteilmengen die Jahresfrachten an abwasserbelastenden Stoffen ermittelt. Die Betrachtung eines ganzen Kalenderjahres ist wichtig, da bei vielen Betrieben starke zeitliche Schwankungen der Abwassermengen und -konzentrationen vorkommen, speziell bei Kampagnebetrieben.

Tabelle 3: Berechnung Jahresfrachten F

Jahresfracht an CSB [kg/a]	$F_{\text{CSB},2\text{h abgesetzt}} (=F_{\text{CSB},\text{filtr}})$
Jahresfracht an partikulären Stoffen SS [kg/a]	F_{SS}
Jahresfracht an N [kg/a]	$F_{\text{Ntot}} - \text{NO}_3\text{-N}$
Jahresfracht an P [kg/a]	$F_{\text{P},2\text{h abgesetzt}} (=F_{\text{P},\text{filtr}})$

Dabei sind CSB, SS, N und P immer im Sinne der in Beilage 2 aufgeführten Analysenvorschriften zu verstehen.

Die Berechnung der Frachten erfolgt beim Übergabepunkt des Industrieabwassers in die öffentliche Kanalisation; **ein allfälliger Abbau in der Kanalisation bis zur ARA wird nicht berücksichtigt** (sonst könnten mit gleichem Recht auch Gemeinden mit "langen Fliesszeiten" einen solchen Abbau bei den Kostenverteilern geltend machen).

7.7.3 Vergleichswerte für häusliches Abwasser

Als Massstab für die Verschmutzung des Industrieabwassers wird das häusliche Abwasser genommen. Die Abwassermenge und die Frachten eines Einwohners werden als **Basiswerte** bezeichnet.

- Basiswert Abwassermenge B_Q
- Basiswert Chemischer Sauerstoffbedarf $B_{\text{CSB, 2h abgesetzt}}$
- Basiswert partikuläre Stoffe B_{SS}
- Basiswert Stickstoff $B_{\text{N, Ntot} - \text{NO}_3\text{-N, 2h abgesetzt}}$
- Basiswert Phosphor $B_{\text{P, Ptot, 2h abgesetzt}}$
- Basiswert Frachtindikator Oxidation B_{Ox}
- Basiswert Frachtindikator Schlamm B_S

Vorschläge für die anzuwendenden Basiswerte finden sich in Kapitel 8.

7.7.4 Der Frachtindikator: eine Hilfsgrösse

Um die beim Abwassereinleiter ermittelten Abwassermengen und die Frachten an CSB, SS, N und P in Beziehung zu den kostenverursachenden Prozessen in der ARA zu setzen, bedient man sich der Hilfsgrösse «Frachtindikator FI» und zwar:

- des Frachtindikators Oxidation FI_{Ox}
- des Frachtindikators Schlamm FI_S
- des Frachtindikators Phosphor FI_P

Frachtindikator Oxidation FI_{Ox}

Der Frachtindikator Oxidation FI_{Ox} sagt aus, wie gross der in der ARA durch die konkrete Abwassereinleitung hervorgerufene (modellgemässe) Sauerstoffbedarf ist. Er berechnet sich aus den Frachten an CSB und N wie folgt:

$$FI_{\text{Ox}} = (F_{\text{CSB, 2h abgesetzt}} * S_{\text{Ox}}) + (R * F_{\text{N, Ntot} - \text{NO}_3\text{-N, 2h abgesetzt}}) \text{ [kgO}_2\text{/a]}$$

Frachtindikator Schlamm FI_S

Der Frachtindikator Schlamm FI_S besagt, wieviel Frischschlamm auf der ARA durch das zu beurteilende Abwasser (modellgemäss) anfällt. Er ist eine Funktion der Frachten an CSB, SS und P.

$$FI_S = F_{\text{SS}} + (S_{\text{TS}} * F_{\text{CSB, 2h abgesetzt}}) + (T * F_{\text{P, 2h abgesetzt}}) \text{ [kg TS/a]}$$

Frachtindikator Phosphor FI_P

Der Frachtindikator Phosphor FI_P ist identisch mit der Phosphorfracht $F_{\text{P, 2h abgesetzt}}$ [kg/a]

Konstante R

Die Konstante R1 sagt aus, wieviel Sauerstoff theoretisch für die Oxidation von 1 kg

Kjeldahlstickstoff, gemessen als $N_{\text{tot}} - \text{NO}_3\text{-N}$, innerhalb der Nitrifikation benötigt wird.

Konstante S_{TS}

Die Konstante S_{TS} drückt aus, wieviel Frischschlamm-TS modellgemäss auf der ARA durch die Einleitung von 1 kg $\text{CSB}_{2\text{h abgesetzt}}$ entsteht (Yield).

Konstante S_{Ox}

Die Konstante S_{Ox} entspricht dem in der ARA oxidierbaren Anteil des CSB.

Konstante T

Die Konstante T ist der theoretische Schlammanfall aus der chemischen Phosphatfällung. Werte für die Konstanten R, S, T siehe in Kapitel 8.

Für die Frachtindikatoren werden die **Basiswerte** errechnet. Diese geben an, welche Frachtindikatoren einem Einwohnergleichwert zuzuordnen sind.

Basiswert für den Frachtindikator Oxidation $B_{\text{Ox}} = (B_{\text{CSB},2\text{h abgesetzt}} * S_{\text{Ox}}) + (R * B_{\text{N}, \text{Ntot} - \text{NO}_3\text{-N}, 2\text{h abgesetzt}})$ [kg O_2/a]

Basiswert für den Frachtindikator Schlamm $B_{\text{S}} = B_{\text{SS}} + (S_{\text{TS}} * B_{\text{CSB},2\text{h abgesetzt}}) + (T * B_{\text{P},2\text{h abgesetzt}})$ [kg TS/a]

Basiswert für den Frachtindikator Flockungshilfsmittel $B_{\text{FHM}} = B_{\text{CSB},2\text{h abgesetzt}} * S_{\text{FHM}}$ [kg FHM/a]

Vorschläge für die anzuwendenden Basiswerte finden sich in Kapitel 8.

8 DIE BERECHNUNG DER VERSCHMUTZUNGSFAKTOREN

Zur Verdeutlichung des Berechnungsganges siehe **Figur 2** und die **Beispiele** in Beilage 3. Das benötigte **Excel-file INDUTAX_17** steht elektronisch zur Verfügung.

- Ermitteln der Gewichtungsfaktoren g_H , g_S , g_{Ox} , g_P gemäss Beilage 1. Empfohlene Werte für die Gewichtungsfaktoren $g_i \Rightarrow$ siehe Kap. 9
- Festlegen der Konstanten und Basiswerte R , S , T , B_Q , $B_{CSB,2h}$ abgesetzt, B_N , $N_{tot} - NO_3-N, 2h$ abgesetzt, B_{SS} , $B_{P,2h}$ abgesetzt B_{Ox} und $B_S \Rightarrow$ in aller Regel werden die Werte aus Kapitel 8 übernommen.
- Ermitteln der Abwassermenge Q sowie der Frachten F_{SS} , $F_{CSB,2h}$ abgesetzt, F_N , $N_{tot} - NO_3-N, 2h$ abgesetzt, $F_{P,2h}$ abgesetzt beim Abwassereinleiter \Rightarrow gemäss Kap. 5.3 bis 5.6

Sofern eine oder mehrere Frachten F_i nicht bestimmt worden sind (weil die Bagatellkonzentrationen unterschritten sind), wird die entsprechende Fracht $F_i = 0$ gesetzt.

- Berechnen der Frachtindikatoren FI_{Ox} , FI_S , $FI_P \Rightarrow$ siehe Kap. 5.7.4.
- Berechnen der Einzel-Einwohnergleichwerte:
 - $EGW_H = Q / B_Q$
 - $EGW_S = FI_S / B_S$
 - $EGW_{Ox} = FI_{Ox} / B_{Ox}$
 - $EGW_P = FI_P / B_P$
- Berechnen der Einzel-Verschmutzungsfaktoren:
 - $f_{Ox} = EGW_{Ox} / EGW_H$
 - $f_S = EGW_S / EGW_H$
 - $f_P = EGW_P / EGW_H$
- Berechnen des gewichteten Verschmutzungsfaktors f_G :
 - $f_G = g_H + (g_{Ox} * f_{Ox}) + (g_S * f_S) + (g_P * f_P)$
 - Falls ein Verschmutzungsfaktor < 1 resultiert, wird er auf $f_G = 1.0$ korrigiert. Von dieser Regel soll nur in begründeten Ausnahmefällen abgewichen werden, vgl. dazu die Ausführungen in Kap. 8.1.
 - Berechnen der Anzahl gewichteter Einwohnergleichwerte EGW_G

$$EGW_G = f_G * EGW_H$$

Die Anzahl gewichteter Einwohnergleichwerte EGW_G ist die gesuchte Grösse, anhand welcher das betreffende betriebsspezifische Abwasser mit Gebühren belegt wird.

8.1 Minimaler Verschmutzungsfaktor

In der früheren Richtlinie wie auch in älteren Abwasserreglementen wurde der minimale Verschmutzungsfaktor in jedem Fall bei mindestens 1 festgelegt. Für Abwasser mit einer geringeren Belastung als die häusliche Konzentration wurde somit dieselbe Anzahl Einwohnerwerte veranschlagt, wie wenn das Abwasser der häuslichen Verschmutzung entsprechen würde.

