Der Zusammenhang zwischen Flockung und Säurekapazität

Flockung und Säurekapazität

Säurekapazität Grundlagen

- **Säurekapazität**

- **Definition:**

- Säurekapazität K_S ist das Aufnahmevermögen eines Wassers für Salzsäure (HCl) bis zum Erreichen des pH Wertes 4,3 (Umschlagspunkt bei Titration für **Methylorange** von gelb-orange nach rot)

- Ein Wert $K_{s4,3}$ = 3,2 mmol/l bedeutet, dass das Wasser 3,2 mmol/l HCl, als reiner Wirkstoff berechnet, aufnehmen kann, bis der pH auf den Wert 4,3 abgesunken ist.

Flockung und Säurekapazität

Säurekapazität Grundlagen

- Farbumschlag bei Methylorange

Flockung und Säurekapazität

Säurekapazität Grundlagen

- Die Säurekapazität ist ein
- **Maß für die Pufferkapazität**
- eines Wassers gegenüber einer Säure.
- Die Säurekapazität ist maßgeblich verantwortlich für die

Stabilität des pH-Wertes

Stabilität des pH-Wertes

Gesamtbereich:

1,0 bis 14,0

Relevanter Bereich nach DIN 19643-1

6,5 bis 7,2

Flockung und Säurekapazität

Säurekapazität Grundlagen

- **Quelle der Säurekapazität**

- Die Säurekapazität ($K_{S\ 4,3}$) des Wassers ist natürlichen Ursprungs und wird maßgeblich durch den Gehalt der im Wasser gelösten
- **Hydrogenkarbonate**
- **von Calcium, Magnesium und Natrium bestimmt**

- **Die Quelle ist das Füllwasser**

Flockung und Säurekapazität

Säurekapazität Grundlagen

- **Wichtige Parameter der**
  - **Füllwasseranalyse**

  - **Wasserhärte**
    - **pH-Wert**
    - **Sulfate**
  - **Phosphonate**
  - **Aluminium**

Flockung und Säurekapazität

Säurekapazität Grundlagen, Füllwasseranalyse

		Grenzwert TVO	Durchschnittswert 2013 SLW
pH-Wert		9,5	7,81
Leitfähigkeit (25°C)	µS/cm	2790	334
Oxidierbarkeit	mg/l O_2	5,0	0,5
Arsen	mg/l	0,01	<0,001
Blei	mg/l	0,025	<0,001
Quecksilber	mg/l	0,001	<0,0001
Kupfer	mg/l	2,0	<0,0023
Nitrat	mg/l	50	<1,0
Nitrit	mg/l	0,1	<0,010
Eisen	mg/l	0,2	<0,012
Mangan	mg/l	0,05	<0,003
Fluorid	mg/l	1,5	<0,20
Aluminium	mg/l	0,2	<0,02
Natrium	mg/l	200	8,2
Chlorid	mg/l	250	12,4
Sulfat	mg/l	250	62,3
Uran	mg/l	0,01	<0,001
TOC (organisch gebundener Kohlenstoff)	mg/l C		1,0
Pflanzenschutzmittel (insgesamt)	mg/l	0,0005	<0,00050
Gesamthärte	°dH	-	8,3
Härtebereich nach Deutschem Waschmittelgesetz		weich - mittel - hart	weich

Flockung und Säurekapazität

Säurekapazität Grundlagen, Wasserhärte

- **Karbonathärte = Wasserhärte = Gesamthärte**
- Die Säurekapazität und damit **die <u>Pufferkapazität</u>**
- ist abhängig von der Wasserhärte (Karbonathärte)

- **Säurekapazität (K_S) x 2,8 = Karbonathärte (°dH)**
- **Beispiel Wasserhärte**
- **8,3 dH° / 2,8 = 2,96 mmol/l (K_S)**

- Die Wasserhärte (Karbonathärte) in dH° finden Sie in der Analyse Ihres **Füllwassers**

Flockung und Säurekapazität

Säurekapazität Grundlagen, Karbonathärte alt + neu

Härtebereich	Millimol Gesamthärte je Liter	°dH
1 (weich)	bis 1,3	bis 7,3
2 (mittel)	1,3 bis 2,5	7,3 bis 14
3 (hart)	2,5 bis 3,8	14 bis 21,3
4 (sehr hart)	über 3,8	über 21

Härtebereich	Millimol Calciumcarbonat je Liter	°dH
weich	weniger als 1,5	weniger als 8,4 °dH
mittel	1,5 bis 2,5	8,4 bis 14 °dH
hart	mehr als 2,5	mehr als 14 °dH

Flockung und Säurekapazität

Säurekapazität Grundlagen

pH-Wert

Gesamtbereich: 1,0 bis 14,0

Relevanter Bereich nach DIN 19643-1: 6,5 bis 7,2

Relevanter Bereich nach TVO: 6,0 bis 9,0 !

