

New uses of waste-rock from mining: Long-term pH buffers for acid ocean water

presentation and project proposal

Kåre Kullerud¹, Kurt Bucher² & Ingrid Stober²

¹University of Tromsø, ²University of Freiburg

Workshop at SINTEF/NTNU (Gløshaugen), Trondheim, 8. mai 2012:

*Utnyttelse av mineralske overskuddsmasser
Bærekraftig deponering av overskuddsmasser fra norsk
bergindustri*



Ocean Acidification – The other CO₂ challenge

The world's leading marine scientists are warning us that our current rates of CO₂ emissions are making our oceans more acidic. This is happening so fast that it poses a serious threat to marine life. Left unchecked, Ocean Acidification could destroy all our coral reefs by as early as 2050. It also has the potential to disrupt other marine ecosystems and even entire oceanic food chains.





Flaggskip ved Framsenteret: “Havforsuring og økosystemer i nordlige farvann.”

- Hver eneste dag fører forbrenning av kull, olje og gass til at det slippes ut mer enn 20 millioner tonn karbondioksid til atmosfæren. Bortimot en tredel av dette blir tatt opp av havet. Dermed dannes det mer karbonsyre (H_2CO_3), spesielt i arktiske farvann der kaldt vann løser mer karbondioksid enn lenger sør.
- Noen kaller havforsuringen for et **kaotisk og farlig kjemisk eksperiment, minst like skadelig som den globale oppvarmingen**. Faktum er at det er forsket svært lite på virkningene av surere hav. Det er i ferd med å endres, og flere av institusjonene i Framsenteret skal gå i gang med viktige prosjekt for å skaffe kunnskap om havforsuringen.



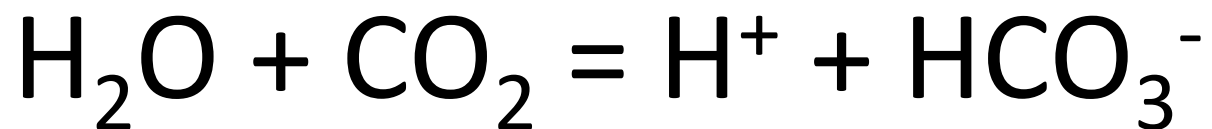
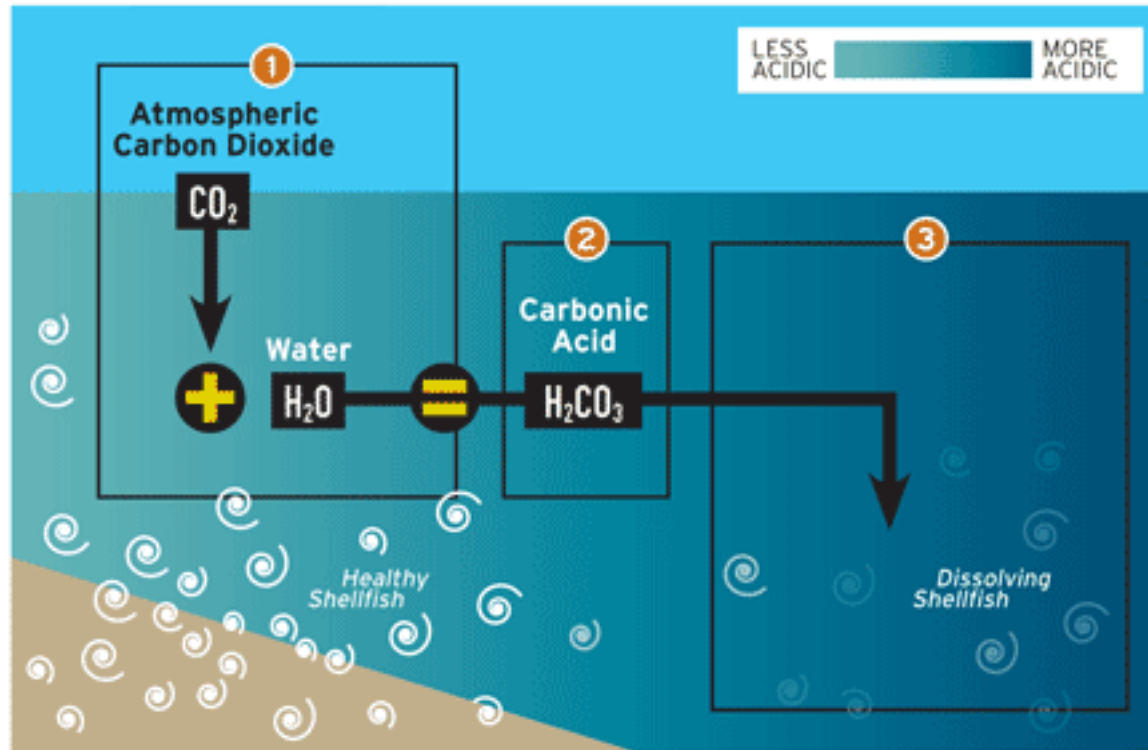
Et hav i fare