Dieser minimale Verschmutzungsfaktor beruht auf folgenden Überlegungen:

- Häusliches Abwasser hat per Definition einen Verschmutzungsfaktor von 1. Die Behandlung von gewerblich / industriellem Abwasser führt grundsätzlich auf einer ARA zu denselben Kosten wie die Behandlung von häuslichem Abwasser.
- Es soll kein Anreiz vorhanden sein, verdünntes Abwasser in die Kanalisation einzuleiten.
- Die ARA hat für das gesamte Einzugsgebiet eine genügende Reinigungskapazität sicherzustellen (Vorhalteleistung). Beim Ausfall einer betrieblichen Vorreinigung oder bei Havarien in Betrieben muss die ARA die Reinigungsfunktion immer noch vollumfänglich erfüllen.

8.2 Verschmutzungsfaktor kleiner 1

Mit den obgenannten Restriktionen eines Verschmutzungsfaktors wurden in der Vergangenheit Kapazitäten auf der ARA abgedeckt und das Einhalten des Verdünnungsverbots gesichert. Heute sind die Gesetze verschärft und es wird in der Empfehlung mehrfach darauf hingewiesen, mittels der Aufstellung von Frachtverträgen mit Industrien rechtzeitig verbindliche Kapazitäten auf der ARA sicherzustellen.

Tatsächlich haben sich verschiedentlich Probleme mit der Untergrenze des Verschmutzungsfaktors von 1 gezeigt: Betriebe, die eine Vorreinigung zur Frachtreduktion betreiben und dadurch ein nur wenig belastetes Abwasser erzeugen, müssen trotzdem hohe Beiträge an die ARA-Kosten leisten. Teilweise verhindert diese Regelung, dass überhaupt bei einem Betrieb eine Vorreinigung erstellt wird. Verschiedene Betriebe steuern die Reinigungsleistung ihrer Vorreinigung bewusst, um im finanziell optimalen Bereich von 1 zu liegen.

Im Sinne der Ressourceneffizienz und der Verursachergerechtigkeit wird deshalb empfohlen, einen Verschmutzungsfaktor unter 1 grundsätzlich zuzulassen. Dies gilt insbesondere für folgende Gegebenheiten:

- Der Betrieb betreibt eine eigene Abwasser-Vorbehandlung zur Reduktion von kostenwirksamen Frachten gemäss dem vorliegenden Modell (z.B. CSB, GUS, N, P), oder kann betriebliche Prozessoptimierungen vorweisen, welche aufgrund grosser Investitionen (höher als die jährliche Abwassergebühr ohne Massnahme) denselben Effekt aufweisen.
- Der Betrieb hat sonstige Massnahmen realisiert, welche die Abwasserreinigung positiv beeinflussen (z.B. Bau eines Stapelbeckens mit zeitlich dosierter Ableitung).

- Der Betrieb muss eine behördlich angeordnete Frachtlimite einhalten, aus welcher sich ein Verschmutzungsfaktor <1 ergibt.

Der Entscheid, ob ein Verschmutzungsfaktor < 1 möglich sein soll, liegt bei den Organen des ARA-Betreibers. Im Fall, dass der Verschmutzungsfaktor von Abwasser so tief zu stehen kommt, dass das Abwasser beinahe umsonst in eine öffentliche ARA geleitet wird, wird eine Untergrenze empfohlen. Diese kann in der Grössenordnung von 0.5 festgesetzt werden. Die Organe des Verbandes sind angehalten, die Untergrenze des Verschmutzungsfaktors in jedem Einzelfall gemeinsam mit der kantonalen Behörde und dem Industriebetrieb zu beurteilen und vertraglich zu regeln.

9 EMPFOHLENE BASISWERTE UND KONSTANTEN

Es wird empfohlen, von den nachstehend angegebenen Basiswerten und Konstanten Gebrauch zu machen; es steht aber der kompetenten Instanz frei, aus triftigen Gründen andere Werte zu wählen. Innerhalb eines ARA-Einzugsgebietes müssen aber immer die gleichen Werte angewendet werden.

Die Basiswerte B wurden aus DWA-A 131 entnommen bzw. daraus berechnet und beziehen sich auf Abwasser nach der Vorklärung bzw. auf eine 2 Stunden lang abgesetzte Probe.

Tabelle 4: Empfohlene Basiswerte und Konstanten

Faktor bzw. Basiswert	Modellwert	Herleitung, Bemerkungen
$B_{\text{CSB,2h abgesetzt}}$	29.2 kg O ₂ /a	80 g O ₂ / EW d, nach VKB
B_{SS}	14.6 kg TS/a	40 g TS / EW d, in VKB absetzbar
$B_{\text{N, Ntot} - \text{NO}_3\text{-N, 2h abgesetzt}^*}$	3.65 kg N / a	10 g N / EW d, nach VKB
$B_{\text{P, 2h abgesetzt}}$	0.58 kg P / a	1.6 g P / EW d, nach VKB
B_{Q}	55 m ³ / a	151 L / EW d, mittlerer Wasserverbrauch pro EW
B_{Ox}	31.39 kg O ₂ / a	$B_{\text{Ox}} = (S_{\text{Ox}} * B_{\text{CSB,2h abgesetzt}}) + (R * B_{\text{N, Ntot} - \text{NO}_3\text{-N, 2h abgesetzt}})$
B_{S}	33.26 kg TS / a	$B_{\text{S}} = B_{\text{SS}} + (S_{\text{TS}} * B_{\text{CSB,2h abgesetzt}}) + (T * B_{\text{P,2h abgesetzt}})$
g_{H}	0.25	genereller Wert, pro ARA individuell zu prüfen
g_{Ox}	0.25	genereller Wert, pro ARA individuell zu prüfen
g_{P}	0.05	genereller Wert, pro ARA individuell zu prüfen
g_{S}	0.45	genereller Wert, pro ARA individuell zu prüfen
R	4.6 kg O ₂ / kg N	Stöchiometrischer Wert zur Nitrifikation
S_{TS}	0.5 kg TS / kg CSB _{abg.}	Erfahrungswert für häusliches Abwasser
S_{Ox}	0.5 kg O ₂ / kg CSB _{abg.}	Erfahrungswert für häusliches Abwasser
T	7.0 kg TS/kg P	Erfahrungswert für häusliches Abwasser

* N_{Kj} wird als $N_{\text{tot}} - \text{NO}_3\text{-N}$ analytisch bestimmt

Beilage 1

Relevante Gesetzesartikel

Folgende Auswahl von Gesetzesartikeln ist im Zusammenhang mit der Finanzierung zu berücksichtigen, wenn Abwasser aus einem Industrie- und Gewerbebetrieb in die öffentliche Kanalisation eingeleitet wird. Die Aufzählung hat keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Ebenso ist stets zu prüfen, ob neuere Bestimmungen vorhanden sind.

Gewässerschutzgesetz (GSchG)

Art. 11 Anschluss- und Abnahmepflicht

Der Inhaber der Kanalisation ist verpflichtet, das Abwasser abzunehmen und der zentralen Abwasserreinigungsanlage zuzuführen

Kommentar: Die Abwasserreinigungsanlage hat grundsätzlich die Pflicht, das Abwasser eines Industriebetriebs anzunehmen. Dafür stellt der Inhaber der Kanalisation bzw. ARA die Bedingung für die Einleitung des Abwassers aus dem Industriebetrieb (Frachtverträge) auf und weist die dadurch entstandenen Investitions- und Betriebskosten aus.

Art. 12 Sonderfälle im Bereich der öffentlichen Kanalisation

Wer Abwasser einleiten will, das den Anforderungen an die Einleitung in die Kanalisation nicht entspricht, muss es vorbehandeln. Die Kantone regeln die Vorbehandlung

Die kantonale Behörde entscheidet über die zweckmässige Beseitigung von Abwasser, das für die Behandlung einer zentralen Abwasserreinigungsanlage nicht geeignet ist.

Nicht verschmutztes Abwasser, das stetig anfällt, darf weder direkt noch indirekt einer zentralen Abwasserreinigungsanlage zugeleitet werden.

Kommentar: Die kantonale Behörde kann damit eine Vorreinigung eines Industriebetriebs veranlassen, wenn dessen Abwasser nicht der Einleitung in die Kanalisation entspricht und damit für Störungen bzw. Grenzwertüberschreitungen bei der Abwasserreinigungsanlage sorgt. Es ist untersagt, nicht verschmutztes Abwasser wie bspw. Kühlwasser in der Kanalisation zu entsorgen.

Art. 60a Abwasserabgaben der Kantone

Die Kantone sorgen dafür, dass die Kosten für Bau, Betrieb, Unterhalt, Sanierung und Ersatz der Abwasseranlagen, die öffentlichen Zwecken dienen, mit Gebühren oder anderen Abgaben den Verursachern überbunden werden

Würden kostendeckende und verursachergerechte Abgaben die umweltverträgliche Entsorgung des Abwassers gefährden, so kann diese soweit erforderlich anders finanziert werden.

Kommentar: Die kantonale Behörde sorgt dafür, dass das Verursacherprinzip durchgesetzt wird. In der Praxis kann die kantonale Behörde innerhalb der Bewilligung der Abwasserreglemente der Verbände prüfen, ob das Verursacherprinzip verankert ist. Bei Streitigkeiten ist zwingend die kantonale Behörde einzuschalten.

Art. 60b Abwasserabgabe des Bundes

Der Bund erhebt bei den Inhabern von zentralen Abwasserreinigungsanlagen eine Abgabe für die Finanzierung der Abgeltung von Massnahmen zur Elimination von organischen Spurenstoffen nach Artikel 61a, einschliesslich der Vollzugskosten des Bundes

Die Höhe der Abgabe richtet sich nach der Anzahl der an die Abwasserreinigungsanlage angeschlossenen Einwohner. Der Abgabesatz beträgt jährlich höchstens 9 Franken pro Einwohner.