Flockung und Säurekapazität

Säurekapazität Grundlagen

- **Sulfate**
- **Schon bei mittlerer Wasserhärte Gipsbildung**
- **Bergmännischer Abbau**
- **Quelle: Füllwasser, pH-Minus (Schwefelsäure) und angesäuerte Pulveraktivkohle (PAK)**
- **Problem bei Desinfektion mit Chlorbleichlauge oder Chlorgranulat (alkalische Desinfektion)**

Flockung und Säurekapazität

Säurekapazität Grundlagen

- **Phosphonate**
- **Additiv gegen Versteinerungen in den Wasserleitungen. Calciumcarbonat wird in Lösung gehalten. (Dispergiermittel)**
- **Wandelt sich in *ortho*-Phosphat. Nahrungsmittel der Algen**

Flockung und Säurekapazität

Säurekapazität Grundlagen

- **Aluminium**
- **Grenzwert für Aluminium gem. DIN 19643-1**
  - **0,05 mg/l**
- **Grenzwert für Aluminium gem. TVO**
  - **0,20 mg/l**

Flockung und Säurekapazität

Säurekapazität Grundlagen

- **Einflussgrößen auf die Säurekapazität**

- Zehrung durch Säurebildung bei der Chlorung
- Zehrung durch Zugabe von Säure (pH-Minus, saure Aktivkohle)
- Zehrung durch sonstige Säurebildung (z. B. Flockungsmittel)
- Zehrung durch Scherkräfte (Sprudel, Pilz, Rutsche etc.)
- Zehrung durch Überlaufrinne
- Zehrung durch Hohe Temperatur
- Zehrung durch Scherkräfte <u>und</u> Temperatur (Warmwassersprudel!)

- Füllwasser vor Zehrung: Mittlere Wasserhärte , typisch Ks = 3-6 mmol/l

- Beckenwasser nach Zehrung, typisch Ks = 0,4-1,8 mmol/l

Flockung und Säurekapazität

Säurekapazität Grundlagen

- Maßnahmen zur Erhaltung und zur Erhöhung der Säurekapazität

- Sprudel und andere Gimmicks minimieren
- Wassertemperatur absenken
- ggf. Frischwasserzufuhr erhöhen

- **Marmorkiesreaktor bei Desinfektion mit Chlor**
- **Dosierung von Natriumhydrogencarbonat (Bicarbonat) oder Soda**