Fransk-norsk dokumentar fra 2010. Havet absorberer enorme mengder CO₂ og det endrer igjen vannets kjemiske sammensetning. Surhetsgraden fører til betydelige skader på livet i havet. Dokumentaren følger ledende forskere som undersøker økosystemene under vannflaten.

Se program på NRK

<http://www.nrk.no/nett-tv/klipp/699827/#categories>

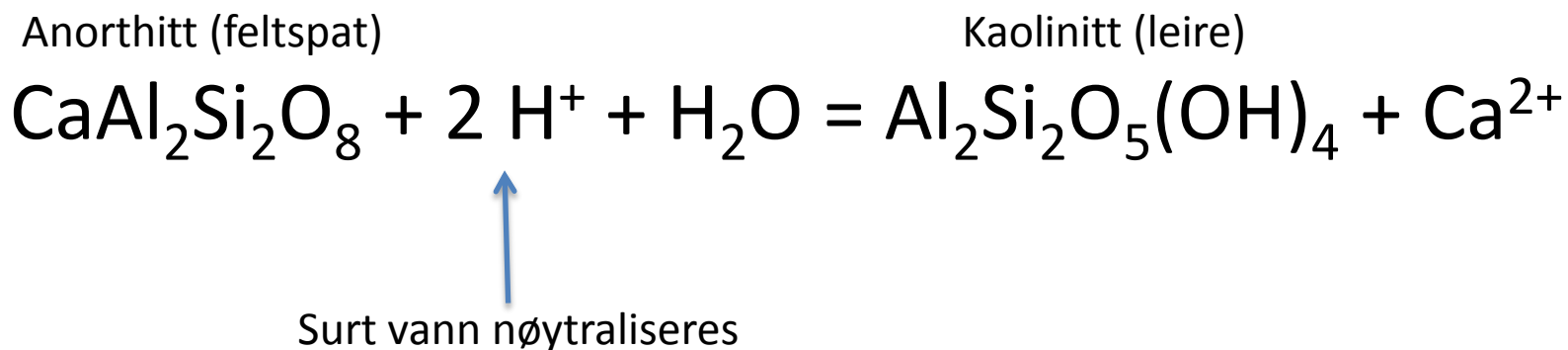
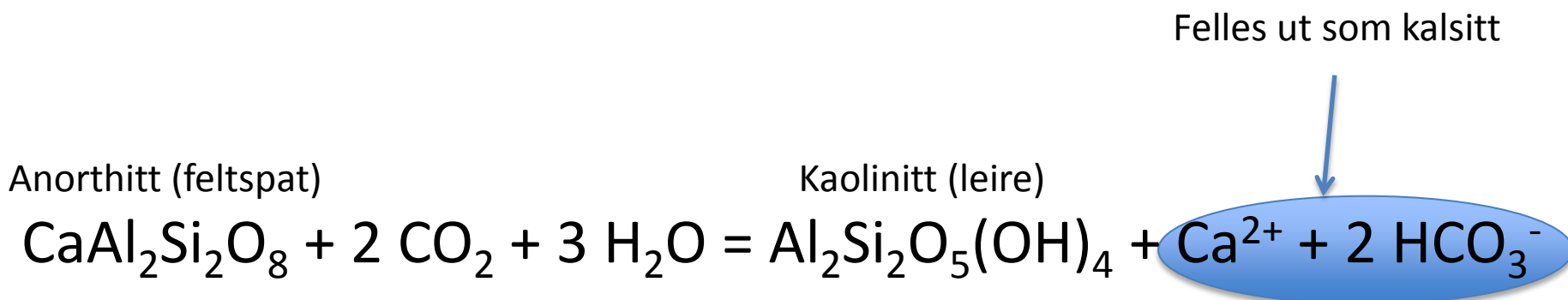
CO₂ og forsuring av vann





Syrenøytraliserende ved sur mage og halsbrann

Hvordan motvirke forsuring av havvann?



