



Amt für Natur und Umwelt

Uffizi per la natira e l'ambient

Ufficio per la natura e l'ambiente



■ ■ ■ Einsatz von Kalk/
Lauge in Abwasser-
reinigungsanlagen

Impressum

Herausgeber



Amt für Natur und Umwelt
Uffizi per la natira e l'ambient
Ufficio per la natura e l'ambiente

Bearbeitung durch

ANU, Abteilung Siedlungswasser

Autor des Berichtes

HUNZIKERBETATECH

Pflanzschulstrasse 17

Postfach 83

8411 Winterthur

Tel. 052 234 50 50

E-Mail: info@hunziker-betatech.ch

Erich Hungerbühler / Nicolas Koch / Ruedi Moser

Druck

Digitalis Print GmbH, Chur

Papier

PROFIbulk, FSC zertifiziert

Auflage

250 Exemplare

Vorwort

Das im Kanton Graubünden anfallende kommunale Abwasser wird in 109 zentralen Abwasserreinigungsanlagen gereinigt. Bei 33 dieser Anlagen muss das Abwasser ganzjährig nitrifiziert werden. Bei etlichen weiteren ARA stellt sich im Sommer aufgrund der höheren Abwassertemperatur eine Nitrifikation ein.

Beim Nitrifikationsprozess wird Säure gebildet. Kann diese Säure mit der natürlichen Wasserhärte nicht gepuffert werden, wird die Nitrifikation gehemmt oder sogar gestoppt. Dies führt zu einem Zerfall der Belebtschlammflocken und damit zu generell schlechteren Ablaufwerten. Zudem wird der Beton angegriffen, weil Kalk aus ihm gelöst wird.

Im Kanton Graubünden sind Gebiete mit geringer Wasserhärte, aufgrund des kristallinen Gesteins, weit verbreitet. Um in diesen Gebieten eine stabile Nitrifikation zu erreichen, ist die Zugabe von Chemikalien zur Anhebung des Säurebindevermögens zwingend notwendig.

Der vorliegende Bericht soll den ARA-Inhabern und dem ARA Personal eine praxisbezogene Anleitung zur Klärung folgender Fragen liefern:

- Ist das natürliche Säurebindevermögen (Wasserhärte) ausreichend, damit eine stabile Nitrifikation betrieben werden kann?
- Welche Mengen der verschiedenen möglichen Chemikalien müssen zudosiert werden, damit eine stabile Nitrifikation betrieben werden kann?
- Mit welchen Investitions- und Betriebskosten ist bei Einsatz der entsprechenden Chemikalie zu rechnen?

Wir möchten mit diesem Bericht den ARA-Inhabern und dem ARA-Personal die erforderlichen Grundlagen für einen wirtschaftlich effizienten Betrieb der Nitrifikation zur Verfügung stellen.

Amt für Natur und Umwelt

Amtsleiter:



Remo Fehr

Inhaltsverzeichnis

	Vorwort.....	1
1	Einleitung	3
2	Ziele	3
3	Nitrifikation und Wasserhärte	3
3.1	Biologische Prozesse	4
3.2	Wasserhärte	5
3.3	Bestimmung der Säurekapazität $KS_{4.3}$	5
3.4	Erforderliche Wasserhärte.....	6
4	Einfluss von (gelöschem) Kalk und Natrium-Aluminat auf den ARA Betrieb.....	10
5	Vergleich der verschiedenen Chemikalien	10
6	Vorgehen zur Ermittlung des Bedarfs der Dosiermenge.....	11
7	Dosiermöglichkeiten	15
7.1	Dosierungseinrichtungen	15
7.2	Regelung der Dosierung	16
7.3	Beispiele von Dosiereinrichtungen.....	17
7.3.1	Trockengutdosierung.....	17
7.3.2	Kalkmilchdosierung	19
8	Kosten	21
8.1	Chemikalien	21
8.1.1	Anlieferung mit Silo- oder Tankwagen (lose)	21
8.1.2	Anlieferung in Säcken, Big Bags oder Containern (IBC)	22
8.2	Dosiereinrichtungen	24
8.2.1	Richtpreisangaben	24
8.3	Wirtschaftlichkeitsrechnung.....	25
9	Arbeits – und Gesundheitsschutz.....	29
10	Ablaufschema	30
11	Beilagen	31

1 Einleitung

Geologisch bedingt kämpfen viele Bündner Abwasserreinigungsanlagen mit zu wenig Säurebindungsvermögen / Wasserhärte im Abwasser. Eine ausreichende Wasserhärte ist, nebst andern Parametern, eine Voraussetzung für eine vollständige Nitrifikation.

Einige ARA haben bereits verschiedene Strategien entwickelt um das Problem anzugehen, z.B. die Zugabe von Natronlauge (diverse Anlagen), die manuelle Dosierung von CaCO_3 in die Biologie (z.B. Trun, Maloja) und vereinzelt Dosiereinrichtungen für Kalkmilch (Chur, Arosa).

Im vorliegenden Bericht sollen die Betreiber von ARA im Kanton Graubünden die Grundlagen erhalten um abschätzen zu können:

- Ist eine Dosierung von Kalk (Kreide)- / gelöschtem Kalk / Lauge- / Natrium-Aluminat nötig?
- Wie hoch muss die Dosierung sein?
- Wie kann die Dosierung, sinnvoll angepasst an die Dosiermenge, erfolgen?
- Mit welchen Kosten ist für die Dosierung zu rechnen?

2 Ziele

Ermitteln der Grundlagen

Evaluation von Möglichkeiten zur Anhebung der Säurekapazität

Entwicklung der Strategie zur Anhebung der Säurekapazität:

- Bedarf ermitteln
- Dosiermenge abschätzen
- Kosten und wirtschaftliche Variante abschätzen
- Ab welcher Grösse ist die (geregelte) Dosierung von Kalk zweckmässig?

Notwendige Massnahmen zum Arbeits- und Gesundheitsschutz darstellen

3 Nitrifikation und Wasserhärte

Wie eingangs erwähnt, braucht eine stabile Nitrifikation eine ausreichende Wasserhärte, um die bei der Nitrifikation entstehende Säure abpuffern zu können. Bei zu tiefen pH Werten in der Biologie kann die Schlammflocke zerfallen (erhöhte Trübung im Ablauf der ARA, Verlust der Nitrifikanten) und die Nitrifikation gehemmt werden.

In der Literatur wird ein Flockenzerfall ab pH 6.6 und eine Hemmung der Nitrifikation ab pH < 6.8 genannt (Tschui, VSA Kurs A5).

Die Hemmung der Nitrifikation durch zu tiefe pH Werte ist auch in folgender Graphik dargestellt.

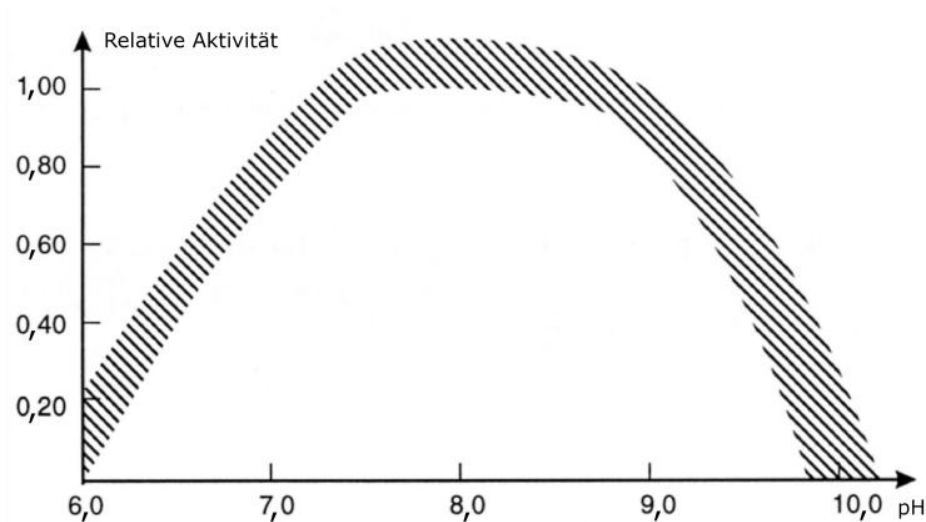
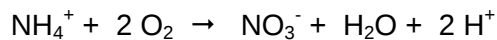


Abbildung 1: Einfluss des pH Werts auf die Nitrifikation nach Henze u.a., 1996

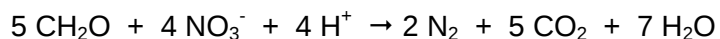
3.1 Biologische Prozesse

Die Nitrifikation (Oxidation von Ammonium über Nitritation und Nitratation) folgt summarisch folgender Gleichung:



Pro Mol NH_4^+ entstehen 2 Mol H^+ (Protonen, Säure). Die freigesetzte Säure reagiert mit Hydrogencarbonat im Abwasser zu H_2O und CO_2 . CO_2 wird durch die Belüftung nur teilweise ausgestrippt. Der pH im Abwasser sinkt.

Die Denitrifikation folgt summarisch folgender Gleichung:



Pro Mol Nitrat (NO_3^-) wird ein Mol H^+ ("Säure") bei dieser Reaktion gebraucht. Die Denitrifikation ist, wenn von der Anlage her möglich (Anoxzone), die erste Wahl um die Wasserhärte zu stabilisieren. Sie reduziert die Säureproduktion der Nitrifikation maximal um die Hälfte (bei 100%-iger Denitrifikation).

3.2 Wasserhärte

In diesem Bericht beschränkt sich die Angabe der Wasserhärte auf folgende, gängige Einheiten:

- Deutsche Härtegrade °dH
- Französische Härtegrade °fH
- Säurekapazität $KS_{4,3}$, resp. Carbonathärte, resp. m-Wert

3.3 Bestimmung der Säurekapazität $KS_{4,3}$

Zur Bestimmung der Säurekapazität wird Salzsäure der Konzentration 0,1 mol/l in ein Probenvolumen von 100 ml, titriert. Herkömmlich wird als Indikator Methylorange verwendet, das bei pH 4,3 umschlägt. Deshalb wurde diese Säurekapazität auch als "m-Wert" bezeichnet. Die Titration kann aber auch mit einer pH Sonde verfolgt werden, bis pH 4.3 erreicht wird. Der Verbrauch in ml der Salzsäure entspricht direkt der Säurekapazität.

Die Säurekapazität kann auch mit einem Hach - Lange Küvettentest ermittelt werden.

LCK362 Säurekapazität - $KS_{4,3}$ - Küvetten-Test 0,5-8,0 mmol/l. Bei Macherey Nagel heisst der Test: **NANOCOLOR**® Carbonathärte 15. Der Bereich reicht hier bis 5.4 mmol/l.

Die so ermittelte Säurekapazität wird auch als Carbonathärte bezeichnet. Die Einheit der ermittelten Säurekapazität ist mVal/l oder mmol/l. Es wird das Hydrogencarbonat bestimmt, bei dem 1 mmol = 1 mVal entspricht. In der Folge werden mVal/l und französische Härtegrade verwendet.

Umrechnung von mVal/l in französische Härtegrade:

1 mVal/l entspricht: 5 °fH (oder 2.8 °dH)

In Tabelle 1 wird die Menge der später beschriebenen Chemikalien angegeben, die für die Aufstockung der Härte um 1 mVal/l nötig ist.

Tabelle 1: Notwendige Dosierung von Chemikalien zur Erhöhung der Säurekapazität um 1 mVal/l

Chemikalie	Formel	g/Mol	Val / mol	Dichte in [kg/l]	Dosierung der Chemikalie für 1 mVal/l resp. 1 Val/m³ Abwasser	
					in [g/m³ Abwasser]	in [ml/m³ Abwasser]
Natronlauge 100%	NaOH	40	1		40	
Natronlauge 30%	NaOH			1.33	133	100
Natronlauge 50%	NaOH			1.52	80	53
Natrium-Aluminat 100%	NaAlO ₂	82	3		27	
Natrium-Aluminat 30%	NaAlO ₂			1.5	90	60
Kalziumcarbonat	CaCO ₃	100	2		50	
gelöschter Kalk	Ca(OH) ₂	74	2		37	
Kalkmilch 5%	Ca(OH) ₂			1	740	740
Kalkmilch 10%	Ca(OH) ₂			1	370	370

Für Kalziumcarbonat mit der Formel CaCO₃ existieren auch folgende Bezeichnungen: Kalk, Kreide, kohlensaurer Kalk.

3.4 Erforderliche Wasserhärte

Wie aus der Nitrifikationsformel ersichtlich, steigt die erforderliche Wasserhärte bei steigender Konzentration an zu nitrifizierendem Ammonium.

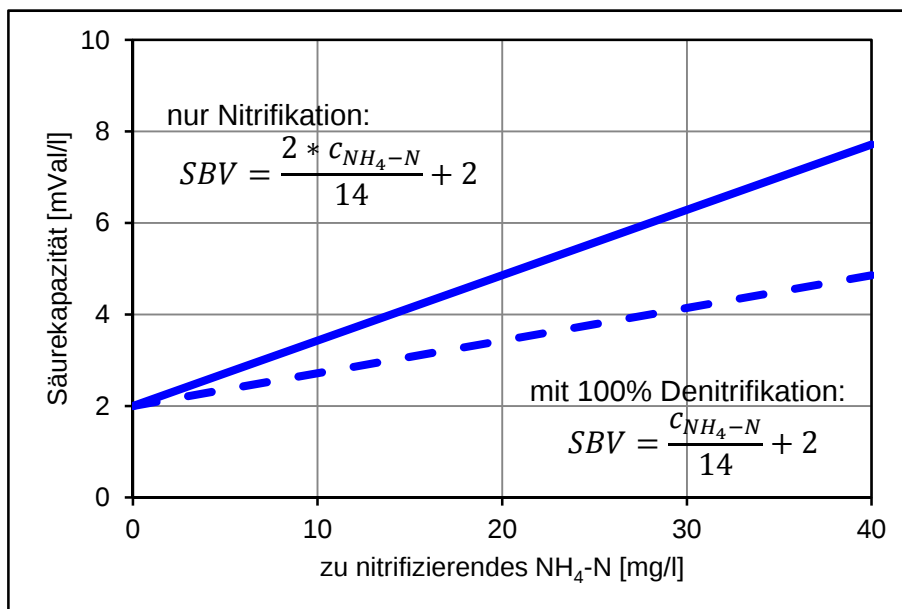


Abbildung 2: Notwendige Säurekapazität in mVal/l in der Biologie in Funktion der NH₄-N Konzentration

In der Literatur wird eine notwendige Restsäurekapazität zur Vermeidung von Problemen mit Flockenzerfall von 1.5 mVal/l – 2 mVal/l angegeben. In der Abbildung 2 ist die höhere Säurekapazität von 2 mVal/l als Grenzwert angegeben.

Mit dieser Graphik können die ARA Betreiber durch Messung der Säurekapazität und der Ammoniumkonzentration im Zufluss der Biologie feststellen, ob die vorhandene Säurekapazität im Abwasser genügt. Als Kontrolle sollen der pH und die Restsäurekapazität im Zulaufbereich der Nachklärung ebenfalls bestimmt werden. Bei einer vollständig nitrifizierenden Anlage kann aus der verbrauchten Säurekapazität (Differenz der beiden Messungen) bestimmt werden, welche Menge an Chemikalien theoretisch zudosiert werden muss.

Hinweis: Die in der Abbildung 2 dargestellten Werte sind Maximalwerte. Der Grenzwert von 2 mVal/l ist "defensiv". Zudem wird die produzierte Säure zum Teil als CO₂, dank der Belüftung, aus dem Abwasser ausgestrippt. Das ausgestrippte CO₂ ist nicht mehr "säurewirksam". Die Grösse des Effekts hängt vom Belüftungssystem und der Belastung der ARA ab und ist somit ARA-spezifisch. Darum kann in diesem Bericht keine Prognose gemacht werden, wie viel CO₂ auf einer ARA ausgestrippt wird. Dementsprechend ist das ermittelte Säurekapazitätsdefizit ein Maximalwert. Es empfiehlt sich, wenn möglich die ermittelte Chemikalienmenge in einer Testphase auf der Anlage (wenn möglich in einem Teilstrom) zu verifizieren.

Annäherungsweise kann für die vorhandene Säurekapazität mit den Angaben der Trinkwasserversorgung, die die Wasserhärte in französischen Härtegraden angeben, gerechnet werden. Die auf der Homepage "Wasserqualität" / "Trinkwasserqualität", des svgw und auf den Homepages der Gemeinden verfügbaren Härtewerte sind in Tabelle 2 aufgeführt. Eine eigene Messung ist auch bei vorhandenen Trinkwasserangaben sinnvoll.

Links:

www.svgw.ch

www.trinkwasser.ch

www.wasserqualität.ch

Nachfolgende

Abbildung 3 gibt eine grobe Übersicht, ob in einem Gebiet eher weiches oder hartes Wasser anzutreffen ist.