- **Der pH Wert MUSS stabil gehalten werden!**

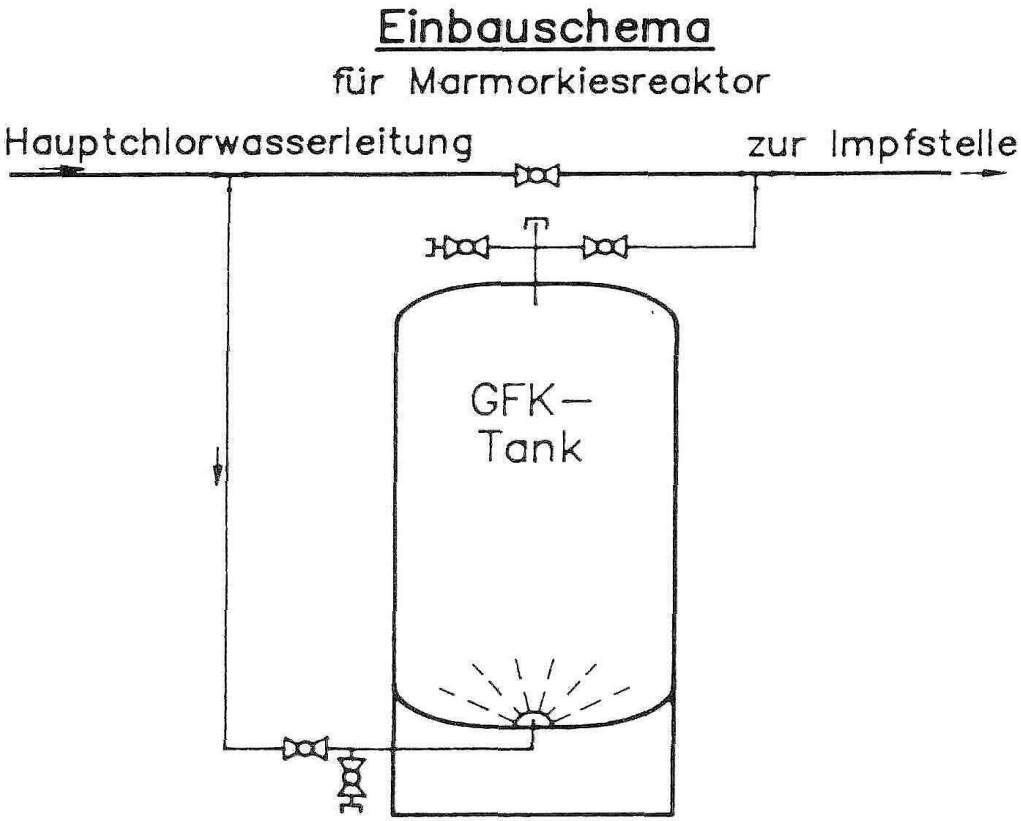
Flockung und Säurekapazität

Säurekapazität Grundlagen, Marmorkiesreaktor I

Flockung und Säurekapazität

Säurekapazität Grundlagen, Marmorkiesreaktor II

- **Der Marmorkiesreaktor**



Flockung und Säurekapazität

Säurekapazität Grundlagen

Anhebung des pH-Wertes durch Zugabe von Natriumhydrogenkarbonat
pH-Wert des Beckenwassers: 6,52
Säurekapazität des Beckenwassers: 0,3 mmol/l

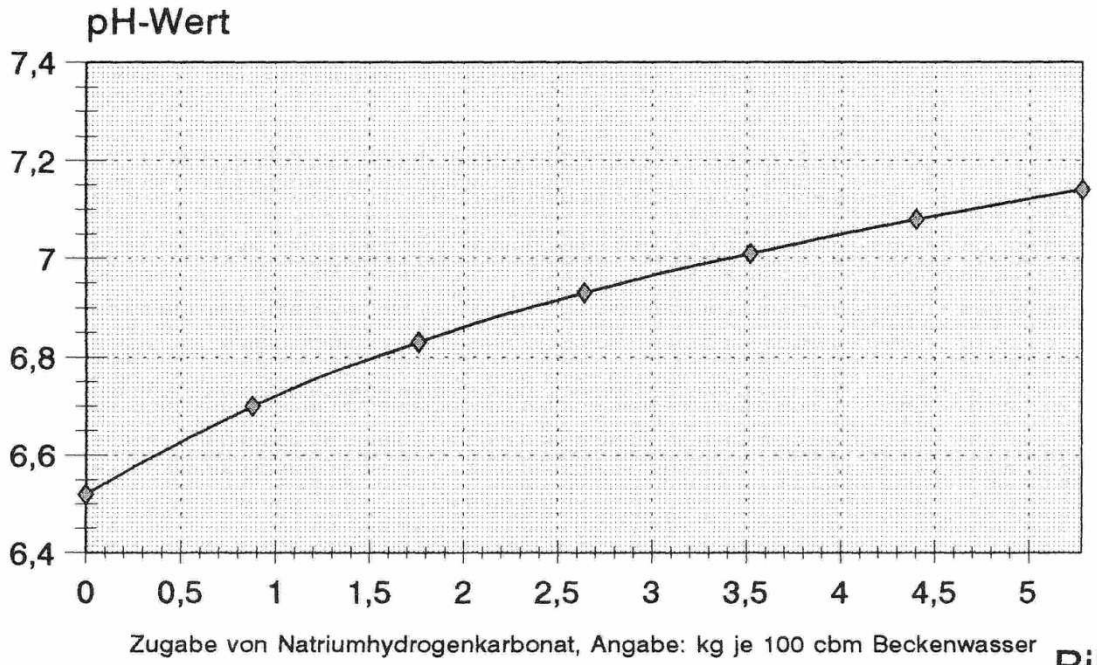


Bild 1

Flockung und Säurekapazität

Säurekapazität Grundlagen

Anhebung der Säurekapazität durch Zugabe von Natriumhydrogenkarbonat
pH-Wert des Beckenwassers: 6,52
Säurekapazität des Beckenwassers: 0,3 mmol/l