Vgl. dazu die VSA-Empfehlung "Weiterverrechnung der Abwasserabgabe" vom Februar 2015 sowie die BAFU-Publikation "Elimination von Spurenstoffen bei Abwasseranlagen, Finanzierung der Massnahmen", 2016.

Gewässerschutzverordnung (GSchV)

Art. 7 Einleitung in die öffentliche Kanalisation

Die Behörde bewilligt die Einleitung von Industrieabwasser nach Anhang 3.2 oder von anderem Abwasser nach Anhang 3.3 in die öffentliche Kanalisation, wenn die Anforderungen des entsprechenden Anhangs eingehalten sind.

Sie verschärft oder ergänzt die Anforderungen, wenn durch die Einleitung des Abwassers:

- a. Der Betrieb der öffentlichen Kanalisation erschwert oder gestört werden kann;
- b. beim Abwasser der zentralen Abwasserreinigungsanlage die Anforderungen an die Einleitung in ein Gewässer nicht oder nur mit unverhältnismässigen Massnahmen eingehalten werden können oder der Betrieb der Anlage in andere Weise erschwert oder gestört werden kann

Kommentar: Die Bedingung für die Einleitung des Abwassers aus dem Industriebetrieb wird mittels Frachtverträge festgehalten. Diese Verträge müssen auf die gewässerschutzrechtlichen Bewilligungen des Kantons abgestimmt sein und die maximalen Frachtspitzen des Industriebetriebs definieren. Mit dem Frachtvertrag kauft sich ein Industriebetrieb die erforderliche Kapazität der Abwasserreinigungsanlage ein. Wenn der Industriebetrieb sein Abwasser innerhalb des Frachtvertrags einleitet, ist gewährleistet, dass er die Anforderungen der Einleitung einhält.

Sie kann die Anforderungen erleichtern, wenn:

- a. durch eine Verminderung der eingeleiteten Abwassermenge trotz der Zulassung höherer Stoffkonzentrationen die Menge der eingeleiteten Stoffe, die Gewässer verunreinigen können vermindert wird
- b. die Umwelt durch die Einleitung nicht verwertbarer Stoffe in Industrieabwasser gesamthaft weniger belastet wird als durch eine andere Entsorgung und beim Abwasser der zentralen Abwasserreinigungsanlage die Anforderungen an die Einleitung in die Gewässer eingehalten werden; oder
- c. dies für den Betrieb der Abwasserreinigungsanlage zweckmässig ist.

Kommentar: Die Einleitbedingungen können erleichtert werden, wenn die Menge der eingeleiteten Stoffe vermindert werden können. Ebenfalls können Erleichterungen zugelassen werden bei Stoffen, welche durch die Vorreinigung oder durch die anschliessende Abwasserreinigungsanlage nicht zurückgehalten werden und die keine Störung bzw. Grenzwertüberschreitung verursachen.

Anhang 3.2

1 Begriff und Grundsätze

1 Industrieabwasser umfasst:

- a. Abwasser aus gewerblichen und industriellen Betrieben;
- b. damit vergleichbares Abwasser, wie solches aus Laboratorien und Spitälern.

2 Wer Industrieabwasser ableitet, muss bei Produktionsprozessen und bei der Abwasserbehandlung die nach dem Stand der Technik notwendigen Massnahmen treffen, um Verunreinigungen der Gewässer zu vermeiden. Insbesondere muss er dafür sorgen, dass:

- a. so wenig abzuleitendes Abwasser anfällt und so wenig Stoffe, die Gewässer verunreinigen können, abgeleitet werden, als dies technisch und betrieblich möglich und wirtschaftlich tragbar ist;
- b. nicht verschmutztes Abwasser und Kühlwasser getrennt von verschmutztem Abwasser anfällt;
- c. verschmutztes Abwasser weder verdünnt noch mit anderem Abwasser vermischt wird, um die Anforderungen einzuhalten; die Verdünnung oder Vermischung ist erlaubt, wenn dies für die Behandlung des Abwassers zweckmässig ist und dadurch nicht mehr Stoffe, die Gewässer verunreinigen können, abgeleitet werden als bei getrennter Behandlung.

3 Er muss bei der Einleitung des Abwassers in Gewässer oder in die öffentliche Kanalisation am Ort der Einleitung einhalten:

- a. die allgemeinen Anforderungen nach Ziffer 2; und
- b. für Abwasser aus bestimmten Branchen die besonderen Anforderungen für bestimmte Stoffe nach Ziffer 3.

4 Wenn der Inhaber des Betriebes nachweist, dass er die nach dem Stand der Technik erforderlichen Massnahmen nach Absatz 2 getroffen hat und dass die Einhaltung der allgemeinen Anforderungen nach Ziffer 2 unverhältnismässig wäre, legt die Behörde weniger strenge Werte fest.

5 Wenn die nach dem Stand der Technik nach Absatz 2 erforderlichen Massnahmen ermöglichen, strengere Anforderungen als diejenigen nach den Ziffern 2 und 3 einzuhalten, kann die Behörde aufgrund der Angaben des Betriebsinhabers und nach dessen Anhörung strengere Werte festlegen.

6 Wenn die Ziffern 2 und 3 für bestimmte Stoffe, die Gewässer verunreinigen können, keine Anforderungen enthalten, so legt die Behörde in der Bewilligung auf Grund des Standes der Technik die erforderlichen Anforderungen fest. Sie berücksichtigt dabei internationale oder nationale Normen, vom BAFU veröffentlichte Richtlinien oder von der betroffenen Branche in Zusammenarbeit mit dem BAFU erarbeitete Normen.

Kommentar: Das Gesetz verpflichtet einen Industriebetrieb, den stofflichen und mengenmässigen Anfall von Abwasser zu minimieren soweit dies technisch möglich und wirtschaftlich tragbar ist. Die wirtschaftliche Tragbarkeit muss damit den Kosten für die nachfolgende Abwasserreinigung gegenübergestellt werden können. Dazu liefert die vorliegende Empfehlung die entsprechenden Grundlagen.

Beilage 2

Abkürzungsverzeichnis,
Gewichtungsfaktoren

Abkürzungsverzeichnis

Zeichen	Grösse	Einheit
$B_{CSB,2h \text{ abgesetzt}}$	Basiswert für CSB in sedimentierter Probe	kg O ₂ /a
$B_{N,Ki,2h \text{ abgesetzt}}$	Basiswert für N _{Ki,2h abgesetzt}	kg N / a
B_{Ox}	Basiswert von FI _{Ox}	kg O ₂ / a
$B_{P,2h \text{ abgesetzt}}$	Basiswert für P _{2h abgesetzt}	kg P/a
B_Q	Basiswert Abwassermenge	m ³ /a
B_S	Basiswert von FI _S	kg TS / a
B_{SS}	Basiswert für SS	kg TS /a
CSB	Chemischer Sauerstoffbedarf	
CSB _{tot}	CSB in homogenisierter Probe	mg/L
CSB _{2h abgesetzt}	CSB in sedimentierter Probe (gemäss Beilage 2)	mg/L
CSB _{filtr}	CSB in filtrierter Probe (gemäss Beilage 2)	mg/L
EGW _G	Anzahl gewichtete Einwohnergleichwerte	-
EGW _H	Anzahl hydraulische Einwohnergleichwerte	-
EGW _{Ox}	Anzahl Einwohnergleichwerte Oxidation	-
EGW _P	Anzahl Einwohnergleichwerte Phosphor	-
EGW _S	Anzahl Schlamm-Einwohnergleichwerte	-
$F_{CSB,2h \text{ abgesetzt}}$	Fracht an CSB in sedimentierter Probe	kg O ₂ /a
$F_{CSB,tot}$	Fracht an CSB in homogenisierter Probe	kg O ₂ /a
$F_{N,Ki,2h \text{ abgesetzt}}$	Fracht an Stickstoff bestimmt als N _{tot} – NO ₃ -N	kg N/a
$F_{P,2h \text{ abgesetzt}}$	Fracht an P _{total} in sedimentierter Probe	kg P/a
F_{SS}	Fracht an SS	kg TS/a
FI _{Ox}	Frachtindikator Oxidation	kg O ₂ /a
FI _P	Frachtindikator Phosphor	kg P / a
FI _S	Frachtindikator Schlamm	kg TS /a
f _G	gewichteter Verschmutzungsfaktor	-
f _{Ox}	Verschmutzungsfaktor Oxidation	-
f _P	Verschmutzungsfaktor Phosphor	-
f _S	Verschmutzungsfaktor Schlamm	-
g _H	Gewichtungsfaktor Hydraulik	-
g _{Ox}	Gewichtungsfaktor Oxidation	-
g _P	Gewichtungsfaktor Phosphatfällung	-
g _S	Gewichtungsfaktor Schlamm	-
GR	Glührückstand	% von TS
$N_{N_{tot} - NO_3-N, abgesetzt}$	N _{tot} – NO ₃ -N in sedimentierter Probe (gem. Beilage 2)	mg/L
$N_{N_{tot} - NO_3-N, filtr}$	N _{tot} – NO ₃ -N in filtrierter Probe (gemäss Beilage 2)	mg/L
P	Phosphor (gesamt)	
P _{abgesetzt}	Phosphor in sedimentierter Probe (gemäss Beilage 2)	mg/L
P _{filtr}	Phosphor in filtrierter Probe (gemäss Beilage 2)	mg/L
Q	Abwassermenge	m ³ / a
R	Umrechnungsfaktor Stickstoff in Sauerstoffbedarf	kg O ₂ / kg N
R1	Umrechnungsfaktor Stickstoff in Sauerstoffbedarf für Nitrifikation	kg O ₂ / kg N
R2	Umrechnungsfaktor Stickstoff in Sauerstoffbedarf für Deammonifikation (Anammox)	kg O ₂ / kg N
S _{Ox}	Umrechnungsfaktor CSB in Sauerstoffbedarf	kg O ₂ / kg CSB
S _{TS}	Umrechnungsfaktor CSB in Schlamm-TS	kg TS / kg CSB
abgesetzt (als Index)	als Gehalt im Überstand nach Sedimentation	-
SS	Partikuläre Stoffe (hier gleichgesetzt mit sedimentierbaren resp. abfiltrierbaren Stoffen)	mg/L
T	Umrechnungsfaktor P in Schlamm-TS	kg TS / kg P
TS	Trockensubstanz	mg/L

Gewichtungsfaktoren

Zur Berechnung der Gewichtungsfaktoren g_i werden die in der ARA anfallenden Betriebskosten in die verschiedenen Aufwandgruppen «Hydraulik», «Oxidation», «Schlamm» und «Phosphatfällung» aufgeteilt. Die nicht zurechenbaren Kosten werden zusammen mit den Fixkosten proportional auf die Aufwandgruppen verteilt (siehe unten). Eine allfällig zu entrichtende Abwasserabgabe ist zu den Betriebskosten zu schlagen und über den Kostenverteiler auf die Abwasserlieferanten umzulegen.