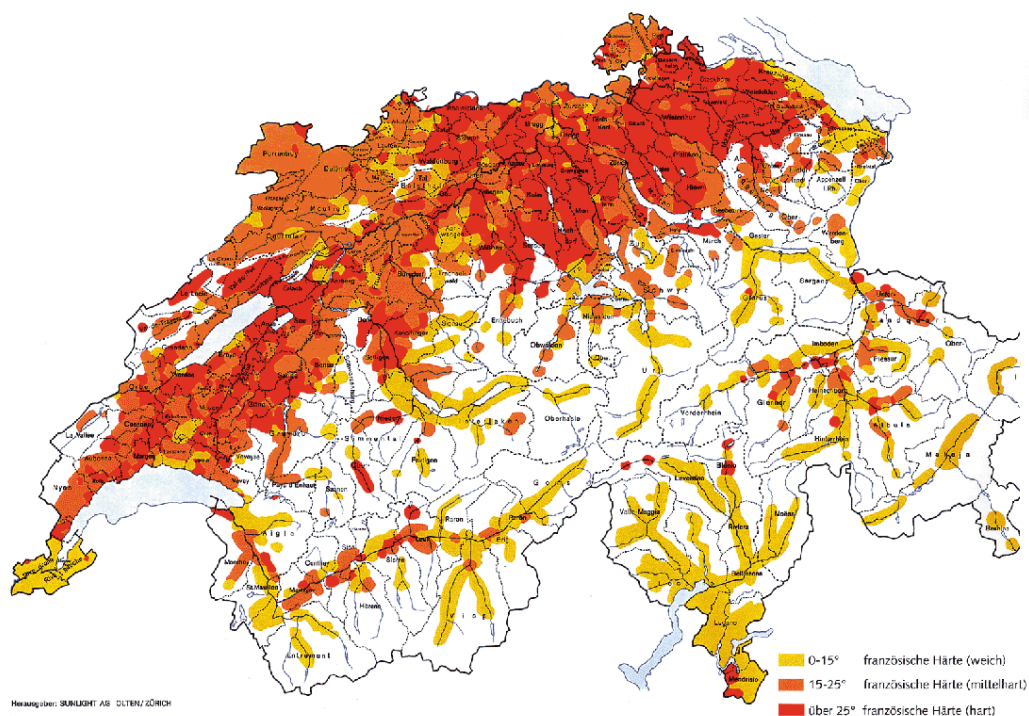


Abbildung 3: Wasserhärtekarte der Schweiz (Quelle: Sunlight AG)

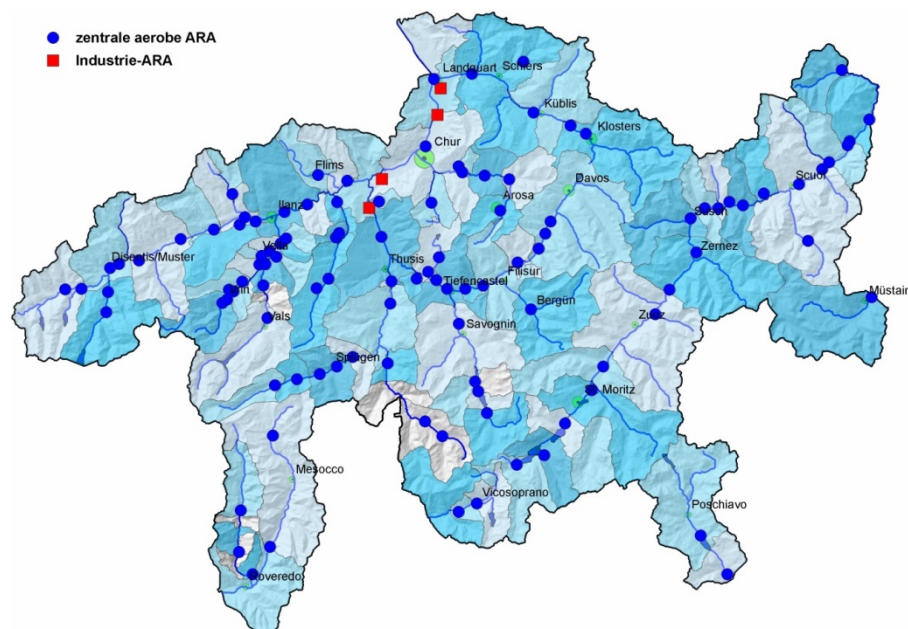


Abbildung 4: Kläranlagen im Kanton Graubünden (Quelle M. Holzer, ANU Graubünden)

In der nachfolgenden Tabelle 2 sind, wie bereits erwähnt, die im Internet verfügbaren Härteangaben im Trinkwasser diverser Bündner Gemeinden aufgeführt.

Anzumerken ist: Üblicherweise liegt die Härte von Regenwasser nahe Null. Nur Trinkwasser weist die angeführte Wasserhärte auf, da dieses Wasser durch Bodenpassagen - im Bündnerland in der Regel nur schwach – mineralisiert wird. Die Bestimmung von Ammonium im Abwasser und der Härte erfolgt daher sinnvollerweise bei Trockenwetter.

Tabelle 2: Härte im Trinkwasser diverser Bündner Gemeinden

Gemeinde		Härte	
		°fH	mVal/l
Arosa		7.5 - 17.3	1.5 - 3.5
Celerina		6.1 - 8.7	1.2 - 1.7
Chur	Stadtgebiet	14.6 - 37.4	2.9 - 7.5
	Neustadt	14.2 - 19.3	2.6 - 3.9
Davos		7.7	1.5
Disentis		3.9	0.8
Domat Ems		26.3	5.3
Fims		10 - 18	2 - 3.6
Illanz		9.2	1.8
Klosters		8 - 11.4	1.6 - 2.3
Landquart		22.1 - 33.1	4.4 - 6.6
Lenzerheide		17 - 22.5	3.4 - 4.5
Müstair		5.5	1.1
Pontresina		2.1 - 6.9	0.4 - 1.4
Poschiavo		4.4 - 15.5	0.9 - 3.1
Samedan		6.1 - 8.7	1.2 - 1.7
Scuol	Motta Naluns	6.3	1.3
	Lischana	13.4	2.7
	Mineralwasser	256	51
Sedrun		5.5 - 7.9	1.1 - 1.6
Thusis		20 - 25	4 - 5
Tiefencastel		3.6	0.7
Vals		4 - 20	0.8 - 4

Rot hinterlegt sind Wasserhärten, die zu Problemen führen können bei der Nitrifikation.

Grün hinterlegt sind Wasserhärten, die ausreichen können, zumindest wenn eine Denitrifikation betrieben werden kann.

Wenn die Säurekapazität nicht genügt und eine Nitrifikation gefordert ist, muss die fehlende Säurekapazität gemäss Abbildung 2 zudosiert werden. Ab Kapitel 5 sind Chemikalien, Dosiermöglichkeiten und resultierende Kosten beschrieben.

4 Einfluss von (gelöschtem) Kalk und Natrium-Aluminat auf den ARA Betrieb

Kalk reagiert mit gelöstem Phosphor im Abwasser zu nahezu unlöslichem Kalziumphosphat. Kalk ist dementsprechend auch ein Phosphor-Fällmittel und beeinflusst den Verbrauch des Fällmittels.

In der Literatur wird erwähnt, dass Kalk eine bessere Körnung des Schlammes ermöglicht und so zu einer besseren Schlammentwässerung beitragen soll. Bei den Kalkdosierungen, die für eine Stabilisierung der Härte notwendig sind, ist aber noch kein Effekt zu erwarten.

Natrium-Aluminat ist nebst Kalk nicht nur das einzige alkalische Phosphor-Fällmittel, es hat in der Regel auch einen limitierenden Einfluss auf das Fadenbakterium *Microtrix parvicella*. Es werden aber auch weniger erfolgreiche Anwendungen beschrieben.

Eisen – und andere aluminiumhaltige Fällmittel reagieren sauer und brauchen Säurekapazität.

5 Vergleich der verschiedenen Chemikalien

In der nachfolgenden Tabelle 3 sind die wichtigsten Punkte für die verschiedenen untersuchten Chemikalien aufgeführt.

Tabelle 3: Vergleich der verschiedenen untersuchten Chemikalien zur Erhöhung der Säurekapazität

Chemikalie	Vorteile	Nachteile	Lagerort	Haltbarkeit
Kalziumcarbonat CaCO_3	+ Keine Überdosierung, es wird nur so viel verbraucht, wie benötigt wird (Pufferung) + Nicht verbrauchter Anteil bleibt im System (Rücklaufschlamm) + Dosierung ohne Aufbereitung möglich	- Ev. Absetzungen von Feststoffen möglich? - Kaum Erfahrungen auf ARAs mit maschineller Dosierung	Trocken, kühl, Kontakt mit Feuchtigkeit minimieren, geschlossener Raum oder Lagersilo; Säcke auch im Freien lagerbar (vor Feuchtigkeit schützen)	Verschlös- sen unbe- grenzt halt- bar
Gelöschter Kalk Ca(OH)_2	+ Ev. auch Trockendo- sierung ohne Aufbei- reitung möglich? (Versu- che am Laufen) + Dosierung in Zulauf, Biologie & Rücklauf- schlamm möglich (keine Absetzung)	- Nicht verbrauchte Kalkmilch geht über Ablauf verlo- ren - Überdosierung möglich (Regelung erforderlich)	Trocken, kühl, Kontakt mit Luft und Feuchtig- keit minimieren, geschlossener Raum oder Lagersilo	Verschlos- sen bis ca. 1 Jahr nach Abfülldatum haltbar, nach Öff- nung ver- brauchen

Natronlauge NaOH	+ Keine Aufbereitung nötig + Dosierung in Zulauf, Biologie & Rücklaufschlamm möglich (keine Absetzung)	- Gefährlich in der Handhabung - Überdosierung möglich (Regelung erforderlich) - Dosiereinrichtung benötigt	Trocken, vor Frost schützen (empfohlene Temperatur 15°C – 25°C)	Bei richtiger Lagerung lange haltbar
Natrium-Aluminat NaAlO ₂	+ Fällung & Steigerung Säurekapazität in einem + Kein zusätzlicher Säureeintrag durch separates (saures) Fällmittel + Dosierung von flüssiger Lösung in Zulauf, Biologie & Rücklaufschlamm möglich (keine Absetzung)	- Gefährlich in der Handhabung - Bedarf für Steigerung der Säurekapazität höher als für Fällung	Gute Belüftung, trocken, kühl	Flüssig: über längere Zeit stabil und haltbar

6 Vorgehen zur Ermittlung des Bedarfs der Dosiermenge

Zur Bestimmung der Dosiermenge werden folgende Angaben der Kläranlage benötigt:

- Tägliche Abwassermenge bei Trockenwetter, $Q_{d,TW}$ in m³/d
- Ammonium-Stickstoff-Konzentration im Zulauf zur Biologie, NH₄-N in mg/l
- Falls die NH₄-Konzentration nur im Rohabwasser bestimmt wird, kann annäherungsweise auch dieser Wert verwendet werden.
- Säurekapazität im Zulauf zur Biologie, KS_{4,3} in mmol/l resp. mVal/l
- Als erste Näherung kann auch die Angabe der Trinkwasserversorgung zur Wasserhärte verwendet werden.

Im Folgenden wird anhand eines Beispiels aufgezeigt, wie die benötigte Dosiermenge verschiedener Chemikalien zur Sicherstellung der Nitrifikation ermittelt werden kann.

Beispiel 1:

- Auf der Kläranlage XY werden folgende Werte gemessen:
- Tägliche Trockenwettermenge $Q_{d,TW} = 1'457 \text{ m}^3/\text{d}$
- Ammonium-Stickstoff-Konzentration im Zulauf zur Biologie NH₄-N = 18.5 mg/l
- Säurekapazität im Zulauf zur Biologie KS_{4,3} = 2.5 mmol/l
- In der Anlage wird kein Stickstoff denitrifiziert.

1. *Benötigte Säurekapazität:*

Reicht die vorhandene Säurekapazität aus, um eine zuverlässige Nitrifikation zu gewährleisten oder muss die Kapazität durch Zugabe von Chemikalien angehoben werden?

Gemäss der Abbildung 2 wird bei einer NH_4 -Konzentration von 18.5 mg/l und ohne Denitrifikation etwa 4.8 mVal/l Säurekapazität benötigt.

Die vorhandene Säurekapazität im Zulauf zur Biologie von 2.5 mVal/l reicht somit nicht aus, um die entstehende Säure aus der Nitrifikation zu neutralisieren. Für eine stabile Nitrifikation muss die Wasserhärte durch die Zugabe von Chemikalien um

$$4.8 \text{ mVal/l} - 2.5 \text{ mVal/l} = 2.3 \text{ mVal/l}$$

angehoben werden.

2. *Benötigte Dosiermenge:*

Welche Menge an Chemikalien muss täglich dem Abwasserstrom zudosiert werden, um die Säurekapazität genügend anzuheben?

In den letzten beiden Spalten der Tabelle 1 sind die benötigten Mengen pro Kubikmeter Abwasser zur Erhöhung der Säurekapazität um 1 mVal/l für die verschiedenen Chemikalien angegeben. D.h. die Werte aus der Tabelle 1 müssen mit der benötigten Anzahl mVal/l multipliziert werden. Um die tägliche Dosiermenge zu erhalten, muss die Abwassermenge pro Tag berücksichtigt werden.

Dies ergibt folgende tägliche Mengen für die verschiedenen Chemikalien:

Kalziumcarbonat CaCO_3 :

$$50 \frac{\text{g}_{\text{CaCO}_3}}{\text{m}^3 \cdot \frac{\text{mVal}}{\text{l}}} \cdot 2.3 \frac{\text{mVal}}{\text{l}} = 115 \frac{\text{g}_{\text{CaCO}_3}}{\text{m}^3}$$

$$115 \frac{\text{g}_{\text{CaCO}_3}}{\text{m}^3} \cdot 1'457 \frac{\text{m}^3}{\text{d}} \cdot \frac{1}{1000} \frac{\text{kg}}{\text{g}} = 168 \frac{\text{kg}_{\text{CaCO}_3}}{\text{d}} = 7 \frac{\text{kg}_{\text{CaCO}_3}}{\text{h}}$$

Gelöschter Kalk Ca(OH)_2 , 5%:

$$37 \frac{\text{g}_{\text{Ca(OH)}_2}}{\text{m}^3 \cdot \frac{\text{mVal}}{\text{l}}} \cdot 2.3 \frac{\text{mVal}}{\text{l}} = 85 \frac{\text{g}_{\text{Ca(OH)}_2}}{\text{m}^3}$$

$$85 \frac{\text{g}_{\text{Ca(OH)}_2}}{\text{m}^3} \cdot 1'457 \frac{\text{m}^3}{\text{d}} \cdot \frac{1}{1000} \frac{\text{kg}}{\text{g}} = 124 \frac{\text{kg}_{\text{Ca(OH)}_2}}{\text{d}} = 5 \frac{\text{kg}_{\text{Ca(OH)}_2}}{\text{h}}$$

Ein Liter 5%-ige aufbereitete Kalkmilchlösung enthält
(Annahme Dichte: $1 \text{ kg}_{\text{Lösung}}/\text{l}_{\text{Lösung}}$):

$$0.05 \frac{\text{kg}_{\text{Ca(OH)}_2}}{\text{kg}_{\text{Ca(OH)}_2, 5\%}} \cdot 1 \frac{\text{kg}}{\text{l}} = 0.05 \frac{\text{kg}_{\text{Ca(OH)}_2}}{\text{l}_{\text{Ca(OH)}_2, 5\%}}$$

Dies ergibt folgende Dosiermenge pro Tag:

$$\frac{124 \frac{\text{kg}_{\text{Ca(OH)}_2}}{\text{d}}}{0.05 \frac{\text{kg}_{\text{Ca(OH)}_2}}{\text{l}_{\text{Ca(OH)}_2, 5\%}}} = 2'480 \frac{\text{l}_{\text{Ca(OH)}_2, 5\%}}{\text{d}} = 103 \frac{\text{l}_{\text{Ca(OH)}_2, 5\%}}{\text{h}}$$

Natronlauge NaOH, 30%:

$$133 \frac{\text{g}_{\text{NaOH 30\%}}}{\text{m}^3 \cdot \frac{\text{mVal}}{\text{l}}} \cdot 2.3 \frac{\text{mVal}}{\text{l}} = 306 \frac{\text{g}_{\text{NaOH 30\%}}}{\text{m}^3}$$

$$306 \frac{\text{g}_{\text{NaOH 30\%}}}{\text{m}^3} \cdot 1'457 \frac{\text{m}^3}{\text{d}} \cdot \frac{1}{1000} \frac{\text{kg}}{\text{g}} = 446 \frac{\text{kg}_{\text{NaOH 30\%}}}{\text{d}} = 19 \frac{\text{kg}_{\text{NaOH 30\%}}}{\text{h}}$$

Für die Umrechnung auf Liter pro Tag muss die Menge durch die Dichte von 30%-iger Natronlauge (1.33 kg/l) dividiert werden:

$$\frac{446 \frac{\text{kg}_{\text{NaOH 30\%}}}{\text{d}}}{1.33 \frac{\text{kg}_{\text{NaOH 30\%}}}{\text{l}_{\text{NaOH 30\%}}}} = 335 \frac{\text{l}_{\text{NaOH 30\%}}}{\text{d}} = 14 \frac{\text{l}_{\text{NaOH 30\%}}}{\text{h}}$$

Natronlauge NaOH, 50%:

$$80 \frac{\text{g}_{\text{NaOH 50\%}}}{\text{m}^3 \cdot \frac{\text{mVal}}{\text{l}}} \cdot 2.3 \frac{\text{mVal}}{\text{l}} = 184 \frac{\text{g}_{\text{NaOH 50\%}}}{\text{m}^3}$$

$$184 \frac{\text{g}_{\text{NaOH 50\%}}}{\text{m}^3} \cdot 1'457 \frac{\text{m}^3}{\text{d}} \cdot \frac{1}{1000} \frac{\text{kg}}{\text{g}} = 268 \frac{\text{kg}_{\text{NaOH 50\%}}}{\text{d}} = 11 \frac{\text{kg}_{\text{NaOH 50\%}}}{\text{h}}$$

Für die Umrechnung auf Liter pro Tag muss die Menge durch die Dichte von 50%-iger Natronlauge (1.52 kg/l) dividiert werden:

$$\frac{268 \frac{\text{kg}_{\text{NaOH 50\%}}}{\text{d}}}{1.52 \frac{\text{kg}_{\text{NaOH 50\%}}}{\text{l}_{\text{NaOH 50\%}}}} = 176 \frac{\text{l}_{\text{NaOH 50\%}}}{\text{d}} = 7 \frac{\text{l}_{\text{NaOH 50\%}}}{\text{h}}$$

Natrium-Aluminat NaAlO₂, 30%:

$$90 \frac{g_{NaAlO_2 \text{ 30\%}}}{m^3 \cdot \frac{mVal}{l}} \cdot 2.3 \frac{mVal}{l} = 207 \frac{g_{NaAlO_2 \text{ 30\%}}}{m^3}$$

$$207 \frac{g_{NaAlO_2 \text{ 30\%}}}{m^3} \cdot 1'457 \frac{m^3}{d} \cdot \frac{1}{1000} \frac{kg}{g} = 3024 \frac{kg_{NaAlO_2 \text{ 30\%}}}{d} = 13 \frac{kg_{NaAlO_2 \text{ 30\%}}}{h}$$

Für die Umrechnung auf Liter pro Tag muss die Menge durch die Dichte von 30%-iger Natrium-Aluminatlösung (1.5 kg/l) dividiert werden:

$$\frac{302 \frac{kg_{NaAlO_2 \text{ 30\%}}}{d}}{1.5 \frac{kg_{NaAlO_2 \text{ 30\%}}}{l_{NaAlO_2 \text{ 30\%}}}} = 201 \frac{l_{NaAlO_2 \text{ 30\%}}}{d} = 8 \frac{l_{NaAlO_2 \text{ 30\%}}}{h}$$

3. Zusammenfassung:

Tabelle 4: Zusammenfassung der Dosiermengen für verschiedene Chemikalien für das Beispiel 1

Chemikalie	Menge		
	t/a	kg/d	kg/h
Kaliumcarbonat CaCO ₃	61	168	7
Gelöschter Kalk Ca(OH) ₂	45	124	5
Natronlauge NaOH 30%	163	446	19
Natronlauge NaOH 50%	98	268	11
Natrium-Aluminat NaAlO ₂ 30%	110	302	13

Die so bestimmten Dosiermengen sind eher grosszügig berechnet und als Richtwert zu betrachten. Wie bereits oben erwähnt, hängt die benötigte Menge von verschiedenen Faktoren ab (Denitrifikation, CO₂-Ausstrippung).

