

Chemie (pH) bij het inkuilen

Scheikunde klas V41a en V41b

door Erik Held



Inkuilproces

Proces bij het inkuilen:

- In de kuil ondergaat het gewas een biochemisch proces onder invloed van micro-organismen
- Een goede kuil zal de voedingswaarde (gehalte aan nutriënten) van het voer maximaal behouden
- Een snelle daling van de zuurgraad (pH) tot een stabiel niveau zorgt dat de inhoud van de kuil geconserveerd wordt



Inkuilproces

Proces verloopt in fasen:

Fase 1:

- De nog aanwezige zuurstof wordt in de kuil verbruikt door de ademhaling van het plantenmateriaal én de aerobe micro-organismen.
(Aerobe micro-organismen hebben zuurstof nodig om te leven)
- Bij een goed aangedrukte en luchtdicht afgedekte kuil duurt deze fase slechts enkele uren.

Inkuilproces

Proces verloopt in fasen:

Fase 2:

- Tijdens deze zogenaamde **fermentatiefase** zijn de melkzuurbacteriën actief in de bedekte kuil.
- Uit de suikers in het ruwvoer wordt melkzuur geproduceerd onder anaerobe omstandigheden
(Anaerobe omstandigheden = zonder aanwezigheid van zuurstof)
- Deze gewenste melkzuurbacteriën zorgen na verloop van tijd voor een stabiele zure pH-waarde in de kuil.

Inkuilproces

Proces verloopt in fasen:

Fase 2:

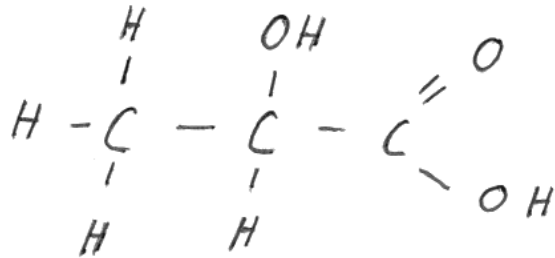
- De vorming van melkzuur zorgt dus voor de pH-daling, zodat een kuil na een bepaalde periode stabiel wordt.
- In een stabiele kuil gebeurt niets meer, totdat deze weer geopend wordt.
- Afhankelijk van het gehalte aan Droge Stof (DS) is een kuil stabiel bij een pH-waarde tussen de 4 en 5,5.

Inkuilproces

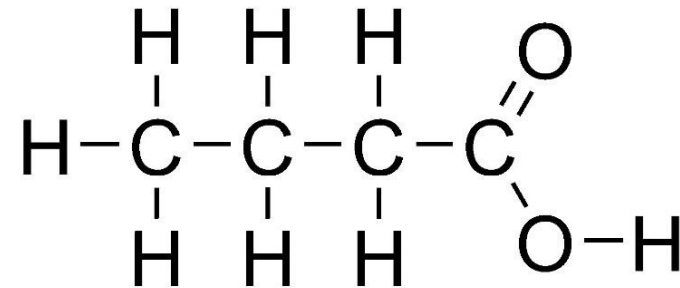
Juiste condities zijn tijdens het inkuilproces zeer belangrijk:

- Tijdens het inkuilproces is er een constant gevecht tussen melkzuur- en boterzuurbacteriën, die in goed geslaagde kuilen gewonnen wordt door de melkzuurbacteriën.
- Als de kuil onvoldoende suikers bevat is er geen voedingsbodem voor de melkzuurbacterie. In zo'n situatie zal de boterzuurbacterie het winnen. De kuil gaat dan rotten waardoor de melkkwaliteit daalt.

