



# NATURFAG

## Innhold

Portrettet	04
Fra alkymi til kjemi på 1700-tallet	08
Da den kjemiske revolusjonen kom til Norge	12
Hvorfor har noen kjemiske stoffer flere navn?	15
Skolelaboratoriet i kjemi ved Universitetet i Oslo	18
Kjennetegn og eksempler på kjemiske reaksjoner	23
Læringsbok i kjemi	25
Å forstå kjemi	28
Klassifisering og merking	30
Tips og triks til kjemiforsøk	32
Ett forsøk –ulike læringsmål	42
Forskerspiser –kjemikonkurranse	44
Hvor små er atomer og molekyler?	52
Buckyballer –livets kosmiske byggesteiner?	56
En cocktail av kjemikalier	66
Nanoteknologi og stadig mindre datamaskiner	71
Kjemi i krise?	74
Dataspill i skolen	78
Interaktive animasjoner og oppgaver for Fysikk 1	80
Radioaktivitet i naturfag	84
Radioaktiv psykose	90
Energiskolene –inspirerer til realfag	92
Kari i skolen	94
Feltarbeid –teori omsatt til praksis	98
Forskerfrøkonferansen og Forskerfrøprisen 2011	105

## LEDER



# NATURFAG

Utgitt av  
**Naturfagsenteret**  
(Nasjonalt senter for  
naturfag i opplæringen)

Nummer 1/2011

Redaktør  
**Anders Isnes**

Redaksjon  
**Anne Lea, Wenche Erlien  
og Lise Faafeng**

Redaksjonssekretær og layout  
**Lise Faafeng**

Adresse  
Postboks 1106, Blindern 0317 Oslo

Telefon og e-post  
22 85 50 37/22 85 53 37  
anders.isnes@naturfagsenteret.no  
post@naturfagsenteret.no

Trykkeri  
07

Forsidefoto  
**Kirsten Fiskum**

Opplag 7800  
ISSN 1504-4564

Neste nummer  
kommer i oktober 2011.  
Frist for innsending 10.08.2011.  
Kopiering fritt til skolebruk, men  
forbudt i kommersiell sammenheng.

Abonnement er gratis.  
Send e-post til post@naturfagsenteret.no

## Det internasjonale kjemiåret

Dette nummeret er spesielt viet kjemi og kjemiundervisning. Det har blitt tradisjon for Naturfagsenteret å markere ulike internasjonale år som har tilknytning til naturfagene – så også i år, fordi FN har erklært 2011 som kjemiens år: The International Year of Chemistry. Det er gode grunner til å velge nettopp dette året, fordi det er 100 år siden Marie Curie fikk Nobelprisen i kjemi for "å ha oppdaget grunnstoffene radium og polonium, for å ha isolert radium og for å ha kartlagt egenskapene og forbindelsene til dette bemerkelsesverdige grunnstoff". Hun er også den eneste forskeren som har fått to Nobelpriser. Den første fikk hun i fysikk i 1903 for sitt arbeid med radioaktivitet. Dere finner en fyldig artikkel om hennes liv og arbeider i dette nummeret av Naturfag.

Vi kan også ha andre grunner til å markere kjemiens år og løfte fram kjemi som fag. Kjemi har et omdømmeproblem og rekrutteringsproblem, som mange vil hevde faget deler med andre realfag. Det er for svak rekruttering til kjemifaget i høyere utdanning, og svært mange mennesker har den oppfatningen at kjemi handler om alt som er farlig og usunt, om stoffer som ikke burde være der, om stoffer som forurenser osv. I dette nummeret av Naturfag finner du artikler som tar opp denne problematikken både direkte og indirekte. Du finner mange forslag til interessante og gjennomførbare forsøk beregnet på ulike trinn i skolen, kjemihistorie, omtale av bøker som kan bidra med fagdidaktiske vurderinger, interessante fortellinger og ikke minst hvordan kjemi er en naturlig del om vår hverdag. Boka "Alt er kjemi. Men kjemi er ikke alt" skal være ferdig i august, og Naturfagsenteret har kjøpt opp en del av opplaget for å dele ut til skoler og lærere. Boka inneholder en rekke artikler som tidligere har stått i tidsskriftet Kjemi. "En cocktail av kjemikalier" er en annen bok som vi både omtaler og som vi har smakebiter fra i dette nummeret. Fra omtale sakser vi: "Det er ikke dumt å vite litt om hva som skjuler seg i flasker og bokser vi har på for eksempel badet, kjøkkenet og vaskerommet. Antirynkekremer er effektive sier reklamen, men hvor effektive er de? Hva skjer når far setter en brøddeig, mor skjærer løk eller minstemann popper popkorn?" Dette mener vi burde pirre læreres nysgjerrighet og leselyst, slik at temaene kan trekkes inn i undervisningen på passende steder. Lærere som underviser i naturfag/kjemi vil også ha nytte av å skaffe seg læreboka som er skrevet til den nye lærerutdanningen 5-10: Kjemi for lærere. Den er

blant andre skrevet av Vivi Ringnes som er portrettintervjuet i dette nummeret. Hun har bidratt vesentlig til å sette kjemididaktikken på dagsorden i Norge. Boka er omtalt helt mot slutten av dette nummeret. Vi har også valgt å ta med oversikter over viktige Internettadresser for kjemiundervisning og oversikt over firmaer som leverer utstyr til kjemiundervisningen, fordi vi ofte får slike henvendelser fra lærere. I det hele tatt: Vi håper at lesingen av dette nummeret av Naturfag skal styrke interessen for kjemifaget hos lærere og bidra med inspirasjon og ideer som kan leves ut i undervisningen.

I dette nummeret finner du også et par artikler om radioaktivitet. Det er ikke bare på grunn av at Marie Curie fikk Nobelprisene sine for arbeidene med radioaktivitet og radioaktive kilder, men også fordi det er 25 år siden Tsjernobylulykken og en høyst aktuell ulykke i Japan. Skadene som oppsto i kjernekraftverket i Fukushima etter jordskjelv- og tsunamikatastrofen i Japan, har igjen brakt radioaktivitet på dagsorden over hele verden. Det gir en gyllen anledning til å ta dette opp i undervisningen. Artiklene gir både undervisningstips og noen kritiske merknader til det vi ellers får gjennom massemediene.

### **Når vi ut?**

Hvor godt når Naturfagsenteret ut til brukerne – det vil si til lærere som underviser i naturfagene i grunnopplæringen og lærerutdanningene? Dette er et spørsmål som vi som arbeider ved Naturfagsenteret er opptatt av, og det er selvfølgelig våre oppdragsgivere også: Kunnskapsdepartementet og Utdanningsdirektoratet. Naturfagsenteret har som ambisjon å være relevant, bli brukt og bety en forskjell for naturfagundervisningen. Vi tenkte det kunne være interessant for lesere av Naturfag og de som er opptatt av virksomheten ved Naturfagsenteret, å få vite noe om hvor godt vi når ut i skoleNorge. Abonnementstallet for tidsskriftet Naturfag er i dag på omtrent 3000. Det kan vi selvfølgelig være tilfreds med, selv om det er noe mindre enn antall skoler i Norge. Vår ambisjon er å nå ut til alle lærere som underviser i naturfag i grunnopplæringen, selv om de ikke definerer seg som naturfaglærere. Derfor har vi valgt å sende dette nummeret av Naturfag til alle landets skoler med oppfordring om å tegne abonnement. Det burde være enkelt å bli abonnement, for tidsskriftet er gratis. Hver enkelt lærer kan tegne eget abonnement – det behøver ikke være skoleabonnement. Vi har valgt å tilby gratisabonnement, fordi dette er en måte vi kan inspirere og spre informasjon, kunnskap og ideer om god naturfagundervisning.

Tidsskriftet Nordina er et forskningstidsskrift som gis ut på nordisk basis. Her er fagdidaktiske forskningsartikler fra de nordiske landene, skrevet på et skandinavisk språk eller engelsk. De lærere som ønsker å holde seg oppdatert på naturfagdidaktisk forskning i Norden, kan abonnere på dette tidsskriftet. Det er også gratis, fordi vi ønsker at lærere også skal kunne å følge med i den forskningsmessige utviklingen i naturfagdidaktikk. Dersom du ønsker å abonnere på Nordina, kan du gå inn på nettsiden til Naturfagsenteret og finne kontaktadresse.

Naturfagsenteret har i dag ansvar for sju ulike nettsted med noe ulik profil. Du finner oversikt på førstesiden til [www.naturfagsenteret.no](http://www.naturfagsenteret.no). Besøkstallene har økt betraktelig det siste året, noe som tyder på at vi når ut til mange lærere. I 2010 var besøkstallet på [naturfag.no](http://naturfag.no) godt over 500 000 og tallet for sidevisninger over 6,5 millioner. For [viten.no](http://viten.no) var tallene omtrent 470 000 besøk og over 15 millioner sidehenvvisninger. Vi må si oss fornøyd med disse tallene, men potensialet er større, og vi ber om hjelp fra brukere om å spre kunnskapen om ressurser som er tilgjengelig på disse nettstedene.

### **Ambisjonsnivået**

I forrige nummer av Naturfag skrev jeg om at Kunnskapsdepartementet ønsket en gjennomgang av Kunnskapsløftets ambisjonsnivå i forhold til noen andre utvalgte land. Rapporten foreligger nå under tittelen ”Kunnskap og læringsambisjoner for ungdom i seks land”, og den er en komparativ analyse av læreplaner i

Sverige, Danmark, Finland, New Zealand og Skottland. Fagene som undersøkes er norsk (majoritetens morsmål), engelsk (første fremmedspråk), matematikk, naturfag og samfunnsfag. og kort oppsummert kan vi slå fast følgende: Norske læreplaner har i hovedsak et høyt ambisjonsnivå, selv om det er store variasjoner innen fag og mellom fag. De norske læreplanene er mer overordnede og mindre detaljerte enn i de andre landene. De forplikter derfor i mindre grad, og av den grunn kan vi si at de har et lavt ambisjonsnivå. Dersom vi fokuserer på taksonomien i verbene som er brukt i kompetansemålene, ligger de norske læreplanene overveiende på samme eller høyere nivå enn de andre landene. Noen land som er undersøkt, har detaljerte innholdsbeskrivelser, og det begrenser og styrer det som forventes at elevene. Lav presisjon, som i de norske planene, overlater mer til lærer og elev, og gir rom for ulike tolkninger av forventet bredde i faginnholdet.

Dersom vi ser på helheten i læreplanene der også formålsbeskrivelsene og beskrivelser av grunnleggende ferdigheter trekkes inn, øker kompleksiteten i målsettingene, og de norske læreplanene framstår med høye ambisjoner for elevene. Rapporten understreker et interessant trekk ved norske læreplaner:

”Et typisk trekk ved formålene for fag i norske læreplaner er fokuset på den samfunnsaktive elev. Skole og undervisning er ikke like tydelig begrepsfestet i læreplanene i Norge som i våre naboland. De norske læreplanene ligger foran når det gjelder å tematisere globale spørsmål og medborgerskap, noe som forsterker den samfunnsmessige relevansen av utdanningen. Vi ser en liknende orientering i nye reformer i Skottland og Finland.

Sammenlignet med de andre landene skiller Norge seg ut ved å detaljregulere det totale timetallet for hvert fag. Flere land vi sammenligner oss med (for eksempel Skottland, Finland og New Zealand) opererer med stor lokal frihet til å bestemme totaltimetall. Norge ligger høyt i timeressurser til samfunnsfag og religion, mens Danmark satser på morsmål, fremmedspråk og kunstfag. Finland bruker prosentvis mer tid på matematikk, naturfag og kunstfag. I den nye stortingsmeldingen om ungdomstrinnet sies det: ”Hvis man sammenlikner det obligatoriske minstetimetallet eller det veiledende timetallet for ulike faggrupper på tvers av de nordiske landene, ligger Norge høyt i timetall på de fleste faggruppene. Et unntak er naturfagene, der vi har færrest timer.”

Er da konklusjonen at vi trenger flere timer til naturfag og tydeligere læreplaner? Ambisjonsnivået er det tydeligvis ikke noe å si på. Det er også grunn til å spørre etter kvaliteten på undervisningen, når vi etterspør elevers læringsutbytte i naturfag.

*J Anders Jones*



## PORTRETTE VIVI RINGNES

# Kjemi; - et spennende, virkelighetsnært, forståelig og strukturert fag!

Overskriften er sitat fra *Kjemi fagdidaktikk – Kjemi i skolen*.  
Boka er skrevet av Vivi Ringnes og Merete Hannisdal.

### Første kjemididaktiske doktorgrad i Norge

Vivi Ringnes var den første i Norge som tok doktorgrad i kjemididaktikk. Dr.scient.-avhandlingen fra 1993 hadde tittelen *Elevers kjemiforståelse og læringsvansker knyttet til kjemibegreper*. Den var en følge av Vivis deltakelse i den første store skoleundersøkelsen av naturfagene i Norge, SISS (Second International Science Study). Hun satt i ressursgruppa og skrev den ene rapporten *Elevene og naturfagene i videregående skole* (1988). I tillegg til SISS-resultatene i kjemi fra Vg3 foretok Vivi en analyse av skriftlige eksamensbesvarelser fra 3KJ-elever. Avhandlingen ble sendt alle videregående skoler i landet med kjemi. Ikke alle doktorgrader får den æren! Etter doktorgraden gikk hun over i fast vitenskapelig stilling ved Universitetet i Oslo (UiO).

### Ikke første kvinne

Vivis interesse for kjemi går langt tilbake. Hun valgte reallinje på videregående skole den gang mindre enn 10 % av befolkningen tok studieforberedende utdanning eller examen artium som det het. Rett etter artium dro hun som 17-åring til Edinburgh for å studere kjemi på universitetet. Etter et år ble hun innkalt til sin professor, som var leder for utdanningen. Hun hadde søkt kjemiingeniørutdanning i Skottland, for den var kortere enn reallistutdanningen i Oslo, og for å lære språket. Men ønsket hun virkelig dette studiet som aldri hadde hatt noen kvinne før? Nei, hun ville nok heller ta "ren" kjemi, for noen teknikere verken var eller er hun.

### Kjemi, jobb og ung mamma

20 år gammel var hun ferdig med sin B.Sc. i kjemi med støttefagene biokjemi, fysiologi og matematikk. Etter endt utdanning arbeidet hun to år som kjemiker i farmasøytiske bedrifter i Oslo



og København. Det ga god erfaring i laboratoriearbeid for senere skolejobb. Så giftet hun seg, fikk sitt første barn og var med sin mann til München.

- *Du fikk lyst til å skifte jobb, hva slags arbeid ønsket du deg?*  
- Jeg hadde lenge hatt lyst til å være lærer. Første smak på lærerjobben var da jeg gikk i 2. realskoleklasse (9. kl.), og læreren min ba meg ta en vikartime for ham i engelsk for 7. klasse. Det gikk fint! Med en ettåring jeg ville være minst mulig borte fra, var tiden inne til å sette ønsket ut i livet. Jeg tok pedagogisk seminar og begynte som lærer ved Eikeli videregående skole. Skolearbeidet har vært helt fantastisk! Jeg underviste både i "naturhistorie",

## PORTRETET VIVI RINGNES

matematikk og fysikk i realskolen og kjemi i gymnasiet. Da jeg ble satt til å undervise også i biologi, tok jeg videreutdanning på UiO ved siden av skolearbeidet. Med elevene var jeg på mange ekskursjoner til kjemibedrifter og på flere 5 dagers biologiturer. Det ga godt samhold. Men jeg husker at jeg måtte betale for turene selv, og jeg hadde eneansvar for 29 elever hele uken. Avspasering var et ukjent ord på den tiden. I 22 år var jeg på Eikeli.

- *Du begynte på det som skulle bli din første lærebok?*

- Ja, elevene hadde tre forskjellige lærebøker i naturfaget som skulle være et integrert fag! Jeg brukte en sommerferie på å skrive begynnelsen på en integrert "bok" og fortsatte gjennom skoleåret. Jeg skrev for hånd og kopierte på spritduplikator. En spritduplikator vet vel de færreste hva er i dag, men det var et system som blant annet ikke tillot retting! Med disse arkene gikk jeg til Cappelen og var så heldig å få skrive kjemidelen i deres nye læreverk *Naturfag* for Vg1. Integreringen gikk da på at det ble én bok, men det var fire hoder som strevde med felles oppfatning.

- *Hva er viktig i arbeidet som lærer?*

- Fagkunnskap er viktig, men skal du være lærer må du i tillegg ha et menneskelig engasjement. Du må se at det er mennesker du har med å gjøre. Du må lære dem å kjenne og bry deg om dem, da får du mye tilbake.

- Jeg har fremdeles kontakt med elever, og noe av det morsomste jeg har vært med på var en fest blant tidligere elever som feiret 25 års jubileum. Vi delte minner fra turer og ting som hendte i mine og andres timer. Det var spennende å høre hva de hadde gjort og opplevd etter skolen. Mange av elevene hadde valgt naturfaglige studier.