Idealerweise wird der Dosierbedarf mit Versuchen ermittelt. Wenn auf der Anlage bereits eine Dosiereinrichtung installiert ist, kann unter Kontrolle des pH-Wertes, der Säurekapazität und der Ammonium-Ablaufkonzentration die Dosiermenge optimiert werden. Verfügt die Anlage über keine Dosiereinrichtung, kann entweder eine Dosiereinrichtung für die Versuchsdauer gemietet oder die Dosierung von Hand vorgenommen werden.

7 Dosiermöglichkeiten

7.1 Dosierungseinrichtungen

	Dosierung von Hand	Trockengutdosierung	Flüssigdosierung mit Aufbereitung	Flüssigdosierung ohne Aufbereitung
Dosierung von	- Kalziumcarbonat CaCO_3	- Kalziumcarbonat CaCO_3 (- Kalkhydrat Ca(OH)_2)	- Kalkhydrat Ca(OH)_2 - Natrium-Aluminat NaAlO_2 (Pulver)	- Natronlauge NaOH - Natrium-Aluminat NaAlO_2 (flüssig)
Kurzbeschreibung	- Manuelles Entleeren von Säcken	- Förderung des pulverförmigen Kalkes (ev. auch Kalkhydrat) aus dem Vorratsbehälter mit Förderschnecken oder Vibration (Rüttler) - Zudosierung direkt unter Dosiereinrichtung oder Förderung mit Gebläse über weitere Strecken	- Aufbereitung des Kalkhydrat (Pulver) mit Brauchwasser - Zudosierung direkt unter Dosiereinrichtung oder Förderung mit Dosierpumpen durch Dosierschläuche	- Förderung der gebrauchsfertigen Lösung aus Container oder Lagertank mit Dosierstation (analog Fallmitteldosierung) - Förderung mit Dosierpumpen durch Dosierschläuche
Ort der Dosierung	- nach der Vorklärung (Absetzung der Feststoffe)	- nach der Vorklärung (Absetzung der Feststoffe)	- Zulaufkanal - Biologie - Rücklaufschlamm	- Zulaufkanal - Biologie - Rücklaufschlamm
Befüllung der Dosieranlage		- von Hand - mit pneum. Förderung aus Big Bag oder Lagersilo - Installation Big Bag oder Lagersilo über Dosieranlage ("Nachrieseln"), Steuerung über Zeilradschleuse	- von Hand - mit pneum. Förderung aus Big Bag oder Lagersilo - Installation Big Bag oder Lagersilo über Dosieranlage ("Nachrieseln"), Steuerung über Zeilradschleuse	- Ansaugen aus Container oder Lagertank
Voraussetzungen	- Personal muss auf der Anlage sein (manuelle Zugabe)	- Festsicherer und gut durchlüfteter Raum - ev. Druckluftanschluss für Auflockerung des Trockenguts (Abhängig von Dosiersystem)	- Festsicherer und gut durchlüfteter Raum - ev. Druckluftanschluss für Auflockerung des Trockenguts (Abhängig von Dosiersystem) - Brauchwasser- oder Trinkwasseranschluss	- Festsicherer und gut durchlüfteter Raum - Aufangwanne
Steuerung der Dosierung	- manuelle Dosierung	- Konstante Menge - über Parameter (pH, SBV, NH_4) - gesteuert	- Konstante Menge - über Parameter (pH, SBV, NH_4) - gesteuert	- Konstante Menge - über Parameter (pH, SBV, NH_4) - gesteuert
Mögliche Betriebsprobleme		- schlechtes "Nachrieseln" im Vorratsrichter	- Verstopfen der Dosierschläuche	- Verstopfen der Dosierschläuche
Mögliche Gefahren	- Staubbildung (Einatmen)	- bei Befüllung Staubbildung möglich (Einatmen)	- bei Befüllung Staubbildung möglich (Einatmen)	- NaOH und NaAlO_2 stark ätzend und korrosiv
Unterhaltsaufwand	- keiner	- Wartung und Reinigung der Einrichtungen	- Wartung und Reinigung der Dosierpumpen, Aufbereitungsanlagen und ev. Lagersilo - Reinigung und Ersatz der Dosierschläuche	- Wartung und Reinigung der Dosierpumpen und ev. Lagertank - Reinigung und Ersatz der Dosierschläuche
Betriebserfahrungen	- nur bei sporadischem oder geringem Gebrauch effizient	- Probleme beim Befüllen des Vorratsrichters - keine Referenzanlage	- Probleme mit Verstopfungen der Dosierschläuche	

7.2 Regelung der Dosierung

Zur Regelung der Dosiermenge werden in der Praxis verschiedene Ansätze angewandt.

Tabelle 5: Verschiedene Ansätze zur Regelung der Dosiermenge. Auf allen drei Referenzanlagen wird Kalkmilch zudosiert

Überwachte Parameter	Messung	Anpassung Dosiermenge	Beschreibung	Referenz
pH Wert und Säurekapazität (KS)	On-Line	Autom.	Wenn $\text{pH} < \text{pH}_{\text{Soll},1}$ und $\text{KS} < \text{KS}_{\text{Soll}}$, dann Dosierung bis $\text{pH} > \text{pH}_{\text{Soll},2}$	ARA Chur
pH Wert im Zulauf	On-Line	Manuell	Wenn pH zu tief → Steigerung Dosiermenge	ARA Biasca
NH ₄ -Konzentration im Ablauf	Labor	Manuell	Wenn NH ₄ zu hoch → Steigerung Dosiermenge	ARA Andermatt
pH Wert allgemein (Messort je nach Anlage)	On-Line	Autom.	Wenn pH zu tief → Dosierung / Steigerung Dosiermenge	Vorschlag Alltech GmbH

Durch eine optimale Regelung und Anpassung der Dosiermenge aufgrund von effektiven Messwerten, kann der Chemikalienverbrauch optimiert werden.

Dabei gilt anzumerken, dass eine Messung des pH-Wertes im Zulauf der Anlage nicht zur Abschätzung der vorhandenen Säurekapazität verwendet werden kann. Der pH-Wert im Zulauf dient lediglich als Warngrösse und kann darauf hinweisen, dass die Dosiermenge erhöht werden muss oder vermindert werden kann.

7.3 Beispiele von Dosiereinrichtungen

7.3.1 Trockengutdosierung

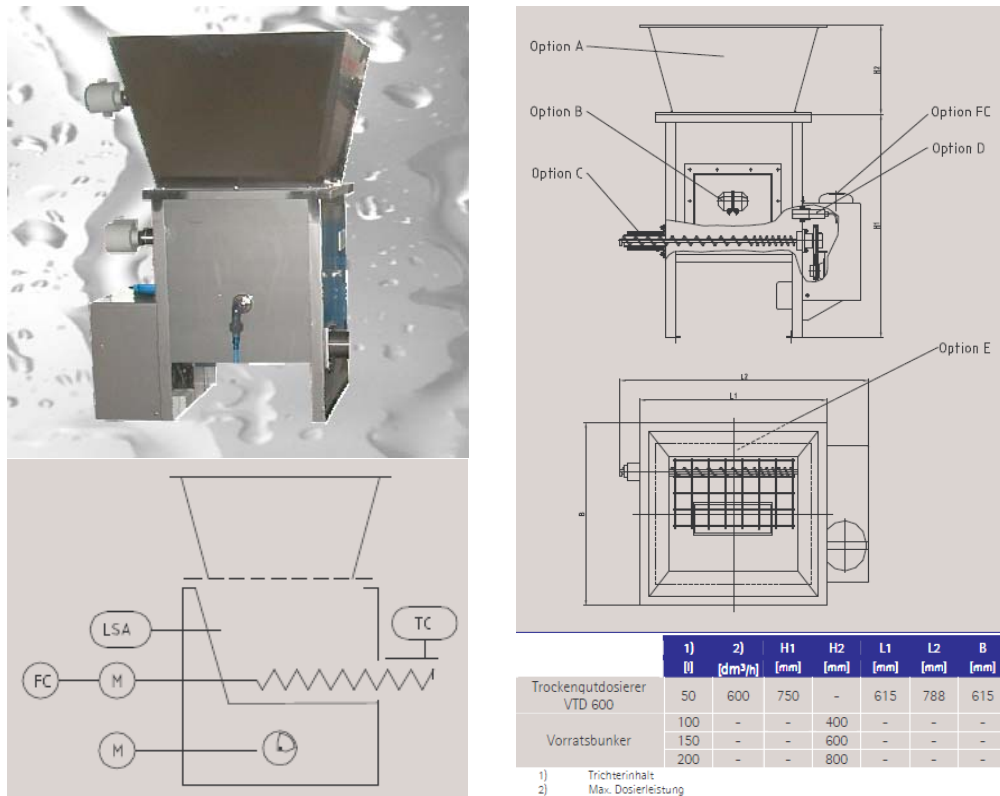


Abbildung 5: Beispiel eines Trockengutdosierers der Firma Alltech Dosieranlagen GmbH

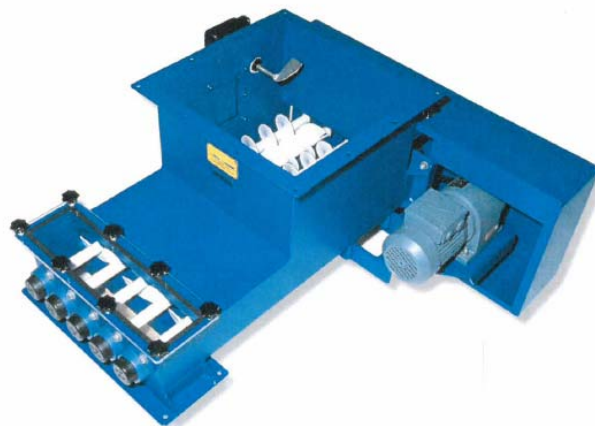


Abbildung 6: Links: Big Bag-Entleerer mit Seitenkanalgebläse zur pneumatischen Förderung von pulverförmigen Materialien. Rechts: Multischneckendosierer zur Dosierung von pulverförmigen Materialien. Beides sind Produkte der Firma Tomal AB (Teil der ProMinent Gruppe)

7.3.2 Kalkmilchdosierung

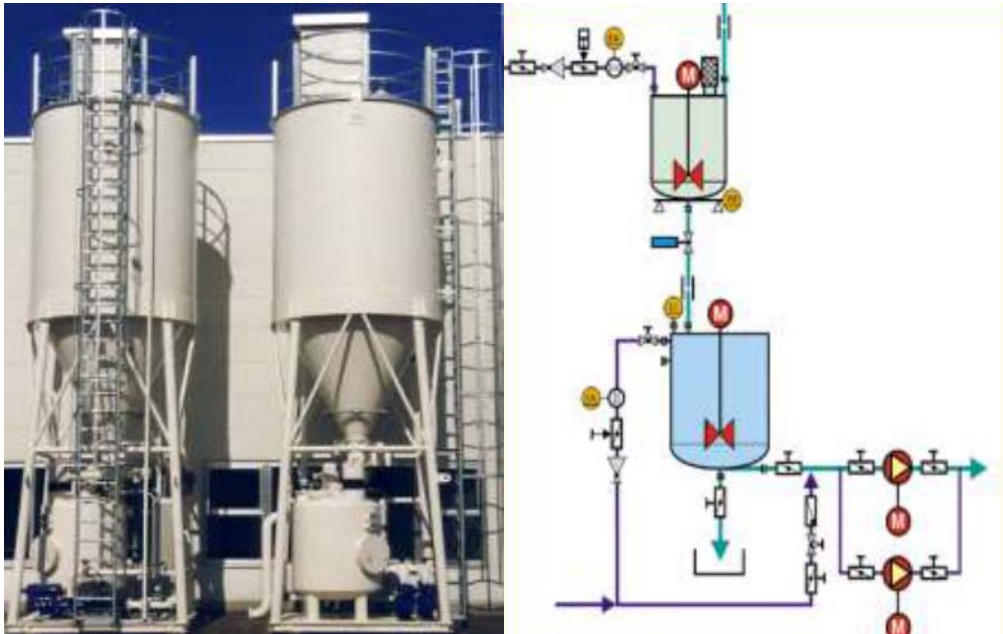


Abbildung 8: Beispiel einer Kalkmilchaufbereitungsanlage mit Silo der Firma GNA-Stulz GmbH

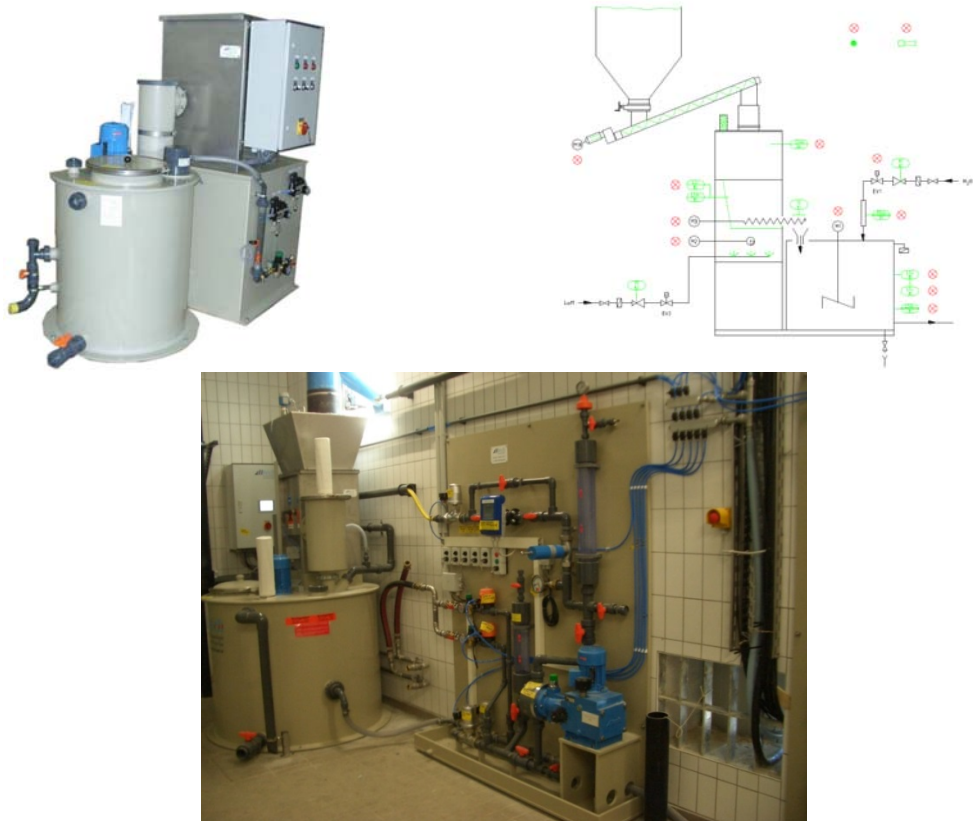


Abbildung 9: Beispiel einer Kalkmilchaufbereitungsanlage der Firma Alltech Dosieranlagen GmbH



*Siloanlage für die
Kalkmilchdosierung
in Kläranlagen*

- A** Die Silos werden standardmäßig in runder Ausführung gefertigt.
- B** Der Silokonus ist an das jeweilige Schüttgut angepasst.
- C** Verschiedene Arten von Austragshilfen werden eingesetzt.
- D** Absperrschieber, manuell oder pneumatisch betätigt.
- E** Die TOMAL Dosiervorrichtung sorgt für wirkungsvolle Siloentleerung
- F** Bei Bedarf wird eine Transportschnecke verwendet, um das Dosiergut weiterzufördern.
- G** Mischbehälter komplett inkl. Wasserdosierstaffel und Niveausteuern.
- H** Elektrischschaltschrank mit kompletter interner Verdrahtung für schlüsselfertige Dosieranlagen.