Hvilke bergarter og mineraler er interessante?

*mean lifetime of a
1 mm size crystal*

at 25°C and pH 5

- Gabbro
- Anortositt
- Dunitt
- Nefelinsyenitt

Mineral	Log rate (mol/m ² /s)	Lifetime (years)
Quartz	-13.39	34'000'000
Muscovite	-13.07	2.600'000
Epidote	-12.61	923'000
Microcline	-12.50	921'000
Albite	-12.26	575'000
Sanidine	-12.00	291'000
Enstatite	-10.00	10'100
Diopside	-10.15	6'800
Forsterite	-9.50	2'300
Nepheline	-8.55	211
Anorthite	-8.55	112
Wollastonite	-8.00	79
Dolomite		1.6
Calcite		0.1

Lasaga et al. (1994)
modified by Drever, 1997



Avgang fra ilmenittmalmen på Tellnes:

Ca-rik plagioklas, ortopyroksen, klinopyroksen, biotitt, olivin, amfibol og noe oksider og sulfider

Ca-rik plagioklas og sulfider er mest reaktive, men de andre mineralene vil også brytes ned

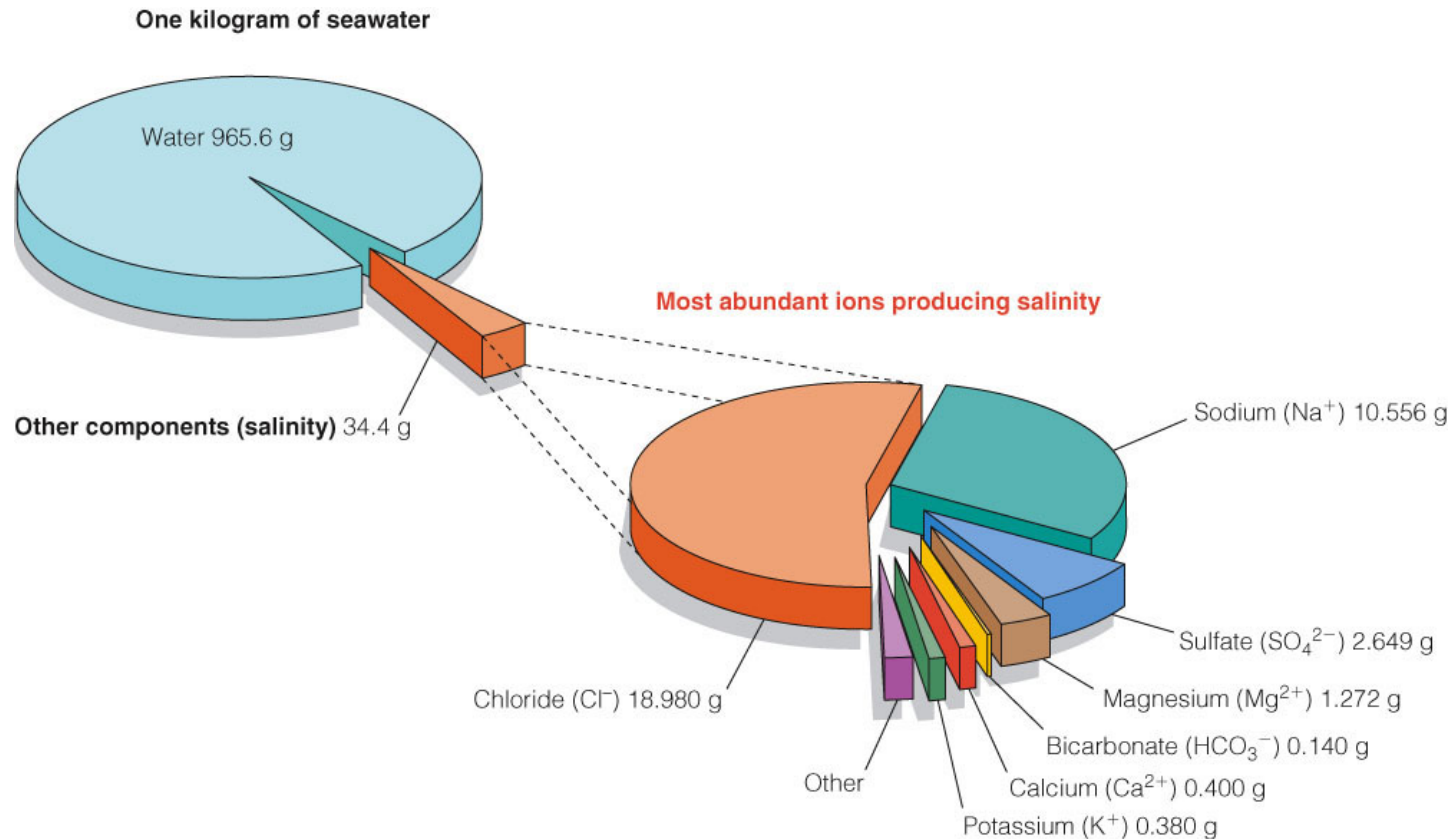
Hav eller land?