Organische zuren



Structuurformule:
Melkzuur



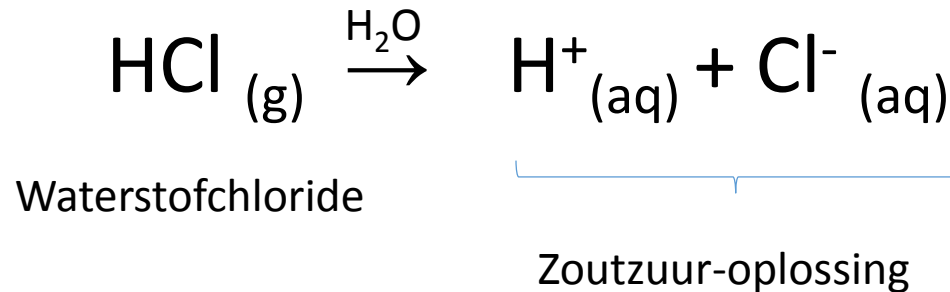
Structuurformule:
Boterzuur

Definitie zuren en basen

Zuur: een deeltje dat een H^+ -ion kan afstaan, een *protodonor*

Base: een molecuul of ion dat een H^+ -ion kan opnemen, een *protonacceptor*

Onderscheid in *sterke* en *zwakke* zuren en basen



Zuren en zuurrestionen

Zuur		Zuurrestion	
sterke zuren			
HCl	waterstofchloride	Cl ⁻	chloride
HNO ₃	salpeterzuur	NO ₃ ⁻	nitraat
H ₂ SO ₄	zwavelzuur	HSO ₄ ⁻	waterstofsulfaat
		SO ₄ ²⁻	sulfaat
zwakke zuren			
H ₃ PO ₄	fosforzuur	H ₂ PO ₄ ⁻	diwaterstoffosfaat
		HPO ₄ ²⁻	monowaterstoffosfaat
		PO ₄ ³⁻	fosfaat
H ₂ CO ₃ (CO ₂ + H ₂ O)	koolzuur	HCO ₃ ⁻	waterstofcarbonaat
		CO ₃ ²⁻	carbonaat
H ₂ SO ₃ (SO ₂ + H ₂ O)	zwaveligzuur	HSO ₃ ⁻	waterstofsulfiet
		SO ₃ ²⁻	sulfiet
CH ₃ COOH	azijnzuur	CH ₃ COO ⁻	acetaat

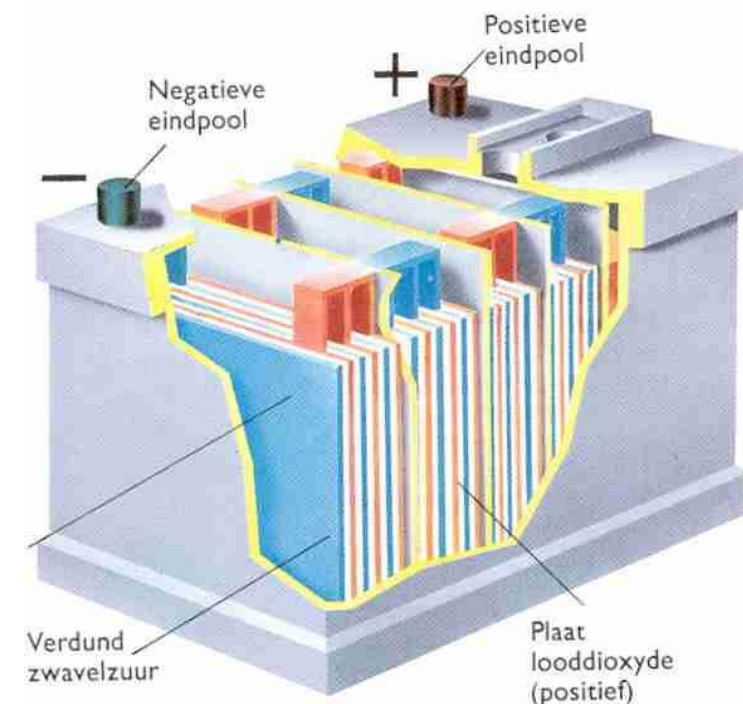
Soorten zuren

Enkelvoudige zuren: deze kunnen maximaal 1 H⁺-ion per molecuul afstaan. Voorbeelden hiervan zijn:

- Zoutzuur (oplossing van HCl-gas)
- Salpeterzuur (HNO₃)

Meerwaardige zuren: deze kunnen meer dan één H⁺-ion per molecuul kunnen afstaan. Voorbeelden hiervan zijn:

- Zwavelzuur (H₂SO₄)
- Fosforzuur (H₃PO₄)



Soorten zuren

Instabiele zuren: deze komen niet in zuivere vorm voor, maar alleen in lage concentraties in de oplossing. Voorbeelden hiervan zijn:

- Opgelost koolzuurgas vormt een zwak zuur H_2CO_3
- Opgelost SO_2 gas vormt zwavelig zuur H_2SO_3 (zure regen)

Organische zuren: dit zijn protondonors met een koolstofskelet. Ze hebben alle één of meer COOH groepen. Voorbeelden hiervan zijn:

- Azijnzuur
- Mierenzuur



Sterke zuren

Sterk zuur: Een dergelijk zuur splitst bij het oplossen in water volledig in ionen:

- alle aanwezige zuurmoleculen hebben hun H⁺-ion overgedragen op een H₂O-molecuul.
- De reactie is een aflopende reactie.

Voorbeeld: het oplossen (en direct reageren) van HCl in water

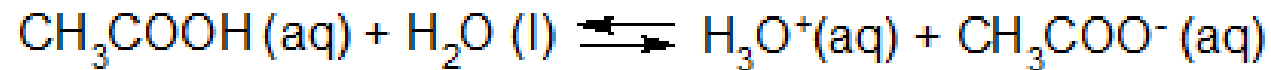


Pijl wijst één kant op !!

Zwakke zuren

Zwak zuur: Een dergelijk zuur splitst onvolledig, dus slechts voor een deel in ionen.