- *Nytt jobbskifte?*

- Ja, da jeg var 46 år sa jeg til elevene at nå hadde jeg vært her så lenge at jeg måtte finne på noe nytt. På den tiden ble det utlyst en stilling som skolelektor ved Skolelaboratoriet i kjemi, UiO. Den hadde jeg lyst på. Formelt sett skulle jeg hatt hovedfag, men jeg fikk stillingen uten. Jeg hadde blant annet "arksamlingen" i naturfag fra Eikeli vgs å vise til og var leder for faggruppen for kjemiundervisning i Norsk kjemisk selskap. Jeg jobbet for å få til norsk deltakelse i kjemiolympiadene. Mens jeg var skolelektor tok jeg cand.scient.-eksamen. Da kom de to Sveinene, Svein Lie og Svein Sjøberg og sa: "Vivi, du kan ikke stoppe med dette, du må ta dr. grad". Slik ble det!

*Vivis latter sitter løst og er smittende, hun ler og sier:*



**Merethe Hannisdal, Truls Grønneberg og Vivi Ringnes har alle nedlagt et stor arbeid med å fremme kjemifaget i norsk skole.**

- og nå har jeg vært her ved UiO i 30 år! Jeg har jobbet på Skolelaboratoriet og på Institutt for lærerutdanning og skoleutvikling. Etter at jeg ble pensjonist har vært så kjempeheldig å få være på Skolelaboratoriet i kjemi hos Truls Grønneberg. Alle årene med Truls har vært lærerike og svært hyggelige og har ført til mange samarbeidsprosjekter.

### **Bøker, språk og kjemi i norsk skole**

Vivi kom ung og entusiastisk inn i norsk skole. Hun stilte seg tidlig spørsmål som: "Hva lærer elevene av kjemi? Hvilke begreper synes de er vanskelig? Hvilken betydning har fagplaner og lærebøker? Hvorfor husker voksne så lite kjemi?" - spørsmål med stor aktualitet også i dag. Som lærer i videregående skole opparbeidet hun seg kunnskap om dette, men slike erfaringer får ikke så lett status som vitenskapelig viten. Vivi har utfordret kjemistudentene sine på PPU ved UiO og lærerne hun har hatt på etter- og videreutdanningskurs i kjemifaglige og kjemididaktiske diskusjoner gjennom mange år. Hun har inspirert elever og studenter. Gjennom bøker og forskning har hun bidratt til å fremme kjemifaget i Norge.

- Jeg har alltid vært opptatt av språk. I Skottland gikk alt på engelsk, i Danmark dansk, og i Tyskland tysk, og fransk startet jeg med i 4. klasse på barneskolen. Sengelitteratur i fjor var *Ja visst kan du gresk og latin*. Den boka vil jeg anbefale, veldig artig. Og det er jo masse gresk og latin i kjemispråket!

Vivi er særlig opptatt av fremmedord og nomenklatur. Heftet *Hvordan sette navn på kjemiske stoffer?* ble utgitt på Cappelen i 1984 og senere (1996) kom en utvidet og omarbeidet utgave

## PORTRETTE T VIVI RINGNES

under tittelen *Navn på kjemiske stoffer*. I dag er boken makulert, men med IKT-støtte fra Naturfagsenteret og Skolelaboratoriet i kjemi er deler av boka tilgjengelig på nettet.

Sammen med Merete Hannisdal har Vivi skrevet den første boka i kjemi fagdidaktikk, *Kjemi i skolen* på HøyskoleForlaget. Den var et nybrottsarbeid, og den er kommet i en revidert utgave. Læreverket *Kjemien stemmer* ruver i videregående skole. Det er skrevet sammen med Merete og de tre kollegene på Skolelaboratoriet – Truls Grønneberg, Bjørn Pedersen og Brit Skaugrud. Bøkene er kommet i mange opplag.

### Ny viktig kjemibok

-Det er visst bare 6 kjemikere i dag i norsk lærerutdanning for grunnskolen, mens det er 80 biologer og 17 fysikere. Av mangel på kjemilærere trengs i hvert fall en kjemibok. Derfor sa jeg ja da Merete spurte om jeg ville være med å skrive en lærebok på Gyldendal for denne utdanningen. Merete er ikke bare en dyktig fagperson, men også en person jeg setter stor pris på. Vi lager en kjemibok, men har hele tiden tanke for hvordan fagstoffet skal anvendes i skolen og hvilke vansker lærerstudenten kan møte. Den blir klar til studieoppstart til høsten og heter *Kjemi for lærere. Naturfag i grunnskolelærerutdanningen 5. – 10. trinn*.

- *Hva er viktig i livet ditt?*

- Jobb og arbeid er viktig, men samvær med barnebarn setter jeg veldig høyt. Det er blitt ni. Den eldste er ferdig utdannet og har blitt lærer.

Vivi er til rådighet for barnebarn både i dagliglivet og når det er ferie. Hun tar dem med på turer i inn- og utland. Turene har gått til Island, Svalbard, USA, Italia og Hellas på fotturer, gjerne i regi av Turistforeningen.

- *Hva vil du ha mer av?*

-Jeg skal i alle fall leve til jeg er 90 år, og da må jeg holde meg i form både i hodet og i kroppen. Den daglige treningen og aktiviteten er viktigere enn før. Trener på Sats. Og så må vi gjøre noe selv hvis vi vil ha venner. Jeg har ennå kontakt med kvinnelige lærere fra Eikeli. Vi tar tre turer eller utflukter i hvert semester, og det gir mange fine opplevelser og mye hygge.

Vivi er nå 74 år. Hun er en stor entusiast som tar imot utfordringer. Hun er et forbilde, aktiv og alltid parat til å dele latter og godt humør. Ordet kjemi har sitt opphav i alkymi, som er kunsten å omdanne metaller til gull. I alkymien lette man også etter saften som skulle gi evig liv.



Læreverket *Kjemien stemmer* er mye brukt i norsk videregående skole. Høsten 2011 gir Merethe Hannisdal og Vivi Ringnes ut *Kjemi for lærere. Naturfag i grunnskolelærerutdanningen 5. – 10. trinn*.

### Tre ”på gata” om Vivi

#### Om Vivi fra en medforfatter:

- kunnskapsrik og oppdatert
- opptatt av å presentere kjemi slik at fagstoffet blir logisk og forståelig
- svært utholdende i arbeidet
- orker å ta stilling, mener alltid noe, og diskuterer gjerne
- jobber med glede og entusiasme - alltid!

Merete Hannisdal

#### Om Vivi som lærer:

Vivi var den første og eneste læreren på videregående som det var naturlig å tiltale med fornavn. Og hun aksepterte det. Smittende humør, entusiasme for faget og spennende demonstrasjoner - ikke rart de fleste i klassen valgte videre studier i medisin og realfag.

Bjørn Faafeng

#### Om Vivi som kollega:

Vivi Ringnes er en pioner for kjemifaget i Norge. Hun var den første i Norge og kanskje også i Norden da hun i 1993 tok sin doktorgrad i kjemididaktikk. Hun hadde med seg en lang skoleerfaring da hun ble forsker. Med sin klare og skarpe faglighet og sitt gode humør ble hun en inspirasjon for alle oss som bygget opp et norsk miljø i naturfagene didaktikk. Vivi står godt til tittelen på en av de mange lærebøker hun har vært med på å skrive: *Kjemien stemmer*.

Svein Sjøberg

## KJEMIÅRET FRA ALKYMI TIL KJEMI



# Fra alkymi til kjemi på 1700-tallet

**Alkymi var en kombinasjon av filosofiske betraktninger, mystisisme og kjemisk viten. Den hadde sin opprinnelse blant oldtidens greske filosofer og preget Europa helt frem 1600- og 1700-tallet.**

Mange alkymister hadde som mål å fremstille gull. De trodde at alle andre metaller var ufullkomne eller syke, og ved hjelp av visse eliksirer kunne de forvandles til gull. Elixirsirene ble også kalt de vises sten, noe som ikke bare var nødvendig i gullmakeri, men som også skulle kunne fri menneskene fra sykdom og gi oss evig liv. En kort sjekk på Internett viser at alkymien lever videre selv om de færreste i dag er så opptatt av å lage gull som av å finne veien til et evig liv. Alkymien har mange filosofiske betraktninger og mystikk, men lite kjemisk viten.

Da ingen alkymister greide å lage gull og heller ikke å forlenge livet på sine kongelige, adelige eller klerikale pasienter, – snarere tvert i mot – fikk alkymistene ord på seg å være svindlere og ble svært upopulære. Men det kom noe godt ut av all deres strev. De hadde skaffet seg kunnskap om mange stoffer, og de hadde utviklet teknikker som destillasjon og krystallasjon. Men de var lite åpne og skjulte sine resultater i symboler som det er vanskelig å tolke i dag.

Fra gammelt av er kjemi læren om stoffene, hvordan de kan fremstilles, hvilke egenskaper de har og hvordan de reagerer med hverandre. Det er selvfølgelig ikke bare alkymister som har bidratt til kunnskap om stoffer. Kokker, bønder, metallprodusenter helt fra jernalderen og farmasøyer har også bidratt, men kjemi som et fag undervist på universitetet og i skolen kom først på begynnelsen av 1800-tallet. Kjemifaget er et barn av opplysningstiden på 1700-tallet, og 1800-tallet blir kalt kjemiens århundre. Da gikk kjemien fra å være et fag på makronivå til å bli et fag hvor observasjonene ble forklart med modeller på mikronivå. Modellene ble verifisert først på 1900-tallet hvor atomer og molekyler ble akseptert av alle.

### Den kjemiske revolusjon

På slutten av 1700-tallet skjedde det en dramatisk endring i synet på hva som skjedde i kjemien, og den var så fundamental at den av mange blir kalt en revolusjon. Det gjaldt særlig hva et grunnstoff er og hva som skjer i en forbrenning. Helt fra oldtiden hadde det bare vært fire grunnstoffer: ild, luft, vann og jord – nå endret synet på hva et grunnstoff er, og det ble svært mange flere. I hundre år hadde teorien vært at når et metall brenner, avgir det flogiston og danner en metallkalk. Nå ble det påstått at flogiston ikke eksisterer, og at i forbrenningen er det en gass i luften som reagerer med metallet. Dessuten ble de gamle trivialnavn på stoffene erstattet med rasjonelle navn. De gamle navnene gjør det vanskelig å lese en kjemibok skrevet før 1800 fordi de er helt forskjellig fra dagens. Sentral i denne dramatiske endringen var Antoine Laurent Lavoisier.

### Hvem var Lavoisier og hva var det han fant?

Lavoisier ble født 26. august 1743 i landsbyen Villers-Cotterêts, som ligger 80 km nordøst for Paris, og han ble halshugget (giljotinert) 8. mai 1794 i Paris. Lavoisier var utdannet jurist, men han ble en av de mest kjente kjemikere i historien.

Han mistet sin mor som femåring. Faren hadde penger, og han støttet sin eneste sønn. Men Lavoisier ønsket å leve som forsker, og da var det nødvendig med større inntekter. Han gikk derfor inn i Ferme générale, et selskap som krevde inn skatter for kongen på en seksårs kontrakt. Skatteinnkreverne var upopulære, og dette valget skulle få store konsekvenser for Lavoisier under den franske revolusjon.

En kollega av ham i la Ferme anmodet ham om å gifte seg med hans datter, den 14 år gamle Marie-Anne-Pierette Paulze, og



# KJEMIÅRET FRA ALKYMI TIL KJEMI



Oljemaleri av Jacques-Louis David: "Monsieur Lavoisier and his wife", malt i 1788. Maleriet henger i The Metropolitan Museum of Art, New York

dette gjorde Lavoisier i 1771. De fikk ingen barn, men hun ble en aktiv medarbeider både i laboratoriet og sosialt. Tegning lærte hun av maleren Jacques Louis David, og mange av apparatene de brukte i sine eksperimenter er tegnet av henne. Hun oversatte også vitenskapelige artikler fra engelsk og latin til fransk for sin mann – språk han ikke behersket.

## Jord er ikke et grunnstoff

22 år gammel ble Lavoisier innvalgt som medlem av vitenskapsakademiet. En av hans første oppgaver var å avgi en uttalelse om Paris' vannforsyning. Han studerte rensing av vann ved destilla-

sjon. De trodde den gang, etter Aristoteles, at vann kunne omformes til jord. Lavoisier kokte vann i en lukket glassflaske i 100 døgn, og han så at det ble dannet et fast stoff i flasken. Vekten av flaske m/innhold var uforandret etter forsøket, men flasken hadde avtatt i vekt like mye som stoffet i flasken veide. Lavoisier hevdet at massen alltid er konstant i en kjemisk reaksjon. Derfor måtte det som ble kalt jord ha kommet fra flasken og ikke fra vannet. Samme konklusjon trakk også svensken Carl Wilhelm Scheele omtrent samtidig. Han hadde ikke arbeidet kvantitativt slik som Lavoisier; han hadde analysert stoffet som ble dannet i vannet og funnet at det inneholdt de samme stoffene som glasset besto av.

## Forbrenning

Lavoisier er mest kjent for sin oppklaring av hva som skjer når et stoff brenner. De tyske kjemikerne Becher og Stahl hevdet på slutten av 1600-tallet at alle brennbare stoffer inneholdt et stoff de kalte flogiston. Dette stoffet ble avgitt når stoffet brant. Lavoisier startet i 1772 sine undersøkelser av hva som skjer når en diamant oppvarmes i luft. Andre hadde funnet at diamanten forsvant, hvilket også Lavoisier fant hvis diamanten lå åpen i luften i brennpunktet for en linse rettet mot solen. Men la han diamanten inne i en glassklokke med luft og vann, fant han at diamanten avtok i vekt, noe av luften ble brukt opp og vannet ga bunnfall når det ble tilsatt kalkvann.

I dag er det lett å tolke disse resultatene, for vi vet at diamant er ren karbon, men det visste ikke Lavoisier i 1772. Han visste heller ikke, som hans samtidige, at det eksisterer flere gasser; de omtalte alt som luft. Men i løpet av noen år viste mange forskere, som Joseph Black, Henry Cavendish, Carl Wilhelm Scheele og Joseph Priestley, at det var mange forskjellige gasser – eller "lufter" som de kalte det. Også Lavoisier bidro, men hvem som oppdaget først de forskjellige gassene er vanskelig å fastslå med sikkerhet. Her forsvarer hver nasjon sine helter.

Lavoisier studerte forbrenning av fosfor og svovel og reaksjonen mellom tinn og bly med luft. I 1774 besøkte Priestley Lavoisier i Paris og fortalte at han hadde fremstilt en ny "luft" ved oppvarming av en kvikksølv-forbindelse. Lavoisier gjentok forsøket, og i løpet av de neste årene kom han etter hvert fram til en annen oppfatning av hva som skjer ved forbrenning enn Black, Cavendish, Scheele og Priestley, som alle hele livet ut fastholdt at flogiston eksisterte. I en publikasjon fra 1777 viste Lavoisier at han hadde kommet i mål og beskrev observasjonene slik vi gjør i dag. Han forklarte også åndedrettet slik vi gjør i dag.

# KJEMIÅRET FRA ALKYMI TIL KJEMI

## Det er flere grunnstoffer i luften

I 1779 ga Lavoisier gassen som underholdt forbrenning, navnet oxygéne. Ordet betyr syredanner, og Lavoisier ga gassen det navnet, fordi han ved forbrenning av fosfor fikk et stoff som løst i vann ble fosforsyre og fra svovel svovelsyre. Han konkluderte derfor med at alle syrer inneholder oksygen. Men her tok han feil, da Davy i 1810 fant at saltsyre ( $\text{HCl}(\text{aq})$ ) ikke inneholdt oksygen. For Lavoisier var det *oksidet* som var syren. Det var først Davy som hevdet at syren oppsto når oksidet ble løst i vann. Syreegenskapen var knyttet til hydrogen (fra vannet) som lot seg erstatte av et metall (som når sink reagerer med saltsyre og gir hydrogengass. I dagens språk blir  $\text{SO}_3(\text{g})$  til svovelsyre ( $\text{HO})_2\text{SO}_2(\text{aq})$  og  $\text{P}_4\text{O}_{10}(\text{s})$  til fosforsyre ( $\text{HO})_3\text{PO}(\text{aq})$  når oksidene løses i vann. (Men husk at Lavoisier skrev ikke formler, de ble først innført av Berzelius i 1813, og Lavoisier trodde ikke på atomer, de ble først innført på en fruktbar måte av Dalton i 1807.)

Resten av luften kalte Lavoisier først mofette (av fr. 'giftig luft'), fordi dyr døde når oxygéne var brukt opp. Senere forandret han navnet til azote (av gr. 'uten liv'). På norsk kalte vi helt til 1958 gassen kvelstoff av samme grunn. I dag kaller vi gassen nitrogen som betyr salpeterdanner fordi salpeter (et nitrat) lages fra luft, slik som Birkeland gjorde, mens man på fransk holder fast ved azote.

Det tok tid før det nye synet på forbrenning ble alminnelig akseptert selv i Paris. I ettertid er det også funnet fram til andre som hadde lignende tanker om forbrenning som Lavoisier tidligere eller omtrent samtidig, men Lavoisier har blitt stående med æren.