Es werden die vier folgenden **Aufwandgruppen** gebildet:

- 1: Hydraulik = jährliche Kosten für Pumpenergie
- 2: Oxidation = jährliche Kosten für Belüftung
- 3: Klärschlamm = jährliche Kosten für die Klärschlammverarbeitung
- 4: Phosphatfällung = jährliche Kosten für die Phosphatfällung

Zu den vier Aufwandgruppen werden im Folgenden die jährlichen Fixkosten proportional aufgeteilt. Die Fixkosten bestehen z.B. aus Personalkosten, Mieten, Zinsen usw. Es ergeben sich somit Fixkosten pro Aufwandgruppe und somit zusammen mit den jährlichen Betriebskosten «Gesamte Betriebskosten». Anhand dieser gesamten Betriebskosten werden nun die Gewichtungsfaktoren g_i berechnet (siehe Excel-File).

$$\text{Gewichtungsfaktor Hydraulik } g_H = \frac{\text{Kosten Aufwandgruppe 1}}{\text{Gesamte Kosten ARA}}$$

$$\text{Gewichtungsfaktor Oxidation } g_{OX} = \frac{\text{Kosten Aufwandgruppe 2}}{\text{Gesamte Kosten ARA}}$$

$$\text{Gewichtungsfaktor Schlamm } g_S = \frac{\text{Kosten Aufwandgruppe 3}}{\text{Gesamte Kosten ARA}}$$

$$\text{Gewichtungsfaktor Phosphor } g_P = \frac{\text{Kosten Aufwandgruppe 4}}{\text{Gesamte Kosten ARA}}$$

$$\text{Kontrolle: } g_H + g_{OX} + g_S + g_P = 1$$

In der Regel soll die Aufteilung in die Aufwandgruppen für jede ARA individuell in Zusammenarbeit durch Klärmeister, Finanzchef der ARA und beratenden Ingenieur erarbeitet werden.

Nur in Ausnahmefällen (kleine ARA) wird die Anwendung der Richtwerte für g_i gemäss Tabelle in Kap. 9 empfohlen.

Zusätzliche EMV (Elimination von Mikroverunreinigungen)-Stufe

Betreibt eine ARA eine EMV-Stufe, ist es für die Kostenverteilung in der Regel nicht notwendig, diese zusätzlichen Kosten separat zu erfassen. Eine gesonderte Erfassung der Betriebs- und Investitionskosten EMV kann jedoch für Vergleichszwecke (Benchmarking) sinnvoll sein (vgl. hierzu auch die VSA-Empfehlung "Definition und Standardisierung von Kennzahlen für Verfahren zur Elimination von organischen Spurenstoffen in ARA", 2017). Die Abgrenzung dieser Kosten ist deshalb als Option im neuen Investitions- bzw. Betriebskostenmodell enthalten: Die zusätzlichen Betriebskosten durch eine EMV-Stufe werden dabei in der neuen Aufwandgruppe «EMV-Stufe» aufgeführt (vgl. Fig. 1).

Bezüglich der Kostenverteilung für gewerblich-industrielle Einleiter wird hingegen grundsätzlich empfohlen, die Kosten der EMV-Stufe zu den restlichen Betriebs- bzw. Investitionskosten hinzu zu zählen, d.h. eine gesonderte Weiterverrechnung ist nicht angezeigt (VSA-/OKI-Empfehlung "Weiterverrechnung der Abwasserabgabe", 2015). Hinter dieser Aussage steht die Überlegung, dass i.d.R. alle Betriebe auch organische Spurenstoffe einleiten. Zudem entspricht diese Betrachtung dem Verursacherprinzip: Dieses bedeutet nämlich nicht, dass dem Einzelnen die individuell und durch ihn verursachten Kosten nachzuweisen und in Rechnung zu stellen sind. Dies gilt im Besonderen für kleine und mittlere Betriebe.

Ausnahmen von diesem Prinzip sind möglich, beispielsweise für Betriebe mit Spezialverträgen (Einleiter mit erhöhter Schmutzfracht oder dominante Einleiter mit Spezial-/Vertragstarifen etc., vgl. Kap. 6.1).

Die Aufwandgruppen im Modell

Das zusätzliche Modell «Gewichtungsfaktoren» (Figur 1) soll dazu dienen, die Gewichtungsfaktoren genauer zu bestimmen, wenn dazu die nötigen Betriebskosten vorhanden sind. Die untenstehende Tabelle zeigt die Vorgehensweise und kann in der Excel-Version bearbeitet und an die vorhandenen bzw. bekannten Kostenstellen der betroffenen ARA angepasst werden. Dabei sind die hellblauen Felder (mittlere jährliche Betriebskosten) möglichst genau in den jeweiligen Aufwandgruppen auszufüllen. Es sollen Mittelwerte mehrerer Jahre verwendet werden, da die Gewichtung nicht jährlich angepasst werden soll, um eine stabile, budgetierbare Kostenverteilung zu erreichen. Die berechneten Gewichtungsfaktoren auf der rechten Seite können anschliessend im Indutax_17 wieder eingesetzt werden.

Gewichtungsfaktoren ARA für Kostenverteiler

Mit der vorliegenden Tabelle können für die ARA die individuelle Gewichtungsfaktoren hergeleitet werden

Blaue Zellen: zwingend auszufüllende Felder

Soll Industriebetrieb Kosten für EMV mittragen? Ja <-- hier Ja oder Nein eintragen

Mittelwerte mehrerer Jahre verwenden

Aufteilung der Fixkosten

	Betriebskosten/ Jahreskosten	Anteil an Fixkosten	Fixkosten pro Aufwandgruppe	Gesamte Betriebskosten	Gewichtungsfaktoren	Standardwerte für Belebtschlamm- anlagen (ohne EMV)
Hydraulik und EMV²⁾						
Hydraulik						
Pumpenenergie Hebewerk	20'000 CHF/a					
Pumpenenergie Rückläufe	20'000 CHF/a					
Pumpenenergie Spülungen	10'000 CHF/a					
Weitere	0 CHF/a					
Kosten Hydraulik	50'000 CHF/a	0.09	74'138 CHF/a	124'138 CHF/a		
EMV-Stufe¹⁾						
Kosten für PAK/GAK/Ozonierung	200'000 CHF/a					
Kosten für Filtration	20'000 CHF/a					
Weitere	0 CHF/a					
Kosten EMV-Stufe	220'000 CHF/a	0.38	326'207 CHF/a	546'207 CHF/a		
Kosten Hydraulik und EMV	270'000 CHF/a	0.47	400'345 CHF/a	670'345 CHF/a	0.39	(0.25)
Oxidation						
Belüftung Sandfang	10'000 CHF/a					
Belüftung Biologie	100'000 CHF/a					
Belüftung Filtration	10'000 CHF/a					
Belüftung Anammox	0 CHF/a					
Weitere	0 CHF/a					
Kosten Oxidation	120'000 CHF/a	0.21	177'931 CHF/a	297'931 CHF/a	0.17	(0.25)
Schlammbehandlung						
Pumpenenergie Schlammstrasse	20'000 CHF/a					
Schlamm-trocknung	50'000 CHF/a					
Schlamm-entwässerung	50'000 CHF/a					
Schlamm-faulung	20'000 CHF/a					
Weitere	0 CHF/a					
Kosten Schlamm	140'000 CHF/a	0.24	207'586 CHF/a	647'586 CHF/a	0.37	(0.45)
Phosphatfällung						
Fällmittelkosten	50'000 CHF/a					
Weitere	0 CHF/a					
Kosten Phosphorelimination	50'000 CHF/a	0.09	74'138 CHF/a	124'138 CHF/a	0.07	(0.05)
Entsorgungskosten³⁾						
Schlamm-entsorgung	300'000 CHF/a					
Weitere	0 CHF/a					
Totale Entsorgungskosten	300'000 CHF/a					
Fixkosten						
Personalkosten	500'000 CHF/a					
sonstige Fixkosten allg. Unterha-	300'000 CHF/a					
Mieten	50'000 CHF/a					
Zinsen	10'000 CHF/a					
Totale Fixkosten	860'000 CHF/a					
Totale Betriebskosten	1'740'000 CHF/a					
		1.00	860'000 CHF/a	1'740'000 CHF/a	1.00	1.00
		<i>Summe Anteile Fixkosten</i>	<i>Total Fixkosten</i>	<i>Total berücksichtigte Kosten</i>	<i>Summe Gewichtungsfaktoren</i>	

²⁾ Falls die ARA nicht über eine Stufe zur Elimination von Mikroverunreinigungen verfügt, so sind diese Kosten auf 0 CHF/a zu setzen

³⁾ Bei der Aufteilung der Fixkosten auf die Aufwandgruppen werden die Entsorgungskosten nicht berücksichtigt, da diese zu keinen Fixkosten führen.