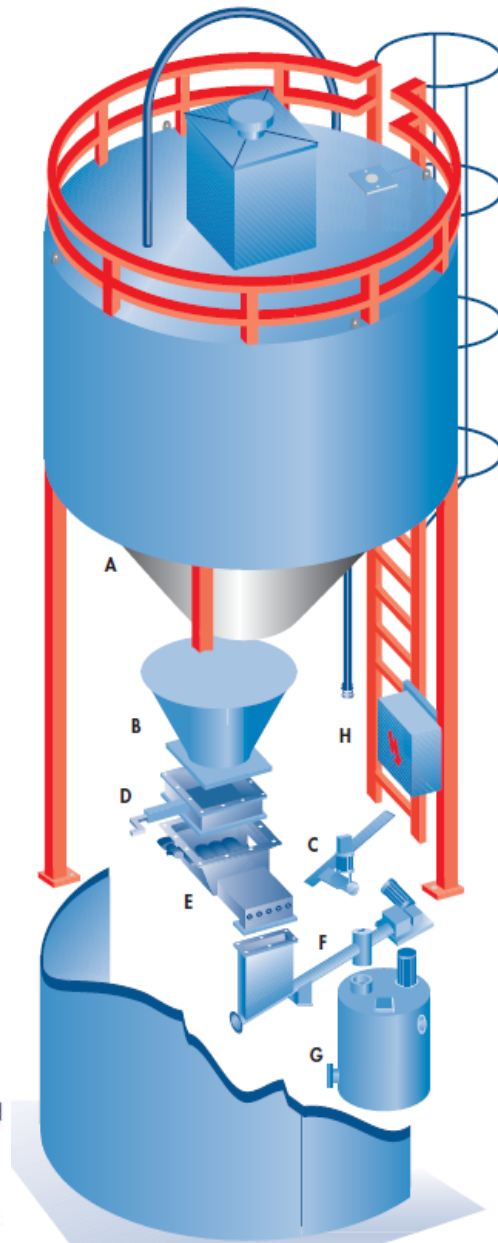


Abbildung 10: Beispiel einer kompletten Kalkmilchaufbereitungsanlage mit Silo der Firma Tomal AB (Teil der ProMinent Gruppe)

8 Kosten

8.1 Chemikalien

Von folgenden Lieferanten wurden Richtpreise für die Lieferung der verschiedenen Chemikalien angefragt.

Tabelle 6: Angefragte Firmen für die Lieferung der Chemikalien in unterschiedlichen Formen

Angefragte Firmen	Geschäftssitz	Lieferung von			
		Kalzium-carbonat	Kalkhydrat	Natron-lauge	Natrium-Aluminat
Kalkfabrik Netstal AG	Netstal GL	X	X		
Magnesia AG	Münchenstein BL	X	X		
Flonex AG	Birsfelden BL	X			
Feralco (Schweiz) AG	Uetikon am See ZH	X	X	X	X
Aregger Chemie AG	Oensingen SO			X	X
VTA Schweiz GmbH	Chur GR		X (als Kalkmilch-Suspension 24%)	X	X

Obenstehende Auflistung ist keinesfalls als abschliessende Aufzählung von Lieferanten anzusehen, welche die entsprechenden Chemikalien liefern.

In den folgenden Abschnitten sind Richtpreise von verschiedenen Unternehmern für die verschiedenen Chemikalien aufgeführt. Dabei gilt zu beachten, dass die Preise relativ stark variieren, abhängig von der Menge pro Lieferung, der Lieferform und der Lieferdistanz. Es wurde versucht, diese Unterschiede abzubilden, indem Preise für verschiedene Randbedingungen angefragt wurden. Die Preise sind aber alle mit einer gewissen Vorsicht zu geniessen und im Falle einer Bestellung mit dem Lieferanten im Detail auszuhandeln.

8.1.1 Anlieferung mit Silo- oder Tankwagen (lose)

Die folgenden Angaben sind Richtpreise eines Unternehmers für die Lieferung von Kalziumcarbonat resp. Kalkhydrat per Silowagen (lose) und zwei Unternehmer für die Lieferung von Natronlauge per Tankwagen. Die Bandbreite ergibt sich aus unterschiedlichen Lieferdistanzen im Kanton (angefragte Orte: Chur, Disentis und Samedan).

Bei einer Lieferung per Silo- oder Tankwagen wird auf der Kläranlage ein Speicherbehälter (Tank oder Silo) benötigt.

Tabelle 7: Angefragte Preise für die Lieferung von Kalziumcarbonat, gelöschtem Kalk und Natronlauge per Silo- oder Tankwagen

Silo- / Tankwagen	bis 10 t CHF/kg	20 - 25 t CHF/kg	bis 27 t CHF/kg	Lieferform
CaCO ₃	0.10 - 0.20	0.10 - 0.15	0.10 - 0.15	Silowagen
Ca(OH) ₂	0.30 - 0.45	0.20 - 0.30	0.15 - 0.25	Silowagen
NaOH (30%)		0.25 - 0.35		Tankwagen
NaOH (50%)		0.35 - 0.45		Tankwagen
NaAlO ₂ (30%)			0.45	Tankwagen

Der Preis für das NaAlO₂ bezieht sich auf reines Natrium-Aluminat. Natrium-Aluminat fällt auch als Abfallprodukt in Aluminiumverarbeitenden Betrieben und kann bei solchen Betrieben deutlich günstiger erhalten werden. Die Nachteile dabei sind aber schwankende Qualitäten und Konzentration des Produktes (Anpassung der Dosiermenge), und dass die Verfügbarkeit abhängig von der Produktion des Betriebs ist.

8.1.2 Anlieferung in Säcken, Big Bags oder Containern (IBC)

Die folgenden Angaben sind Richtpreise verschiedener Unternehmer für die Lieferung von:

- Kalziumcarbonat in Säcken (25 kg)
- Gelöschtem Kalk in Säcken (25 kg)
- Kalziumcarbonat in Big Bags (ca. 1'000 kg)
- Gelöschtem Kalk in Big Bags (ca. 1'000 kg)
- Natronlauge 30% in Containern (ca. 1'000 l)
- Natronlauge 50% in Containern (ca. 1'000 l)
- Natrium-Aluminat 30% in Containern (ca. 1'000 l)

Die Bandbreiten ergeben sich aus unterschiedlichen Lieferdistanzen im Kanton (angefragte Orte: Chur, Disentis und Samedan).

Je nach Menge, die pro Lieferung auf der Kläranlage abgeliefert wird, wird entsprechend ein Lagerplatz für die Chemikalien benötigt.

Tabelle 8: Angefragte Preise für die Lieferung von Kalziumcarbonat und gelöschtem Kalk in 25 kg Säcken. Für die Kalziumcarbonat-Säcke wurden zwei Unternehmer angefragt, daher die unterschiedlichen Preise

25 kg Säcke	bis 0.1 t CHF/kg	bis 0.5 t CHF/kg	bis 1.25 t CHF/kg	bis 2 t CHF/kg	bis 2.5 t CHF/kg	bis 10 t CHF/kg	Lieferform
CaCO ₃	2.90	1.10	0.90		0.70		25 kg Säcke, per LKW
			1.50			0.90	25 kg Säcke, per LKW
Ca(OH) ₂	3.00	1.20	1.00	0.90			25 kg Säcke, per LKW

Tabelle 9: Angefragte Preise für die Lieferung von Kalziumcarbonat, gelöschtem Kalk und Natronlauge in Big Bags oder 1'000 l Containern (sogenannte Intermediate Bulk Container, kurz IBC)

Big Bags / IBC	bis 1 t CHF/kg	bis 2 t CHF/kg	bis 10 t CHF/kg	bis 20 t CHF/kg	Lieferform
CaCO ₃		0.20 - 0.35	0.10 - 0.20	0.10 - 0.20	Big Bags, ca. 1t, per LKW
Ca(OH) ₂		0.40 - 0.55	0.30 - 0.40	0.30 - 0.35	Big Bags, ca. 1t, per LKW
NaOH (30%)		0.80 – 0.90	0.70 – 0.80	0.70 – 0.75	IBC, ca. 1'000 l, per LKW
NaOH (50%)		0.70 – 0.85	0.65 – 0.75	0.60 – 0.70	IBC, ca. 1'000 l, per LKW
NaAlO ₂ (30%)		1.00 - 1.20			IBC, ca. 1'000 l, per LKW

8.2 Dosiereinrichtungen

Folgende Lieferanten in der näheren Umgebung liefern Dosiereinrichtungen für die verschiedenen Chemikalien (Aufzählung nicht abschliessend).

Tabelle 10: Angefragte Firmen für verschiedene Dosiereinrichtungen

Firma	Geschäftssitz	Dosiereinrichtung für		
		Kalzium-carbonat	Kalkhydrat	Natronlauge / Natrium-Aluminat
Gericke AG	Regensdorf ZH	X		
GNA-Stulz GmbH	Friedberg D	X	X	
Alltech Dosieranlagen GmbH	Weingarten D	X	X	
ProMinent Dosiertechnik AG	Regensdorf ZH	X	X	X
Techfina SA	Winterthur		X	
Grundfos AG (Alldos AG)	Fällanden ZH			X

8.2.1 Richtpreisangaben

Bei den nachfolgenden Preisen handelt es sich um Richtpreise für Dosiereinrichtungen einzelner Unternehmer.

Tabelle 11: Richtpreise für verschiedene Dosiereinrichtungen und ev. benötigten Installationen

	Richtpreis CHF	Menge	Bemerkung
Trockengutdosierer	10'000.00	max. 700 kg/h	exkl. Silo & Zubringerschnecke inkl. Vorortsteuerung
	15'000.00	20 – 30 kg/h	exkl. Silo, Zubringerschnecke, Steuerung, Elektroinstallationen Miete für Testbetrieb: ca. CHF 500.00 pro Woche
Trockengutdosierer mit Big Bag Entleerungsanlage	65'000.00	0.6 – 3 kg/h	inkl. Big Bag Entleerungsmaschine mit Krananlage, Dosierung, Steuerung
Trockengutdosierer mit Silo	100'000.00	0.6 – 3 kg/h	inkl. Silo (20 m ³), Zubringerschnecke, Dosierung, Steuerung, Messungen

Kalkmilchaufbereitungsanlage, ohne Silo	35'000.00	max. 250 kg/h	exkl. Silo & Zubringerschnecke inkl. Vorortsteuerung
Kalkmilchaufbereitungsanlage, mit Silo	150'000.00	max. 25 kg/h	inkl. Silo (60 m ³), Zubringerschne- cke, Aufbereitungsanlage, Dosier- pumpe, Steuerung, Messungen
	180'000.00	5 – 20 kg/h	inkl. Silo (65 m ³)
	250'000.00		Grosse Anlage, inkl. Silo (65 m ³) exkl. Baumeister, EMSRL, Sani- tär, Planung
Laugen-Dosierung (NaOH)	20'000.00	max. 60 l/h	exkl. Lagertank inkl. Messungen
Lagertank für Lauge	30'000.00	15 m ³	inkl. Messungen
Krananlage zum Anheben von Big Bags	5'000.00		

Folgende Arbeiten sind in den obigen Kosten nicht berücksichtigt und müssen zusätzlich noch abgeschätzt und eingerechnet werden:

- Bauarbeiten (bestehende oder neue Bauten)
- Dosierleitungen
- Steuerung der Anlage über PLS
- Messtechnik für Regelung (pH-Sonde, On-Line Messung Säurekapazität)
- Elektroinstallationen
- HLKS (Lüftung, Heizung, etc.)
- Transport, Montage und Engineering
- Planerarbeiten

Es gilt zu beachten, dass es sich bei obengenannten Angaben um Richtpreise für einzelne Grössenordnungen und Ausführungen von Dosieranlagen handelt. Die Preise können je nach Grösse und Ausrüstung der Anlage relativ stark variieren. Bei einem allfälligen Entscheid eine Dosieranlage zu installieren, sind der Umfang und die genauen Kosten der Arbeiten im Detail mit einem Unternehmer und allenfalls einem Planer auszuarbeiten.

8.3 Wirtschaftlichkeitsrechnung

Im Folgenden wird anhand von Beispielen dargestellt, wie eine grobe Abschätzung der Wirtschaftlichkeit vorgenommen werden kann.

Für diese Abschätzung werden die jährlichen Kosten für verschiedene Liefermengen der verschiedenen Chemikalien, sowie die jährlichen Abschreibungskosten für die Dosiereinrichtungen berücksichtigt.

Die jährlichen Kapitalkosten lassen sich mit folgender Formel berechnen:

$$Kapitalkosten \left(\frac{CHF}{a} \right) = Investition (CHF) \cdot \frac{\frac{Zins (\%)}{100 \%} \cdot \left(\frac{Zins (\%)}{100 \%} + 1 \right)^{Lebensdauer (a)}}{\left(\frac{Zins (\%)}{100 \%} + 1 \right)^{Lebensdauer (a)} - 1}$$

In Microsoft Excel können die jährlichen Kapitalkosten mit der Formel

"= - rmz(Zins; Lebensdauer; Investition; 0; 0)"

berechnet werden.

Beispiel 2:

Als Entscheidungshilfe, wie die Dosierung erfolgen soll, wird anhand eines Beispiels für die Kalziumcarbonat-Dosierung ein Vergleich der jährlichen Kosten für verschiedene Varianten erstellt.

Für die Kläranlage XY aus Beispiel 1 (Kapitel 0) wurde eine Dosiermenge von 168 kg Ca-CO₃/d, resp. 61 t/a ermittelt.

Die Kläranlage liegt relativ abgelegen im Oberengadin.

1. Bestimmung der jährlichen Kosten für die Chemikalienlieferung:

Wie hoch sind die jährlichen Kosten für die Lieferung des Kalziumcarbonats?

Lieferung in 25 kg Säcken:

Der Preis für Kalziumcarbonat geliefert in Säcken (25 kg) liegt zwischen 0.70 bis 2.90 CHF/kg (Tabelle 8). Der Preis für die Lieferung in Säcken liegt ziemlich weit auseinander, je nach Liefermenge und Unternehmer.

Mit obigen Preisen ergeben sich jährliche Kosten für die Lieferung von 61 Tonnen Kalziumcarbonat zwischen CHF 43'000.00 (grosse Lieferungen) bis CHF 175'000.00 (Lieferung einzelner Säcke).

Lieferung in Big Bags:

Der Preis für Kalziumcarbonat geliefert in Big Bags (ca. 1'000 kg) liegt zwischen 0.10 bis 0.35 CHF/kg (Tabelle 9). Es wird angenommen, dass pro Lieferung ca. 10 t geliefert werden. Für diese Liefermenge liegt die Preisspanne zwischen 0.10 und 0.20 CHF/kg.

Da die Kläranlage XY ziemlich abgelegen im Oberengadin liegt, wird vom höheren Preis von 0.20 CHF/kg ausgegangen. Dies ergibt jährliche Kosten für die Lieferung von 61 Tonnen Kalziumcarbonat von ca. CHF 12'000.00.

Lieferung per Silowagen:

Der Preis für Kalziumcarbonat geliefert per Silowagen (bis max. 27 t) liegt zwischen 0.10 bis 0.20 CHF/kg (Tabelle 9).

Auch hier wird aufgrund der weiten Lieferdistanz vom höheren Preis von 0.20 CHF/kg ausgegangen. Dies ergibt jährliche Kosten für die Lieferung von 61 Tonnen Kalziumcarbonate von ca. CHF 12'000.00.

2. *Bestimmung der jährlichen Kapitalkosten für die Dosiereinrichtung:*

Wie hoch sind die jährlichen Kapitalkosten für eine Dosiereinrichtung bei einer angenommenen Lebensdauer von 12 Jahren und einem Zinssatz von 3%?

Trockengutdosierer:

Die Investitionskosten für einen Trockengutdosierer betragen ca. CHF 10'000.00 bis 15'000.00 (Tabelle 11). Bei einer angenommenen Lebensdauer von 12 Jahren und einem Zinssatz von 3% ergibt dies mit obenstehender Formel jährliche Kapitalkosten von ca. CHF 1'000.00 bis 1'500.00.

Trockengutdosierer mit Big Bag Entleerungsanlage

Eine komplette Trockengutdosieranlage mit einer Big Bag Entleerungsanlage (inkl. Kran) kostet ca. CHF 65'000.00 (Tabelle 11). Bei einer angenommenen Lebensdauer von 12 Jahren und einem Zinssatz von 3% ergibt dies jährliche Kapitalkosten von ca. CHF 6'500.00.

Trockengutdosierer mit Lagersilo

Eine komplette Trockengutdosieranlage mit einer Lagersilo (20 m³) kostet ca. CHF 100'000.00 (Tabelle 11). Bei einer angenommenen Lebensdauer von 12 Jahren und einem Zinssatz von 3% ergibt dies jährliche Kapitalkosten von ca. CHF 10'000.00.

3. Vergleich der Kosten:

In der untenstehenden Tabelle 12 werden die Jahreskosten für verschiedene Varianten der Kalziumcarbonat-Dosierung miteinander verglichen.