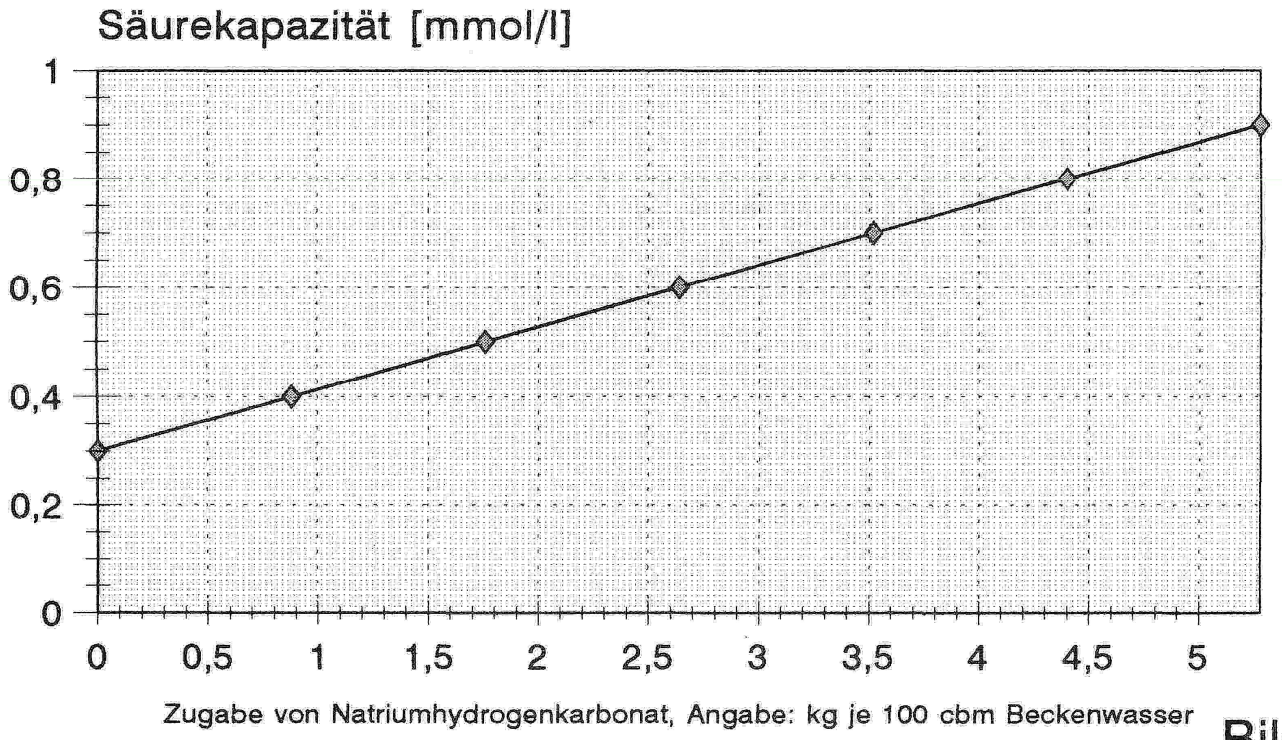


Bild 2

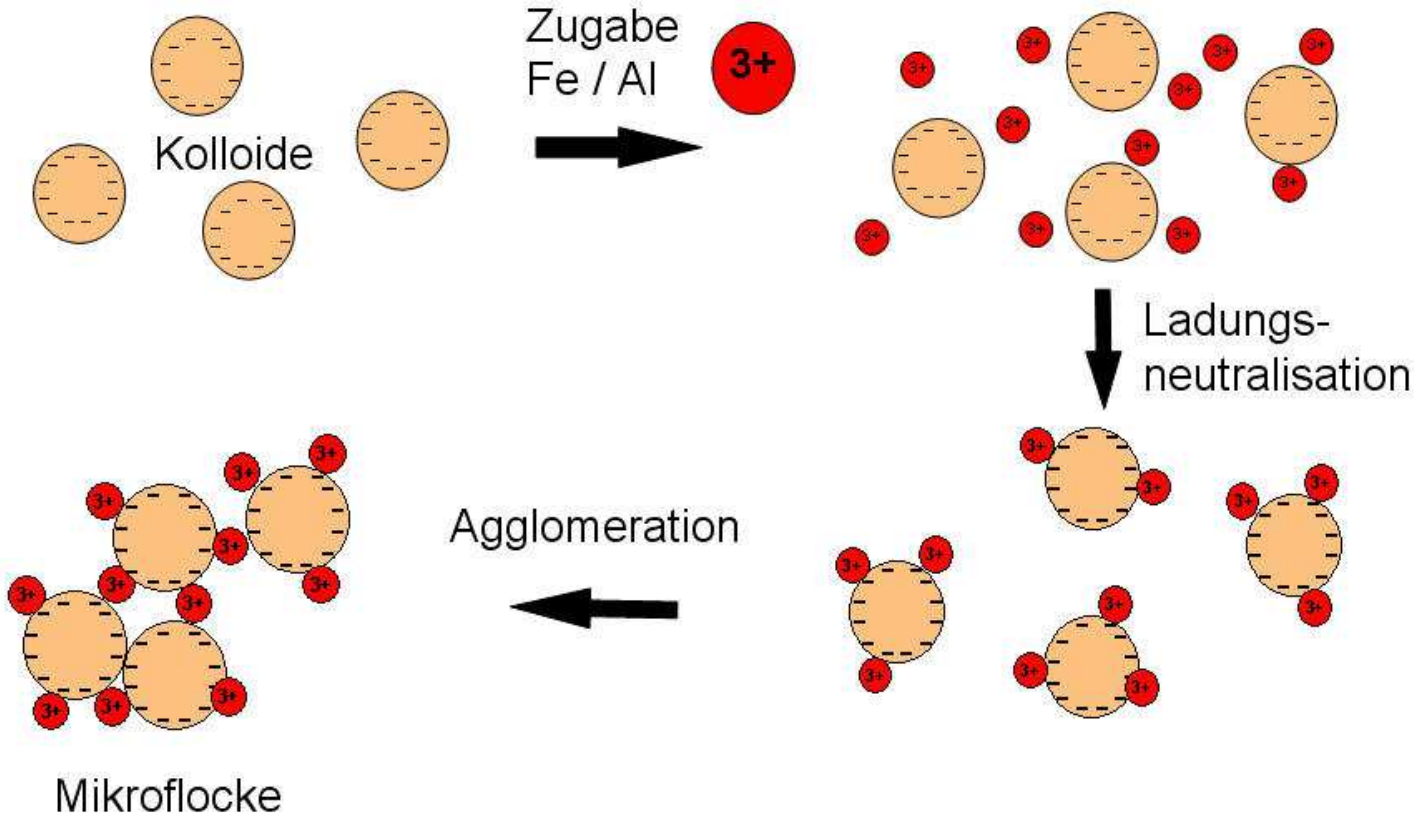
Flockung und Säurekapazität

Flockung Grundlagen

- **Flockung**
- **Definition:** Durch die Flockung werden suspendierte, dispergierte, kolloidale und zum Teil gelöste Substanzen in abtrennbare Aggregate überführt.
- Als Flockungsmittel werden Substanzen bezeichnet, die in der Lage sind dispergierte Stoffe zu „entstabilisieren“ und durch „Koagulation“ letztlich filtrierbare Flocken zu bilden.