Figur 1 Aufwandgruppen für den Betriebskostenteiler zur Berechnung der Gewichtungsfaktoren

Beilage 3

Abwasseranalytik, Methoden

Abwasseranalytik, Methoden

Die Abwasseranalytik ist einer der wichtigsten Bausteine im hier gezeigten Modell. Bei der Probenahmestelle, der Probenabfüllung, Lagerung und der Probenaufbereitung, aber auch bei der Analyse selbst können sehr grosse Fehler (mit den entsprechenden Kostenfolgen) entstehen. Folglich ist den aufgezählten Arbeitsschritten grosses Gewicht beizumessen. Innerhalb eines ARA-Einzugsgebiets ist immer nach den gleichen Methoden vorzugehen.

Probenvorbereitung, Ausführung der Sedimentation/Absetzung

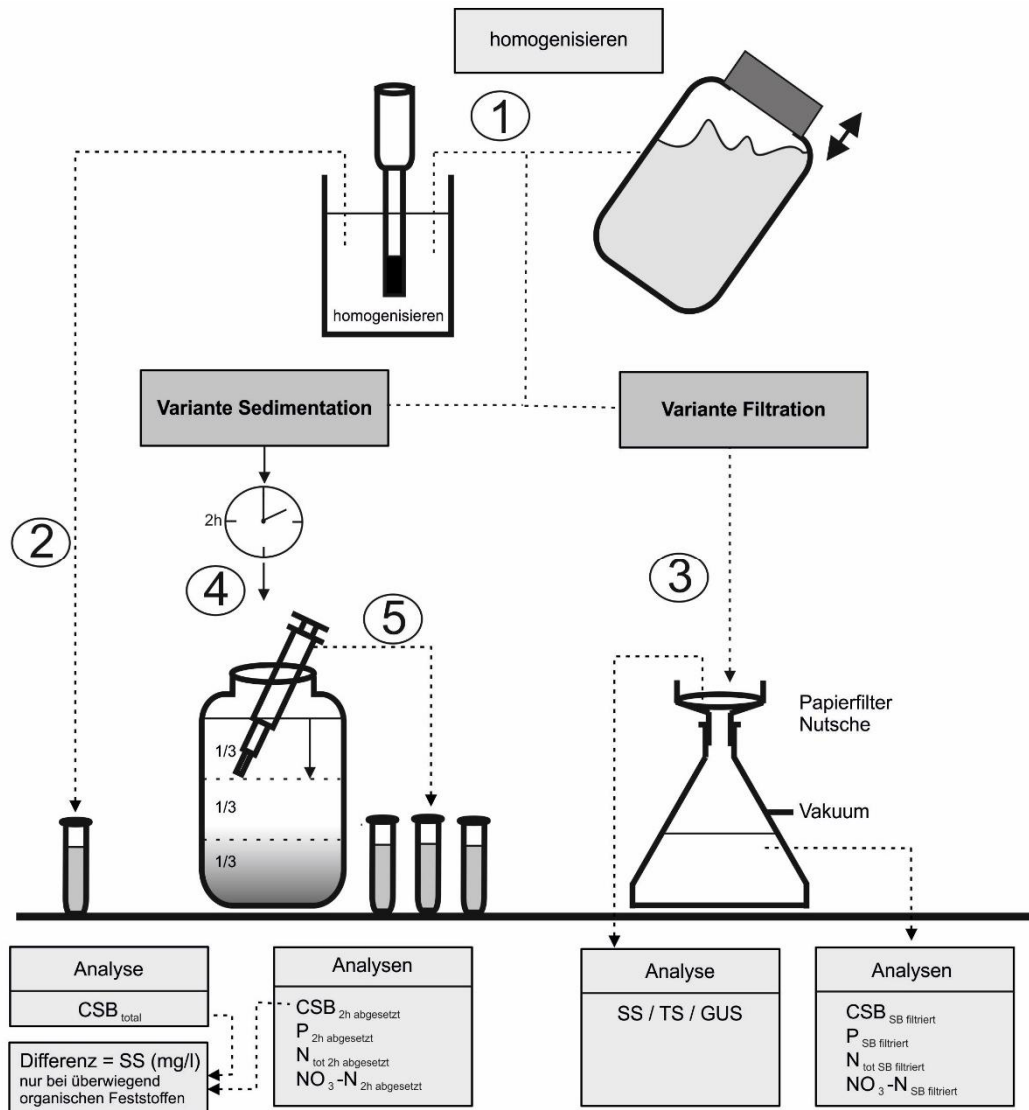
Die folgenden Regeln sind strikte zu beachten, damit der Bezug zu den unter Kap. 9 vorgeschlagenen Basiswerten gegeben ist. Bei der Ausführung der Laborarbeiten sind die VSA-Ausbildungsunterlagen für Klärwerkpersonal zu berücksichtigen.

Durch die Sedimentation bzw. die Filtration soll das Vorklärbecken auf der ARA simuliert werden.

- 1 Probenflasche intensiv aufschütteln, sodass alle absetzbaren Stoffe in Schwebelage sind. Falls mit dieser Methode keine genügende Homogenisierung erreicht wird, Probe mit Mixer oder Laborvorrichtung homogenisieren (es soll dabei kein Schaum entstehen).
- 2 Bei Variante Sedimentation: sofort Probe für die Bestimmung des CSB_{total} entnehmen.
- 3 Bei Variante Filtration: sofort Probenanteil (mindestens 100 ml, um Inhomogenitäten des Abwassers auszugleichen) zur Bestimmung der abfiltrierbaren Stoffe (SS / GUS) entnehmen. Filtration über Papierfilter mit 12-25 μm Partikelretention («Schwarzbandfilter/SB»). Aus dem Filtrat wird die Probe zur Bestimmung von $CSB_{SB\text{ filtriert}}$, $P_{SB\text{ filtriert}}$, $N_{total\ SB\text{ filtriert}}$ und $NO_3-N_{SB\text{ filtriert}}$ entnommen und in die entsprechende Analyseeinheit (in der Regel eine Schnelltest-Küvette) gegeben.
- 4 Bei Variante Sedimentation: der Rest der Probe wird in der Probenflasche 2 Stunden lang abgesetzt (an einem erschütterungsfreien Ort, nicht wärmer als Raumtemperatur stehen gelassen).
- 5 Nach zwei Stunden wird im Überstand der Probe (Eintauchtiefe der Labor-Pipette = 1/3 der Wasserhöhe) die Probe zur Bestimmung von $CSB_{2h\text{ abgesetzt}}$, $P_{2h\text{ abgesetzt}}$, $N_{total\ 2h\text{ abgesetzt}}$ und $NO_3-N_{2h\text{ abgesetzt}}$ direkt aus dem Gefäss entnommen und in die entsprechende Analyseeinheit (in der Regel eine Schnelltest-Küvette) gegeben.

Die Anwendung von andern, gleichwertigen Sedimentations- und Filtrationsverfahren ist zulässig; innerhalb eines Einzugsgebietes ist jedoch das gleiche Verfahren anzuwenden.

Abbildung 2: Vorgehen Probenaufbereitung und Analytik



Für die Auswertung gilt:

$$CSB_{SB\ filtriert} = CSB_{2h\ abgesetzt}$$

$$N_{tot} - NO_3-N_{SB\ filtriert} = N_{tot} - NO_3-N_{2h\ abgesetzt}$$

$$P_{SB\ filtriert} = P_{2h\ abgesetzt}$$

Für die Bestimmung der Feststoffe soll die Filtration bevorzugt werden. Die Differenzrechnung CSB_{total} zu CSB_{2h abgesetzt} soll vor Anwendung mit mehreren Vergleichsmessungen von GUS verifiziert werden.

Abkürzungen: Wenn in Tabellen etc. wenig Platz zur Verfügung steht, werden die folgenden Abkürzungen verwendet: abg. für 2h abgesetzt und filtr. für SB filtriert.

Chemischer Sauerstoffbedarf CSB

Der CSB ist, neben der Abwassermenge, der wichtigste Parameter für die Beurteilung des Abwassers der meisten Industriebetriebe. Er ist bei Einleitern mit erhöhter Schmutzfracht in jedem Fall zu ermitteln.

Massgebend für Kläranlagen mit Vorklärung ist der CSB im Überstand der 2 Stunden lang abgesetzten Probe (CSB_{2h abgesetzt}). Je nach Betriebsabwasser kann im Spezialfall der CSB_{2h abgesetzt} auch nach Filtration mit einem Schwarzbandfilter (Papierfilter mit 12-25 µm Partikelretention) bestimmt werden.

Partikuläre Stoffe / sedimentierbare Stoffe SS

Der Begriff SS „Sedimentierbare Stoffe“ wird in dieser Empfehlung gleichgesetzt mit „Gesamte ungelöste Stoffe (GUS)“, mit „Partikuläre Stoffe“, mit „Abfiltrierbare Stoffe“ und mit „Trockensubstanz (TS)“.

Die SS können bei überwiegend organischen Feststoffen (Glührückstand < 30%) als Differenz zwischen CSB_{total} in der homogenisierten Probe und CSB_{2h abgesetzt} ermittelt werden. Dabei wird folgendes angenommen: 1 mg SS/l \cong 1 mg CSB/l.

Ebenfalls können die SS, unabhängig vom organischen Anteil, durch eine Filtration bestimmt werden (SS = TS Filtrerrückstand). Die Filtration einer grösseren Abwassermenge (mind. 100 ml) ist wichtig, um Inhomogenitäten des Abwassers auszugleichen. Als Filter können Schwarzbandfilter mit 12-25 µm Partikelretention verwendet werden.