Tabelle 12: Vergleich der Jahreskosten von verschiedenen Varianten für die Dosierung von Kalziumcarbonat. Im unteren Teil der Tabelle sind die einmaligen Investitionskosten aufgeführt

	25 kg Säcke, von Hand	25 kg Säcke, Dosierer	Big Bags, von Hand	Big Bags, Dosierer	Big Bags, Dosierer & Krananlage	Silowagen, Dosierer & Silo
	CHF/a	CHF/a	CHF/a	CHF/a	CHF/a	CHF/a
Lieferung	43'000 - 175'000	43'000 - 175'000	12'000	12'000	12'000	12'000
Dosierung & Lagerung	-	1'000	-	1'000 - 1'500	6'500	10'000
Gesamt	43'000 - 175'000	44'000 - 176'000	12'000	13'000 - 13'500	18'500	22'000
Einmalige Investitionen						
	CHF	CHF	CHF	CHF	CHF	CHF
	-	10'000 - 15'000	-	10'000 - 15'000	65'000	100'000

Beim obenstehenden Kostenvergleich gilt zu beachten, dass bei den angenommenen Investitionskosten nicht sämtliche anfallende Kosten berücksichtigt sind (siehe Abschnitt 0) und diese je nach Umfang der Arbeiten höher anfallen können.

Für Unterhalt und Revision der Anlagen, sowie für Stromverbrauch wurden ebenfalls keine Jahreskosten berücksichtigt.

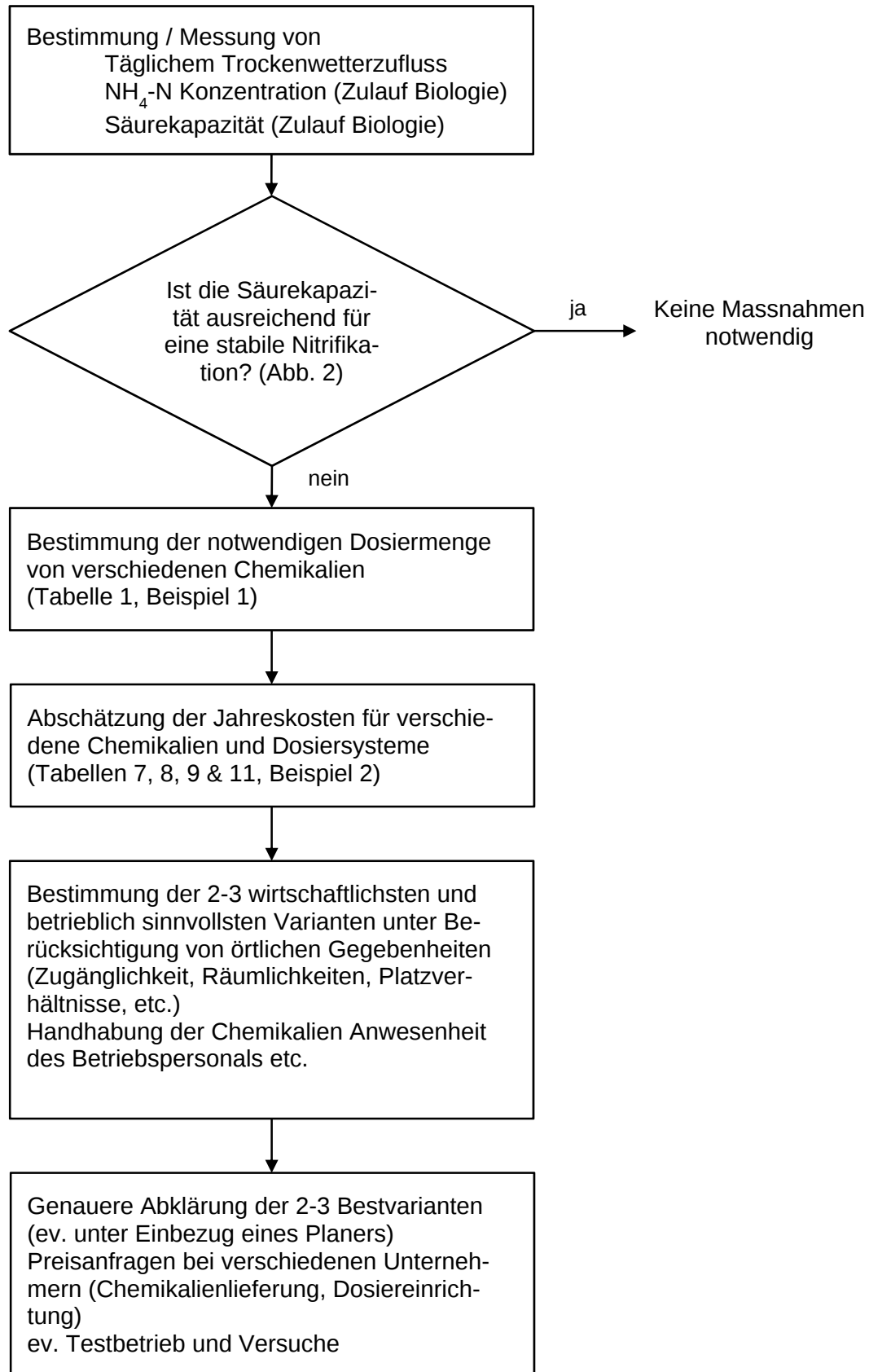
4. Fazit:

Für dieses Beispiel zeigt sich, dass die Jahreskosten für die Dosiereinrichtung im Vergleich zu den Kosten für die Lieferung von Kalziumcarbonat relativ gering sind. Es zeigt sich auch dass bei dieser jährlichen Liefermenge die Lieferform einen grossen Einfluss auf die Kosten hat.

9 Arbeits – und Gesundheitsschutz

Chemikalie	mögliche Gefahren	Sicherheitshinweise	Brandbekämpfung	Handhabung	Lagerung	Persönliche Schutzausrüstung			
Kalziumcarbonat CaCO_3	- keine	- keine	- nicht entflammbar	- Staubentwicklung vermeiden - ausreichende Belüftung	- Lagerort trocken - Behälter dicht verschlossen	☒	☒	☒	☒
gelöschter Kalk Ca(OH)_2	- verursacht Reizungen der Haut - verursacht schwere Augenschäden - kann Atemwege reizen	- Einatmen von Staub verhindern - Schutzhandschuhe / Schutzkleidung / Gesichtsschutz / Augenschutz tragen	- nicht entflammbar - bei Erhitzung über 580°C Bildung von $\text{CaO} \rightarrow$ bei Reaktion mit Wasser Hitzeentwicklung	- Staubentwicklung vermeiden - ausreichende Belüftung	- Lagerort gut belüftet und trocken - Kontakt mit Luft und Feuchtigkeit minimieren - Behälter dicht verschlossen	☒	☒	☒	☒
Natronlauge NaOH	- verursacht schwere Verätzungen der Haut - verursacht schwere Augenschäden - kann gegenüber Metallen korrosiv sein	- Schutzhandschuhe / Schutzkleidung / Gesichtsschutz / Augenschutz tragen	- nicht entflammbar - Entstehung gefährlicher Brandgase & Dämpfe möglich		- Auffangwanne - Behälter dicht verschlossen - Lagertemperatur: $> 15^\circ\text{C}$	☒	☒	☒	☒
Natriumaluminat NaAlO_2	- verursacht schwere Verätzungen der Haut - verursacht schwere Augenschäden - kann gegenüber Metallen korrosiv sein	- Schutzhandschuhe / Schutzkleidung / Gesichtsschutz / Augenschutz tragen	- nicht entflammbar - Entstehung gefährlicher Brandgase & Dämpfe möglich		- Auffangwanne - Behälter dicht verschlossen - Lagerort gut belüftet, trocken und kühl	☒	☒	☒	☒

10 Ablaufschema



11 Beilagen

Sicherheitsdatenblätter der verschiedenen vorgestellten Chemikalien

1	Stoff-/Zubereitungs- und Firmenbezeichnung	
1.1	Bezeichnung der Substanz oder Zubereitung	
	Substanzname	Calciumcarbonat
	Synonyme	Kalkstein, Calcit, Kalksteinfüller, Düngekalk, Futterkalk
	Chemischer Name und Formel	Calciumcarbonat - CaCO₃
	Handelsname	nekafill®/nekafor®
	CAS-Nr.	1317-65-3
	EINECS-Nr.	215-279-6
	Molmasse	100.08
1.2	Anwendungsgebiete	
	Baustoffindustrie:	Betonzusatz, Mörtel, Putz
	Chemische Industrie:	Neutralisation, pH-Einstellung
	Landwirtschaft:	Bodenverbesserungsmittel
	Umweltschutz:	Rauchgasreinigung, Gewässeraufhärtung
	Bauwesen:	Asphaltzusatz
	Glasindustrie	
1.3	Firmenbezeichnung/Hersteller	
	Firmenname	Kalkfabrik Netstal AG,
	Adresse	CH-8754 Netstal/Schweiz
	Telefon/Fax/E-Mail	Tel. +41 55 646 91 11/Fax +41 55 646 92 66/E-Mail: info@kfn.ch
1.4	Notfallauskunft	
	Europäische Notfallnummer	112
	Für Anfragen innerhalb der Schweiz	145 (24 h/d) Schweizerisches Toxikologisches Informationszentrum (STIZ)
	Für Anfragen ausserhalb der Schweiz	+49 6131 19240 (24 h/d) Giftinformationszentrum am Universitätsklinikum Mainz (GIZ)
	Notfallnummer der Firma ausserhalb der Geschäftszeiten besetzt:	Nein
2	Mögliche Gefahren	
2.1	Gefahrenbezeichnung	Nicht zutreffend nach Richtlinie 67/548/EEC.
2.2	Für den Menschen	
	R-Sätze	Nicht zutreffend.
3	Zusammensetzung/Angaben zu Bestandteilen	
3.1	Zusammensetzung	Kalkstein ist ein natürlich vorkommendes Sedimentgestein und besteht vorwiegend aus Calciumcarbonat.
4	Erste-Hilfe-Massnahmen	
4.1	Augen	 Augen bei geöffnetem Lidspalt unter fliessendem Wasser abspülen. Bei anhaltender Augenreizung einen Facharzt aufsuchen.
4.2	Einatmen	Frischluftezufuhr; bei Beschwerden Arzt aufsuchen
4.3	Verschlucken	Mund mit Wasser spülen.
4.4	Haut	 Mit Wasser und Seife abwaschen.
4.5	Allgemeine Hinweise	Keine besonderen Massnahmen erforderlich
5	Massnahmen zur Brandbekämpfung	
5.1	Entflammbarkeit	Die Substanz ist nicht entflammbar und nicht brennbar.
5.2	Geeignete Löschmittel	Das Produkt brennt nicht. Pulver-, Schaum- oder CO ₂ -Löcher für Umgebungsbrände benutzen.
5.3	Verbrennungsprodukte	Bei Erhitzen über 900 °C zersetzt sich Calciumcarbonat in Calciumoxid (CaO) und Kohlenstoffdioxid (CO ₂).
6	Massnahmen bei unbeabsichtigter Freisetzung	
6.1	Personenbezogene Vorsichtsmassnahmen:	Vermeiden von Staubentwicklung. Sicherstellung einer ausreichenden Belüftung oder eines ausreichenden Atemschutzes (s. Abschnitt 8).
6.2	Umweltschutzmassnahmen	Keine Massnahmen erforderlich.
6.3	Verfahren zur Reinigung/Aufnahme	Mechanisch (trocken) aufnehmen. Staubsauger benutzen oder in Säcke schaufeln.

7 Handhabung und Lagerung**7.1 Handhabung****7.1.1** Hinweise zum sicheren Umgang

Staubbelastung minimieren. Staubentwicklung vermeiden. Staubquellen abdecken, Absaugung einschalten (Staubsammler am Arbeitsplatz). Abfülleinrichtungen sollten abgedichtet sein. Sicherstellung einer ausreichenden Belüftung oder eines ausreichenden Atemschutzes (s. Abschnitt 8).

7.2 Lagerung**7.2.1** Massnahmen zur sicheren Lagerung

Trocken lagern. Kontakt mit Feuchtigkeit minimieren. Loselagerung in speziell geeigneten Silos. Von Säuren fern halten.

8 Expositionsbegrenzung und persönliche Schutzausrüstung**8.1 Expositionsgrenzwerte****8.1.1** CAS-Nr./EINECS-Nr.

13017-65-3 / 215-279-6

8.1.2 Chemischer Name

Calciumcarbonat

8.1.3 MAK-Wert (Allgemeiner Staubgrenzwert)

3 mg/m³ (A) 10 mg/m³ (E)
[MAK/SUVA Grenzwerte am Arbeitsplatz]

8.2 Expositionsbegrenzungen**8.2.1** Massnahmen zur Expositionsbegrenzung am Arbeitsplatz

Handhabung des Produkts sollte möglichst in abgedichteten Anlagen erfolgen, oder es sollte eine ausreichende Lüftung vorhanden sein, um die Staubbelastung unterhalb des MAK-Werts zu halten. Anderenfalls geeignete Schutzausrüstung tragen.

8.2.1.1 Atemschutz

Zugelassene Atemschutzmaske nach EN 149 Kategorie FFP2 bzw. Airstream-Schutzhelm bei starker Belastung tragen.

8.2.1.2 Handschutz

Zugelassene nitrilgetränkte Baumwollhandschuhe mit CE-Kennzeichnung tragen.

8.2.1.3 Augenschutz

Eng sitzende Schutzbrille mit Seitenschutz oder Vollsichtbrille tragen. Bei der Handhabung dieses Produkts keine Kontaktlinsen tragen. Individuelle Augendusche wird empfohlen.

8.2.1.4 Hautschutz

Die Kleidung sollte die Haut vollständig abdecken; lange Hosen, langärmeligen Overall mit dicht schließenden Bündeln, gegen Staub undurchlässiges Schuhwerk tragen.

8.2.1.5 Schutz- und Hygienemassnahmen

Saubere und trockene persönliche Schutzausrüstung tragen. Bei starker täglicher Belastung müssen die Beschäftigten duschen.

8.2.2 Umweltschutzmassnahmen

Abluft aus Lüftungsanlagen sollte vor Austritt in die Atmosphäre gefiltert werden.

9 Physikalisch-chemische Eigenschaften**9.1 Allgemeine Informationen****9.1.1** Aussehen

Graues bis braungraues Pulver

9.1.2 Geruch

Leicht erdiger Geruch

9.2 Wichtige Gesundheits-, Sicherheits- und Umweltschutzinformationen

pH-Wert

7 - 9 in gesättigter CaCO₃ Lösung bei 25°C

Löslichkeit in Wasser

13 - 16 mg/l bei 20°C

9.3 Weitere Informationen

Schmelzpunkt

> 900 °C (Zersetzung in CaO und CO₂)

Siedepunkt

Nicht anwendbar

Dichte

2.74 g/cm³ bei 20 °C

Schüttdichte

1.2 g/cm³ bei 20 °C

Dampfdruck

Nicht flüchtig

Verteilungskoeffizient

Nicht anwendbar

Flammpunkt

Nicht anwendbar

Entzündlichkeit

Nicht entflammbar

Explosionsgefahr

Nicht entflammbar

10 Stabilität und Reaktivität**10.1** Zu vermeidende Bedingungen

Bei Erhitzen über 900 °C zersetzt sich Calciumcarbonat in Calciumoxid und Kohlenstoffdioxid.