## Vann er ikke noe grunnstoff

Henry Cavendish var i 1767 den første til å fremstille gassen som senere fikk navnet hydrogen. 16 år senere viste han at det ble dannet vann når gassen reagerte med luft, men han forklarte resultatet på grunnlag av flogistonteorien. Samme år kom Cavendish' assistent til Paris og fortalte om eksperimentet til Lavoisier. Lavoisier gjentok eksperimentet dagen etter, og hans radikale forklaring var at vann ikke er et grunnstoff, som oldtidens filosofer hevdet, men en kjemisk forbindelse mellom to gasser. Han viste det ved et motsatt eksperiment. Han dryppet vann inn i et glødende jernrør, og da kom det hydrogengass ut av røret mens det ble dannet rust (et jernoksid) i røret. Så han hadde spaltet vannet i to enklere stoffer.

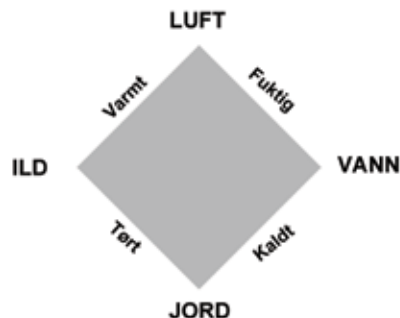
Hans samtidige trodde heller ikke på ham her, og da publiserte Lavoisier sitt angrep på flogistonteorien. Han hadde fått ammunisjon fra sin kones oversettelse av en artikkel på engelsk om flogiston skrevet av Richard Kirwan (1733-1812), som hun hadde forsynt med kritiske kommentarer. Lavoisier hevdet at det var uklart hva flogiston var, at flogiston ble gitt forskjellige egenskaper av forskjellige forskere, at det kunne tilskrives negativ vekt og at de ikke trengte flogiston for å forklare forbrenning.

## Grunnstoff

Også alkymistene skilte mellom et rent stoff og blandinger, og de fant to måter å rense et stoff. Det ene var ved omkrystallisering, og det andre var med destillasjon. Etter at termometeret kom i alminnelig bruk rundt 1600-tallet kunne de teste om stoffet var rent ved å måle smeltepunkt. Et skarpt smeltepunkt viser at stoffet var rent (aldri 100 %, men rent nok til å gi reproduerbare målinger.)

Neste skritt i utviklingen var å skille mellom et grunnstoff og en forbindelse. Lavoisier ga en praktisk definisjon: *et stoff som ikke lar seg separere i enklere stoffer er et grunnstoff*. Han stilte opp en liste over 33 grunnstoffer. Mange av dem ser vi på som grunnstoffer også i dag, men enkelte har senere vist seg å være forbindelser. Først på listen kom *lys* og *varme*, noe vi synes er helt malplassert.

Lavoisier var ikke den første som definerte et grunnstoff på denne måten. Robert Boyle i boken *The Sceptical Chymist* fra 1661 hadde den samme idéen, men han var ikke helt klar. Også andre kjemikere enn Boyle brukte ordet på samme måte i tiden mellom Boyle og Lavoisier. Mange begreper har ikke bare en oppdager, og det tar tid før nye idéer slår igjennom.



# KJEMIÅRET FRA ALKYMI TIL KJEMI

Oldtidens filosofer snakket også om grunnstoffer (elements), men i en helt annen betydning, selv om de ikke alltid var helt presise – de var jo filosofer. De tenkte seg fram og så ikke behovet for eksperimenter. Deres elementer er illustrert i figuren på forrige side. De fire elementene ild, luft, vann og jord er en kombinasjon av et substrat og to av fire egenskaper varm, kald, fuktig og tørr. Da egenskapene ifølge Aristoteles lot seg ombytte, måtte dette bety at elementene også skulle kunne omdannes i hverandre. På den måten ble Aristoteles' lære det filosofiske grunnlag for alkymistene og deres forsøk på å lage gull.

## Nye navneregler (nomenklatur)

Med de nye resultatene i kjemien som Lavoisier og andre hadde kommet fram til, oppsto et behov for å lage nye regler for å sette navn på kjemiske forbindelser. Et nytt kjemisk stoff hadde tidligere fått navn etter fargen på stoffet, etter hvem som hadde fremstilt det først eller etter en karakteristisk egenskap av stoffet. Arbeidet ble derfor startet for å erstatte slike trivialnavn med rasjonelle navn. Lavoisier deltok i arbeidet og innførte de nye navnene i sin lærebok *Traité Élémentaire de Chimie* som ble publisert i 1789. Den revolusjonerte undervisningen i kjemi.

Boken er delt i tre deler. Lavoisier starter med varme, som han trodde var et grunnstoff. Han beskriver eksperimenter som viser at luften består av to gasser. Han viser at metaller gir oksider ved forbrenning, og han viser at vann er en kjemisk forbindelse. Han drøfter gjæring og gir resultatet navnet alcool. Han skriver prosessen som en kjemisk ligning, den første i historien: druemost = kulldioksid + alkohol. Han sier at ligningen gjelder kvantitativt - det som i dag kalles loven om at massen er konstant.

I andre del av boken skriver Lavoisier om salter og metaller og gir dem nye navn. Han setter opp en tabell over de 33 stoffene han mente var grunnstoffer.

I tredje del beskriver han det utstyret han har brukt, tegnet av hans kone. Han beskriver de fremgangsmåtene han har brukt i sine eksperimenter: oppløsning, inndampning, krystallisasjon og destillasjon etc.

## Hvorfor ble han halshugget?

Den franske revolusjon som startet i 1789 ble etter hvert mer og mer tøff mot dem som hadde tilhørt det gamle regimet, og særlig mot dem som hadde tilhørt la Ferme. Til tross for den store innsatsen Lavoisier gjorde for sitt fedreland, ble han arrestert i november 1793, anklaget bl.a. for misbruk av privilegier, dømt til døden og giljotinert 8. mai 1794. Ved domsavsigelsen



Bildet er laget av Hans Vredeman de Vries og er gjengitt i boka *Alchemist's Laboratory* fra 1595. Detaljene symboliserer både mystikk og overtro, fornuft og eksperimentering. 

skal tribunalets president ha sagt: *Republikken trenger ingen vitenskapsmenn, retten må skje fyllest*. En annen kommentar, fra matematikeren Joseph Louis Lagrange, lød: *Det tok dem bare et øyeblikk å la dette hodet falle, hundre år vil kanskje ikke være tilstrekkelig til å gjenskape et lignende*.

Marie-Anne kjempet for å hindre at hennes mann ble giljotinert, men forgjeves. Hennes far ble også giljotinert samme dag. Styresmaktene beslagla i tillegg all hans eiendom. De tok også labjournalene og laboratorieutstyret. Men tidene skiftet, og allerede i 1795 ble de menn som hadde felt Lavoisier selv felt. Året etter fikk enken sin eiendom tilbake, og dermed fikk hun utgitt hans samlede verker.

Hun giftet seg igjen med Benjamin Thompson Rumford, mannen som bl. a. påviste en sammenheng mellom arbeid og varme. De fungerte dårlig sammen, så de ble enige om å leve separat. Hennes hus var et samlingssted for forskere og politikere til hun døde i 1836.

## KJEMIÅRET KJEMI I NORGE



# Da den kjemiske revolusjonen kom til Norge

På 1700-tallet hadde vi ikke noe universitet i Norge. Det eneste stedet i Norge det ble undervist i kjemi den gang, var i Kongsberg. På grunn av sølvverket var Kongsberg den nest største byen i Norge, og sølvproduksjonen nådde et maksimum ca 1770. Etter det gikk det raskt nedover, og i 1805 ble sølvverket nedlagt.

### Det Kongelige Bergseminarium i Kongsberg

Men i 1770-årene var det optimisme i København og bergseminaret i Kongsberg ble forsterket. Det hadde blitt etablert i 1757, men hadde fallert etter at grunnleggeren Johann Heinrich Becker døde allerede etter fire år. Men i 1780-årene fikk bergseminaret vedtekter og egen bygning med separat kjemilaboratorium, se bildet til venstre.

Mannen som da underviste ved seminaret, var Peter Thorstensen. Han ble født i København i 1752 og ble den første professor i kjemi i Norge, 40 år før landet fikk eget universitet. Han var også lege (bergmedicus) ved Kongsberg Sølvverk fra 1776. Han var første beboer i bygningen. Med ca 9 000 innbyggere i Kongsberg må han ha hatt mer enn nok å gjøre, og han døde på sin post bare 40 år gammel 19. mai 1792. Han var altså 9 år yngre enn Lavoisier og døde to år før.

Hans veileder i København var professor i medisin og eksperimentalfysikk, tyskeren Christian Gottlieb Kratzenstein (1723-95). Kort etter at Kratzenstein var ansatt ved universitetet utgav han en lærebok i eksperimentalfysikk som kom i ti utgaver og som ble brukt i undervisningen i kjemi og fysikk helt til han døde i 1795. Boken viser at han var tilhenger av de fire elementer (ild, luft, vann og jord) og flogiston til sin død. Først sent i livet innså han at dette var feil, og han døde som en skuffet mann.

I 1786 kunne Thorstensen stolt åpne og flytte inn i bergseminarets nye bygning. Seminaret fikk tre lærere: Ole Henckel som underviste i høyere matematikk, mekanikk og geirgislære (fra



Bergseminarbygningen i Kongsberg.

I høsten 1788), Olav Olavsens i tegning, bygningskunst, ren matematikk, naturrett og privatrett og Thorstensen i fysikk, kjemisk metallurgi, proberkunst (analytisk kjemi) og smeltekunst. Plan over forelesningene ble offentliggjort hvert skoleår i Christiania og København.

### Norges første læreplan

I vedtektene for bergseminaret er også gitt en læreplan. Den angir ikke, som i dagens læreplaner, hva elevene skal lære, men hva læreren skal undervise i. Om Thorstensens fag står det følgende (§ 7):

*Den fysiske og kjemiske lærer forklarer naturlæren og især gjennomgår han de deler som nærmest staar i forbindelse med bergværksvidenskabene, hvortil de nyttigste forsøg velges og vises.*

*Mineralogien, ikke alene fædrelandets, men ogsaa den del som vedkommer fremmede land, forelæser han saa vel efter en metodisk almindelig mineralsamling, som efter enkelte samlinger fra særskilte bjergegne.*

*Ligeledes forklarer han den fysiske kjemi, indskrenket og anvendt til metallurgiens nytte, hvorhos tillige gjøres og vises de nødvendige forsøg til teoriens oplysning.*

*Endelig gjennemgaaes den kjemiske metallurgi, hvorunder især befattes de edle og uedle metaller og deres malmers kjemiske behandlingsmaade efter enhvers natur og stenarternes forhold i ilden, den derpaa grundede proberkunst og hytte-smeltekunst efter alle sine afdelinger, saa vel til husholdningen som metallurgien henhørende. Herhos forklares tillige de paa forskjellige malme og bergarter, samt deres scheidningsmaater sig grundede smelteprosessers forskjel, metallenes fuldkomnere foredlingsmaader, saa vel som og bergfabrik-kunsten, i henseende til svovel- arsenik- glas- og koboltverker, saltenes tilberedning og rensning.*

Ordene grunnstoff, flogiston oxygéne/surstoff er ikke nevnt. Eksamensprotokollen er bevart, men den er skrevet for hånd med gotiske bokstaver. Protokollen er dessverre ikke transkribert, og håndskriften er vanskelig å lese i dag. Professor Th. Hiortdahl leste i protokollen for drøyt hundre år siden, og han har skrevet om hva han fant. Her er noen eksempler på spørsmål og svar som ble gitt til eksamen:

*Hvilke egenskaber udmærker kalkjorden?* Den bruser med syrer, etter brændingen hærdes den noget, men bortfalder dog i luften til et fint mel, danner med saltsyre det ildbestandige salmiak, med svovlsyre gips, og med det brændbare væsen stinkstenen.

Her tror jeg alle som husker sine kjemikunnskaper vil være hjemme. Kalkjord er kalsiumkarbonat. At kalsiumkarbonat gir samiakk er feil.

*Hvad plads bør diamanten efter de senere opdagelser have i et mineralsystem ?* Blandt de brændbare legemer.

Her viser svaret at Thorstensen er kjent med hva Lavoisier fant i 1772.

*Hvorafor kommer det, at metalkalken veier mere end metallet?* Man tror, at den deflogisticerede luft [surstof] forener sig dermed.

Ordet i klammeparentes er skrevet av Hjortdahl.

*Den næste examen var i 1791, sidste gang professor Thorstenson deltog, og ved denne leilighed mærkes tydeligt en stærkere påvirkning af den nyere tid; der blev nu spurgt om de kunstige luftarter, inflammabel luft [vandstof], salpeter-*

*luft, fix luft, den deflogisticerede lufts egenskaber, eudiometret o. s. v. – Man får idetheletaget af examinationerne indtryk af, at Thorstenson søgte at følge med tiden, så godt som det på et så afsides liggende sted dengang lod sig gjøre.*

### Undervisning av farmasøyter


Helt frem til 1931 da farmasibygningen på Blindern ble tatt i bruk, var farmasi et håndverk hvor opplæringen skjedde i et apotek. Nicolai Tychsen (1751-1804), som var apoteker i Kongsberg fra 1788 til 1800, underviste også i kjemi ved apoteket, og han skrev bøker. Mange norske apotekere kom til ham for å lære, bl.a. Hans Henrich Maschmann. Tychsen bygget et laboratoriebygg, som står fortsatt, i tilslutning til apoteket som brant i den store bybrannen i 1810.

Tychsen utgav en kjemisk håndbok i 1784. Det var det første store og omfattende verk på dansk i kjemi. I 1794 utgav han også en meget forøget og forbedret Udgave av håndboken i tre bind som han må ha skrevet i Kongsberg.



# KJEMIÅRET KJEMI I NORGE



Hermes Trismegistus er ofte kalt alkymiens far. Alkymien kan spores tilbake til det gamle Egypt, og finnes også flere hundre år før vår tidsregning blant sjamanistiske taoister i Kina. Illustrasjonen er en gulvmosaikk i katedralen i Siena. 

Tychsen deler naturvitenskapene i tre deler: Naturhistorien, Naturlæren (Physiken) og Chemien. Første bind starter med naturhistorien, dvs. hva vi ville kalt en beskrivelse av naturen, og deretter omtales ren og fysisk kjemi. I annet bind omtales den anvendte kjemi som starter med farmasøytisk kjemi og etterfølges av den tekniske-økonomiske kjemi som er saltkjemi. Tredje bind fortsetter med jord- og stenkjemi, gjæringskjemi, om brennbare stoffer (som han kaller flogurgien), metallkjemi, overflatekjemi og til slutt jorddyrkningskjemi.

Han gir få referanser, men skriver i forordet til annen utgave:  
*Jeg har og overalt søgt å forklare Tingene efter de nyeste Grundsetninger. Jeg har derfor, paa de fleste Steder, hvor Eet og Andet var forklaret efter det gamle Stahliske System, tillige forklaret Tingene efter den antiphlogisiske Theories Grundssætninger, herved troede jeg at være Tilhængerne af begge Systemerne nyttig.*

I 1794 utga han også en bok om fransk kjemisk nomenklatur oversatt til dansk. Forordet er datert Kongsberg, den 18. november 1793. Han oversetter ikke direkte fra fransk, men fra en tysk bok. Han foreslår å oversette Hydrogéné, Azote og Carbone med vandprinsipp, azotisk eller dødende Princip og Kullprinsipp. Han nevner ikke oksygen, men skriver at *de Franskes Kullprinsipp er ikke andet enn Phlogistonnet selv*. Det siste viser at han ikke aksepterer det nye synet på forbrenning som Lavoisier står for. Navnene på grunnstoffene slo heller ikke an.

Etter hans død ble en ny utgave av håndboken utgitt, fullført av legen Johannes F. Bergsøe (1760-1818). Den er helt etter Lavoisiers lære.

## Navn på H, N og O i Norden

Alkymistene arbeidet med åpne kar og hadde ikke brydd seg om eventuelle gasser. Lavoisier ga dem nye navn: hydrogen, azote og oxygen. De ble først oversatt til tysk: wasserstoff, stickstoff og saurstoff. Jeg understreker at dette er en *oversettelse* av de franske navnene til tysk: wasserstoff fra vann, stickstoff fra stikken som betyr kvele og sauerstoff fra syre.

I Sverige var det Anders Gustaf Ekeberg, oppdageren av tantal, og Pehr Afzelius som publiserte *Försök till svensk nomenklatur för chemien lämpad efter de sednaste upptäckterne* i 1795. De foreslo navnene väte, kväve og syre for H, N og O. Det er oversettelser til svensk av de franske navnene.

De danske navnene på H og O: brint og ilt ble foreslått av Hans Christian Ørsted så sent som i 1814. De navnene har en annen rot enn de franske navnene. Brint kommer fra brenne og ilt fra ild. I forbindelser kalles O oxygen. Navnet på N på dansk var fra først av kvælstof, men etter hvert brukes nitrogen.

I 1950-årene ble det gjort forsøk på at H, N og O skulle kalles hydrogen, nitrogen og oksygen/oxygen i alle de nordiske landene, men Sverige gikk i mot. Du kan lese mer om dette i artikkelen på neste side.

## Alkymi

en kombinasjon av filosofiske betraktninger, mystisisme og kjemisk viten som man antar ble utviklet i Alexandria ca. 300 f.Kr., og som i stor utstrekning kom til å prege kjemisk tenkning og arbeid helt frem til 1600- og 1700-tallet.