Stickstoff-Verbindungen

Heute ist die Mehrzahl der ARA auf voll nitrifizierenden Betrieb ausgelegt. Viele ARA verfügen zudem über eine Denitrifikationsstufe. Allenfalls nicht oxidierte Stickstoff-Frachten werden, sofern eine Abwasserabgabe erhoben wird, bei Einleitung in den Vorfluter kostenwirksam. Ausserdem sind Stickstoff-Verbindungen generell als Gewässer belastende Stoffe zu beurteilen. Aus diesen Gründen wird in der vorliegenden Richtlinie der Stickstoff in die Berechnung des Verschmutzungsfaktors so eingesetzt, als ob er voll nitrifiziert würde. Bei Vorliegen besonderer Verhältnisse kann die Gewichtung des Stickstoffs in gegenseitiger Absprache auch geringer veranschlagt werden.

Analytisch soll die Bestimmung der Stickstoff-Frachten in der 2h abgesetzten Probe als N_{total} minus NO₃-N erfolgen.

In vielen Fällen sind die N-Gehalte im Industrieabwasser nicht von Belang, so dass es genügt, eine Probe pro Quartal zu bestimmen, um die korrekte Berechnung nach dem Modell zu gewährleisten.

Phosphor-Verbindungen

In die Berechnung wird P_{tot} in der sedimentierten resp. filtrierten Probe eingesetzt.

In vielen Fällen sind die P-Gehalte im Industrieabwasser nicht von Belang, so dass es genügt, eine Probe pro Quartal zu bestimmen, um die korrekte Berechnung nach dem Modell zu gewährleisten.

Beilage 4

Beispiele zur Berechnung von Verschmutzungsfaktoren mit Berechnungsdatei INDUTAX

Beispiel 1: Grundvariante: Berechnung des Verschmutzungsfaktors und der gewichteten Einwohnergleichwerte EGW_G

Verschmutzungsfaktor für Industrieabwasser nach VSA/OKI Ausgabe 2017

Grundmodell für Kläranlagen mit Belebtschlammverfahren; Anwendbar für Anlagen mit und ohne EMV

Anleitung: zuerst Tabellenblatt Gewichtungsfaktoren ausfüllen, dann mit Betriebsfrachten in diesem Tabellenblatt Verschmutzungsfaktor berechnen.

Betrieb: Industrie Indutax	EMV = Elimination von
Abwässer: Gesamtabwasser Betrieb	Mikroverunreinigungen
Jahr: 2017	
Verfahren ARA: Belebtschlammanlage mit EMV	

Messwerte Betrieb: Jahresmengen und -frachten

Erläuterungen:

Abwassermenge	Q	10'000	m ³ /a	blau: Felder für Dateneingabe
Fracht CSB	F _{CSB 2h abgesetzt}	30'000	kg CSB/a	orange Felder: Ergebnisse
Fracht partikuläre Stoffe	F _{SS}	5'000	kg SS/a	Die übrigen Felder nicht
Fracht Stickstoff (N _{total} minus NO ₃ -N)	F _{N 2h abgesetzt}	1'000	kg Nj/a	verändern: Konstanten
Fracht Phosphor	F _{P 2h abgesetzt}	300	kg P/a	resp. Zwischenergebnisse

EW spezifische Abwasserfracht nach VKB. Fixwerte

Abwassermenge	B _Q	55.00	m ³ /EW a	151 l/EW d
CSB	B _{CSB 2h abgesetzt}	29.20	kg CSB/EW a	80 g CSB/EW d
Sed. Stoffe	B _{SS}	14.60	kg SS/ EW a	40 g SS/EW d
Kjeldahlstickstoff (N _{total} minus NO ₃ -N)	B _{N 2h abgesetzt}	3.65	kg N/ EW a	10 g N/EW d
Phosphor	B _{P 2h abgesetzt}	0.58	kg P/ EW a	1.6 g P/EW d

Konstanten

S _{TS}	0.5	Anteil Schlamm produziert aus CSB _{2h abgesetzt}
S _{Ox}	0.5	Anteil Oxidation benötigt aus CSB _{2h abgesetzt}
R	4.6	Anteil Oxidation benötigt aus N _{total} - NO ₃ -N
T	7.0	Schlamm produziert aus P-Fällung

EW-spezifische Basiswerte für die Aufwandgruppen. Fixwerte

Hydraulik	B _Q	55.00	m ³ /EW a	= B _Q
Oxidation	B _{Ox}	31.39	kg O ₂ /EW a	= B _{CSBabg} * S _{Ox} + B _{Nj} abg * R
Schlamm	B _S	33.26	kg TS/EW a	= B _{CSBabg} * S _{TS} + B _{SS} + B _{Pabg} * T
Phosphor	B _P	0.58	kg P/EW a	= B _{Pabg}

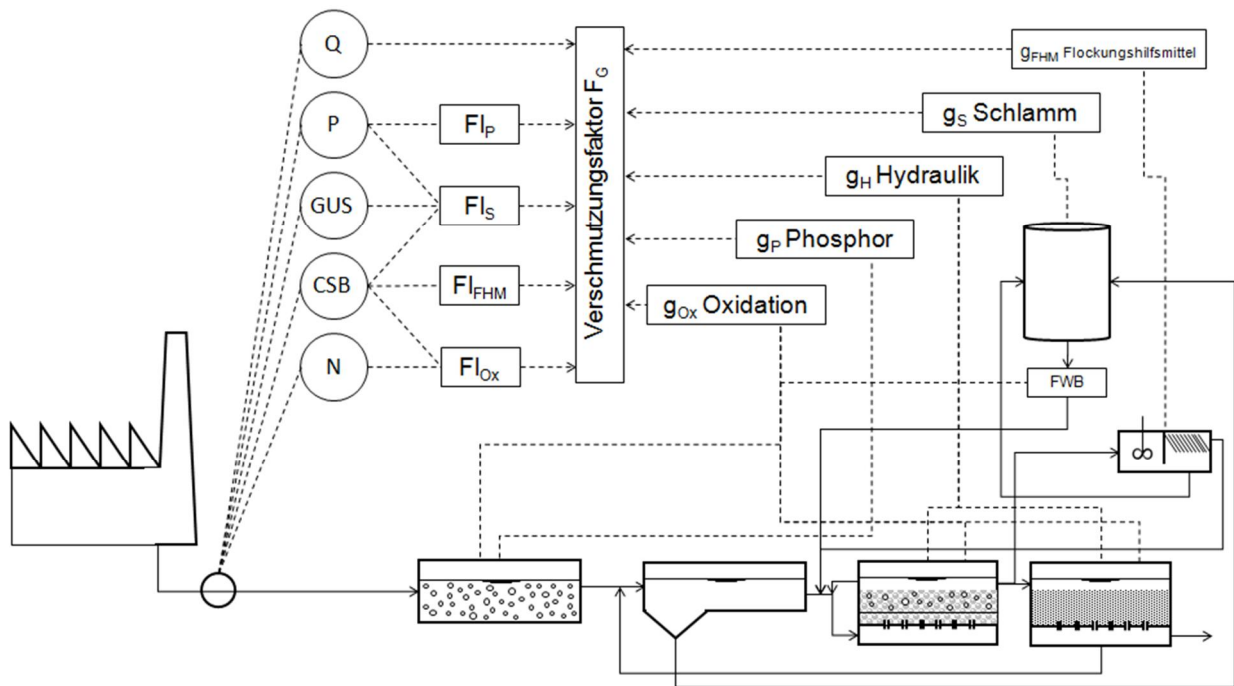
Betrieb	Fracht	Berechnung	Aufwandgruppen ARA			
			Hydraulik	Oxidation	Schlamm	Phosphor
Messwerte	m ³ /a, kg/a		m ³ /a	kg O ₂ /a	kg TS/a	kg P/a
Abwassermenge	10'000	Q * 1.0	10'000			
CSB _{2h abgesetzt}	30'000	CSB _{abg} * S _{Ox}		15'000		
Kjeldahlstickstoff (N _{total} minus NO ₃ -N)	1'000	Nkj * R		4'600		
partikuläre Stoffe	5'000	SS * 1.0			5'000	
CSB _{2h abgesetzt}	30'000	CSB _{abg} * S _{TS}			15'000	
Phosphor total _{2h abgesetzt}	300	Ptot * T				2'100
Phosphor total _{2h abgesetzt}	300	Ptot * 1				300
Frachtindikatoren	FI		FI_H	FI_{Ox}	FI_S	FI_P
		Summe	10'000	19'600	22'100	300
Basiswerte	B		B_H	B_{Ox}	B_S	B_P
EWspezifisch			55.0	31.39	33.26	0.58
Einwohnergleichwerte	EGW		EGW_H	EGW_{Ox}	EGW_S	EGW_P
		FI / B	182	624	664	517
Faktoren	f		f_H	f_{Ox}	f_S	f_P
pro Aufwandgruppe		EGW _i / EGW _H	1.000	3.434	3.655	2.845
Gewichtungsfaktoren	g	Aufteilung	g_H	g_{Ox}	g_S	g_P
aus dem Tabellenblatt Gewichtungsfaktoren ^{*)}			0.39	0.17	0.37	0.07
Gewichteter Gesamtverschmutzungsfaktor						
Berechnet		fg = (fh*gh) + (fox*gox) + (fs*gs) + (fp*gp)				2.536
rag des berechneten oder korrigierten Wertes fg ^{**)}		f _G				2.536
Gewichtete Einwohnergleichwerte	EGW_G	f _G * EGW _H				461

^{*)} in Ausnahmefällen können die Richtwerte für die Gewichtungsfaktoren aus Tabelle 4 im Bericht, Anhang C, übernommen werden:

^{**)} in Spezialfällen kann eine Untergrenze für den gewichteten Gesamtverschmutzungsfaktor gesetzt werden (maximal 1.0)

Beispiel 2: ARA mit Biofiltration

Das auf der nächsten Seite abgebildete erweiterte INDUTAX-Modell ist auf Grundlage seiner ursprünglichen Form spezifisch auf eine ARA mit einer Biofiltration abgeändert und angepasst worden. Sie betreibt neben der Abwasserstrasse zusätzlich auch eine komplette Schlammstrasse und deckt somit einige Spezialfälle ab. Als biologische Stufe wird nach der klassischen Vorklärung ein Festbettverfahren eingesetzt, gefolgt von einem Raumfilter (siehe Figur 3).