10.2	Zu vermeidende Stoffe	Calciumcarbonat reagiert mit Säuren zu Calciumsalzen und Kohlenstoffdioxid.
11	Angaben zur Toxikologie	
11.1	Akute Toxizität	
	Augenkontakt	Nicht zutreffend
	Einatmen	Einatmen des Staubs verursacht Unbehagen in den oberen Atemwegen.
	Verschlucken	LD50 (oral) > 6450 mg/kg (Ratte). Grosse Mengen können Reizungen im Verdauungstrakt verursachen.
	Hautkontakt	Nicht zutreffend
11.2	Langzeitwirkung	
	Augenkontakt	Nicht zutreffend
	Einatmen	Längeres und wiederholtes Einatmen des Staubes kann die Atemwege schädigen.
	Hautkontakt	Nicht zutreffend
12	Angaben zur Ökologie	
12.1	Ökotoxikologie	
12.1.1	Akute/langfristige Toxizität bei Fischen	Nicht zutreffend
12.1.2	Akute/langfristige Toxizität bei wirbellosen Wasserorganismen	Nicht zutreffend
12.1.3	Akute/chronische Toxizität für Wasserpflanzen	Nicht zutreffend
12.1.4	Toxizität für Mikroorganismen z.B. Bakterien	Nicht zutreffend
12.1.5	Chronische Toxizität für Wasserorganismen	Nicht zutreffend
12.1.6	Toxizität für Bodenorganismen	Nicht zutreffend
12.1.7	Pflanzentoxizität	Calciumcarbonat wird als Bodenverbesserungsmittel eingesetzt.
12.1.8	Allgemeine Wirkung	Keine toxischen Effekte. Calciumcarbonat ist ein natürlich vorkommender Stoff.
12.2	Mobilität	Calciumcarbonat ist kaum löslich und weist damit lediglich eine geringe Mobilität in den meisten Böden auf. Darüber hinaus wird es als Bodenverbesserungsmittel eingesetzt.
12.3	Persistenz und Abbaubarkeit	Calciumcarbonat ist ein Naturprodukt (Kalkstein ist natürlich vorkommendes Gestein der Erdkruste).
12.4	Bioakkumulationspotenzial	Calciumcarbonat ist eine in allen Ökosystemen vorkommende Substanz.
13	Hinweise zur Entsorgung	
13.1	Produkt	Eine Entsorgung hat in Übereinstimmung mit der Gesetzgebung zu erfolgen.
13.2	Ungereinigte Verpackungen	Säcke können der Kehrlichtverbrennung zugeführt werden.
14	Angaben zum Transport	
14.1	Transportbestimmungen	
14.1.1	Klassifizierung	Nicht als Gefahrgut klassifiziert.
14.1.2	ADR (Strasse)	Nicht kennzeichnungspflichtig
14.1.3	RID (Bahn)	Nicht kennzeichnungspflichtig
14.1.4	IMDB/GGVSee (See)	Nicht kennzeichnungspflichtig
14.1.5	IATA-DGR/ICTAO-TI (Luft)	Nicht kennzeichnungspflichtig
14.2	Besondere Vorsichtsmassnahmen	Staubentwicklung während des Transports durch die Verwendung von dichten Silobehältern für Pulver vermeiden.
15	Vorschriften	
15.1	Kennzeichnung nach EG-Richtlinien	
15.1.1	Kennbuchstabe und Gefahrenbezeichnung des Produktes	Nicht zutreffend
15.1.2	Verwendungsbeschränkung, Beschäftigungsbeschränkung	Nicht zutreffend
15.1.3	Nationale Vorschriften	-
16	Sonstige Angaben	
16.1	R-Sätze	Nicht zutreffend
16.2	S-Sätze	Nicht zutreffend
16.3	Sonstige Informationen	Dieses Sicherheitsdatenblatt ergänzt die technischen Vorschriften

16.4 Richtlinien und Literatur

zum Umgang, ohne sie zu ersetzen. Die Informationen in diesem Sicherheitsdatenblatt basieren auf dem aktuellen Stand unserer Kenntnisse über das Produkt und werden nach bestem Wissen abgegeben. Das Sicherheitsdatenblatt enthebt den Verwender nicht von der Beachtung der für seine Tätigkeit massgeblichen Vorschriften. Er ist allein dafür verantwortlich, sämtliche notwendigen Vorsichtsmassnahmen beim Gebrauch des Produkts zu beachten. Dieses Sicherheitsdatenblatt wurde gemäss der Schweizer Verordnung über Sicherheitsdatenblätter vom 9. November 1998 sowie gemäss Anhang II der REACH - Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 erstellt.

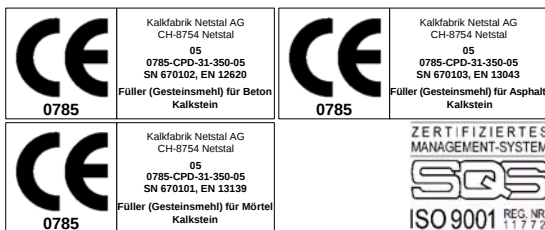
Verweisungen:

1. Richtlinie des Rates 90/269/EWG
2. Booklet L64 - Safety Signs and Signals. The Health and Safety (Safety Signs and Signals) Regulations 1996 - Guidance on Regulations (HSE) - ISBN 0 7176 0870 0
3. IUCLID Datensatz-2000
4. The Merck Index (Ed. Merck & Co, Rahway, USA).

16.5 Revision

Dieses Sicherheitsdatenblatt ist eine in Übereinstimmung mit Anhang II der REACH - Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 überarbeitete Version.

Stand: 30. September 2008 / Version 1.0



Ende des Sicherheitsdatenblatts

Calciumhydroxid: **nekapur® / nekablanc®**

1 - 8

1	Stoff-/Zubereitungs- und Firmenbezeichnung	
1.1	Bezeichnung der Substanz oder Zubereitung	
	Substanzname:	Calciumhydroxid
	Synonyme:	Kalkhydrat, Weisskalkhydrat, Calciumdihydroxid, gelöschter Kalk. Diese Liste erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit.
	Chemischer Name und Formel:	Calciumhydroxid - Ca(OH)₂
	Handelsname:	nekapur®/nekablanc®
	CAS-Nr.:	1305-62-0
	EINECS-Nr.:	215-137-3
	Molmasse	74.09 g/mol
	REACH-Registrierungs-Nr.:	01-2119475151-45-0023
	REACH-Alleinvertreter in der EU:	GGCert, Köln
1.2	Relevante identifizierte Verwendungen des Stoffs und Verwendungen, von denen abgeraten wird:	Calciumhydroxid wird u.a. in folgenden Bereichen verwendet: Baustoffindustrie, Chemische Industrie, Landwirtschaft, biozide Zwecke, Umweltschutz (z.B. Rauchgasreinigung, Abwasserbehandlung, Klärschlammbehandlung, Trinkwasseraufbereitung, Tierfutter, Nahrungsmittel, Arzneimittel, Bauindustrie, Papier, Farben.
1.2.1	Identifizierte Verwendungen:	Sämtliche Verwendungen gemäss Tabelle 1 des Anhangs zu diesem Sicherheitsdatenblatt sind identifizierte Verwendungen.
1.2.2	Verwendungen, von denen abgeraten wird:	Keine.
1.3	Einzelheiten zum Lieferanten, der das Sicherheitsdatenblatt bereitstellt	
	Firmenname:	Kalkfabrik Netstal AG
	Adresse:	CH-8754 Netstal/Schweiz
	Telefon:	+41 55 646 91 11
	Fax:	Fax +41 55 646 92 66
	E-Mail der für das Sicherheitsdatenblatt zuständigen Person:	dirk.sewing@kfn.ch
1.4	Notrufnummer	
	Europäische Notrufnummer	112
	Für Anfragen innerhalb der Schweiz:	145 (24 h/d) Schweizerisches Toxikologisches Informationszentrum (STIZ)
	Für Anfragen ausserhalb der Schweiz:	+49 6131 19240 (24 h/d) Giftinformationszentrum am Universitätsklinikum Mainz (GIZ)
	Notfallnummer der Firma:	+41 55 646 91 11
	Erreichbarkeit ausserhalb der Arbeitszeit:	Nein
2	Mögliche Gefahren	
2.1	Einstufung des Stoffs:	
2.1.1	Einstufung gemäss Verordnung (EG) 1272/2008:	Reizwirkung auf die Haut (skin irritation 2); H315. Schwere Augenschädigung (eye damage 1); H318. Spezifische Zielorgan-Toxizität (einmalige Exposition) (STOT SE 3); Expositionsweg: Inhalation; H335.
2.1.2	Einstufung gem. Richtlinie 67/548/EWG:	Reizend; Xi, R37, R38; R41.
2.1.3	Zusätzliche Informationen:	Keine. Der volle Wortlaut der Einstufungen und Gefahrenhinweise ist in Abschnitt 16 enthalten.
2.2	Kennzeichnungselemente	
2.2.1	Kennzeichnung gemäss Verordnung (EG) 1272/2008:	
	Signalwort:	Gefahr
	Gefahren-Piktogramme:	
	Gefahrenhinweise:	H315: Verursacht Hautreizungen. H318: Verursacht schwere Augenschäden. H335: Kann die Atemwege reizen.

Calciumhydroxid: **nekapur® / nekablanc®****2 - 8**

Sicherheitshinweise:		P102: Darf nicht in die Hände von Kindern gelangen. P261: Einatmen von Staub/Aerosol vermeiden. P280: Schutzhandschuhe/Schutzkleidung/Augenschutz/Gesichtsschutz tragen. P301+P310: BEI VERSCHLUCKEN: Sofort GIFTINFORMATIONSZENTRUM oder Arzt anrufen. P302+P352: BEI KONTAKT MIT DER HAUT: Mit viel Wasser abwaschen. P304+P340: BEI EINATMEN: An die frische Luft bringen und in einer Position ruhigstellen, die das Atmen erleichtert. P305+P351+P338: BEI KONTAKT MIT DEN AUGEN: Einige Minuten lang behutsam mit Wasser spülen. Vorhandene Kontaktlinsen nach Möglichkeit entfernen. Weiter spülen. P501: Inhalt/Behälter/Verpackung können in Übereinstimmung mit nationalen und lokalen Vorschriften entsorgt werden. Der Wortlaut der nicht vollständig ausgeschriebenen Sicherheitshinweise ist in Abschnitt 16 angegeben.
2.3	Sonstige Gefahren:	Nicht bekannt. Calciumhydroxid erfüllt nicht die Kriterien für PBT- oder vPvB-Stoffe.
3	Zusammensetzung/Angaben zu Bestandteilen	
3.1	Stoffe	
	Hauptbestandteil:	Calciumhydroxid CAS: 1305-62-0 EINECS: 215-137-3
	Verunreinigungen:	Keine Verunreinigungen, die für die Einstufung und Kennzeichnung relevant sind.
4	Erste-Hilfe-Massnahmen	
4.1	Beschreibung der Erste-Hilfe-Massnahmen	
	Allgemeine Hinweise:	Keine verzögert auftretenden Wirkungen bekannt. In jedem Fall sollte ein Arzt aufgesucht werden, es sei denn, es handelt sich um geringfügige Verletzungen.
	Einatmen:	Staubquelle entfernen oder betroffene Person an die frische Luft bringen. Unmittelbar ärztlichen Rat einholen.
	Hautkontakt:	Kontaminierte Hautflächen sorgfältig und vorsichtig abwischen, um sämtliche Produktreste zu entfernen. Betroffene Fläche sofort mit viel Wasser abwaschen. Kontaminierte Kleidung entfernen. Falls nötig, ärztlichen Rat einholen.
	Augenkontakt:	Augen sofort gründlich mit viel Wasser abspülen und Arzt konsultieren.
	Verschlucken:	Mund mit Wasser spülen und reichlich Wasser trinken. KEIN Erbrechen einleiten. Ärztlichen Rat einholen.
4.2	Wichtigste akute oder verzögert auftretende Symptome und Wirkungen:	Calciumhydroxid wirkt nicht akut toxisch bei Verschlucken, Hautkontakt oder Inhalation. Der Stoff ist eingestuft als Haut und Atemwege reizend. Es besteht die Gefahr schwerer Augenschäden. Systemische Auswirkungen sind nicht zu befürchten, da der pH-Effekt das hauptsächliche Gesundheitsrisiko darstellt.
4.3	Hinweise auf ärztliche Soforthilfe oder Spezialbehandlung:	Es sind die Hinweise in Abschnitt 4.1 zu beachten.
5	Massnahmen zur Brandbekämpfung	
5.1	Löschmittel:	
5.1.1	Geeignete Löschmittel:	Calciumhydroxid ist nicht entflammbar und nicht brennbar. Pulver-, Schaum- oder CO ₂ -Löcher für Umgebungsbrände benutzen. Löschmethoden anwenden, die den örtlichen Gegebenheiten entsprechen.
5.1.2	Ungeeignete Löschmittel:	Keine.
5.2	Besondere vom Stoff ausgehende Gefahren:	Keine.
5.3	Hinweise für die Brandbekämpfung:	Erzeugung von Staub vermeiden. Löschmethoden anwenden, die den örtlichen Gegebenheiten entsprechen. Umluftunabhängiges Atemgerät nutzen.

Calciumhydroxid: **nekapur® / nekablanc®****3 - 8**

6	Massnahmen bei unbeabsichtigter Freisetzung	
6.1	Personenbezogene Vorsichtsmaßnahmen, Schutzausrüstung und in Notfällen anzuwendende Verfahren	
6.1.1	Nicht für Notfälle geschultes Personal:	Staubentwicklung vermeiden; ungeschützte Personen fernhalten; Kontakt mit Haut, Augen und Kleidung vermeiden – geeignete Schutzkleidung tragen (vgl. Abschnitt 8); Einatmen von Staub vermeiden, ausreichende Belüftung sicherstellen oder geeigneten Atemschutz benutzen (vgl. Abschnitt 8); Anfeuchten vermeiden.
6.1.2	Einsatzkräfte:	Staubentwicklung vermeiden; ungeschützte Personen fernhalten; Kontakt mit Haut, Augen und Kleidung vermeiden – geeignete Schutzkleidung tragen (vgl. Abschnitt 8); Einatmen von Staub vermeiden, ausreichende Belüftung sicherstellen oder geeigneten Atemschutz benutzen (vgl. Abschnitt 8); Anfeuchten vermeiden.
6.2	Umweltschutzmassnahmen:	Verschüttetes Produkt aufnehmen. Material möglichst trocken halten. Fläche abdecken, um unnötige Staubentwicklung zu vermeiden. Unkontrollierte Freisetzung in Kanalisation und Wasser vermeiden (pH-Anstieg). Bei Eindringen größerer Mengen in Gewässer oder Kanalisation zuständige Behörden benachrichtigen.
6.3	Methoden und Material für Rückhaltung und Reinigung:	In jedem Fall Staubbildung vermeiden. Material möglichst trocken halten. Mechanisch (trocken) aufnehmen. Staubsauger benutzen oder in Säcke schaufeln.
6.4	Verweis auf andere Abschnitte:	Weitere Informationen zu Maßnahmen bei unbeabsichtigter Freisetzung sind den Abschnitten 8 und 13 und dem Anhang zu diesem Sicherheitsdatenblatt zu entnehmen.
7	Handhabung und Lagerung	
7.1	Schutzmaßnahmen zur sicheren Handhabung	
7.1.1	Allgemeine Empfehlungen:	Kontakt mit Haut und Augen vermeiden. Schutzkleidung tragen (siehe Abschnitt 8). Keine Kontaktlinsen tragen. Tragbare Augenspülflasche wird empfohlen. Staubbelastung minimieren. Staubentwicklung vermeiden. Staubquellen sollten abgedichtet sein, Absaugung einschalten. Abfülleinrichtungen sollten abgedichtet sein. Bei Umgang mit Sackware müssen die Sicherheitshinweise nach Richtlinie 90/269/EWG beachtet werden.
7.1.2	Hinweise zu allgemeinen Hygienemaßnahmen am Arbeitsplatz:	Einatmen und Verschlucken sowie Haut- und Augenkontakt vermeiden. Am Arbeitsplatz nicht trinken, essen oder rauchen. Duschen und Umziehen am Ende der Schicht. Kontaminierte Kleidung nicht außerhalb des Arbeitsplatzes tragen. Allgemeine Hygienemaßnahmen am Arbeitsplatz erfordern ausreichende organisatorische Maßnahmen wie regelmäßige Reinigung des Arbeitsplatzes mit geeigneten Reinigungsgeräten.
7.2	Bedingungen zur sicheren Lagerung unter Berücksichtigung von Unverträglichkeiten:	Trocken lagern. Kontakt mit Luft und Feuchtigkeit minimieren. Loslagerung in geeigneten Silos. Von Säuren und Nitroverbindungen fernhalten. Darf nicht in die Hände von Kindern gelangen. Aluminium ist nicht für Transport oder Lagerung geeignet, wenn die Gefahr von Kontakt mit Wasser besteht.
7.3	Spezifische Endanwendungen:	Die identifizierten Verwendungen in Tabelle 1 des Anhangs zu diesem Sicherheitsdatenblatt sind zu beachten. Weitere Informationen sind den Expositionsszenarien im Anhang zu entnehmen.
8	Begrenzung und Überwachung der Exposition/Persönliche Schutzausrüstung	
8.1	Zu überwachende Parameter	
	Expositionsgrenzwerte	
	Nationaler Arbeitsplatzgrenzwert: (Ist in den Staaten unterschiedlich geregelt.)	Schweiz: 5 mg/m ³ (E) [MAK/SUVA Grenzwerte am Arbeitsplatz] Deutschland: Nicht vorhanden Österreich: 2 mg/m ³ , (E) Tagesmittelwert 4 mg/m ³ (E) Kurzzeitmittelwert Dauer 5 min, 8 mal in 8 h als Momentanwert

Calciumhydroxid: **nekapur® / nekablanc®**

4 - 8

DNELs:

Frankreich: 2 mg/m³ (circulaire du 19/07/1982, Ministère du travail)

Expositions- weg	Arbeitnehmer			
	Akute örtliche Wirkungen	Akute syste- mische Wirkungen	Chronische örtliche Wirkungen	Chronische systemische Wirkungen
Oral	Keine Expositi- on zu erwarten	Keine Expositi- on zu erwarten	Keine Expositi- on zu erwarten	Keine Expositi- on zu erwarten
Inhalativ	4 mg/m ³ (alveolengän- giger Staub)	Keine schädli- che Wirkung bekannt	1 mg/m ³ (alveolengän- giger Staub)	Keine schädli- che Wirkung bekannt
Dermal	Keine schädli- che Wirkung bekannt	Keine schädli- che Wirkung bekannt	Keine schädli- che Wirkung bekannt	Keine schädli- che Wirkung bekannt

Expositions- weg	Verbraucher			
	Akute örtliche Wirkungen	Akute syste- mische Wirkungen	Chronische örtliche Wirkungen	Chronische systemische Wirkungen
Oral	Keine Expositi- on zu erwarten	Keine Expositi- on zu erwarten	Keine Expositi- on zu erwarten	Keine Expositi- on zu erwarten
Inhalativ	4 mg/m ³ (alveolengän- giger Staub)	Keine schädli- che Wirkung bekannt	1 mg/m ³ (alveolengän- giger Staub)	Keine schädli- che Wirkung bekannt
Dermal	Keine schädli- che Wirkung bekannt	Keine schädli- che Wirkung bekannt	Keine schädli- che Wirkung bekannt	Keine schädli- che Wirkung bekannt

PNECs:

Umweltschutzziel	PNEC	Bemerkungen
Süsswasser	0.49 mg/L	
Ablagerungen im Süsswasser	Kein PNEC verfügbar	Keine ausreichenden Daten verfügbar
Meereswasser	0.32 mg/L	
Ablagerungen im Meereswasser	Kein PNEC verfügbar	Keine ausreichenden Daten verfügbar
Lebensmittel (Bioakkumulation)	Keine schädliche Wirkung bekannt	Kein Potenzial für Bioakkumulation
Mikroorganismen bei der Klärschlammbehandlung	3 mg/L	
Boden (Landwirtschaft)	1080 mg/kg soil dw	
Luft	Keine schädliche Wirkung bekannt	

8.2 Begrenzung und Überwachung der Exposition:

8.2.1 Geeignete technische Steuerungseinrichtungen:

8.2.2 Individuelle Schutzmaßnahmen, z.B. persönliche Schutzausrüstung

8.2.2.1 Augen-/Gesichtsschutz:

8.2.2.2 Hautschutz:

Staubentwicklung sollte vermieden werden. Darüber hinaus wird geeignete Schutzausrüstung empfohlen. Augenschutz (z.B. Schutzbrille oder Visier) muss getragen werden, es sei denn, Augenkontakt kann ausgeschlossen werden aufgrund der Beschaffenheit und Art der Anwendung (z.B. abgedichtete Anlagen). Erforderlichenfalls sind Gesichtsschutz, Schutzkleidung und Sicherheitsschuhe zu tragen. Die relevanten Expositionsszenarien im Anhang sind zu beachten. Falls bei der Tätigkeit Staub oder Dämpfe entstehen, müssen abgedichtete Anlagen, eine örtliche Entlüftung oder andere technische Steuerungseinrichtungen vorhanden sein.