Fra [www.snl.no](http://www.snl.no)



## KJEMIÅRET NAVN PÅ KJEMISKE STOFFER

# Hvorfor har noen kjemiske stoffer flere navn?

En vanskelighet med å lære kjemi er at noen grunnstoffer og forbindelser har mer enn ett navn. Hvorfor? Det skyldes at navnreglene har blitt endret med tiden og at de gamle navnene henger igjen.

De eldste navnene er trivialnavn som stoffene fikk den gang man ikke kjente den kjemiske formel for stoffet. Det er navn som vann, ammoniakk og kullsyre. Noen navn er foreldet fordi det er kommet nye navn etter nye regler. Det er navn som vannstoff, kvelstoff og surstoff. De navnene skal vi se nærmere på her. Hvor kom de fra, og hvorfor ville noen endre dem?

Naturlig nok er det kjemikere som har vært mest opptatt av hvordan navn på grunnstoffer og kjemiske forbindelser skrives. Arbeidet har blitt koordinert av the International Union for Pure and Applied Chemistry (IUPAC) i mer enn hundre år. IUPAC utgir sine anbefalinger på engelsk, men de overlater til det enkelte land å modifisere navnene for å passe inn i egne språklige tradisjoner. Noen land som Finland, Island og Tyskland oversetter fremmedord til eget språk. Helt fram til verdenskrigen 1939-45, har Norge stort sett støttet seg på oversettelser fra tysk, så Wassestoff, Stickstoff og Sauerstoff ble til vannstoff, kvelstoff og surstoff. Etter krigen ble tyske lærebøker erstattet med lærebøker skrevet på engelsk, og mange argumenterte da for å følge anbefalinger fra IUPAC og å legge norsk kjemisk nomenklatur tetttest mulig opp til engelsk, vår tids lingua franca.

Et annet problem er at stoffene ikke bare tilhører kjemifaget, men også andre fag som biologi og mineralogi. De kan ha egne språktradisjoner og følger ikke nødvendigvis med i hva IUPAC bestemmer. Det betyr at lærere i naturfag som ikke er skolert i kjemi kan innføre ytterligere forvirring hos elevene. Det er dessuten viktig å skille mellom fagspråk, læreboknormal og det daglige språket. Som vi skal vise, bidrar også norske ord-bøker til forvirring.

### Fra tysk til engelsk etter 1945

K. A. Jensen (1908-92), som var professor i uorganisk kjemi ved København universitet, var den som med tyngde foreslo å endre kjemisk nomenklatur i en artikkel i Acta Chemica Scandinavica for 60 år siden. (se [http://actachemscand.dk/pdf/acta\\_vol\\_06\\_p0073-0090.pdf](http://actachemscand.dk/pdf/acta_vol_06_p0073-0090.pdf)). Han argumenterte bl. a. for at Danmark, Norge og Sverige burde kalle grunnstoffene H, N og O for hydrogen, nitrogen og oxygen/oksygen. Disse grunnstoffene hadde/har alle sine egne nasjonale navn som vist i tabellen.

Språk	H	N	O
Dansk	ilt	kvælstof	brint
Norsk	vannstoff	kvelstoff	surstoff
Svensk	väte	kväve	syre

Forslaget ble grundig diskutert i alle de tre landene, men man ble ikke enige. Både Danmark og Sverige ville holde på sine historiske navn, mens Norge gikk for endring. Vi skal her se på hva som skjedde i Norge.

### Anbefalte navn på alle grunnstoffene på norsk

Norsk Kjemisk Selskap arbeidet med nomenklatur fra 1928, da selskapet opprettet en rettskrivningskomité. Den arbeidet langsomt og fremla først en ordliste i 1942, men den ble ikke publisert. Etter krigen ble nomenklaturspørsmål drøftet på forskjellige nasjonale og nordiske møter uten at man kom til enighet. Det kom også nye forslag fra IUPAC etter hvert som antall kjemiske forbindelser økte – i dag er det ca 50 millioner.

# KJEMIÅRET NAVN PÅ KJEMISKE STOFFER

Spørsmålet om navn på H, O og N ble nevnt første gang i Aftenposten 11.9.1954 i et referat fra et nordisk møte blant forhandlere av gasser. De anbefalte å innføre navnene hydrogen, oxygen og nitrogen. Norsk språknemd foreslo det samme året etter, i følge referat i Aftenposten 16.11.1955: *surstoff, vannstoff og kvelstoff erstattes med oksygen, hydrogén og nitrogén, for å komme frem til mer internasjonale betegnelser.*

I mai 1962 publiserte nomenklaturutvalget i Norsk Kjemisk Selskap en liste over grunnstoffnavn i Tidsskrift for kjemi, bergvesen og metallurgi. Sekretæren for utvalget var Einar Wang Lund, den første leder av Skolelaboratoriet i kjemi. Hovedlinjen i forslaget var at man fulgte vanlige rettskrivningsregler som gjelder for fremmedord på norsk. Navn på grunnstoffer som var vanlig i norsk ble ikke endret, selv om de staves forskjellig på norsk og engelsk. Det gjelder for eksempel fosfor (phosphorus), litium (lithium), jod (iodine), sink (zinc) og niob (niobium). Lite brukte grunnstoffer ble anbefalt skrevet som på engelsk: cesium, lanthan, rhenium og scandium. Utvalget anbefalte dessuten karbon (ikke carbon) for C i stedet for kullstoff og å skrive navnet på O med ks og ikke x: oksygen. Carbon i stedet for kullstoff hadde allerede blitt innført av professor Endre Berner (1893-1983) i hans populære lærebok i organisk kjemi, 5. utgave fra 1958, der han skrev f. eks. hydrocarboner i stedet for kullvannstoffer.

Forslaget fra nomenklaturutvalget ble sendt Kirke- og undervisningsdepartementet som godkjente navnene. Gjennom forskjellige læreboknormaler har lærebokforfattere blitt pålagt å bruke disse navnene fram til år 2000, da ordningen med godkjenning av lærebøker opphørte. I tabeller i kjemi utgitt på [www.udir.no](http://www.udir.no) i 2009 er også forslaget fulgt i detalj. Så i opplæringsverden skrives navnene på grunnstoffene som anbefalt i 1962. I femti år har følgelig alle som har lært kjemi i skolen lært disse navnene. Dette gjelder ikke bare videregående skole. Etter at ungdomsskolen ble innført i 1969, har alle elever lært at grunnstoffene med kjemisk symbol H, N og O heter hydrogen, nitrogen og oksygen.

Norsk kjemisk selskap har fortsatt et Utvalg for nomenklaturspørsmål. På deres hjemmeside er gitt lenker til de siste utgavene av IUPACs anbefalinger på engelsk for uorganisk og organisk kjemi. Der er også gitt en liste med norske navn på 1189 kjemiske forbindelser, se [www.kjemi.no/selskapet/index.php?dok=utvalg](http://www.kjemi.no/selskapet/index.php?dok=utvalg). Men hva har skjedd utenfor skolen?

## Ordbøkene er ikke entydige

De siste endringer i norsk rettskrivning ble fastsatt av Kultur- og kirke departementet i 2005. I den tykkeste ordboken, Norsk ordbok 2. utgave 2. opplag fra 2008 fra Kunnskapsforlaget, står det:

**vannstoff** (ikke fag.) hydrogen [e. ty.]

**surstoff** oksygen [e. ty.]

**kvelstoff** –et tidligere betegnelse for nitrogen [e. ty.], navnet pga. gassens evne til å kvele, slukke ild].

Dette er ikke klart. Det er ikke hydrogen og oksygen som kommer fra tysk, men vannstoff og surstoff. Det opplyses at vannstoff ikke er fagspråk, og at kvelstoff er en tidligere betegnelse for nitrogen noe som for så vidt er riktig, men hvorfor ikke si det samme om begge? Det står også i ordboken:

**hydrogen** –et et grunnstoff i gassform (tidligere kalt vannstoff). kjem. symbol *H* [2. ledd besl. med gr. *genos* art. slags]

**oksygen** –et en gass uten smak, lukt og farge, som utgjør vel 20 % av luft; surstoff (kjem. symbol *O*) [fr. *nyd.*; av gr. *oksys* sur, skarp, og *genos* art. kjønn]

**nitrogen** –et fargeløs gass (grunnstoff, kjem. symbol *N*) som er hovedbestanddelen av atmosfæren; kvelstoff [2. ledd gr. 'født, av en viss art', besl. med *genos* kjønn]

Vi ser at omtalen av de tre grunnstoffene er forskjellig. Det burde den ikke være. Det virker som surstoff og kvelstoff er alternative navn mens vannstoff er et navn som ble brukt tidligere. Ordboken sier ikke klart at grunnstoffnavnene hydrogen, oksygen og nitrogen er navnene på H, O og N som burde brukes i dag, og at navnene vannstoff, surstoff og kvelstoff var navn som ble brukt tidligere, men at de nå er foreldet og ikke bør brukes. Det er dessuten feil å si at alle tre er gasser uten å nevne temperaturen. Alle er væsker om temperaturen er lav nok, og blir temperaturen enda lavere krystalliserer væskene til faste stoffer. Vi synes ordboken bør konsentreres om ordene og ikke forsøke seg som leksikon. Overraskende er også at oversettelsen av de greske ordene som grunnstoffnavnene er avledet fra, varierer fra grunnstoff til grunnstoff.

Vi har også sett på Bokmålsordboka til Språkrådet (se [www.sprakrad.no](http://www.sprakrad.no)). Der er forklaringene noe bedre, men selv der fremgår det ikke at navnet kvelstoff er foreldet og erstattet med nitrogen. Det samme gjelder Aftenpostens rettskrivnings-ordliste fra 2006 hvor vannstoff og surstoff ikke er nevnt, bare kvelstoff (nitrogen). Det er merkelig at ikke ordbøkene følger Språkrådets anbefalinger.

Nettsted	Antall treff på ordet surstoff	Antall treff på ordet oksygen
<a href="http://aftenposten.no">aftenposten.no</a>	49	348
<a href="http://vg.no">vg.no</a>	122	418
<a href="http://dagbladet.no">dagbladet.no</a>	53	408
<a href="http://nrk.no">nrk.no</a>	151	990
<a href="http://forskning.no">forskning.no</a>	12	437

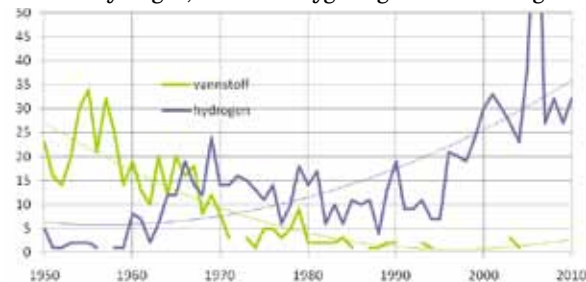
**Mange aviser og nettsteder bruker fortsatt ordet surstoff. Et søk på Google i februar-11 ga følgende treff på ordet surstoff og oksygen.**



# KJEMIÅRET NAVN PÅ KJEMISKE STOFFER

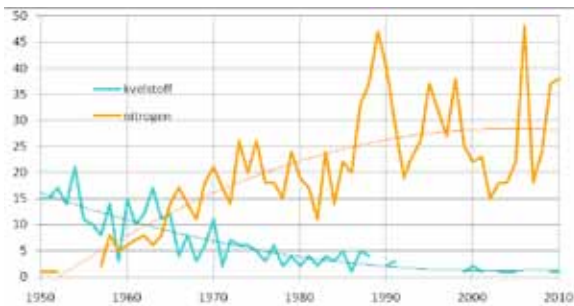
## Hva har stått i Aftenposten?

Et annet sted å sjekke virkeligheten er i Aftenposten, som nå har lagt alle sine aviser helt fra 1860 på nettet. Aftenposten viser også hvor mange ganger et oppslagsord er brukt hvert år. Vi har sammenlignet vannstoff/hydrogen, surstoff/oksygen og kvelstoff/nitrogen.



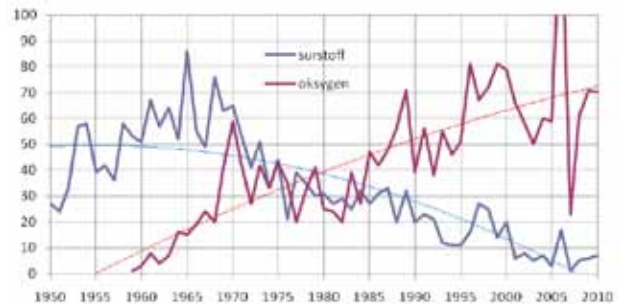
Vi ser av grafen at hydrogen har overtatt helt, selv om vannstoff øker igjen litt på slutten. Et bidrag har vært navnet hydrogenbomben som kommer direkte fra engelsk og som forkortelse H-bomben. Den vanligste atombomben ble da kalt A-bomben.

Frisører kaller væsken de bruker til bleking av hår **vannstoff**. Da mener de ikke gassen hydrogen, men væsken hydrogenperoksid som tidligere ble kalt vannstoffperoksyd. For frisører har endelsen peroksyd blitt borte og bare vannstoff er tilbake. Det er en viss logikk i det da blekingen fører til at sluttproduktet blir vann.



Vi ser av grafen at navnet kvelstoff har nesten ikke forekommet de siste 20 årene, og at nitrogen har overtatt helt. Det kan skyldes bruk i mineralgjødning hvor nitrogen er navnet som brukes. Det er også et spørsmål om Aftenposten redaksjonelt erstatter kvelstoff med nitrogen i artikler de velger å trykke. Orddlisten deres kan tyde på det.

Grafen i neste spalte viser at surstoff holder seg lenger i bruk enn vannstoff og kvelstoff. Ser man nærmere på bruken, ser det ut som surstoff lever videre i helsevesenet, blant dykkere og blant klatrere. Og det står ikke i ordbøkene at surstoff er et foreddet ord som skal erstattes med oksygen. Det svenske ordet for oksygen er syre. Dessverre medfører det



ofte at når en svensk artikkel oversettes til norsk, blir syre ikke oversatt. På en norsk leser kan det virke forvirrende at svensker som redde fra å drukne, blir hjulpet ved å få syre.

## Hva har skjedd i Danmark?

I Danmark er kløften mellom hva som skrives i ordbøker og aviser og hva som anbefales av kjemikere blitt større. Fortsatt brukes brint og ilt i dagligtalen. Hydrogenperoksid kaller en danske stadig brintoverilte. På den annen side har nomenklaturutvalget i Dansk kemisk selskab utgitt en egen Kemisk ordbog på 322 sider med en egen hjemmeside [www.kemiord.dk](http://www.kemiord.dk). (Dessverre er det bare de som har kjøpt boken som kommer inn på denne siden.)

I boken er navnene lagt tett opp til de engelske navnene anbefalt av IUPAC. Ikke bare anbefaler de hydrogen, nitrogen og oxygen, men de anbefaler også carbon, chlor, iod, lithium, chrom, cobalt, calcium og methan. De er ikke helt konsekvente. De tillater fortsatt å bruke navnet kvælstof på gassen  $N_2(g)$ . Også Danmark har sin sprognavn og sin rettskrivningsordbog, og der anbefales andre skrivemåter enn i Kemisk ordbog, så situasjonen i Danmark er enda verre enn i Norge. Om noen ønsker å vite mer om situasjonen i Danmark anbefales artikkelen <http://aktuelt.naturvidenskab.dk/fileadmin/an/nr-5/an5nomenklatur.pdf>.

## Hva har skjedd i Sverige?

De holder på sine egne svenske navn med rot i 1700-tallet: väte (H), kol (C), kväve (N), syre (O) og kisel (Si) se [www.lth.se/fileadmin/kemigen/pdf/element.pdf](http://www.lth.se/fileadmin/kemigen/pdf/element.pdf).

## Sluttreplikk

Det kan være gode grunner til å skifte navn på et stoff, men denne historien viser at gamle navn lever videre. Kanskje svenskene var klokere enn oss. Man bør ikke vedta å endre en språktradisjon med 150 år gamle røtter. Navn lever videre i mange sammenhenger, og det er ikke kjemikere som styrer i verden, ei heller diverse språkråd eller politikere.



## KJEMIÅRET SKOLELABORATORIET UiO

# Skolelaboratoriet for kjemi ved Universitetet i Oslo

## – Et historisk tilbakeblikk med noen tanker om fremtiden

### Innledning

På 1970-tallet ble læreplanene endret slik at kjemi ble et selvstendig undervisningsfag i videregående skole. Kjemi kunne leses med 3 + 5 uketimer de to siste årene. Noen gymnas fikk tillatelse til dette allerede fra 1969, men fra 1976 ble ordningen satt i verk for alle. Elevene fikk et tilbud om fire mulige linjer: naturfaglinjen, språklinjen, samfunnsfaglinjen og den musikkteoretsike linjen. På naturfaglinjen tok alle elevene matematikk og mer eller mindre biologi (2BI og 3BI), fysikk (2FY og 3FY) og kjemi (2KJ og 3KJ). Lektorene i det daværende gymnas var litt rustne når det gjaldt å undervise kjemi. Skolene var heller ikke utstyrt for det. Det var nok dette som førte til at Skolelaboratoriet for kjemi ved Universitetet i Oslo (UiO) ble opprettet.

### Skolelaboratoriet fra 1974

På 1950-tallet var Einar Wang Lund ansatt som 1. amanuensis på Kjemisk institutt ved UiO. I 1958 ble det utlyst et dosentur i kjemi ved universitetet. Wang Lund søkte, men han fikk det ikke. Det var nok da han bestemte seg for heller å samle kreftene om å bedre kjemiundervisningen.