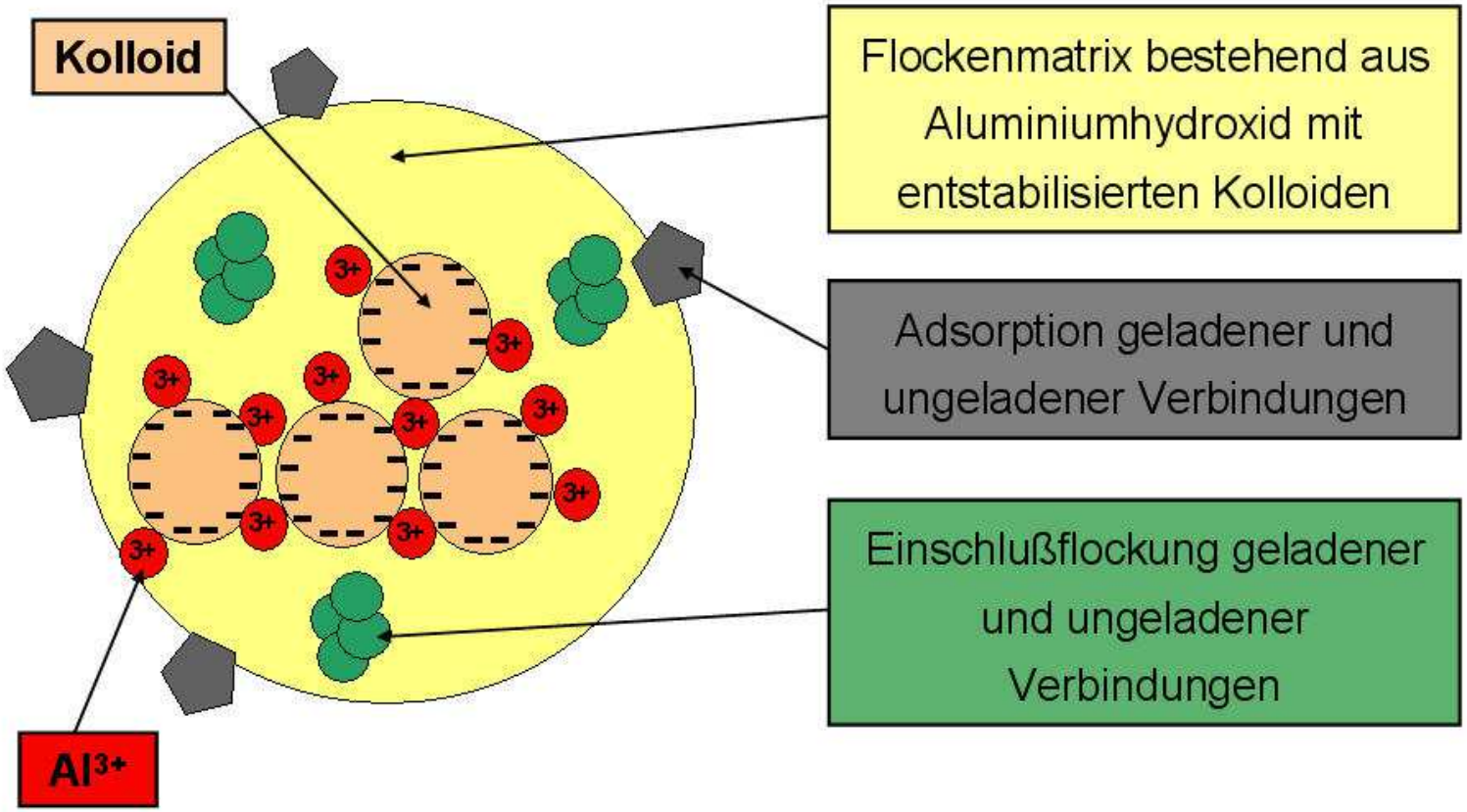
Flockung und Säurekapazität

Flockung Grundlagen



Flockung und Säurekapazität

Flockung Grundlagen



Flockung und Säurekapazität

Flockung Grundlagen

- Nach 5 Minuten

Flockung und Säurekapazität

Flockung Grundlagen

- Nach 10 Minuten

Flockung und Säurekapazität

Flockung Grundlagen

- Aluminiumhydroxid ist ein so genanntes **amphoteres** Hydroxid.
- Es löst sich in Abhängigkeit des pH-Wertes sowohl in Säuren als auch in Laugen auf.

- **In Säuren**
- $Al(OH)_3 + 3\ H^+ \rightarrow Al^{3+} + 3\ H_2O$

- **In Basen**
- $Al(OH)_3 + OH^- \rightarrow [Al(OH)_4]^-$ (Aluminate).
-

- In reinem Wasser **(pH-Wert 6,5 – 7,2)** löst es sich nicht und fällt aus.