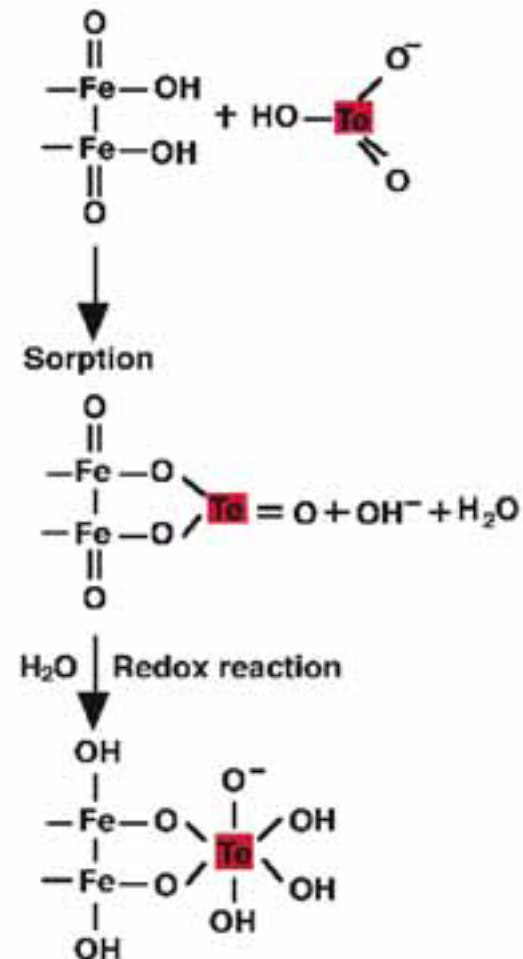
Hvorfor ikke langs en bølgeutsatt fjære? I dette høy-energimiljøet vil partiklene bli knust – forvitringen av mineralene vil gå raskt

Nedbrytningsproduktene:

