

# Vand, struktur eller bevægelse?

Trods en ihærdig indsats har forskningen det stadig svært med at forstå væsken vand på det molekylære plan. Det skyldes måske, at vi har været for optagede af at studere strukturer fremfor dynamik, skriver Søren Keiding.

Vand er en eftertragtet ressource. OECD forventer, at klodens vandforbrug i år 2050 bliver på ca. 5500 km<sup>3</sup>. Det svarer til, at der over hele Danmark falder 130 m regn, hvilket igen svarer til alt regnvand over Danmark i 180 år. Så der skal bruges og ikke mindst genbruges en masse vand, før vores fremtidige behov for vand er opfyldt. Og i modsætning til troen på, at videnskabelige fremskridt vil kunne give os erstatninger for mange andre vigtige materialer som eksempelvis olie, kul og jern, skal vi nok ikke regne med, at der i fremtiden lanceres en væske med "nye og forbedrede egenskaber", som kan afløse vand. Så vand er og vil altid være et af de vigtigste forskningstemaer.

## Struktur giver forståelse

De 5500 km<sup>3</sup> vand, som vi regner med at skulle bruge, svarer til et meget stort antal vandmolekyler, og ligesom vi som samfund er udfordret af det enorme vandforbrug, så er videnskaben udfordret af sammenhængen mellem det enkelte vandmolekyles egenskaber og vands egenskaber som væske – altså kogepunkter, frysepunkter, viskositet, tæthed, ledningsevne, osv. Der er mange grunde til, at videnskaben stadig har det svært med vand, men den primære årsag er formodentlig de såkaldte hydrogenbindinger, altså svage bindinger mellem vandmolekylerne, som er med til at holde sammen på de ellers meget lette vandmolekyler. Udfordringen med hydrogenbindingerne er, at de netop er så svage, at de ved stuetemperatur konstant brydes og gendannes.

Vores forståelse af naturen er i høj grad baseret på veldefinerede strukturer, tænk på atomernes opbygning, krystallers struktur og DNA-molekylernes koder, og vi udfordres således, når vi skal forstå og beskrive en væske som vand, som både er struktur og dynamik. Vi har godt styr på is, som er 100 % struktur, og vi har godt styr på vanddamp, der er 100 % dynamik, men væsken vand – den driller stadig.

## Tunneleffekt og tunnelsyn

For nylig har en gruppe forskere på Cambridge Universitetet i England publiceret en artikel, hvor de i meget stor detalje har studeret, hvordan vandmolekylerne bevæger sig i en lille vanddråbe. Faktisk er dråben så lille, at den kun består af 6 vandmolekyler, hvilket er det mindste antal vandmolekyler, der

kan danne en rigtig 3-dimensional "dråbe". Forskerne har vist, at den kvantemekaniske tunneleffekt er ansvarlig for meget af den bevægelse, der foregår i dråben. Resultaterne viser også, at vandmolekylerne ofte flytter sig på en måde, hvor to hydrogenbindinger brydes samtidigt. Hidtil har man antaget, at det er sket ved, at bindingerne gradvist blev bøjet og drejet, således at én binding blev brudt samtidig med, at en ny dannedes. Det spændende ved disse resultater er, at det giver en lidt dybere indsigt i vands dynamik, altså en forståelse af, hvordan hydrogenbindinger hele tiden brydes og dannes. Men, man kan blive også helt træt ved tanken om, hvor kompleks strukturen og dynamikken er for selv den simpleste vanddråbe med blot 6 molekyler! På den måde er der lange udsigter, før vi for alvor begynder at forstå, hvordan blot 1 milliliter vand – for ikke at sige 5500 km<sup>3</sup> – opfører sig på molekylært niveau. Man kan bruge eksemplet med vand til at overveje, om vi som forskere måske har stirret os blinde på strukturer, altså atomer og molekyler, der er ordnet på en helt bestemt måde i forhold til hinanden? Forskningen har de seneste 200 år givet utallige forslag til nye "strukturer" i vand; polyvand, ringe af vandmolekyler, high density og low density vand, homøopatisk vand og "den 4. fase". Ingen af disse både seriøse og mere farverige forslag til nye strukturer af vand har for alvor rykket vores forståelse af vand fremad. Måske kunne vi lære mere om vand og vandmolekyler, hvis vi i stedet blev bedre til at studere dynamik, altså måden vandmolekylerne bevæger sig rundt mellem hinanden og ikke altid søger efter den afgørende vandstruktur. ■



Søren Rud Keiding er professor dr. scient. Han er prodekan for forskning på Science & Technology, Aarhus Universitet og er formand for Det Frie Forskningsråd | Teknologi og produktion. Han er ny ansvarshavende redaktør for Aktuel Naturvidenskab. keiding@au.dk

## SPONSORABONNENTER

GRUNDFOS

novo nordisk

novozymes  
Rethink Tomorrow