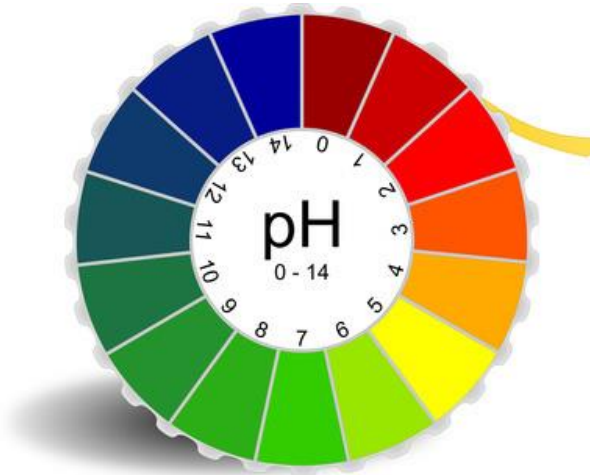
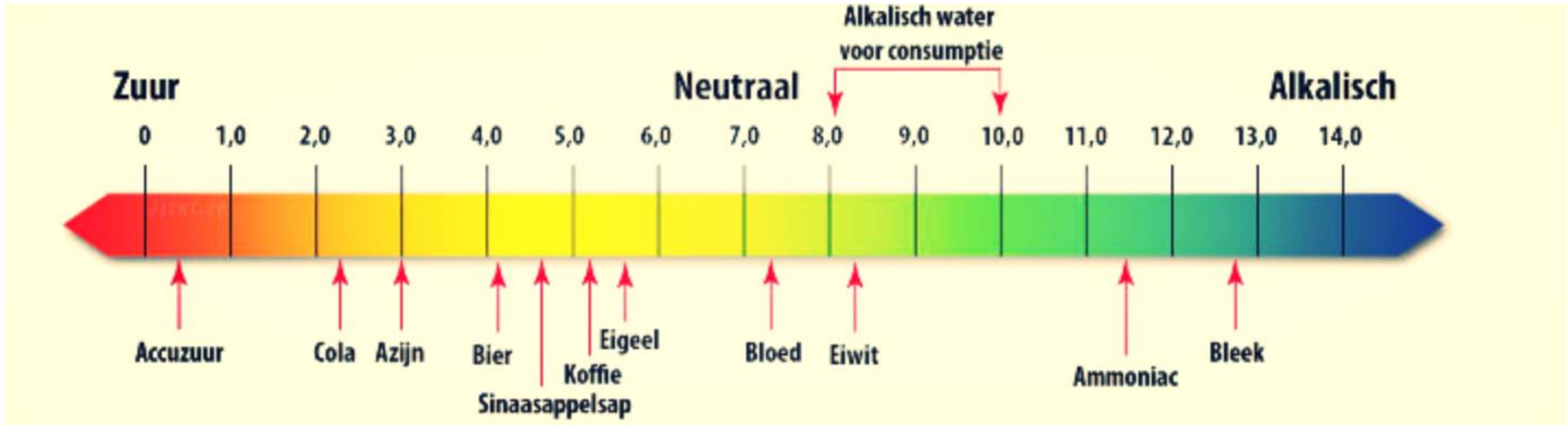
- Er stelt zich een evenwicht in (het zogenaamde **zuur-dissociatie-evenwicht**).
- Voorbeeld van een zwak zuur: azijnzuur, bestaat het volgende evenwicht:



Pijl wijst beide kanten op !!

Een oplossing van azijnzuur **bevat bijna alleen** niet gesplitste azijnzuurmoleculen en relatief weinig H_3O^+ - en CH_3COO^- -ionen. De notatie is dan ook $\text{CH}_3\text{COOH}_{(\text{aq})}$.

pH-waarde



Concentratie

- Concentratie = Molariteit
- **1 mol = $6,02 \times 10^{23}$ deeltjes (moleculen, atomen, ionen etc)**
- Molariteit = mol per Liter
of millimol per milliliter

$$\text{Molairiteit} = \frac{\text{mol}}{\text{Liter}}$$

- Bv: Bereken de molariteit van een oplossing van 0,4 mol H_2SO_4 in 250 ml water.
- Bereken het aantal mol in 450 ml van een 0,15 M HCl oplossing

pH berekeningen

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$$

$$\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-]$$

$$[\text{H}^+] = 10^{-\text{pH}}$$

$$[\text{OH}^-] = 10^{-\text{pOH}}$$

$$\text{pH} = 14 - \text{pOH}$$

$$\text{pOH} = 14 - \text{pH}$$

$$\text{pH} + \text{pOH} = 14$$

Voorbeeld

- Bereken de pH van een 0,023 M HCl oplossing
 - Concentratie = 0,023 M.
 - De concentratie H^+ ($=[\text{H}^+]$) is dus ook 0,023 M
 - $\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$
 - $\text{pH} = -\log 0,023 = 1,6$

Oefeningen

- 1. Bereken de pH van 100 ml 0,120 M salpeterzuur-oplossing
- 2. Bereken de molariteit van natronloog met $\text{pH} = 11,25$
- 3. Bereken de pH van 200 ml 0,300 M barietwater
- 4. Bereken de molariteit van zoutzuur met $\text{pH} = 3,45$