Keine Kontaktlinsen tragen. Bei Pulver eng sitzende Schutzbrille mit Seitenschutz oder Vollsichtbrille tragen. Tragbare Augenspülflasche wird empfohlen.

Da Calciumhydroxid als reizend für die Haut eingestuft ist, muss Hautkontakt so weit wie technisch möglich minimiert werden. Es sollten Schutzhandschuhe (Nitril), Standard-Schutzkleidung, die die Haut völlig bedeckt, lange Hosen, Overalls mit langem Arm und engen Bündchen an den Öffnungen sowie Schuhe, die resistent gegen Laugen und staubdicht sind, getragen werden.

Calciumhydroxid: **nekapur® / nekablanc®**

5 - 8

8.2.2.3	Atenschutz:	Ausreichende Belüftung und geeignete Atemschutzmaske werden empfohlen, abhängig von den zu erwartenden Expositionsbelastungen – (vgl. Expositionsszenarien im Anhang).
8.2.2.4	Thermische Gefahren:	Bei sachgerechter Handhabung bestehen keine thermischen Gefahren.
8.2.3	Begrenzung und Überwachung der Umweltexposition:	Abluft aus der Lüftungsanlage sollte vor Austritt in die Atmosphäre gefiltert werden. Nicht in die Umwelt abgeben. Verschüttetes Produkt aufnehmen. Unkontrollierte Freisetzung in Wasserläufe muss der zuständigen Behörde gemeldet werden. Detaillierte Erläuterungen zu den Risikomanagementmaßnahmen enthalten die jeweils relevanten Expositionsszenarien im Anhang.
9	Physikalische und chemische Eigenschaften	
9.1	Angaben zu den grundlegenden physikalischen und chemischen Eigenschaften	
	Aussehen:	Weisses Pulver
	Geruch:	Geruchlos
	Geruchsschwelle:	Entfällt
	pH-Wert:	12.4 für gesättigte Lösung bei 20 °C
	Schmelzpunkt:	> 450 °C (Studienergebnisse, Methode EU A.1)
	Siedepunkt:	Entfällt (Feststoff mit Schmelzpunkt > 450 °C)
	Flammpunkt:	Entfällt (Feststoff mit Schmelzpunkt > 450 °C)
	Verdampfungsgeschwindigkeit:	Entfällt (Feststoff mit Schmelzpunkt > 450 °C)
	Entzündbarkeit:	Nicht entflammbar (Studienergebnisse Methode EU A.10)
	Explosionsgrenzen:	Nicht entflammbar (ohne jegliche chemische Strukturen, die allgemein mit Explosionseigenschaften assoziiert werden)
	Dampfdruck:	Entfällt (Feststoff mit Schmelzpunkt > 450 °C)
	Dampfdichte:	Entfällt
	Relative Dichte:	2.24 kg/dm³ (Studienergebnisse Methode EU A.3)
	Wasserlöslichkeit:	1844.9 mg/l (Studienergebnisse Methode EU A.6)
	Verteilungskoeffizient:	Entfällt (anorganische Substanz)
	Selbstentzündungstemperatur:	Keine relative Selbstentzündungstemperatur unterhalb 400 °C (Studienergebnisse Methode EU A.16)
	Zersetzungstemperatur:	Bei Temperaturen über 580 °C zersetzt sich Calciumhydroxid in Calciumoxid (CaO) und Wasser (H ₂ O).
	Viskosität:	Entfällt (Feststoff mit Schmelzpunkt > 450 °C)
	Oxidationseigenschaften:	Keine Oxidationseigenschaften (basierend auf der chemischen Struktur enthält die Substanz keinen Überschuss an Sauerstoff oder andere Strukturgruppen, die bekanntermassen die Tendenz zeigen, mit brennbarem Material exotherm zu reagieren)
9.2	Sonstige Angaben:	
10	Stabilität und Reaktivität	
10.1	Reaktivität:	In wässrigen Medien dissoziiert Calciumhydroxid in Calcium-Kationen und Hydroxyl-Anionen.
10.2	Chemische Stabilität:	Unter normalen Handhabungs- und Lagerbedingungen (trocken) ist Calciumhydroxid stabil.
10.3	Möglichkeit gefährlicher Reaktionen:	Calciumhydroxid reagiert exotherm mit Säuren. Bei Erhitzung über 580 °C zersetzt sich Calciumhydroxid in Calciumoxid (CaO) und Wasser (H ₂ O): $\text{Ca(OH)}_2 \rightarrow \text{CaO} + \text{H}_2\text{O}$. Calciumoxid reagiert mit Wasser und erzeugt Hitze (Risiko für entflammbares Material).
10.4	Zu vermeidende Bedingungen:	Einwirkung von Luft und Feuchtigkeit minimieren, um Zerfall zu vermeiden.
10.5	Unverträgliche Materialien:	Calciumhydroxid reagiert exotherm mit Säuren unter Bildung von Salzen. Calciumhydroxid reagiert bei Feuchtigkeit mit Aluminium und Messing unter Bildung von Wasserstoff: $\text{Ca(OH)}_2 + 2 \text{Al} + 6 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca[Al(OH)}_4\text{]}_2 + 3 \text{H}_2$.
10.6	Gefährliche Zersetzungsprodukte:	Keine. Hinweis: Calciumhydroxid reagiert mit Kohlendioxid zu Calciumcarbonat, einem Naturprodukt.
11	Toxikologische Angaben	
11.1	Angaben zu toxikologischen Wirkungen:	Der Stoff ist eingestuft als reizend für Haut und Atemwege. Es besteht die Gefahr schwerer Augenschäden. Einen Arbeitsplatzgrenzwert gibt es in Deutschland nicht.

Calciumhydroxid: **nekapur® / nekablanc®**

6 - 8

	Toxizitätsendpunkte	Ergebnis der Einschätzung von Auswirkungen
a.	Akute Toxizität:	Calciumhydroxid ist nicht akut toxisch. Oral LD50 > 2000 mg/kg Körpergewicht (OECD 425, Ratte). Dermal: LD50 > 2500 mg/kg Körpergewicht (OECD 402, Kaninchen). Inhalation: Keine Daten verfügbar. Eine Einstufung als akut toxisch ist nicht erforderlich.
b.	Ätz-/Reizwirkung auf die Haut:	Calciumhydroxid reizt die Haut (in vivo, Kaninchen).
c.	Schwere Augenschädigung/-reizung:	Calciumhydroxid kann zu ernsten Augenschäden führen (in vivo, Kaninchen).
d.	Sensibilisierung der Atemwege/Haut:	Calciumhydroxid ist wegen der Wirkungsweise (pH-Veränderung) und der Bedeutung von Calcium in der menschlichen Ernährung nicht als Haut sensibilisierend eingestuft. Eine Einstufung als sensibilisierend ist nicht erforderlich.
e.	Keimzell-Mutagenität:	Bacterial reverse mutation assay (Ames test, OECD 471): negativ. Mammalian chromosome aberration test: Negativ. Da Ca einerseits überall vorkommt und lebensnotwendig ist und andererseits kalkbedingte pH-Veränderungen in wässrigen Medien keine physiologische Relevanz haben, besitzt das Gemisch kein genotoxisches Potenzial inklusive Keimzellmutagenität. Eine Einstufung als genotoxisch ist nicht erforderlich.
f.	Karzinogenität:	Calcium (verabreicht als Ca-Lactat) ist nicht karzinogen (Ergebnis Experiment, Ratte). Es besteht kein karzinogenes Risiko aufgrund des pH-Effekts von Calciumhydroxid. Epidemiologische Humandaten belegen das nicht vorhandene karzinogene Potenzial von Calciumhydroxid. Eine Einstufung als karzinogen ist nicht erforderlich.
g.	Reproduktionstoxizität:	Calcium (verabreicht als Ca-Carbonat) ist nicht reproduktionstoxisch (Ergebnis Experiment, Maus). Aufgrund des pH-Effekts besteht kein Anhaltspunkt für ein Reproduktionsrisiko. Epidemiologische Humandaten belegen das fehlende reproduktionstoxische Potenzial von Calciumhydroxid. Weder bei Tierversuchen noch in humanklinischen Studien zu verschiedenen Calciumsalzen sind Wirkungen auf Reproduktion oder Entwicklung festgestellt worden. Eine Einstufung als reproduktionstoxisch ist nicht erforderlich.
h.	Spezifische Zielorgan-Toxizität bei einmaliger Exposition:	Aus Humandaten wurde abgeleitet, dass Calciumhydroxid die Atemwege reizt.
i.	Spezifische Zielorgan-Toxizität bei wiederholter Exposition:	Keine Einstufung erforderlich.
j.	Aspirationsgefahr:	Keine Einstufung erforderlich.

12 Umweltbezogene Angaben**12.1** Toxizität

- 12.1.1 Akute/langfristige Toxizität bei Fischen: LC50 (96h) für Süßwasserfische: 50.6 mg/l.
LC50 (96h) für Meeresfische: 457 mg/l.
- 12.1.2 Akute/langfristige Toxizität bei wirbello-
sen Wasserorganismen: EC50 (48h) für wirbellose Süßwasserorganismen: 49.1 mg/l.
LC50 (96h) für wirbellose Meerwasserorganismen: 158 mg/l.
- 12.1.3 Akute/langfristige Toxizität für Wasser-
pflanzen: EC50 (72h) für Süßwasseralgen: 184.57 mg/l.
NOEC (72h) für Süßwasseralgen: 48 mg/l.
- 12.1.4 Toxizität für Mikroorganismen z.B.
Bakterien: Bei hoher Konzentration bewirkt Calciumhydroxid eine Erhöhung des
pH-Werts. Dies wird zur Hygienisierung von Klärschlamm genutzt.
- 12.1.5 Chronische Toxizität bei Wasserorga-
nismen: NOEC (14 d) bei wirbellosen Meerwasserorganismen: 32 mg/l.
- 12.1.6 Toxizität bei Bodenorganismen: EC10/LC10 oder NOEC für Bodenmakroorganismen: 2000 mg/kg
Boden TS.
EC10/LC10 oder NOEC für Bodenmikroorganismen: 12000 mg/kg
Boden TS.
- 12.1.7 Toxizität bei Pflanzen: NOEC (21 d) für Pflanzen: 1080 mg/kg.

Calciumhydroxid: **nekapur® / nekablanc®**

7 - 8

12.1.8	Allgemeine Wirkung:	Akuter pH-Effekt. Obwohl Calciumhydroxid zur Neutralisation von übersäuertem Wasser eingesetzt werden kann, können bei Überschreitung von 1 g/l Wasserorganismen geschädigt werden. Ein pH-Wert von > 12 wird aufgrund von Verdünnung und Carbonatisierung rasch abnehmen.
12.2	Persistenz und Abbaubarkeit:	Nicht zutreffend für anorganische Substanzen.
12.3	Bioakkumulationspotenzial:	Nicht zutreffend für anorganische Substanzen.
12.4	Mobilität im Boden:	Calciumhydroxid ist kaum löslich und zeigt in den meisten Böden nur geringe Mobilität.
12.5	Ergebnisse der PBT- und vPvB-Beurteilung:	Nicht zutreffend für anorganische Substanzen.
12.6	Weitere schädliche Wirkungen:	Nicht bekannt.
13	Hinweise zur Entsorgung	
13.1	Verfahren zur Abfallbehandlung:	Die Entsorgung von Calciumhydroxid sowie von Behältern/Verpackungen hat in Übereinstimmung mit nationalen und regionalen Bestimmungen zu erfolgen. Aufbereitung, Verwendung oder Verunreinigung dieses Produktes kann Änderungen beim Abfallmanagement erforderlich machen. Gebrauchte Behälter sollten nur für Calciumhydroxid benutzt werden; sie sollten nicht für andere Zwecke wiederverwendet werden. Gebrauchte Verpackungen müssen vollständig entleert werden.
	VeVA-Code:	06 02 01
14	Angaben zum Transport	Calciumhydroxid ist nicht als Gefahrgut nach ADR/RID (Strasse und Schiene), IMDG-Code (See) sowie IATA (Luft) eingestuft.
14.1	UN-Nummer:	Nicht zutreffend.
14.2	Ordnungsgemässe UN-Versandbezeichnung:	Nicht zutreffend.
14.3	Transportgefahrenklasse(n):	Nicht zutreffend.
14.4	Verpackungsgruppe:	Nicht zutreffend.
14.5	Umweltgefahren:	Keine.
14.6	Besondere Vorsichtsmassnahmen für den Verwender:	Beim Transport Staubentwicklung vermeiden.
14.7	Massengutbeförderung gem. Anhang II des MARPOL-Übereinkommens 73/78 und gem. IBC-Code:	Nicht zutreffend.
15	Rechtsvorschriften	
15.1	Vorschriften zu Sicherheit, Gesundheits- und Umweltschutz/spezifische Rechtsvorschriften für den Stoff	Zulassung: Nicht erforderlich. Verwendungsbeschränkungen: Keine. Calciumhydroxid unterliegt nicht den Bestimmungen der SEVESO-Richtlinie und ist weder eine die Ozonschicht abbauende Substanz noch ein persistenter organischer Schadstoff. Nationale Bestimmungen: Wassergefährdungsklasse 1 (in Deutschland).
15.2	Sicherheitsbeurteilung:	Eine Stoffsicherheitsbeurteilung für Calciumhydroxid wurde im Rahmen der REACH Registrierung vorgenommen.
16	Sonstige Angaben	Sämtliche Angaben basieren auf dem aktuellen Kenntnisstand. Eine Garantie für spezifische Produktmerkmale ist mit diesem Sicherheitsdatenblatt nicht verbunden.
16.1	Gefahrenhinweise:	Gefahrenklasse 3.2 Ätz-/Reizwirkung auf die Haut (Skin Irrit. 2) Gefahrenklasse 3.3 Schwere Augenschädigung/Augenreizung (Eye Dam. 1) Gefahrenklasse 3.8 Spezifische Zielorgan-Toxizität (einmalige Exposition) (STOT SE 3) H315: Verursacht Hautreizungen. H318: Verursacht schwere Augenschäden. H335: Kann die Atemwege reizen. R37 Reizt die Atemwege. R38 Verursacht Hautreizungen. R41 Verursacht schwere Augenschäden. P261: Einatmen von Staub/Rauch/Gas/Nebel/Dampf/Aerosol vermeiden.

Calciumhydroxid: **nekapur® / nekablanc®**

8 - 8

16.2 Abkürzungen:

P302+P352: BEI BERÜHRUNG MIT DER HAUT: Mit viel Wasser und Seife waschen.

P501: Inhalt/Behälter ... zuführen.

EC₅₀: Mittlere effektive Konzentration.

LC₅₀: Mittlere letale Konzentration.

LD₅₀: Mittlere letale Dosis.

NOEC: Höchste Konzentration ohne Wirkung (No Observed Effect Concentration).

DNEL: Grenzwert, unterhalb dessen der Stoff keine Wirkung ausübt (Derived No-Effect Level).

PBT: Persistent, bioakkumulierbar, toxisch.

PNEC: Vorhergesagte Konzentration, bei der keine Wirkung auftritt (Predicted No-Effect Concentration).

vPvB: Sehr persistent, sehr bioakkumulierbar.

Folgende Abschnitte wurden überarbeitet:

1.2, 2, 7.2, 8.1, 11.1, 13, 15.1 und 16.

16.3 Revision:

16.4 Haftungsausschluss:

Dieses Sicherheitsdatenblatt (inkl. Anhang mit Expositionsszenarien) basiert auf den Bestimmungen der REACH-Verordnung (EG) Nr. 1907/2006, der Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 und der Verordnung (EU) Nr. 453/2010. Sein Inhalt soll einen sicheren Umgang mit dem Produkt gewährleisten. Der Empfänger des Sicherheitsdatenblattes hat sicherzustellen, dass die erhaltenen Informationen sorgfältig gelesen und von allen Personen verstanden werden, die in irgendeiner Form mit dem Produkt in Berührung kommen. Die Angaben in diesem Sicherheitsblatt beruhen auf dem derzeitigen Kenntnisstand des Ausstellers. Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die Angaben keine Beschreibung der Beschaffenheit des Produkts beinhalten und keine Zusicherung von Eigenschaften bedeuten. Mit dieser Fassung des Sicherheitsdatenblattes sind alle vorangegangenen Fassungen gegenstandslos. Expositionsszenarien.