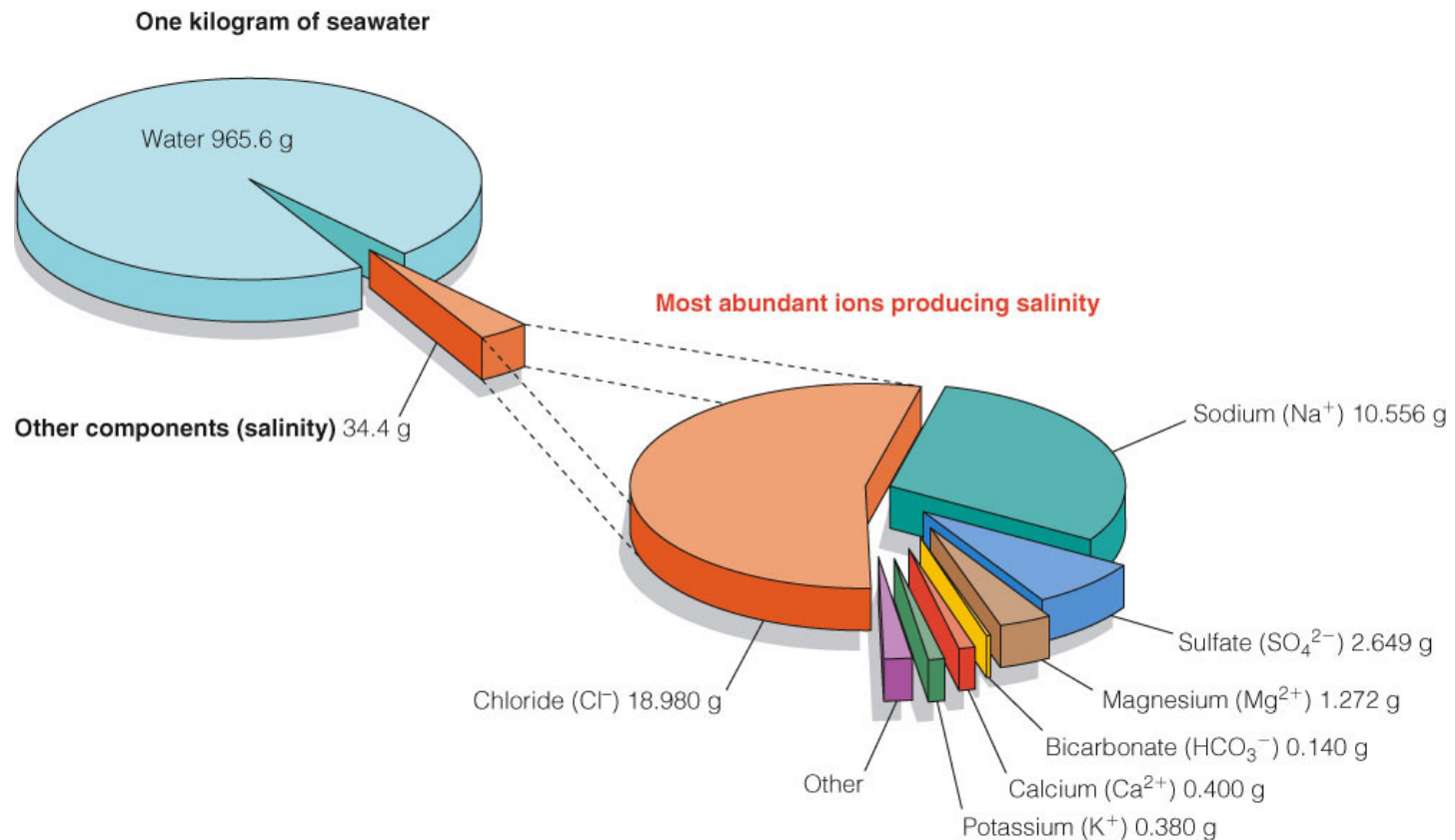
- Silikater forvittrer til leire + oppløste ioner som Ca^{2+} , Mg^{2+} og K^{+} , som alle er naturlige bestanddeler i sjøvann



- Nedbrytning av sulfider og oksider skjer først og fremst ved oksidasjon av Fe^{2+} til Fe^{3+}
- Jern utfeltes som Fe-oksider/hydroksider, som for eksempel goetitt og schwertmannite, eller “Fe-Mn crusts” – et amorft materiale med et enormt overflateareal ($300 \text{ m}^2/\text{g}$) og en enorm adsorbsjonsevne
- Både det vi kaller rust og “Fe-Mn crusts” adsorberer store mengder av Co, Mn, Pt, Te, Ti, Ni, REE, Tl og andre elementer, og vil være i stand til å lagre det meste av miljøfarlige tungmetaller fra Tellnesmalmen



- Svovel som frigjøres ved nedbrytning av sulfider oksideres og danner sulfat: SO_4^{2-} , som er en naturlig bestanddel av havvann (2.65 g/liter)





Land-deponiet for avgangen fra Tellnesmalmen

- Hvilke reaksjoner skjer i land-deponiet på Tellnes?
- Kanskje betydelige mengder av CO_2 allerede er lagret her?

Konklusjon

- Bergarter som gabbro, anortositt og dunitt inneholder reaktive mineraler som i kontakt med vann raskt bryter ned til leire, samtidig med at vannets pH øker
- Deponering av finknust materiale av disse bergartene i en bølgeutsatt strandsone vil antagelig være den mest effektive måten å motvirke forsuring av havvann
- I Norge har vi en rekke forekomster av bergarter som egner seg til dette.
- Avgangen fra enkelte typer av malm, som for eksempel Tellnesmalmen, inneholder store mengder av reaktive silikater, og kan utgjøre en viktig ressurs for å motvirke forsuring av havvann