Flockung und Säurekapazität

Flockung Grundlagen

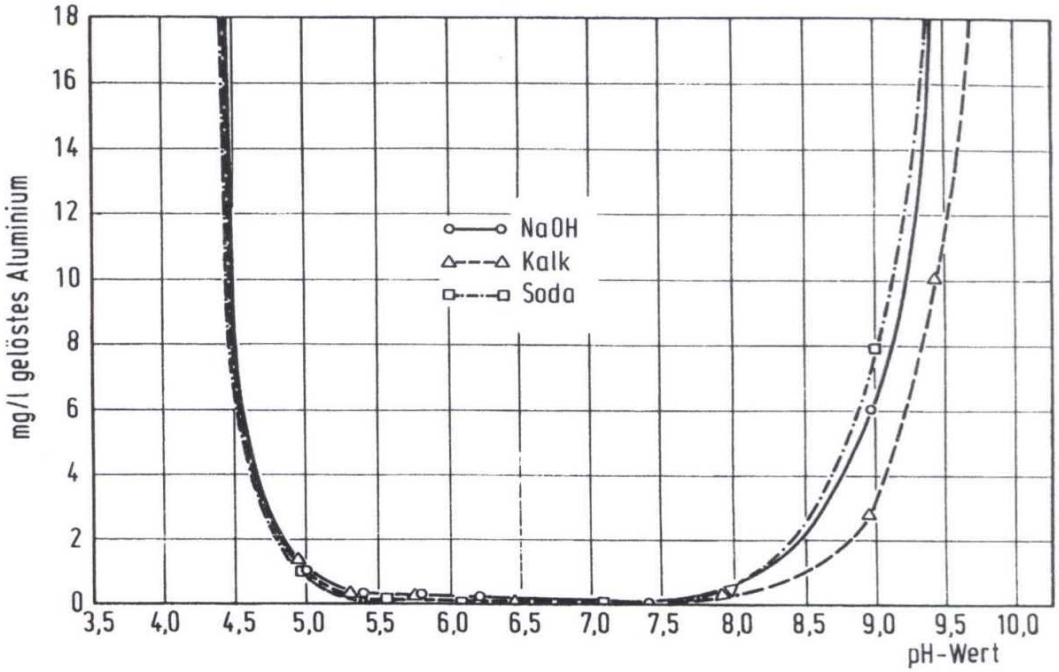


Bild 3-72. Löslichkeit der Niederschläge von Aluminium aus sulfathaltigen Lösungen mit Natronlauge, Kalkmilch und Sodalösung in Abhängigkeit vom pH-Wert (100 mg/l Al, 2 Stunden Standzeit) [152]

Flockung und Säurekapazität

Flockung Grundlagen

- **Flockungsmittel**
- **DIN 19643 Teil 2, 4.1.3 a+b**
- ***Wenn Flockungsmittel mit Basizität < 65%***
- ***dann muss Ks mindestens 0,7 mmol/l sein.***

- **DIN 19643 Teil 2, 4.1.3 c**
- ***Wenn Flockungsmittel mit Basizität > 65%***
- ***dann muss Ks nur mindestens 0,3 mmol/l sein.***

Flockung und Säurekapazität

Flockung Grundlagen

- **SBF Flock Delta**
- Flockungsmittel mit ca. **5,4% Al** nach **EN 883** und **DIN 19643 Teil 2, 4.1.3 a + b**
- **SBF Flock 54**
- Flockungsmittel mit ca. **5,4% Al** nach **EN 881** und **DIN 19643 Teil 2, 4.1.3 a+b**
- **SBF Flock 65**
- Flockungsmittel mit ca. **5,2% Al** nach **EN 883** und **DIN 19643 Teil 2, 4.1.3 c**

Flockung und Säurekapazität

Aluminium im Beckenwasser

- **Woher kommt das Aluminium**
- **im Beckenwasser?**

Flockung und Säurekapazität

Aluminium im Beckenwasser I

- **Ausprägung der Flocke bis Filterüberstand ist nicht möglich, wenn die Distanz resp. Verweildauer des Flockungsmittels vor dem Filter zu kurz ist.**
- **Die DIN 19643 fordert mindestens 10 Sekunden Verweilzeit bis Filterüberstau bei V = max. 1,5 m/s**

- **Noch gelöstes Aluminium läuft dann durch den Filter bis in das Becken**

Flockung und Säurekapazität

Aluminium im Beckenwasser II

- **Das Flockungsmittel ist qualitativ so schlecht, dass es zu langsam oder gar nicht flockt oder eine zu kleine Flocke bildet und so im Beckenwasser landet.**

Flockung und Säurekapazität

Aluminium im Beckenwasser IIa

- Nach 10 Minuten

Flockung und Säurekapazität

Aluminium im Beckenwasser III

- **Filter ist verstopft oder verbackt und hat keinerlei Wirkung mehr. Flocken gelangen bis in das Beckenwasser und lösen sich dort teilweise wieder auf.**

- **Typischerweise bei Einsatz von Aktivkohle oder Filterkohle H auf dem Mehrschichtfilter. Möglicherweise kombiniert mit Rückspülproblemen**

Flockung und Säurekapazität

Aluminium im Beckenwasser IV

- **Die korrekte Einstellung der Säurekapazität wurde nicht beachtet. Der pH-Wert läuft aus dem Ruder und die Flocke AL(OH)3 löst sich wieder auf.**

- **Es mag sogar zur Auflösung von bereits ausgefallenem Al(OH)3 im Filter kommen und der Aluminium Wert steigt weiter an!**