Einar Wang Lund var trolig den eneste på Kjemisk institutt som fulgte med på hva som skjedde i den videregående skolen, og han så utfordringene som ville komme ved å innføre kjemi som et selvstendig undervisningsfag som elevene kunne velge. Derfor tok han i 1973 initiativet til etablering av et skolelaboratorium i kjemi. Dette ble startet opp høsten 1974 med Einar Wang Lund som leder. Noe av det første Skolelaboratoriet på Kjemisk institutt gjorde, var å planlegge og gjennomføre et tre ukers etterutdanningskurs i kjemi for lektorer ved årsskiftet 1974/75.



Einar Wang Lund

### De viktigste arbeidsområdene

Skolelaboratoriets eksistens var lite kjent ute i skolen. Derfor skriver Einar Wang Lund en artikkel i Den Høgre Skolen (nr. 14, 1975) der han forteller om bakgrunnen for opprettelsen av Skolelaboratoriet for kjemi ved UiO og om programmet for virksomheten. Som de viktigste arbeidsområdene skisserer han:

1. gi veiledning til lærere i bruk av apparatur og utstyr for demonstrasjoner og elevøvelser (her kommer inn både faglige, pedagogiske og sikkerhetsmessige aspekter)
2. virke som permanent utstilling (med stadig fornyelse) av slikt utstyr
3. gi "forbrukerrapporter" om fordeler og mangler ved forskjellig utstyr
4. holde ajourført samling av aktuelle lærebøker på de forskjellige trinn, både norske og utenlandske, og dessuten virke som et lærerbibliotek med oppslagsbøker, lærerveiledning og tidsskrifter som spesielt behandler kjemi i skolen

# KJEMIÅRET SKOLELABORATORIET UiO

5. virke som sentrum for kursvirksomhet og etterutdanning
6. organisere omvisninger for lærere, lærerstudenter og skoleklasser
7. virke som øvingslaboratorium for realfagstudenter som ønsker å forberede seg til praktiske undervisningsoppgaver i skolen
8. stimulere til undervisningsforskning i tilknytning til fagmetodikk i kjemi

Etter å ha ramset opp denne listen, skriver han videre: ”Dette er naturligvis et meget omfattende program, og en gjennomføring av alle punkter innen rimelig tid ville kreve større bemanning enn den vi har i dag.”

## Bemanning og økonomi

Einar Wang Lund, som var den første daglige leder av Skolelaboratoriet, måtte også undervise instituttets ordinære kjemi-studenter. Derfor brukte han bare en mindre del av tiden på Skolelaboratoriet. Men han fikk en vitenskapelig assistent med undervisningsplikten lagt til Skolelaboratoriet. For å få en bedre kontaktflate mot virksomheten i skolen ble det også engasjert deltidskonsulenter med hovedstilling i skolen.

I starten dekket Kjemisk institutt lønnen til lederen av Skolelaboratoriet og til den vitenskapelige assistenten. Instituttet stilte også lokaler til rådighet og dekket en del av utgiftene til kjemikalier og utstyr. Resten av pengene til virksomheten kom utenfra, det vil si fra Forsøksrådet.

En av de engasjerte konsulentene fra skolen, lektor Jan Torstensen, skriver tidlig i 1977 en artikkel med overskriften ”Skolelaboratoriet i kjemi ved Universitetet i Oslo – vil det overleve”. Han påpeker nettopp problemene med bemanning og økonomi og sier: ”Ingen føler driften av Skolelaboratoriet for kjemi som sitt ansvarsområde. Siden Universitetet i Oslo for tiden sliter med knappe bevilgninger og stillingsstans, bør KUD (Kirke- og undervisningsdepartementet, (red.anm.)) bevilge penger til driften. Men for å få KUD til å bevilge penger må det sannsynligvis påpekes fra lærerhold at Skolelaboratoriet for kjemi har stor betydning for kjemilærere i alle skoleslag, både når det gjelder hjelp til å løse problemer innenfor skolekjemien og når det gjelder etterutdanning”. Dette kan være foranledningen til at Norsk lektorlags landsseksjon for fysikk og kjemi skriver et brev til Kirke- og Undervisningsdepartementet. I brevet, som er datert 22. april 1977, konkluderes det med at departementet må sikre Skolelaboratoriets framtid. Skolen har ikke råd til å miste dette uvurderlige hjelpemiddelet.

## Vil Skolelaboratoriet leve videre?

Helt uventet går Einar Wang Lund hen og dør 3. august 1977. Stillingen hans er nå ledig, og spørsmålet dukker opp om hva instituttet skal prioritere. Skal det bli eksisterende forskningsområder ved instituttet eller Skolelaboratoriets virksomhet?

Først vedtar instituttrådet 27. oktober at Skolelaboratoriet skal styrkes med en fast vitenskapelig stilling for å drifte og administrere virksomheten der. Driftsutgiftene skal belastes instituttets årlige bevilgning. De primære oppgavene skal være fagdidaktiske, og den ansvarshavende ved Skolelaboratoriet skal kunne beskjeftige seg med skolepedagogiske forskningsoppgaver. Likevel vedtar instituttrådet i møte 16. desember at stillingen etter Einar Wang Lund skal utlyses med hovedvekt på forskningskompetanse innen kjemi og at den ansatte ”for tiden” skal ha ansvaret for Skolelaboratoriet og delta i lavere grads undervisning. Hvis stillingen skulle bli fylt på denne måten, ville det bety en sterk nedprioritering av virksomheten ved Skolelaboratoriet. Dette påpeker Kjemisk fagutvalg i et brev til Det matematiske-naturvitenskapelige fakultet. De avslutter brevet slik: ”Skolelaboratoriets leder bør være interessert i og opptatt av saker som angår laboratoriet. Dette vil man ikke oppnå hvis oppgaven som ansvarshavende for Skolelaboratoriet gis som en del av undervisningsplikten til en amanuensis hvis hovedoppgave det er å drive forskning innen sitt fagområde.” Deretter ber de om at stillingen utlyses med hovedvekt på driften av Skolelaboratoriet og at brevet deres følger saken ved behandlingen i fakultetets organer.

## Skolelaboratoriet fra 1978

Stillingen etter Einar Wang Lund ble utlyst våren 1978 og gikk til undertegnede, som hadde 1. stillingskompetanse. Men jeg var på vei til Tanzania som NORAD-ekspert for å undervise i kjemi ved universitetet i Dar es Salaam og fikk permisjon til 1980. I mellomtiden vikarierte Elisabeth Eriksrud i stillingen. Da jeg kom tilbake til Kjemisk institutt i 1980 som leder av Skolelaboratoriet, prøvde jeg i starten også å drive forskning i organisk analytisk kjemi, men det skulle vise seg å være vanskelig å kombinere disse to virksomhetene. Etter et par år ble den analytiske kjemien ofret, og arbeidet ble konsentrert om Skolelaboratoriet. Det var mye å ta tak i.

## Bemanning

Skolelaboratoriet hadde tidligere brukt konsulenter fra skolen til å arbeide med skole spørsmål, men fra 1980 ble det ordnet slik at en kjemilektor fra skolen kunne tilsettes i 3/4 stilling på åremål. Lønnen fikk fakultetet fra KUD. Skolelaboratoriet disponerte fortsatt undervisningsplikten til en vit.ass., og den ble

## KJEMIÅRET SKOLELABORATORIET UiO



Fra Skolelaboratoriets markedsføring av kursvirksomhet på 80-tallet. Skoler i Østlandsområdet ble tilbudt full kurspakke der det meste av utstyret var medbrakt i bil.

hovedsaklig brukt til omvisning av skoleklasser. Etter hvert er omvisninger overtatt av andre på instituttet og vit.ass. stillingen ved Skolelaboratoriet ble borte.

Det viste seg vanskelig å få tak i en  $\frac{3}{4}$  kjemilektor på åremål, så på 1990-tallet ble stillingen gjort om til en heltidsstilling, og pengene til stillingen ble overført til instituttets basisbevilgning.

### Samarbeid og styring

Ved Fysisk institutt ved UiO ble det etablert et Skolelaboratorium allerede i 1971, og ved Kjemisk institutt i 1974. Omtrent samtidig ble det laget et Skolelaboratorium i biologi ved daværende Biologisk institutt. Disse tre skolelaboratoriene hadde utstrakt samarbeid om fysikk, kjemi og biologi i naturfaget i skolen. I en periode på over 20 år markerte de seg utad som "Skolelaboratoriet for naturfagene" med avdelinger for fysikk, for kjemi og for biologi. Utad hadde de en felles leder som i den første tiden var Sven Lilledal Andersen og senere undertegnede. Det var også samarbeid med Skoletjenesten ved museene på Tøyen. For å samkjøre det hele opprettet Det matematisk- naturvitenskapelige fakultet en styringsgruppe for skoletjenesten med både eksterne og interne representanter.

Midt på 1980-tallet ble Senter for realfagundervisning opprettet ved Det matematisk- naturvitenskapelige fakultet med Svein Sjøberg som leder. Dermed oppstod ideen om at Skolelaboratoriet for naturfagene burde innlemmes i det nye senteret. Etter

mye diskusjon ble det ikke noe av disse planene. Etter min mening har dette vært en fordel for både Skolelaboratoriet for kjemi og for Kjemisk institutt. Både ansatte og ledelse ved instituttet er positive til Skolelaboratoriets virksomhet og viser det ved å gi det gode arbeidsbetingelser. Skolelaboratoriet på sin side har engasjert seg i instituttets utadrettede virksomhet og rekruttering, ordinær undervisning og det sosiale samværet.

### Forlagsvirksomhet

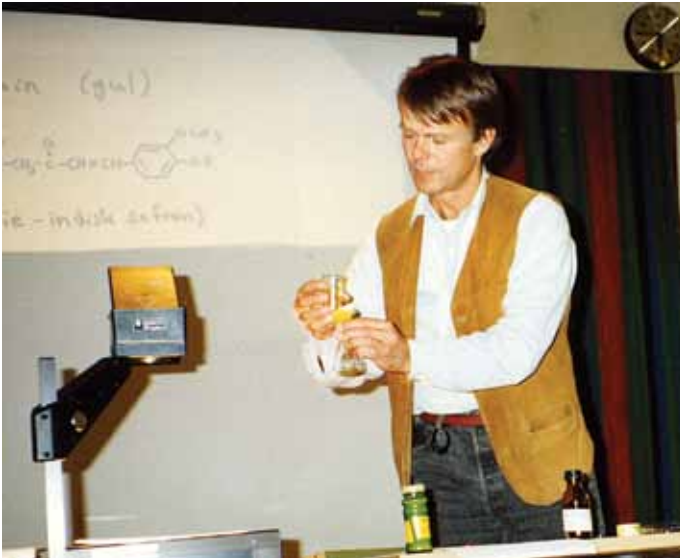
En viktig virksomhet ved Skolelaboratoriet er og har alltid vært å utvikle nye læremidler og fornye undervisningsfaget kjemi. Det ble laget mange temahefter på 1980-tallet. På slutten av 80-tallet opprettet Skolelaboratoriet sitt eget forlag, Skolelaboratoriet – kjemi UiO. Den første boken som ble laget, var *Praktisk Miljøkjemi* (Hannisdal og Grønneberg, 1992). Så ble heftet *Mikrosynteser i organisk kjemi 3KJ* utgitt (Grønneberg og Hannisdal, 1992 og 1993). Senere er det utgitt flere bøker, men uten at det ble lagt opp til noen fortjeneste.

Med en ny læreplan etter Reform 94 ble det behov for nye lærebøker i kjemi. Cappelens forlag kontaktet Skolelaboratoriet for å finne forfattere til sitt nye læreverk, *Kjemien stemmer*. Dermed ble det dannet en forfattergruppe av kjemikere som var eller hadde vært tilknyttet Skolelaboratoriets virksomhet.



Vivi Ringnes, Truls Grønneberg og Merete Hannisdal i hyggelige omgivelser på Skolelaboratoriet for Fysikk, våren 1992.

# KJEMIÅRET SKOLELABORATORIET UiO



Truls Grønneberg holder kurs for kjemilærere på Romerike på Hurdalen hotell i 1991.

## Andre arbeidsområder

De fleste punkter på Einar Wang Lund's liste fra 1975 er uaktuelle i dag. Det som står igjen fra listen er hovedsakelig "virke som sentrum for kursvirksomhet og etterutdanning". Skolelaboratoriet har brukt og bruker fortsatt mye tid på kursvirksomhet. På 1980- og 90-tallet ble det holdt kjemikurs for lærere over hele landet.

Etter hvert som det ble etablert skolerettete tjenester ved andre universiteter og høyskoler, skjer hoveddelen av vår kursvirksomhet lokalt i Østlandsområdet. Aller helst ønsker vi at folk kommer til oss i våre nye lokaler.

Som et ledd i kursvirksomheten har Skolelaboratoriet utviklet en mengde nye og utradisjonelle laboratorieforsøk som gjøres med enkelt engangsutstyr. Det er også lagt mye arbeid i å tilpasse forsøkene til de gjeldende regler for sikkerhet og merking.

Skolelaboratoriet har produsert en mengde videosnutter i kjemi. En del av disse er lagt ut på hjemmesidene til Skolelaboratoriet for kjemi og kan sees der ([www.kjemi.uio.no/skolelab/videoer](http://www.kjemi.uio.no/skolelab/videoer)).

Når det gjelder fagdidaktisk forskning, arbeides det med spørsmål knyttet til kjemi som undervisningsfag. Hensikten er å fremskaffe innsikt i elevers/studenters kunnskaper og holdninger,



Brit Skaugrud underviser lærere på videreutdanning i Skolelaboratoriets nye lokaler. Disse er utstyrt med interaktiv tavle og kjøkkenavdeling.

utbytte og omfang av laboratoriearbeid, prøver og eksamener, lærernes karaktersetning, læreplaner, læremidler, fjernundervisning og annen formidling av kjemi. Vi har ikke publisert så mye, men bruker ofte våre funn til å forbedre vår egen virksomhet.

## Tanker om fremtiden

Ved Skolelaboratoriene har det vært en tradisjon å holde ut lenge i stillingen og gjerne fortsette som pensjonist. Om et år blir jeg selv 70 år og pensjonist. Selv om jeg trolig kommer til å bidra til virksomheten også framover, må Kjemisk institutt sannsynligvis finne en ny person i stillingen. Det kan være det oppstår en ny diskusjon ved instituttet slik som i 1977. Kanskje forskningen skal styrkes på bekostning av Skolelaboratoriets virksomhet? Og selv om Kjemisk institutt bestemmer seg for å prioritere skolelaboratoriets virksomhet, finnes det da en egnet person (med doktorgrad) til å ta jobben? Det kan fort bli slik at en vitenskapelig nytilsatt med ansvar for Skolelaboratoriet vil prøve å kvitte seg med dette ansvaret så fort som mulig. Slik må det ikke bli.

Instituttet er klar over dette problemet og skal i løpet av året utrede Skolelaboratoriets stilling. Det er å håpe at instituttet fortsatt ønsker å ha et Skolelaboratorium som en del av sin egen virksomhet og at det dukker opp en ny kompetent person til å ta over ledelsen.

## KJEMIÅRET KJEMISKE REAKSJONER



# Kjennetegn og eksempler på kjemiske reaksjoner

Eksempler på kjennetegn på måloppnåelse i naturfag etter 7. trinn

Oslo kommune gjennomfører hvert år Osloprøve i naturfag på 8. trinn. Oppgavene måler elevers kunnskaper og ferdigheter i henhold til kompetansemålene i naturfag etter 7. årstrinn. Mål for opplæringen er blant annet at elevene skal kunne forklare hva som kjennetegner kjemiske reaksjoner.

### Oppgaver og elever

Totalt ble 256 naturfagoppgaver utviklet og prøvd ut på 332 elever på skoler utenfor Oslo i mai 2010, og senere på 452 osloelever i en "generalprøve" i juni 2010. Selve "hovedtesten" ble gjennomført elektronisk i Classfrontier 2. og 3. september 2010. Testen bestod av 55 oppgaver fordelt på alle kompetansemålene etter 7. trinn og et spørreskjema for å samle inn data om elevenes bakgrunn. Oppgavene hadde stor spredning i vanskegrad: andel riktige svar varierte fra 16 % til 88 %.

Totalt deltok 4377 elever fra 49 osloskoler på hovedtesten (92 % deltakelse). Vi har betegnet 61 % som majoritets elever (minst én skandinaviskfødt forelder), 21 % som etterkommere (født i Skandinavia av ikke-skandinaviske foreldre) og 8 % som innvandrere (født i utlandet av ikke-skandinaviske foreldre). Data om kulturell bakgrunn manglet for 10 % av elevene. Totalt var 21 % av de som deltok registrert med "vedtak 2.8" om særskilt norskopplæring.

### Kjennetegn på kjemiske reaksjoner

I en kjemisk reaksjon blir det dannet nye stoffer (produkter) med andre egenskaper enn utgangsstoffene (reaktantene). Dannelsen av nytt stoff betyr at det har skjedd en kjemisk reaksjon mellom

stoffer. At det har blitt dannet nytt stoff, kan vi for eksempel se ved at det blir dannet gass – det "bobler" i løsningen, eller vi kan kjenne lukt. Et annet kjennetegn er at produktet kan ha en annen farge enn reaktantene (utfelt fast stoff eller gass med annen farge).