Figur 3: die massgeblichen Parameter bezogen auf die neue Anlage

Zusätzlich zum bisherigen Modell ist ein Gewichtungsfaktor für das Flockungshilfsmittel (g_{FHM}) eingeführt worden, welches für die Schlammwasserabsetzung eingesetzt wird (Fig. 4). Der Bedarf an Flockungshilfsmittel (FHM) hängt sehr stark von der anfallenden CSB-Fracht ab. Dadurch können die Kosten, welche für die Beschaffung des FHM's entstehen, ebenfalls auf die einzelnen Industriebetriebe abgewälzt werden. Es ergeben sich daraus die neuen Faktoren S_{FHM} (Anteil Flockungshilfsmittel pro Abbau CSB), sowie der einwohnerspezifische Basiswert B_{FHM} (Fig. 5). Ebenfalls berücksichtigt wird mit der Faulwasserbehandlung nicht wie bisher nur die Nitrifikation, sondern auch der Anammoxprozess. Dies führt im Modell zu einer Änderung des Faktors R (Umrechnungsfaktor für den Sauerstoffbedarf). Da nun sowohl in der Biologie, als auch bei der Faulwasserbehandlung Stickstoff abgebaut oder umgewandelt wird, wird separat je ein Faktor neu definiert (R_1 und R_2).

Gewichtungsfaktoren ARA für Kostenverteiler

Mit der vorliegenden Tabelle können für die ARA die individuelle Gewichtungsfaktoren hergeleitet werden

Blaue Zellen: zwingend auszufüllende Felder

Soll Industriebetrieb Kosten für EMV mittragen? nein <-- hier Ja oder Nein eintragen

Mittelwerte mehrerer Jahre verwenden

Aufteilung der Fixkosten

	Betriebskosten/ Jahreskosten	Anteil an Fixkosten	Fixkosten pro Aufwandgruppe	Gesamte Betriebskosten	Gewichtungsfaktoren	Standardwerte für Belebtschlamm- anlagen (ohne EMV)
Hydraulik und EMV¹⁾						
Hydraulik						
Pumpenenergie Hebewerk	20'000 CHF/a					
Pumpenenergie Rückläufe	20'000 CHF/a					
Pumpenenergie Spülungen	10'000 CHF/a					
Weitere	0 CHF/a					
Kosten Hydraulik	50'000 CHF/a	0.12	102'381 CHF/a	152'381 CHF/a		
EMV-Stufe²⁾						
Kosten für PAK/GAK/Ozonierung	0 CHF/a					
Kosten für Filtration	0 CHF/a					
Weitere	0 CHF/a					
Kosten EMV-Stufe	0 CHF/a	0.00	0 CHF/a	0 CHF/a		
Kosten Hydraulik und EMV	50'000 CHF/a	0.11	91'489 CHF/a	141'489 CHF/a	0.09	(0.25)
Oxidation						
Belüftung Sandfang	10'000 CHF/a					
Belüftung Biologie	100'000 CHF/a					
Belüftung Filtration	10'000 CHF/a					
Belüftung Anammox	10'000 CHF/a					
Weitere	0 CHF/a					
Kosten Oxidation	130'000 CHF/a	0.28	237'872 CHF/a	367'872 CHF/a	0.23	(0.25)
Schlammbehandlung						
Pumpenenergie Schlammstrass	20'000 CHF/a					
Schlamm Trocknung	50'000 CHF/a					
Schlamm entwässerung	50'000 CHF/a					
Schlammfäulung	20'000 CHF/a					
Weitere	0 CHF/a					
Kosten Schlamm	140'000 CHF/a	0.30	256'170 CHF/a	696'170 CHF/a	0.43	(0.45)
Phosphatfällung						
Fällmittelkosten	50'000 CHF/a					
Weitere	0 CHF/a					
Kosten Phosphorelimination	50'000 CHF/a	0.11	91'489 CHF/a	141'489 CHF/a	0.09	(0.05)
Flockungshilfsmittel für Bio						
Flockungshilfsmittel	100'000 CHF/a					
Weitere	0 CHF/a					
Kosten FHM für Bio	100'000 CHF/a	0.21	182'979 CHF/a	282'979 CHF/a	0.17	(0.00)
Entsorgungskosten³⁾						
Schlamm Entsorgung	300'000 CHF/a					
Weitere	0 CHF/a					
Totale Entsorgungskosten	300'000 CHF/a					
Fixkosten						
Personalkosten	500'000 CHF/a					
sonstige Fixkosten allg. Unterha	300'000 CHF/a					
Mieten	50'000 CHF/a					
Zinsen	10'000 CHF/a					
Totale Fixkosten	860'000 CHF/a					
Totale Betriebskosten	1'630'000 CHF/a					
		1.00	860'000 CHF/a	1'630'000 CHF/a	1.01	1.00
		Summe Anteile Fixkosten	Total Fixkosten	Total berücksichtigte Kosten	Summe Gewichtungsfaktoren	

¹⁾ Falls die ARA nicht über eine Stufe zur Elimination von Mikroverunreinigungen verfügt, so sind diese Kosten auf 0 CHF/a zu setzen

²⁾ Bei der Aufteilung der Fixkosten auf die Aufwandgruppen werden die Entsorgungskosten nicht berücksichtigt, da diese zu keinen Fixkosten führen.

Figur 4: Berechnung der Gewichtungsfaktoren unter Berücksichtigung Flockungshilfsmittel

Verschmutzungsfaktor für Industrieabwasser nach VSA/OKI Ausgabe 2017

Beispielmodell für eine Biofiltration; Anwendbar für Anlagen mit und ohne EMV

Anleitung: zuerst T Tabellenblatt Gewichtungsfaktoren BF ausfüllen, dann mit Betriebsfrachten in diesem Tabellenblatt Verschmutzungsfaktor berechnen.

Betrieb: **Industrie Indutax**
 Abwässer: **Gesamtabwasser Betrieb**
 Jahr: **2017**
 Verfahren ARA **Biofiltration mit Anammox ohne EMV**

EMV = Elimination von
 Mikroverunreinigungen

Messwerte Betrieb: Jahresmengen und -frachten

Erläuterungen:

Abwassermenge	Q	10'000	m3/a	blau: Felder für Dateneingabe
Fracht CSB	F _{CSB 2h abgesetzt}	30'000	kg CSB/a	orange Felder: Ergebnisse
Fracht partikuläre Stoffe	F _{SS}	5'000	kg SS/a	Die übrigen Felder nicht
Fracht Stickstoff (N _{total} minus NO ₃ -N)	F _{N 2h abgesetzt}	1'000	kg Nkj/a	verändern: Konstanten
Fracht Phosphor	F _{P 2h abgesetzt}	300	kg P/a	resp. Zwischenergebnisse

EW spezifische Abwasserfracht nach VKB. Fixwerte

Abwassermenge	B _Q	55,00	m3/EW a	151 l/EW d
CSB	B _{CSB 2h abgesetzt}	29,20	kg CSB/EW a	80 g CSB/EW d
Sed. Stoffe	B _{SS}	14,60	kg SS/ EW a	40 g SS/EW d
Kjeldahlstickstoff (N _{total} minus NO ₃ -N)	B _{N 2h abgesetzt}	3,65	kg N EW a	10 g N/EW d
Phosphor	B _{P 2h abgesetzt}	0,58	kg P/ EW a	1,6 g P/EW d

Konstanten

S _{TS}	0,5	Anteil Schlamm produziert aus CSB 2h abgesetzt
S _{ox}	0,5	Anteil Oxidation benötigt aus CSB 2h abgesetzt
R1	3,7	Oxidation benötigt für Nitrifikation (4,6*0,8)
R2	0,5	Oxidation benötigt für Deammonifikation (Anammox) (2,3*0,2)
T	7,0	Schlamm produziert aus P-Fällung
S _{FHM}	0,0002	Flockungshilfsmittel für CSB 2h abgesetzt

EW-spezifische Basiswerte für die Aufwandgruppen. Fixwerte

Hydraulik	B _Q	55,00	m3/EW a	= B _Q
Oxidation	B _{ox}	29,71	kg O2/EW a	= B _{CSBabg} * S _{ox} + B _{Nkjabg} * (R1 + R2)
Schlamm	B _S	33,26	kg TS/EW a	= B _{CSBabg} * S _{TS} + B _{SS} + B _{Pabg} * T
Phosphor	B _P	0,58	kg P/EW a	= B _{Pabg}
Flockungshilfsmittel	B _{FHM}	0,01	kg FHM/EW a	= B _{CSBabg} * S _{FHM}