Flockung und Säurekapazität

Aluminium im Beckenwasser IVa

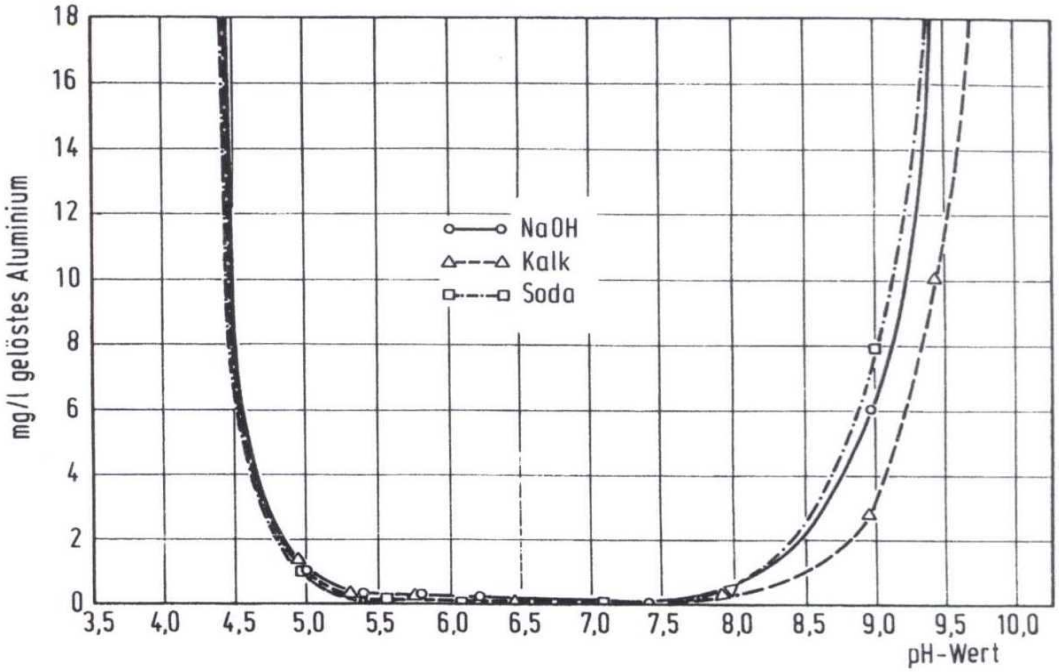


Bild 3-72. Löslichkeit der Niederschläge von Aluminium aus sulfathaltigen Lösungen mit Natronlauge, Kalkmilch und Sodalösung in Abhängigkeit vom pH-Wert (100 mg/l Al, 2 Stunden Standzeit) [152]

Flockung und Säurekapazität

Aluminium im Beckenwasser V

- **Aluminium ist im Füllwasser bereits in messbarer Konzentration vorhanden (Grenzwert TVO 0,2 mg/l)**

- **Das Aluminium aus dem Füllwasser wird üblicherweise mitgeflockt. Bei Störung oder starker Reduzierung der Flockung steigt der Aluminiumgehalt im Beckenwasser wieder an!**

Flockung und Säurekapazität

Aluminium im Beckenwasser Zusammenfassung

- **Ausprägung der Flocke bis Filterüberstand ist nicht möglich, wenn die Distanz resp. Verweildauer des Flockungsmittels vor dem Filter zu kurz ist.**
- **Flockungsmittel ist qualitativ so schlecht, dass es zu langsam oder gar nicht flockt oder eine zu kleine Flocke bildet und so im Beckenwasser landet.**
- **Filter ist verstopft oder verbackt und hat keine Wirkung mehr. Flocken gelangen bis in das Beckenwasser und lösen sich dort teilweise wieder auf. Stichwort: amphoterer Charakter des Al(OH)3.**
- **Die korrekte Einstellung der Säurekapazität wurde nicht beachtet. Der pH-Wert läuft aus dem Ruder und das ausgefallene AL(OH)3 löst sich wieder auf.**
- **Aluminium ist im Füllwasser bereits in messbarer Konzentration vorhanden (Grenzwert TVO 0,2 mg/l) und wird bei zu geringem Einsatz von Flockungsmittel nicht mehr mitgeflockt**

Flockung und Säurekapazität

Aluminium im Beckenwasser Fazit

- **Der pH Wert MUSS stabil gehalten werden!**

- **Die Säurekapazität ist dafür entscheidend!**

Flockung und Säurekapazität

Aluminium im Beckenwasser, Analogie Wirbelsäule des Menschen

Analogie zur Wirbelsäure des Menschen

Stabilität ist lebenswichtig!

Flockung und Säurekapazität

Danke, dass Sie mir zugehört haben