Hvis vi ser et lysglimt, hører et smell, hører "brusing" eller kjenner/måler temperaturendring når vi blander stoffer, kan vi slutte at det har skjedd en kjemisk reaksjon. Disse kjennetegnene tyder på at energi har gått ut av eller inn i systemet. Endringer i energi skyldes hovedsakelig at bindinger i reaktantene blir brutt og at nye bindinger i produktene blir dannet.

### Oppgave 1

I oppgave 1 ble elevene bedt om å ta stilling til om seks ulike observasjoner kunne være kjennetegn på om det skjedde en kjemisk reaksjon mellom et pulver og en væske.

Observasjon 1 refererer til at pulveret løser seg opp. Det at pulveret løser seg opp, er alene ikke tegn på kjemisk reaksjon. Vi kan ha fått en blanding. Bare 36 % svarte riktig. Observasjon 4 stadfester at "Per" faktisk kan kjenne at temperaturen endrer seg. Nesten halvparten av elevene svarte riktig og mener at temperaturendring er kjennetegn på kjemisk reaksjon. Observa-

# KJEMIÅRET KJEMISKE REAKSJONER

**Oppgave 1:** Per heller et hvitt pulver ned i et glass med væske. Han skal avgjøre om stoffene reagerer kjemisk. Er observasjonene nedenfor kjennetegn på at det skjer en kjemisk reaksjon? Kryss av "Ja" eller "Nei" for hver. (Tallene viser andel riktig svar).

	Ja	Nei
1) Han kan se at pulveret løser seg opp		36 %
2) Han kan se at det dannes gassbobler	68 %	
3) Han kan se at fargen på væska forandrer seg	70 %	
4) Han kan kjenne at temperaturen på væska forandrer seg	47 %	
5) Han kan se at det hvite pulveret synker til bunns og blir liggende		61 %

sjonene 2 og 3 – gassdannelse og fargeendring – ser imidlertid ut til å være kjennetegn på kjemiske reaksjoner som elever er fortrolige med. Nær 70 % svarte riktig.

En svakhet ved oppgaven er at det ikke ble opplyst om at observasjonene var uavhengige: observasjonene 3 og 5 kan for eksempel ikke inntreffe samtidig. Det burde kanskje kommet enda klarere frem at det er det faktiske pulveret "Per" heller oppi som faller til bunns (observasjon 5). Noen vil kanskje tenke at stoffet kan løse seg og umiddelbart reagere og danne et hvitt bunnfall. Kanskje kan dette forklare at nær 40 % svarte feil på påstand 5.

Selv om elevene etter 7. trinn forventes å ha kunnskaper og ferdigheter på et middels kognitivt nivå – kunne forklare hva som kjennetegner kjemiske reaksjoner – svarer bare 17 % riktig på alle fem påstandene i oppgave 1. Dette var en særs dyktig gruppe av elever med høy gjennomsnittsskår på testen. Om lag én av fem svarte riktig på fire av påstandene, og nesten én av fire svarte riktig på tre av påstandene. Nær 40 % svarte feil på tre eller flere av påstandene i oppgave 1.

## Eksempler på kjemiske reaksjoner

Stearinlys som brenner, epler som mørkner og statuer eller takplater som irrer (se bilde av Nidarosdomen til høyre) er eksempler på forbrenningsreaksjon og oksidasjon som elever typisk kan observere i dagliglivet. Oksyngengass i lufta spiller her en viktig rolle.

Når et stoff brenner, skjer reaksjonen mellom stoffet og oksygen i lufta hurtig. Hvis det ikke er tilstrekkelig med oksygen tilstede, kan vi få en ufullstendig forbrenning. Da kan det typisk bli dannet karbonmonoksid istedenfor karbondioksid. Når vi for eksempel puster inn luft, reagerer oksygenet i lufta med glukose i cellene og det skjer

en forbrenningsreaksjon (celleånding). Vi puster ut karbondioksid og vann. Karbondioksid kan forøvrig "holde oksygenet unna" en flamme og virke som brannslukkingsmiddel.



Irr er korrodert kobber. Det blir dannet når kobber reagerer med oksygen i fuktig luft.  Andreas Solberg

# KJEMIÅRET KJEMISKE REAKSJONER

**Oppgave 2:** Er prosessene nedenfor eksempler på kjemiske reaksjoner? Kryss av "Ja" eller "Nei" for hver. (Tallene viser andel riktig svar).

	Ja	Nei
1) Is som smelter		34 %
2) Bil som ruster	66 %	
3) Fyrstikk som brenner	69 %	
4) Magnet som brytes i to		71 %
5) Sølvskje som mørkner	61 %	
6) Planke som sages i to		75 %

Når noe brenner blir det frigitt energi. Tidligere undersøkelser har vist at mange elever har en idé om at forbrenningsreaksjoner tar opp energi. Når ordet energi blir erstattet med "varme", svarer imidlertid langt flere riktig. Dette kan tyde på at begrepet energi representerer en barriere for elevers forståelse av forbrenningsreaksjoner.

## Oppgave 2

Oppgave 2 ba elevene ta stilling til om et sett av prosesser er eksempler på kjemiske reaksjoner. Prosessene 2 og 5 refererer til oksidasjonsprosesser, og her svarte over 60 % riktig. For forbrenningsreaksjonen (prosess 3) er resultatene enda mer oppløftende: nesten 70 % svarte riktig. Over 70 % av osloelevene som begynner på 8. trinn ser ut til å vite at en magnet som brytes i to og en planke som sages i to (fysiske forandringer i prosessene 4 og 6), ikke er eksempler på kjemiske reaksjoner.

Elever kan i mange tilfeller forklare forbrenningsreaksjoner som fysiske forandringer. Tidligere undersøkelser har vist at elever i liten grad skiller mellom det vi ofte kaller kjemiske og fysiske forandringer, og at de kan velge å forklare det som skjer i en kjemisk reaksjon med en faseforandring. Vann som fordampes fra en vanndam, vann som koker og i vårt tilfelle is som smelter (observasjon 1), blir derfor av mange elever assosiert med kjemiske reaksjoner.

Bare 16 % svarte riktig på alle seks påstandene i oppgave 2. Dette var, som på oppgave 1, en særskilt dyktig gruppe av elever. 18 % svarte riktig på fem av påstandene, og 28 % svarte riktig på fire av påstandene. Hele 38 % svarte feil på tre eller flere av påstandene i oppgave 2.

## Diskusjon

Analysen av disse to oppgavene kan tyde på at mange osloelever har viktige, men fragmenterte "biter" av kunnskaper i kjemi når de begynner på 8. trinn. Det kan virke som om bare et fåtall veldig faglig flinke elever har god oversikt over kjennetegn og eksempler på kjemiske reaksjoner slik dette ble målt i Osloprøven.

Ved å initiere diskusjoner hvor målet er å komme fram til en definisjon av hva det betyr at noe reagerer kjemisk, kan læreren undersøke hvilke ideer elevene har i utgangspunktet. Deretter kan læreren lede klassen fram mot vitenskapelig sett "riktig idé" (at nytt stoff dannes).

For å klargjøre kan læreren be elevene argumentere for og i mot om prosessene gitt i oppgave 2 er eksempler på kjemiske reaksjoner. Kunnskapen kan deretter utdypes ved at for eksempel læreren utfører demonstrasjoner slik at elevene gjennom observasjoner tilsvarende oppgave 1, kan oppnå ferdigheter til å gjenkjenne kjennetegn på kjemiske reaksjoner.

Neste steg i arbeidet kan innebære at elevene gjennom en (lærerstyrt) undersøkelse får beskjed om å finne ut hva som må til for at noe skal kunne ruste. Ved å plassere spikre med og uten jern på ulike steder hjemme, kan elevene føre oversikt over hvilke spikre som ruste på hvilke steder. Ved å identifisere fellestrekk ved disse stedene, kan elevene foreslå hypoteser som beskriver hva de tror må til for at noe skal kunne ruste (jern, vann og oksygen). Gjennom eksperimenter i laboratoriet kan hypotesene testes og konklusjoner trekkes.





# Læringsbok i kjemi

## –et prosjekt om bruk av hjelpemidler til eksamen

### Bakgrunn

Med innføring av Reform 94 (R94) ble det åpnet for nye eksamensformer. Dette ble videreført i kunnskapsløftet (LK06):

- Eksamen med forberedelsestid
- Økte muligheter for eksamen med hjelpemidler
- Mappevurdering

Ved Universitetet i Tromsø har vi siden 1995 hatt forskningsprosjekt om bruk av hjelpemidler ved prøver og eksamen og hvilken innflytelse det har på undervisningen. I *åpenbok prosjektet* (Eilertsen og Valdermo, 2000) som startet skoleåret 1995/96 i naturfag på 1. klasse i vgs, skulle vi påvirke undervisningen via et brudd med gamle vurderingstradisjoner. Elevene fikk i utgangspunktet lov å bruke alle skrevne hjelpemidler til prøver og eksamen. Vi var særlig interessert i om dette hadde innvirkning på elevers læringsstrategier og det taksonomiske nivå i både undervisning og på prøver. Dette ble fulgt opp og videreført med prosjektet læringsbok (LB1) fra 2000 - 2002. Jeg deltok som lærer i LB1 i flere fag. I denne artikkelen tar jeg hovedsakelig utgangspunkt i mitt doktorgradsprosjekt om læringsbok i kjemi (LB2).

### Hva mener vi med læringsbok?

Jeg bruker begrepet *læringsbok* som betegnelse på elevnotater som følges opp systematisk og som omfatter arbeid med både fagforståelse, læringsforståelse og læringskontroll. Læringsbøkene kan være i papirutgave, digitale læringsbøker (DLB) eller en kombinasjon.

Elevene i LB2 hadde lov å bruke hele eller deler av læringsboka som hjelpemiddel på prøver og til eksamen. Jeg hadde hovedfokus på elevenes arbeid i faget, bearbeidelse av fagstoff og dokumentasjon av arbeidet. Mappevurdering i faget kjemi ble også prøvd ut.



Figur 1: Hovedintensjonen med læringsbokprosjektet

Hovedintensjonen med prosjektet var å øke elevenes faglige kompetanse gjennom utvikling av læringsbevissthet og en omlegging av vurderingsordningen (se figur 1).

### Utvikling av læringsbøkene

Å utvikle læringsbøker krever en betydelig innsats av elevene og faglæreren. Er elevene villig til å yte denne ekstra innsatsen? Elevene må få et ekstra puff for å komme i gang, akkurat som aktiveringsenergi er nødvendig for å sette i gang en eksoterm reaksjon. Det er et mål at elevene tar mye av ansvaret for læringsbøkene sjøl, men vi erstattet *ansvar for egen læring* (AFEL) med *delt og differensiert ansvar for læring* (DDAFL) (Valdermo og Eilertsen, 2002).

# KJEMIÅRET LÆRINGSBOK I KJEMI



Elevenes motivasjon til å utvikle læringsbøker er sterkt påvirket av at det gir direkte uttelling:

- LB som hjelpemiddel på prøver og eksamen
- LB som del av vurderingsgrunnlaget (mappevurdering)

Vi skiller mellom tre nivåer i utviklingen av en læringsbok:

## *Nivå 1 – lagringsnivå*

Dårlige vaner må forandres. ”Ting blir bare borte” som en elev uttrykte det. Prosjektet læringsbok bidro sterk til at arbeider som var gjort ikke bare ”ble borte”. I tiden fremover vil elevene i større og større grad få materiale fra skolen elektronisk og sjøl arbeide med fagstoff på PC. Med en digital læringsbok må elevene innarbeide gode rutiner i forhold til mappestrukturer, lagring og sikkerhetskopier.

## *Nivå 2 – bearbeidingsnivå*

Elever som stoppet på nivå 1 hadde ikke utviklet noen læringsbok. Det er flere vaner som må endres. Det er en utfordring å komme videre fra lagring til bearbeidelse, både for læringsbøker i papirutgave og DLB.

## *Nivå 3 – refleksjonsnivå*

- Skriftlige refleksjon som en del av arbeidsrutinen i faget.
- Læringsrefleksjoner i margin (og ellers i LB).
- Faglig skriving som redskap for å utvikle læringsbevissthet (avdekke manglende forståelse).

## Læringsbevissthet

Vi tok utgangspunkt i forståelsen av begrepet læringsbevissthet hos Valdermo og Eilertsen (2002). Et element i læringsbevissthet

er generelle kunnskaper om læring og mer spesielle kunnskaper om sterke og svake sider ved egen læring. Det var uvant for elevene å snakke om egen læring. Vi kom gradvis i gang med å få læring og læringsvaner på dagsorden.

I arbeidet med for eksempel oppgaver og rapporter fra elevforsøk skulle elevene skifte fokus. De skulle ikke bare skrive rapporter fordi de er obligatoriske eller gjøre oppgaver for å kunne krysse av på ukeplanen. Elevene skulle spørre seg: Hva kan jeg lære av dette arbeidet, hvordan kan jeg skrive eller bearbeide stoffet med tanke på eget utbytte. Generelt skulle elevene utvikle en bedre forståelse for at ulike kunnskapstyper og kunnskapsnivåer krever ulike strategier. Elevene skal planlegge, overvåke og eventuelt regulere strategiene.

Forståelse av sammenhenger mellom læring og rammene rundt bidrar også til læringsbevissthet. En kjemielev sa dette om læringsboka som verktøy for læring:

”Her er det et press på at vi må levere noe. I de andre fagene spiller det ingen rolle hva du har for noe i kladdeboka. Det er det ingen som bryr seg om. Det er ingen som sjekker det. Det er en forskjell, at det er noen som bryr seg om hva du skriver.”

Det er ikke nok å utvikle elevenes læringsbevissthet. Innsikt fører ikke automatisk til handling. Behovet for å endre læringsvaner ble tatt opp med elevene i intervju. En del elever kom inn på at de var klar over at ”noe” måtte gjøres annerledes: ”Jeg har et stort behov for å endre de dårlige læringsvanene mine, men jeg vet ikke hvordan jeg skal klare det.” Andre elever hadde klare forestillinger om hva de skulle gjøre, men slet i forskjellig grad med oppfølging: ”Jeg vet hva som funker for meg for å lære ting. Det er ikke det at jeg ikke vet det. Jeg gjør det ikke.” Her var det behov for både idétilførsel og motivering.

## Hjelpemidler til prøver (og eksamen) – fordeler og ulemper

En eksamensform kan ikke ta hensyn til alle ønskelige aspekter. Noe må prioriteres på bekostning av noe annet. Vi prioriterte en vurderingsform som skulle fremme læring. Hva vurderte elever og lærere i prosjektet som fordeler og ulemper ved prøver og eksamen med hjelpemidler?

Både elever og lærere fremhevet dette som fordeler:

- Elevene opplever trygghet i eksamenssituasjonen
- Positiv innflytelse på elevenes arbeid med faget
- Vektlegging av kompetanse på høyere taksonomiske nivå

# KJEMIÅRET LÆRINGSBOK I KJEMI

I tillegg påpekte lærerne at elevene lærer å bruke oppslagsverk og å hente ut informasjon.

Disse ulempene kom både elever og lærerne inn på:

- En del ting bør elevene kunne utenat – det gjør de ikke nødvendigvis når hjelpemidler er tillatt
- En del elever er ikke godt nok forberedt. Hjelpemidlet er ikke bearbeidet, bare kopier eller avskrift

En del elever syntes oppgavene ble for vanskelige: ”Blir vanskeligere spørsmål og vanskeligere å få god karakterer (forventes mer).”

## Læringsbok og fagkompetansen

Erfaringene som lærer i LB1 ga meg noen indikasjoner på at arbeidet med læringsbøker, med tett oppfølging hele veien, er verdt å satse på:

- Kjemielevene skåret veldig høyt i kjemiolympiaden
- Til skriftlig eksamen lå karakterene 0,7 over landsgjennomsnittet



Også i LB2 lå elevenes karakterer (med unntak av en klasse) 0,1 – 0,6 over landsgjennomsnittet.

Elevene mente dette var de viktigste bidragene fra læringsbok-prosjektet:

- Elevene gjorde en større innsats i kjemi; det ble mer faglig skriving: ”Jeg aner ikke hvor alt arbeid fra 1. og 2. klasse er blitt av. 3 KJ-permen er dobbelt så tykk som alle andre fag til sammen”
- Elevene hadde bedre orden og struktur i notatene. Det gjør det både lettere å finne fram og å se faglige sammenhenger: ”Får mer system på notater og illustrasjoner. Setter emnene i et større perspektiv, og sammenligner og knytter sammen temaer i kjemi”
- Elevene bearbeidet fagstoff i større grad: ”Hvis det er et vanskelig eksempel, så kan du skrive din egen versjon som du forstår og hvor du passer på at du forstår den om en måned også, ikke bare akkurat da”

I forhold til fagkompetanse på høyere taksonomisk nivå ble særlig dette trukket fram:

- Elevene tar i større grad i bruk utforskende strategier
- Elevene tester forståelsen når de setter ord på fagstoff
- Oppgaver på høyere taksonomiske nivå ble eksplisitt vektlagt

Lærerne la i tillegg vekt på hvor viktig det er med oppfølging av læringsbøkene og å stille tydelige krav. Lærerne så muligheter for egen utvikling som i neste omgang ville komme elevene til gode: ”For min del synes jeg at jeg har tatt en mer aktiv del i elevenes arbeid med faget.”