Berechnung gewichtete EGW

Aufwandgruppen ARA

Betrieb	Berechnung	Hydraulik	Oxidation	Schlamm	Phosphor	Flockungshilfsmittel
Messwerte Industriebetrieb:		m3/a	kg O2/a	kg TS/a	kg P/a	kg FHM/a
Abwassermenge	Q * 1,0	10'000				
CSB _{2h abgesetzt}	F _{CSBabg} * S _{ox}		15'000			
Kjeldahlstickstoff (N _{total} minus NO ₃ -N)	F _{Nkj abg} * R1 + F _{Nkj abg} * R2		4'140			
CSB _{2h abgesetzt}	F _{CSBabg} * S _{TS}			15'000		
Partikuläre Stoffe	F _{SS} * 1,0			5'000		
Phosphor total 2h abgesetzt	F _{P abg} * T F _{P abg} * 1			2'100	300	
Flockungshilfsmittel	F _{CSBabg} * S _{FHM}					6
Frachtindikatoren	FI	F _H	F _{ox}	F _S	F _P	F _{FHM}
	Summe	10'000	19'140	22'100	300	6
Basiswerte	B	B_H	B_{ox}	B_S	B_P	B_{FHM}
EWspezifisch	Fixwerte von ober	55,0	29,71	33,26	0,58	0,01
Einwohnergleichwerte	EGW	EGW_H	EGW_{ox}	EGW_S	EGW_P	EGW_{FHM}
	FI / B	182	644	664	517	1'027
Faktoren nach Verschmutzung	f	f_H	f_{ox}	f_S	f_P	f_{FHM}
pro Aufwandgruppe	EGW _i / EGW _H	1,000	3,543	3,655	2,845	5,651
Gewichtungsfaktoren	g	g_H	g_{ox}	g_S	g_P	g_{FHM}
aus dem Tabellenblatt Gewichtungsfaktoren*)		0,09	0,23	0,43	0,09	0,17
Gewichteter Gesamtverschmutzungsfaktor						
Berechnet	f _G = (f _H *g _H) + (f _{ox} *g _{ox}) + (f _S *g _S) + (f _P *g _P) + (f _{FHM} *g _{FHM})					3,682
rag des berechneten oder korrigierten Wertes fg **)	f _G					3,682
Gewichtete Einwohnergleichwerte	EGW_G	f _G * EGW _H				669

*) in Ausnahmefällen können die Richtwerte für die Gewichtungsfaktoren aus Tabelle 4 im Bericht, Anhang C, übernommen werden:

**) in Spezialfällen kann eine Untergrenze für den gewichteten Gesamtverschmutzungsfaktor gesetzt werden (maximal 1,0)

Figur 5: Berechnung des Verschmutzungsfaktors und der gewichteten EWG_G

Beispiel 3: Investitionskostenmodell

Bei verschiedenen Abwasserverbänden werden Investitionskosten für ein bestimmtes Projekt jeweils auf die beteiligten Gemeinden verteilt. Im folgenden Beispiel (Fig. 7) ist eine Berechnung für die Mitfinanzierung eines Industriebetriebs an den Investitionskosten dargestellt. Dabei werden im oberen Teil jeweils die eingeleiteten Frachten des Industriebetriebs, sowie die gesamten Abwasserfrachten der ARA eingetragen. Die ARA soll nun in den Aufwandgruppen die jeweiligen Investitionskosten für die einzelnen Anlagenteile (z.B. Biologie, Nachklärung etc.) eintragen. Für die Aufteilung auf die Aufwandgruppen kann das Register «Aufwandgruppen Inv.Kosten» im Excel-File verwendet werden (siehe Figur 6). Durch das Ausfüllen der verschiedenen Investitionskosten (hellblaue Felder) werden die gesamten Investitionskosten pro Aufwandgruppe berechnet. Diese können im Folgenden ins Hauptblatt «Verteilung Investitionen» übernommen werden. Durch die Aufteilungsfaktoren (siehe Figur 7) erfolgt im Folgenden die Zuweisung dieser Investitionen auf die bereits bekannten Parameter (Hydraulik, Oxidation etc.). Hier kann gegebenenfalls noch eine Anpassung der Aufteilungsfaktoren erfolgen, um die betrachtete ARA möglichst gut abzubilden. Zusammen mit den nun berechneten Kosten pro Aufwandgruppe und der gewichteten Fracht des Industriebetriebs können die zu tragenden Investitionskosten des Industriebetriebs berechnet werden.

Aufwandgruppen ARA für Investitionskostenteiler

Mit der vorliegenden Tabelle können die Beträge einer konkreten Investition auf die Verfahrensstufen verteilt werden

Auszufüllende Felder

	<i>Investitionskosten Bau</i>	<i>Investitionskosten Ausrüstung</i>	<i>Gesamte Investitionskosten</i>
<u>Mechanische Reinigung</u>			
Hebewerk	20'000 CHF	80'000 CHF	
Rechenbegäude	0 CHF	100'000 CHF	
Sandfang	50'000 CHF	100'000 CHF	
Vorklärung	50'000 CHF	100'000 CHF	
Weitere	0 CHF	0 CHF	
Kosten mechanische Reinigung	120'000 CHF	380'000 CHF	500'000 CHF
<u>Biologie</u>			
Biologiebecken	200'000 CHF	700'000 CHF	
Verbindungskanäle	100'000 CHF	0 CHF	
Weitere	0 CHF	0 CHF	
Kosten Biologie	300'000 CHF	700'000 CHF	1'000'000 CHF
<u>Nachklärung</u>			
Nachklärbecken	100'000 CHF	400'000 CHF	
Verbindungskanäle	0 CHF	0 CHF	
Weitere	0 CHF	0 CHF	
Kosten Nachklärung	100'000 CHF	400'000 CHF	500'000 CHF
<u>Schlammstrasse</u>			
Schlammzubereitung	100'000 CHF	900'000 CHF	
Weitere	0 CHF	0 CHF	
Kosten Schlammstrasse	100'000 CHF	900'000 CHF	1'000'000 CHF
<u>Phosphorelimination</u>			
Fällmittelanlage	0 CHF	50'000 CHF	
Weitere	0 CHF	0 CHF	
Kosten Phosphorelimination	0 CHF	50'000 CHF	50'000 CHF
<u>EMV-Stufe</u>			
Investitionskosten EMV-Stufe	300'000 CHF	200'000 CHF	
Weitere	0 CHF	0 CHF	
Kosten EMV-Stufe	300'000 CHF	200'000 CHF	500'000 CHF
	920'000 CHF	2'630'000 CHF	3'550'000 CHF
	<i>Total Investitionskosten Bau</i>	<i>Total Investitionskosten Ausrüstung</i>	<i>Total Investitionskosten</i>

Figur 6 Aufteilung der Investitionskosten auf die verschiedenen Aufwandgruppen einer ARA.

Verteilung Investitions- und Werterhaltungskosten auf Industriepartner, VSA / OKI, Ausgabe 2017

Modell basierend auf Q, CSB und P; Anwendbar auf jegliche Anlage mit oder ohne EMV

Anleitung: zuerst Tabellenblatt Aufwandgruppen Inv.Kosten ausfüllen, dann mit Betriebsfrachten in diesem Tabellenblatt Kosten berechnen.

Betrieb: Industrie Indutax
Abwässer: Gesamtabwasser Betrieb
Jahr: 2017
Verfahren ARA: Belebtschlammanlage mit EMV

Abwasserfrachten durch Industriebetrieb

Es können entweder effektive Frachten oder aber Frachtkontingente eingesetzt werden

Abwassermenge	Q	120'000 m3/a
Fracht CSB	F _{CSB,tot}	150'000 kg CSB/a
Fracht Phosphor	F _{P 2h abgesetzt}	1'500 kg P/a

Gesamte Abwasserfrachten auf ARA

Abwassermenge	Q	1'000'000 m3/a
Fracht CSB	F _{CSB,tot}	600'000 kg CSB/a
Fracht Phosphor	F _{P 2h abgesetzt}	10'000 kg P/a

Aufwandgruppen ARA

Investitionskosten

vgl. Tabellenblatt Aufwandgruppen Inv.kosten

Mechanische Reinigung	Rechen, Sandfang, VKB	500'000 CHF
Biologie	Biologiebecken	1'000'000 CHF
Nachklärung	Nachklärung	500'000 CHF
Schlammstrasse	Schlamm aufbereitung	1'000'000 CHF
Phosphorelimination	Fällmittelanlage	50'000 CHF
EMV-Stufe	Investitionen EMV	500'000 CHF
Total		3'550'000 CHF

<u>Aufteilungsfaktoren</u>	Hydraulik	Oxidation	Schlamm	Phosphorelimination	Summe der Faktoren (muss =1)
Mechanische Reinigung	0.6	0.2	0.2	0	1.0
Biologie	0.2	0.6	0.1	0.1	1.0
Nachklärung	0.7	0.1	0.2	0	1.0
Schlammstrasse	0	0	0.9	0.1	1.0
Phosphorelimination	0	0	0	1	1.0
EMV-Stufe	1	0	0	0	1.0

Kostenaufteilung auf Aufwandgruppen

	Aufwandgruppen ARA			
	Hydraulik	Oxidation	Schlamm	Phosphor
Hydraulik	1'350'000 CHF			
Oxidation		750'000 CHF		
Schlamm			1'200'000 CHF	
Phosphorelimination				250'000 CHF
Anteil Betrieb an gesamter Fracht ARA oder festgelegtes Kontingent	0.12	0.25	0.25	0.15
Anteil an Investitionskosten	162'000 CHF	187'500 CHF	300'000 CHF	37'500 CHF
Effektiv zu tragende Kosten von Industriebetrieb	IK = f * GIK			649'500 CHF

Figur 7 Investitionskostenmodell, welches die einzelnen Investitionskosten auf die bestehenden Aufwandgruppen aufteilt.

Beilage 5

Muster-Vertrag
für die Ermittlung der Abwassergebühren bei
Einleitern mit erhöhter Schmutzstofffracht oder
bei dominanten Einleitern