Anhang:



Ende des Sicherheitsdatenblatts.

NATRIUMALUMINAT

Sicherheitsdatenblatt Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 (REACH)

1. Bezeichnung des Stoffs bzw. des Gemischs und des Unternehmens:

- 1.1 Produktidentifikator: Aluminiumnatriumdioxid, AlO_2Na
CAS Nr. 1302-42-7
EC Nr. 215-100-1
Registrierungsnummer (REACH) 01-2119519249-35-0011
- 1.2 Relevante identifizierte Verwendungen des Stoffs oder Gemischs und Verwendungen, von denen abgeraten wird:
- | | |
|---|--|
| Verwendungen: | Flockung und Koagulation
(Wasseraufbereitung)
Zusätze zu Beton |
| Verwendungen, von denen abgeraten wird: | Keine |
- 1.3 Einzelheiten zum Lieferanten, der das Sicherheitsdatenblatt bereitstellt:
Nordisk Aluminat A/S
Stejlhøj 16, DK-4400 Kalundborg
Tel. + 45 59 55 07 00
E-Mail: tko@aluminat.dk
Ansprechpartner: Tina Klarskov
- 1.4 Notruf: Hersteller: +45 59 55 07 00 (Geschäftszeiten 8-16 Uhr)
Notruf: 112

2. Mögliche Gefahren:

- 2.1 Einstufung des Stoffs oder Gemischs:
Richtlinie 67/548/EWG: C, Ätzend; R35
- Verordnung (EG) Nr. 1272/2008: Met. Corr. 1, Skin Corr. 1A og Eye Damage 1.
- Die wichtigsten schädlichen physikalisch-chemischen Wirkungen sowie die wichtigsten schädlichen Wirkungen auf die menschliche Gesundheit und die Umwelt:
Akute Wirkungen auf die menschliche Gesundheit: Verursacht schwere Verätzungen.
Wirkungen auf die Umwelt: Große Austritte in Gewässer können örtlichen pH-Anstieg verursachen.

2.2 Kennzeichnungselemente:

Signalwörter: Gefahr
Gefahrenpiktogramme: GHS05



H290: Kann gegenüber Metallen korrosiv sein.

H314: Verursacht schwere Verätzungen der Haut und schwere Augenschäden.

P280: Schutzhandschuhe/Schutzkleidung/Augenschutz/
Gesichtsschutz tragen.

P302+P352: BEI KONTAKT MIT DER HAUT: Mit viel Wasser
und Seife waschen.

P305+P351+P338: BEI KONTAKT MIT DEN AUGEN: Einige
Minuten lang behutsam mit Wasser spülen. Vorhandene
Kontaktlinsen nach Möglichkeit entfernen. Weiter spülen.

P310: Sofort GIFTINFORMATIONSZENTRUM oder Arzt anrufen.

P405: Unter Verschluss aufbewahren.

P501: Inhalt wie gefährlicher Sondermüll entsorgen/Behälter
wiederverwerten oder als brennbarer Abfall entsorgen.

2.3 Sonstige Gefahren: Der Stoff erfüllt nicht die Kriterien für PBT beziehungsweise vPvB
gemäß Anhang XIII.
Es gibt keine anderen Gefahren als die vorgenannten.

3. **Zusammensetzung/Angaben zu Bestandteilen:**

3.1 Stoffe: 25-50 % Natriumaluminat (Aluminiumnatriumdioxid, AlO_2Na)
50-75 % Wasser (H_2O)



4. **Erste-Hilfe-Maßnahmen:**

4.1 Beschreibung der Erste-Hilfe-Maßnahmen:

Augen: Sofort mit reichlich Wasser spülen (mindestens 15 Minuten
lang). Sofort Arzt aufsuchen.

Haut: Beschmutzte Kleider entfernen. Sofort mit reichlich Wasser
spülen. Arzt aufsuchen, falls es zu Reizungen kommt.

Einatmen: Sofort frische Luft aufsuchen. Nase und Mund mit
Wasser spülen. Arzt aufsuchen.

Einnahme: Mund mit Wasser/Milch spülen und reichlich trinken,
vermeide Erbrechen. Sofort Arzt aufsuchen.

4.2 Wichtigste akute oder verzögert auftretende Symptome und Wirkungen:

Akute: Schmerzen wegen Ätzungen.

Verzögert: Das Ätzen wird fortschreiten, wenn man nicht lange
genug mit reichlich Wasser spült.

4.3 Hinweise auf ärztliche Soforthilfe oder Spezialbehandlung:

Siehe Abschnitt 4.1.

5. Maßnahmen zur Brandbekämpfung:

- 5.1 Löschmittel: Das Produkt ist nicht brennbar. Das Löschmittel richtet sich nach der Umgebung.
- 5.2 Besondere vom Stoff oder Gemisch ausgehende Gefahren: Bei Erhitzung werden ätzende Dämpfe freigesetzt, die schwerer als Luft sind.
- 5.3 Hinweise für die Brandbekämpfung: Bei der Feuerbekämpfung in geschlossenen Räumen ist ein Atemschutz zu verwenden.

6. Maßnahmen bei unbeabsichtigter Freisetzung:

- 6.1 Personenbezogene Vorsichtsmaßnahmen, Schutzausrüstungen und in Notfällen anzuwendende Verfahren: Direkten Kontakt mit dem Produkt vermeiden (siehe Punkt 8).
- 6.2 Umweltschutzmaßnahmen: Austritt in Abflüsse, Oberflächen- und Grundgewässer sowie Erdreich vermeiden.
- 6.3 Methoden und Material für Rückhaltung und Reinigung: Verschüttete Materialien eindämmen und die Kanalisationen abdecken. Flüssigkeit mit Granulat, Erde oder Sand aufsaugen und mit reichlich Wasser nachspülen. Bei Austritt in Kanalisation mit großen Mengen Wasser nachspülen, die örtlichen Umweltbehörden benachrichtigen. Bei Austritt ins Erdreich und in Gewässer sind die Umweltbehörden zu benachrichtigen. Neutralisierung mit Säure vermeiden, weil das Produkt wie ein harter und weißer Belag niederfällt.
- 6.4 Verweis auf andere Abschnitte: Siehe Punkt 8 betr. Schutzausrüstungen und Punkt 13 betr. die Entsorgung von Absorptionsmaterialien.

7. Handhabung und Lagerung:

- 7.1 Schutzmaßnahmen zur sicheren Handhabung: Direkten Kontakt mit dem Produkt vermeiden (siehe außerdem Punkt 8).
Hantiere das Produkt so, dass Verschüttung, Spritzer und Aerosole vermieden werden.
Hände nach Handhabung des Produkts und vor dem Essen und Trinken waschen.
- 7.2 Bedingungen zur sicheren Lagerung unter Berücksichtigung von Unverträglichkeiten: Das Produkt darf nicht in Verpackungen aus Aluminium oder galvanisierten Materialien aufbewahrt werden. Natriumaluminat darf nicht vor dem Prozess mit Wasser in Kontakt kommen, da es sonst zur Fällung führen kann.
- 7.3 Spezifische Endanwendungen: Der Expositionsszenarien liegen diesem Sicherheitsdatenblatt bei.

8. Begrenzung und Überwachung der Exposition/Persönliche Schutzausrüstungen:

8.1 Zu überwachende Parameter:

Grenzwert: Aluminium, lösliche Salze: 2 mg/m³ (MAK-Wert).
 Natriumhydroxid: 2,0 mg/m³ (MAK-Wert) (Grenzwerte am Arbeitsplatz 2011, Suva, Abteilung Arbeitsmedizin).
 Die Grenzwerte mit Sicherheitsmessungen überwachen.
 DNEL-Wert (Derived No Effect Level): Keine Daten zugänglich.
 PNEC-Wert (Predicted No Effect Concentration):
 Süßwasser = 14 µg/l
 Salzwasser = 1,4 µg/l
 Vereinzelte Ableitung ins Wasser = 4,3 µg/l
 Sediment = Keine Daten zugänglich

8.2. Begrenzung und Überwachung der Exposition:

Expositionsszenarien für die folgende angegebene Verwendungen entwickelt werden: Flockung und Koagulation und Zusätze zu Beton. (nur die relevanten Expositionsszenarien sind diesem Bericht beigelegt).

Geeignete technische Steuerungseinrichtungen: Sicherheitsmessungen.

Individuelle Schutzmaßnahmen, zum Beispiel persönliche Schutzausrüstung:

Allgemein: Den Arbeitsplatz und die Arbeitsmethode so gestalten, dass direkter Kontakt mit dem Produkt vermieden wird.

Augen-/Gesichtsschutz: Schutzbrille oder Gesichtsschutzmaske verwenden. Es muss leichter Zugang zu Augenspülflasche und eventueller Notdusche bestehen.

Hautschutz: Handschuhe aus alkalibeständigem Material verwenden. Die Durchbruchzeit wird vom Handschuhlieferanten mitgeteilt. Bei Risiko für Spritzer ist Wasserabweisende Bekleidung mit langen Ärmeln/Beinen oder Schürze sowie Gummistiefel zu verwenden.

Atemschutz: Nebelbildung vermeiden – ist das nicht möglich muss eine gute Lüftung vorhanden sein. Man kann vorübergehend geprüften Atemschutz mit Filtertyp P2 verwenden.

Thermische Gefahren: Bei Erhitzung werden ätzende Dämpfe freigesetzt, die schwerer als Luft sind. Bei der Feuerbekämpfung in geschlossenen Räumen ist ein Atemschutz zu verwenden.

Begrenzung und Überwachung der Umweltexposition:

Austritt in Kanalisation/Erdreich vermeiden – z.B. bei Einrichtung von Überlaufbecken.

9. Physikalische und chemische Eigenschaften:

Aussehen:	Gelbe zum rotbraun Flüssigkeit	Geruch:	Geruchlos
pH-Wert:	12-13	Siedepunkt:	Ca. 115 °C
Dichte:	Ca. 1,5 kg/l bei 20 °C	Gefrierpunkt:	-
Wasserlöslichkeit:	Vollständig löslich	Viskosität:	100-500 cP bei 25 °C
Flammpunkt:	Kein (nicht brennbar)	Oxidierende Eigenschaften:	Keine
Selbstentzündungstemp.:	Kann nicht entzünden	Explosive Eigenschaften:	Keine

10. Stabilität und Reaktivität:

- 10.1 Reaktivität: Das Produkt ist stark alkalisch und reagiert heftig mit Säure, wobei Wärme entsteht.
- 10.2 Chemische Stabilität: Mindestens ein Jahr bei üblicher Hantierung (stabilisieren Produkte) – ohne Stabilisator nur 3 Monaten.
- 10.3 Möglichkeit gefährlicher Reaktionen: Keine anderen als die in 10.1 und 10.5 genannten
- 10.4 Zu vermeidende Bedingungen: Rückströme zum Aufbewahrungstank.
- 10.5 Unverträgliche Materialien: Reagiert heftig mit Säure und vielen Metallen (z.B. Aluminium, Magnesium, Zinn, Zink, und ihre Legierungen).
- 10.6 Gefährliche Zersetzungsprodukte: Das Produkt ist anorganisch. Bei Reaktion mit Wasser werden schwerlösliches $\text{Al}(\text{OH})_3$ und Na^+ gebildet. Keines von ihnen ist gefährlich.

11. Toxikologische Angaben:

11.1 Angaben zu toxikologischen Wirkungen:

- a. Akute Toxizität: Oral: $\text{LD}_{50} > 2000 \text{ mg/kg}$ Körpergewicht
Einatmen: $\text{LC}_{50} (4 \text{ h}) > 1000 \text{ mg/m}^3$ Luft
- b. Ätz-/Reizwirkung auf die Haut: Ätzend
- c. schwere Augenschädigung/-reizung: Ätzend
- d. Sensibilisierung der Atemwege/Haut: Keine
- e. Keimzell-Mutagenität: Keine
- f. Karzinogenität: Keine Daten zugänglich
- g. Reproduktionstoxizität: Keine Daten zugänglich
- h. spezifische Zielorgan-Toxizität bei einmaliger Exposition: Keine Daten zugänglich
- i. spezifische Zielorgan-Toxizität bei wiederholter Exposition: Keine Daten zugänglich
- j. Aspirationsgefahr: Keine Daten zugänglich

11.2 Angaben zu wahrscheinlichen Expositionswegen:

- Verschlucken: Wirkt sich ätzend auf die Schleimhäute im Mund, Rachen und Magendarmkanal aus. Kann bleibende Schäden am Speiserohr verursachen.
- Einatmen: Verstaubte Produkte wirken stark reizend bis ätzend auf den Atemweg.
- Haut-/Augenkontakt: Kann sich ätzend mit Rötung, Schmerz und Geschwürbildung auswirken.

11.3 Verzögert und sofort auftretende Wirkungen sowie chronische Wirkungen nach kurzer oder lang anhaltender Exposition: Bei Hautexposition kann lange Zeit vergehen bis der Betroffene die Reizung spürt. Kann bleibende Schäden auf dem Sehvermögen und der Speiseröhre verursachen.

11.4 Wechselwirkungen: Keine Daten zugänglich.

12. Umweltbezogene Angaben:

- 12.1 Toxizität: pH 8:
Fische, Langezeitwirkung: NOEC (Fische, 16-d) = 140 µg/l total Al (auf das Wachstum basiert). Keine Daten zugänglich für gelöstes Al.
Alger: ErC50 (Algen, 72-h) = 430 µg/l gelöstes Al.
pH 6,5:
Fische, Langezeitwirkung: NOEC (Fische, 60-d) = 57 µg/l total Al (auf die Brutanzahl basiert). Keine Daten zugänglich für gelöstes Al.
Algen: ErC50 (Algen, 72-h) = 20 µg/l gelöstes Al.
- 12.2 Persistenz und Abbaubarkeit: Das Produkt ist anorganisch. Bei Reaktion mit Wasser werden schwerlösliches $\text{Al}(\text{OH})_3$ und Na^+ gebildet.
- 12.3 Bioakkumulationspotenzial: Keine Daten zugänglich. Angesichts der bekannten Daten betreffs Aluminium, wird geschätzt, dass das Bioakkumulationspotenzial in Wasser bei neutralem pH tief ist (der Biokonzentrationsfaktor (BCF) für Aluminium ist 215 bei pH 5,3; 123 bei pH 6,1 und 36 bei pH 7,2). Bioakkumulationspotenzial für Aluminium im Erdreich wird auch als tief betrachtet.
- 12.4 Mobilität im Boden: Der Stoff ist in der Natur nicht stabil. Bei Reaktion mit Wasser werden schwerlösliches $\text{Al}(\text{OH})_3$ und Na^+ gebildet.
- 12.5 Ergebnisse der PBT- und vPvB-Beurteilung: Der Stoff ist nicht erfasst.
- 12.6 Andere schädliche Wirkungen: Große Austritte in Gewässer können örtlichen pH- Anstieg hervorrufen.

13. Hinweise zur Entsorgung:

Das Produkt wird gemäß den Bestimmungen für Chemikalienabfälle entsorgt.
Das Produkt kann nach Absprache mit dem Hersteller zurückgesandt werden.
Kontaminiertes Verpackungsmaterial der Verbrennung oder Wiederverwertung zuführen.

14. Angaben zum Transport:

- 14.1 UN-Nummer.: UN1819
- 14.2 Ordnungsgemäße UN-Versandbezeichnung: SODIUM ALUMINATE, SOLUTION
- 14.3 Transportgefahrenklassen
ADR/RID: Klasse 8
IMDG: Klasse 8
IATA: Klasse 8
- 14.4 Verpackungsgruppe: II
- 14.5 Umweltgefahren: Keine Kennzeichnung
- 14.6 Besondere Vorsichtsmaßnahmen für den Verwender: Nein
- 14.7 Massengutbeförderung gemäß Anhang II des MARPOL-Übereinkommens 73/78 und gemäß IBC-Code: Keine Relevanz.

15. Rechtsvorschriften:

15.1 Vorschriften zu Sicherheit, Gesundheits- und Umweltschutz/spezifische Rechtsvorschriften für den Stoff oder das Gemisch:

Keiner unter 18 Jahren darf mit der Verwendung des Produkts beschäftigt sein.

15.2 Stoffsicherheitsbeurteilung:

Einer Stoffsicherheitsbeurteilung ist auszuarbeiten.

16. Sonstige Angaben:

Änderungen (Version 2):

10.2 Chemische Stabilität: Mindestens ein Jahr bei üblicher Hantierung (stabilisieren Produkte) – ohne Stabilisator nur 3 Monaten.

R-Sätze:

R 35: Verursacht schwere Verätzungen
(Alle Gefahrenhinweise und Sicherheitshinweise sind in Abschnitt 2 angegeben).

Einweisung:

Personen, die mit dem Produkt arbeiten, sollten vor Ingebrauchnahme gründlich eingewiesen werden.



Amt für Natur und Umwelt

Uffizi per la natira e l'ambient

Ufficio per la natura e l'ambiente

Herausgeber..... Amt für Natur und Umwelt
Uffizi per la natira e l'ambient
Ufficio per la natura e l'ambiente

Bezugsadresse..... Amt für Natur und Umwelt GR
Gürtelstrasse 89
7001 Chur
Telefon: 081 257 29 46
Telefax: 081 257 21 54
eMail: info@anu.gr.ch
www.anu.gr.ch

Datum..... Oktober 2013



Einsatz von Kalk/
Lauge in Abwasser-
reinigungsanlagen