## Avslutning

Læringsboka gir elevene gode muligheter for vurdering av egen læring. Elevene får tilbakemeldinger som kan bearbeides. Annen forskning har vist at dette gir økt læringsutbytte for elever. En fremtidig satsing og videreutvikling av læringsboka vil kunne være å ta i bruk digitale læringsbøker (DLB).

## Referanser

- Eilertsen, T. V. & Valdermo, O. (2000). Open-book Assessment: A Contribution to Better Learning? *Studies in Educational Evaluation* 26, 91 – 103.
- Valdermo, O. & Eilertsen, T. V. (2002). *En læringsbevisst skole*. Kristiansand: Høyskoleforlaget.

## KJEMIÅRET Å FORSTÅ KJEMI



# Å forstå kjemi

**Å undervise kjemi til barn og ungdom er en utfordring. Du kan avdekke misoppfatninger og bevisst jobbe med å fjerne dem. Allikevel vil mange elever holde fast på sine opprinnelige forestillinger. En studie fra Canada kan kanskje gi deg noen tips om hvordan du får bedre effekt av kjemiundervisningen din.**

Gjennom alle tider har mennesker levd i en verden i forandring. Vi har sett is smelte, fjell forvitne, jern ruste og at alt levende vil dø. Mange forklaringsmodeller har blitt brukt til å forstå slike prosesser, som at alt var satt sammen av ild, jord, luft og vann. Da kjemien for alvor vokste fram på 1800-tallet, fikk vi et vitenskapelig verktøy for å forstå disse forandringene. Som lærere skal vi innvie barn i denne kunnskapen. Oppgaven er ikke enkel, og det er kanskje derfor mange voksne mennesker har en marginal forståelse for kjemi til tross for mange år med naturfagsundervisning. Ambisjonene om at vi skal øke barns kjemiske forståelse er allikevel mange i læreplanens kompetansemål. Alt fra kildesortering, biologisk nedbrytning og stoffer som endrer karakter, handler om kjemiske forandringer. Det samme gjør studier av mineraler og bergarter, faseoverganger og kjemiske reaksjoner. Jeg ble derfor ganske interessert da jeg fant en artikkel i tidsskriftet *Mind, Brain and Education*, som testet ut nye undervisningsmetoder for å undersøke nettopp hvordan man kan øke forståelsen av de kjemiske prosessene som hele tiden foregår rundt oss.

Studien fant sted på en skole i Quebec i Canada i løpet av en periode på 2 år. Forskerne ville undersøke hvordan veiledet utforskning av et fenomen og det å få elevene til å diskutere og gruble over fenomenet påvirket læringsutbyttet. Målet var å få elevene til å forstå at masse ikke kan forsvinne. Atomer og molekyler kan danne nye forbindelser og veksle mellom faste stoffer, væsker eller gasser, men ingenting blir borte. Det første året deltok fem 8. klasser. Fordi lærerne var bekymret for at studien skulle ta for mye undervisningstid, ble det besluttet kun å undersøke effekten av veiledet utforskning. Hovedansvarlig for undersøkelsen, professor Marc Schwartz ved Universitetet i Texas, var temmelig sikker på at denne metoden i seg selv ville gi

god effekt, men han fikk seg en overraskelse. Undervisningen vekslet mellom lærerens innspill og utforskning av et kjemisk fenomen hvor konklusjonen ikke var gitt på forhånd. Tanken var å la elevene få sanseerfaringer om fenomenet, for deretter å koble erfaringene til sentrale begreper og abstrakt forståelse. Elevenes kunnskap ble kartlagt ved hjelp av en flervalgstest før og etter undervisningsbolken. Resultatene viste at gjennomsnittlig poengsum økte med skuffende 8 %. Dermed begynte lærerne å undre på om ikke argumentering og diskusjon var en bedre strategi. To av dem besluttet å prøve denne metoden 4 måneder senere, og resultatene var overveldende. Nå økte gjennomsnittlig poengsum med 38 %. Men var det argumentering i seg selv, en kombinasjon av begge metoder eller noe helt annet som var utslagsgivende?

Med hjelp fra stipendiaten på prosjektet, Marina Doucerain, ønsket en lærer å gjenta forsøket og benyttet argumentasjonsmetoden på de tre klassene hun underviste året etter. Også denne gangen økte gjennomsnittlig poengsum med 38 %, og mange elever som lå an til å stryke, bestod testen. Hvordan ble så denne undervisningen gjennomført? Jo, først ble elevene vist et eksperimentelt oppsett og bedt om å komme med forutsigelser for hva som ville skje når eksperimentet ble gjennomført. Deretter ble de delt inn i mindre grupper som skulle diskutere videre og komme til en enighet om hva de mente ville skje. En fra hver gruppe fikk så i oppdrag å fortsette diskusjonen foran hele klassen. Målet var å komme fram til et felles standpunkt. Først deretter ble forsøket gjort, og naturens svar ble avslørt. Her fikk elevene mulighet til å vurdere sitt svar på nytt. Til sist ble elevene presentert for et beslektet, men annerledes problem og utfordret til å anvende det de hadde lært i denne sammenhengen.

# KJEMIÅRET Å FORSTÅ KJEMI



Som et grunnlag for forskningen sin bruker Doucerain og Schwartz en modell for læring kalt dynamisk ferdighetsteori. Den har blitt utviklet gjennom flere tiår ved Harvard Universitetet i Boston. I stedet for å se på læring som en prosess der man tilegner seg kunnskap om begrep etter begrep som om man bygde et hus med murstein, betrakter denne modellen læring som en kontinuerlig og bevegelig prosess. Ferdighetene som man trenger for å sjonglere, er en god metafor på hvordan dynamisk ferdighetsteori betrakter læring. Se for deg en som skal lære å sjonglere med tre baller. Først må han trene med en ball. Deretter med to for til sist å trene med tre. Hver ball kan representere et begrep som eleven må mestre samtidig for å forstå en mer komplisert sammenheng. Denne type koordinering krever kontinuerlig trening, og prestasjonen vil alltid bli påvirket av omgivelsene. Hvis man f. eks. er nervøs, trøtt eller syk, vil ferdighetene være dårligere enn ellers. Akkurat som en sjonglør hele tiden må kaste ballene sine opp i lufta, må vi kontinuerlig anvende begreper for å få en bedre forståelse av dem. Skal vi forstå grunnleggende fellestrekk ved kjemiske forandringer, må vi altså gjentatte ganger benytte begrepene for å beskrive ulike fenomener.

Denne modellen om hvordan vi tenker og lærer ble også bekreftet gjennom intervjuer med seks elever som deltok i studien. Intervjuene avslører at elevenes forståelse svinger i løpet av korte tidsintervaller. En og samme elev kom f. eks. med følgende meningsløse utsagn for å forklare hva som ville skje hvis en forseglet flaske med Coca Cola ble varmet opp slik at noe av væsken fordampet inni flasken:

”Luft er lettere enn vann. ”

Noen minutter senere sa hun derimot:

”Det er samme antall partikler i flasken, så det må være samme masse i flasken. ”

Elevenes evne til å analysere denne situasjonen varierte altså merkbart i løpet av samtalen og kan f. eks. skyldes nerver i begynnelsen. Når utviklingen disse intervjuene tok ble sammenlignet med elevenes poengsum, fant de en tydelig korrelasjon. De som hadde høy poengsum, avslørte også en bedre forståelse for hvordan masse ikke forsvinner, men går over i andre former.

Marc Schwartz forklarer resultatene slik:

”Jeg tror funnene våre viser at det å sette ideer i bevegelse gir en dypere forståelse. Diskusjoner gjør elevenes ulike tankeprosesser synlige. Utforskning derimot, gir derimot begrenset forståelse hvis ikke elevene også får anledning til å interagere sosialt gjennom å bygge, teste og utfordre hverandres tanker. Funnene våre får støtte fra lignende studier som viser at lærere burde fokusere mer på argumentering og forklaring,” sier Marc Schwartz.

”Men hva med eksperimentering? ” spør jeg litt forundret med tanke på alle de elevene jeg har møtt som hiver seg over eksperimenter med liv og lyst.

”Å bruke sansene og kroppen er grunnlag for all læring,” svarer Schwartz. ”Utforskning er nødvendig når omgivelser og erfaringer forandrer seg”

Så vi skal ikke droppe eksperimenter når vi underviser kjemi, men vi må legge til rette for refleksjon, diskusjon og forklaring for å sette tanker i bevegelse og sammenheng. Det samme gjelder også andre fagområder i naturfaget.

## Referanser

*A cross-age study of the understanding of five chemistry concepts.* Journal of Research in Science Teaching, 3, 147-165, 1994

*Students alternative frameworks and science education,* Kiel, Germany: Institute for Science Education, 2000

*Analyzing learning about conservation of matter in students while adapting to the needs of a school.* Mind, Brain and Education, vol, 4, number 3, p 112-124

Marina Doucerain er stipendiat ved Culture, Health and Personality Lab, Department of Psychology, Concordia University, Quebec, Canada

Mark S. Schwartz er professor ved South West Center for Mind, Brain & Education, University of Texas, Arlington, Texas

## KJEMIÅRET MERKING AV STOFFER



# Klassifisering og merking

**Hvilken konsentrasjon har den sterkeste luten vi kan bruke til elevaktiviteter i grunnskolen? Påvisning av nikkel med dimetylglyksim og ammoniakkløsning er en enkel og morsom elevaktivitet. I denne aktiviteten kan vi bruke løsninger som er så tynne at de er ikke merkepliktige. Hva er de høyeste konsentrasjonene du da kan ha av nikkelsulfat og ammoniakk?**

At opplæringsloven og læreplanene er viktige styringsdokumenter i skolen, vet alle. Men det er mindre kjent at arbeidsmiljøloven og noen av dens forskrifter har bestemmelser som angår oss som underviser i naturfagene. De viktigste forskriftene vi bør kjenne til er forskrift om arbeid av barn og ungdom, kjemikalieforskriften og merkeforskriften. Det er ikke nødvendig å kjenne til hele teksten i alle forskriftene, men enkelte deler er det viktig å kjenne til. Skolelaboratoriet for kjemi ved Universitetet i Oslo har laget et utdrag fra forskriftene med de mest aktuelle paragrafene, se [www.uio.no/skolelab](http://www.uio.no/skolelab). Her finner du også lenker til fullstendige og oppdaterte lover og forskrifter som ligger på [www.lovdatabasen.no](http://www.lovdatabasen.no).

Det har i de senere år vært gjort et omfattende arbeid for å få til et felles internasjonalt system for håndtering av kjemikalier, Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals (GHS). Det har medført at vi får nye forskrifter som vi blir nødt til å sette oss inn i, fordi deler av dem angår naturfagundervisningen. Vi skal i denne artikkelen trekke fram de viktigste endringene for arbeidet i skolen. Med oppgaven i innledningen håper vi å vise at det er både nyttig å viktig å ha kjennskap til de nevnte forskriftene.

CLP-forordningen trer i kraft i Norge straks det er inkludert i EØS-avtalen – antakelig i løpet av våren 2011. CLP står for Classification, Labelling and Packaging of Substances and Mixtures, og den bygger på FNs globalt harmoniserte system for klassifisering og merking av kjemikalier. Det nye regelverket vil gjelde parallelt med forskrift om klassifisering, merking m.v. av farlige kjemikalier fram til 1. juni 2015. Les mer på [www.klif.no](http://www.klif.no)

### Rene stoffer og stoffblandinger

Gammel og ny klassifisering gjelder parallelt fram til 1.12.2012 for rene stoffer og til 1.6.2015 for stoffblandinger.

Det betyr at når vi kjøper kjemikalier som er rene stoffer, kan vi fram til 1. desember 2012 få kjemikalier som enten er merket i henhold til forskrift om klassifisering, merking mv. av farlige kjemikalier (merkefordriften) eller i henhold til CLP. I stoffenes sikkerhetsdatablad vil stoffenes klassifisering alltid være gitt i henhold til både gammel og ny forskrift fram til nevnte dato. Etter 1. desember 2012 vil merkingen av alle rene stoffer som omsettes være i henhold til CLP. Rene stoffer som vi har på laboratoriet må være merket om innen 1. desember 2012.

Stoffblandinger vi kjøper, kan være merket i henhold til CLP eller i henhold til merkeforskriften fram til 1. juni 2015. Klassifisering i henhold til begge forskrifter skal oppgis i stoffblandings sikkerhetsdatablad. Stoffblandinger som vi har på laboratoriet må være merket om innen 1. juni 2017.

For stoffblandinger vi lager selv til eget bruk på laboratoriet, for eksempel løsninger, gjelder samme regler for merking som for stoffblandinger vi kjøper. Det betyr at vi må klassifisere løsningene (stoffblandingen) for å kunne merke dem riktig. Når vi kjenner klassifiseringen til stoffet vi lager en løsning av, gjør vi dette enkelt ved hjelp av tabeller i merkeforskriften. Klassifisering av stoffer er en meget omstendelig prosess som vi heldigvis ikke behøver å vite noe om. Klassifisering som er utført av produsenten, er oppgitt i sikkerhetsdatabladet som følger med stoffet når vi kjøper det. Du kan lese mer om sikkerhetsdatablad senere i artikkelen.

# KJEMIÅRET MERKING AV STOFFER

LES ADVARSELSTEKSTEN!

## Faresymboler til merking

Alle farlige kjemikalier skal være tydelig merket med faresymbol (farepiktogram), i tillegg til fare- og sikkerhetsinformasjon på norsk. Merkingen informerer om skader som kan oppstå ved bruk. Fram til 1. juni 2015 gjelder to merkesystemer parallelt. På sikt skal den nye merkingen gjelde i hele verden.

### NYE FARESMBOLER (farepiktogram)



**Akutt giftig.** Kjemikalier som er akutt giftige og kan gi livstruende skader ved svelging, hudkontakt og/eller inndraging.



**Etsende.** Kjemikalier som forårsaker etseskader på hud og øyne eller alvorlige øyeskader. Brukes også for kjemikalier som er etsende for metaller.



**Kronisk helseskade.** Kjemikalier som forårsaker kroniske helseskader som for eksempel kreft, skader på arvestoffet og redusert fruktbarhet. Omfatter også kjemikalier som forårsaker allergi ved inndraging, kjemisk lungebetennelse eller andre alvorlige skader.



**Helsefare.** Kjemikalier som er farlige ved inndraging, hudkontakt eller sveiging. Brukes også for kjemikalier som virker irriterende på hud, øyne og luftveier, gir allergiske hudreaksjoner, dødelighet og svimmelhet.



**Miljøfare.** Kjemikalier som er giftige for vannmiljøet på kort eller lang sikt. Skal oppbevares og håndteres slik at kjemikalier, ved bruk eller som avfall, ikke skader miljøet.



**Eksplosjonsfarlig.** Kjemikalier og gjenstander som er eksplosjonsfarlige dersom de utsettes for slag, friksjon, gnister eller varme.



**Brannfarlig.** Kjemikalier som er brannfarlige og kan brenne vidtvidt med antenning eller varmetilførsel. Ekskluderer kjemikalier som er brannfarlige i kontakt med vann eller selvantenner i luft.



**Oksiderende.** Kjemikalier som kan forårsake brann i eller bidra til forberening av andre materialer.



**Gass under trykk.** Gass eller andre kjemikalier som er trykkløst, eller gass som er flytende ved svært lav temperatur. Beholderen kan eksplodere ved ytre brann.

### FARESMBOLER SOM GJELDER TIL 2015



**Følger av farlig advarelsesmerking.** De fleste farligste kjemikalier som selges til forbrukere skal ha en farlig advarelsesmerking i form av en opplyst trekant på emballasjen.



Meget giftig/  
Giftig



Etsende



Helsekadelig/  
Irriterende



Miljøskadelig



Eksplosiv



Ekstremt  
brannfarlig



Oksiderende

Last ned plakaten som pdf på [www.klif.no](http://www.klif.no)



[www.arbeidstilsynet.no](http://www.arbeidstilsynet.no)



[www.dsb.no](http://www.dsb.no)



[www.klif.no](http://www.klif.no)

**Nye piktogrammer erstatter gamle faresymboler. Denne plakaten kan lastes ned fra [www.klif.no](http://www.klif.no).**

I merkeforskriften finner vi dessuten regler om forenklet merking av små flasker, det vil si mindre enn 125 mL. Dette er nyttig informasjon med tanke på undervisningen, hvor vi ofte bruker klassesett med kjemikalier på små flasker.

## Farebetegnelse erstattes av varselord

Faresymbolene som brukes i merkeforskriften har en undertekst som er en del av symbolet. I CLP brukes ikke undertekst til farepiktogrammene. I stedet brukes et varselord som enten er Fare

eller Advarsel, i tilknytning til piktogrammet. Piktogrammet kan også stå uten varselord. Varselordet, eller mangel på varselord, er en gradering av faren som piktogrammet viser.

## R- og S- setninger blir til H- og P-setninger

Risikosetninger erstattes av H-setninger i CLP (H for Hazard), og sikkerhetssetningene kalles P-setninger (P for Precaution). Alle H- og P-setningene er nå oversatt til norsk, se [www.klif.no](http://www.klif.no).

## Sikkerhetsdatablad

Den som framstiller, importerer eller leverer kjemikalier i Norge, må legge ved sikkerhetsdatablad ved første gangs levering. Sikkerhetsdatabladene skal være på norsk og stilles gratis til rådighet til alle som kjøper kjemikallet til yrkesmessig bruk. Sikkerhetsdatablad for alle merkepliktige stoffer og stoffblandinger skal finnes i virksomhetens stoffkartotek. Det er ikke krav til å utarbeide sikkerhetsdatablad for stoffblandinger vi lager selv til eget bruk på laboratoriet. Vi kan i stedet lage et informasjonsblad hvor vi skriver hvordan stoffblandingen er klassifisert og merket. Informasjonsbladet skal inngå i skolens stoffkartotek.

Med CLP innføres det mer konkrete krav til innholdet i sikkerhetsdatabladet. Den viktigste endringen som angår oss som underviser i naturfag, er at faremerkingen skal gjengis i avsnitt 2 og ikke i avsnitt 15. Det gjør at vi som brukere av kjemikallet raskere ser hva som er de viktigste faremomentene ved kjemikallet.

## Svar på spørsmålene i innledningen

Lut som skal brukes til elevaktiviteter i grunnskolen må ha en konsentrasjon som er mindre enn 2 % eller 0,5 mol/L natriumhydroksid, fordi elever i grunnskolen ikke skal eksponeres for stoffer eller stoffblandinger som er klassifisert som etsende. Natriumhydroksidløsning klassifiseres som etsende hvis konsentrasjonen er større eller lik 2 %. En nikkelsulfatløsning med konsentrasjon mindre enn 0,25 % er *ikke klassifiseringspliktig*. Elever i grunnskolen skal ikke utsettes for stoffer eller stoffblandinger som er klassifisert som helseskadelig og allergifremkallende. En løsning som inneholder 0,25 % eller mer, vil ha en slik klassifisering. Ammoniakk-løsninger som er mindre enn 10 %, for eksempel Salmi, kan brukes til elevaktiviteter i grunnskolen, fordi Salmi er klassifisert som irriterende og ikke etsende. Vi har her benyttet oss av §9 i forskrift om arbeid av barn og ungdom, stofflisten og en av klassifiseringstabellene i merkeforskriften.



## KJEMIÅRET TIPS TIL KJEMIFORSØK

# Tips og triks til kjemiforsøk

Vi skal her beskrive noen tips og triks som vi håper kan forenkle arbeidet med elevforsøk i kjemi slik at det blir mer tid til det som er morsomt, spennende og lærerikt i kjemien.

Når vi skal gjøre elevforsøk i kjemi, går det mye tid både til for- og etterarbeid. Løsninger skal lages og de må prøves i det forsøket vi skal bruke dem til, enten de er nylaget eller gamle. Nye løsninger må testes for å se at de fungerer som de skal, at vi ikke har gjort en feil i tillagingen. Gamle løsninger må også testes for å sjekke at de fremdeles virker som de skal. Og til slutt er det oppvasken. Ofte er det utstyr som tar stor plass og organisering av fordeling av utstyr og stoffer tar mye tid, både for elever og for lærer. Hvis vi kan forenkle for- og etterarbeidet med elevforsøk, er det tid og krefter spart.

### Noen praktiske håndgrep

Mange forsøk kan utføres med små reagensglass av plast. Hvis vi bare skal bruke et eller to rør finnes det enklere løsninger enn å bruke reagensrørstativer. Dersom du bruker småskalautstyr, kan du lage et enkelt vannbad ved helle varmt vann i et isoporbeleg.



Et enkelt vannbad

### Små mengder stoff og smått utstyr

Det meste av utstyr som betegnes som engangsutstyr kan vaskes og brukes om igjen. En kost-nytte-analyse kan hjelpe deg til å velge.

Fordeler ved å gjøre forsøk der du benytter små mengder stoff i smått plastutstyr:

- små mengder stoff og enkelt utstyr reduserer kostnadene
- mindre mengder avfall
- aktivitetene er raskere å gjennomføre
- økt sikkerhet på grunn av mindre mengder stoff
- plastutstyr reduserer faren for kuttskader
- mindre forurensning i naturfagrommet

Noen eksempler på bruk av små porsjoner vises på neste side. Her er det brukt eppendorfrør, pipetter, lynlåsposer, engangsbelegger og små plastflasker til stoffene elevene skal bruke. Utstyret kan skylles og kastes i plastsøpla eller vaskes og brukes på nytt.



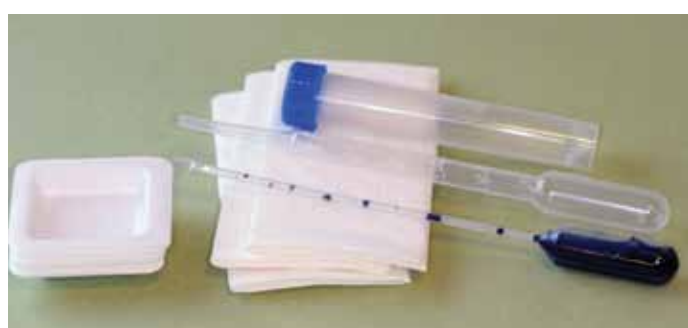
To enkle "stativer": modelleire eller klype





Tekst: Kirsten Fiskum, Naturfagsenteret og Brit Skaugrud, Skolelaboratoriet i kjemi, Universitetet i Oslo  
Foto: Brit Skaugrud og Truls Grønneberg

## KJEMIÅRET TIPS TIL KJEMIFORSØK



**Bildene viser eksempler på bruk av små porsjoner. Bildet nederst til venstre viser avfallshåndtering.**



# KJEMIÅRET KJEMI PÅ BOKS

## En kjemisk reaksjon

### Hva kan vi observere ved en kjemisk reaksjon?



Fortynnet kobbersulfatløsning og stålull

### Sikkerhet

Ingen tiltak

### Gjennomføring

1. Beskriv stålullen og kobbersulfatløsningen.
2. Putt litt av stålullen ned i et av rørene med kobbersulfatløsning. Snu røret opp og ned noen ganger slik at stålullen kommer i god kontakt med kobbersulfatløsningen. Det andre røret bruker du til sammenligning (blindprøve).
3. Beskriv det du observerer.
4. Tøm innholdet på tørkepapiret. Beskriv hvordan stålullen (eller restene av den) ser ut.
5. Putt resten av stålullen i blindprøven for å uskadeliggjøre kobbersulfatløsningen (se også "Rydding").

### Du trenger

- kobbersulfatløsning
- stålull
- tørkepapir

### Aktuelle kompetansemål

#### Etter 4. trinn

#### Fenomener og stoffer

- gjennomføre forsøk som viser at stoffer kan endre karakter når de blir utsatt for ulike påvirkninger

### Forslag til spørsmål og oppgaver til elevene

- Hvilke forandringer har skjedd med løsningen?
- Hvilke forandringer har skjedd med stålullen?
- Hvilke forandringer kan vi observere ved en kjemisk reaksjon?
- Beskriv den kjemiske reaksjonen med en ordlikning.

### Rydding

Rester av kobbersulfatløsning kan uskadeliggjøres ved å putte stålull i løsningen og vente til blåfargen er borte eller ved å blande den med minst 1 liter vann. Sortér avfallet og legg det i riktige avfallsdunker:

- I vasken: Rester av kobbersulfatløsning skylles ned med minst 1 liter vann.
- Plastemballasje: pose, propper og rør
- Restavfall: tørkepapir med løsninger (som ikke er blå), stålull og rester av stålull

### "Kjemi på boks"

er en betegnelse for en samling elevaktiviteter fra Skolelaboratoriet i kjemi ved Universitetet i Oslo. I disse er alt elevene trenger for å gjennomføre elevaktiviteten pakket sammen i en pose eller "på boks". Det brukes så små mengder løsninger at de kan tømmes på et stykke tørkepapir som kan kastes som restavfall. Utstyret som brukes er stort sett engangsutstyr som kastes etter bruk (sorteres og resirkuleres). På denne måten kan aktivitetene gjennomføres i et vanlig klasserom. Ved at det går med liten tid til "henting og rydding", kommer kjemien i fokus og aktivitetene blir en integrert del av gjennomgåelse av teoretisk stoff.



På nettsiden [www.kjemi.uio.no/skolelab](http://www.kjemi.uio.no/skolelab) kan du finne beskrivelser av alle "kjemi på boks"-aktivitetene.

Tekst og foto: Brit Skaugrud, Skolelaboratoriet i kjemi, Universitetet i Oslo

## KJEMIÅRET KJEMI PÅ BOKS

# Kjemisk reaksjon med nikkellioner

Inneholder et kronestykke nikkel? Med et spesielt nikkelreagens, DMG (dimetylglyksim), kan vi påvise nikkellioner i mynter, smykker o.l.



Utstyr som passer til påvisning av nikkellioner.

### Du trenger

- 4 bomullspinner med nikkelreagens
- ammoniakk-løsning i et rør
- nikkelsulfat-løsning i et rør
- kronestykke
- tørkepapir

### Aktuelle kompetansemål

#### Etter 7. trinn

#### Fenomener og stoffer

- gjennomføre forsøk med kjemiske reaksjoner og forklare hva som kjennetegner disse reaksjonene

### Sikkerhet

Ingen tiltak

### Gjennomføring

1. En bomullspinne med nikkelreagens dyppes i ammoniakk-løsningen og puttes i løsningen med nikkelsulfat. Hva ser du? Noter hvordan en positiv test på nikkellioner ser ut. Gjem røret for sammenligning senere.
2. Dypp en bomullspinne med nikkelreagens i ammoniakk-løsningen og gni den mot kronestykket. Hva ser du? Noter.
3. Dypp en bomullspinne med nikkelreagens i ammoniakk-løsningen og gni den mot et smykke, en nøkkel eller noe du tror kan inneholde nikkel. Får du en positiv test? Noter resultatet.

### Forslag til spørsmål og oppgaver til elevene

- Hvordan kan vi teste på nikkel og hvordan ser en positiv test ut?
- Forklar det du har observert og beskrevet i punkt 2.
- Forklar det du har observert og beskrevet i punkt 3.
- Er det nikkellioner på overflaten av et kronestykke? Inneholder er kronestykke nikkel?

### Rydding

Sorter avfallet og legg det i riktige avfallsdunker:

- Gjenbruk: kronestykket
- Plastemballasje: tomme rør, propper og pose
- Restavfall: tørkepapir og bomullspinner med løsninger

### Til læreren:

Nikkelreagens lager du ved å løse 1 % dimetylglyksim i 96 % etanol (denaturet). Dypp bomullspinnene i løsningen og la dem lufttørke. Nikkelsulfatløsningen må være mindre enn 0,25 % og ammoniakk-løsningen mindre enn 5 %.

Beskrivelsene kan både fungere som en oppskrift for hvordan elevene skal gjennomføre forsøkene, og de kan fungere som en lærerveiledning. Hvis elevene skal jobbe utforskende, kan læreren legge til rette for dette ved at elevene får læringsmålene og kjennetegn på måloppnåelse før de gjør selve aktiviteten. De får ikke hele oppskriften med alle spørsmålene, men de får hjelp til å komme i gang, og de får tid til å reflektere over eget arbeid og diskutere med medelever eller læreren. Skolelaboratoriet har laget en rekke "kjemi på boks"-aktiviteter. Her presenterer vi noen av disse. Til hver aktivitet har vi foreslått kompetansemål fra læreplanen som aktiviteten kan knyttes til. [ska-as.no](http://ska-as.no) leverer ferdigpakker med utstyr.



## KJEMIÅRET KJEMI PÅ BOKS

# Fortynning av en syre

## Hvordan endres pH i en sur løsning som fortynnes?



Utstyr til forsøket



Farge på BTB ved forskjellig pH

### Sikkerhet

Ingen tiltak

### Gjennomføring

1. Bruk dråpetelleren og overfør så mye saltsyre til en plastskål at bunnen i skålen dekkes. Tilsett 2-3 dråper BTB-løsning i skålen. Observér og notér fargen indikatoren BTB har i løsningen med  $\text{pH}=0$ .
2. Bruk dråpetelleren og fjern så mye saltsyre fra røret at det er nøyaktig 1 mL saltsyre igjen i røret. Fyll opp med vann til merket for 10 mL. Vær nøyaktig. Skru på korken og rist. Saltsyren er nå fortynnet 1:10 og pH-verdien har øket med 1. Skyll dråpetelleren en gang med litt av den fortynnede saltsyren. Bruk så dråpetelleren og overfør fortynnet saltsyre til en ny plastskål (bunnen i skålen skal dekkes). Tilsett 2-3 dråper BTB-løsning i skålen. Observer og noter fargen indikatoren BTB har i løsningen.
- 3.-8. Gjenta punkt 2 seks ganger. Den siste løsningen er fortynnet 1: 10 000 000 og  $\text{pH}=7$ .
9. Fortynn løsningen 1:10 enda en gang. Den opprinnelige syren er nå fortynnet 1: 100 000 000. Bruk dråpetelleren og overfør den fortynnede saltsyren til en ny plastskål (bunnen i skålen skal dekkes). Tilsett 2-3 dråper BTB-løsning i skålen: observer og noter.

### Forslag til spørsmål til elevene

- Observer og noter fargen indikatoren BTB har i løsningen.
- Presenter resultatene i en oversiktlig tabell.
- Hva skjer med pH når vi fortynner en syre med vann?
- Hvordan kan du undersøke om det samme gjelder for fortynning av en base med vann?

### Du trenger

- blå BTB-løsning i dråpeteller
- saltsyre i gradert rør, 1 mol/L,  $\text{pH}=0$
- dråpeteller
- 9 skåler
- tørkepapir
- rensset vann

OBS! Vannet som brukes til fortynning, må gi grønn farge med BTB, ikke blå. Sjekk først!

### Aktuelle kompetansemål

#### Etter 10. trinn

#### Fenomener og stoffer

- gjennomføre forsøk for å klassifisere sure og basiske stoffer

### Rydding

Sorter avfallet og legg det i riktige avfallsdunker:

- Plastemballasje: pose, kork, tomme skåler, plastrør og dråpetellere
- Restavfall: løsninger tømt ut på tørkepapir

### Til læreren:

Elevene kan bruke en annen indikator som for eksempel selvlaget rødkålsindikator. Da vil de kunne se fargene på rødkålsindikatoren ved forskjellig pH i løsningen.

### Tabell

Punkt Fortynning av saltsyre, Konsentrasjonen av syre (mol/L), pH

1.	ufortynnet	$1 = 10^0$	0
2.	1:10	$0,1 = 10^{-1}$	1
3.	1:100	$0,01 = 10^{-2}$	2
4.	1:1000	$0,001 = 10^{-3}$	3
5.	1:10 000	$0,0001 = 10^{-4}$	4
6.	1:100 000	$0,00001 = 10^{-5}$	5
7.	1:1 000 000	$0,000001 = 10^{-6}$	6
8.	1: 10 000 000	$0,0000001 = 10^{-7}$	7
9.	1: 100 000 000	?	?



## Karbohydrater

### Påvisning av noen vanlige karbohydrater



Utstyr og reaksjon med Benedicts løsning

#### Sikkerhet

Ingen tiltak

#### Gjennomføring

1. Legg en spatelspiss med sukker i en skål. Drypp to dråper jodløsning på sukkeret og notér eventuelle fargeforandringer. Gjør det samme med de fem andre karbohydratene.
2. Bruk dråpetelleren og tilsett 1 mL Benedicts løsning til hvert av rørene med karbohydrater. Sett i proppene og rist godt.
3. Bruk stiften og stikk hull i alle proppene.
4. Legg rørene i isoporbegeret og fyll det halvfullt med kokende vann. La rørene ligge i det varme vannet i ca. fem minutter.
5. Ta opp rørene og legg dem på tørkepapiret. Observer fargeforandringer og noter resultatene.

#### Forslag til spørsmål og oppgaver til elevene

- Oppsummer alle resultatene i en oversiktlig tabell
- Hvordan kan resultatene fra denne aktiviteten brukes til å lage en plan for påvise om det er karbohydrater i for eksempel Solo, Farris, lettbrus, lettmelk og gelé?

#### Rydding

Sorter avfallet og legg det i riktige avfallsdunker:

- Gjenbruk: stiften (eventuelt som restavfall)
- Plastemballasje: posen, rengjorte rør, propper, skåler og spatler
- Restavfall: tørkepapir med løsningene, isoporbegeret
- I vasken: vannet i isoporbegeret. Tilsett sukker i rør med negativ reaksjon før innholdet tømmes i vasken.



#### Du trenger

- druesukker (glukose)
- fruktosukker (fruktose)
- sukker (sukrose)
- morsmelkepulver (laktose)
- potetmel (amylose)
- bomull (cellulose)
- Benedicts løsning (i rør med blå kork)
- jodløsning i brunt glass
- 1 stift
- 2 dråpetellere
- 6 skåler
- 6 spatler
- tørkepapir
- varmt vann
- isoporbeger

#### Aktuelle kompetansemål

##### Etter 10. trinn

##### Fenomener og stoffer

- planlegge og gjennomføre forsøk med påvisningsreaksjoner
- gjøre forsøk med og beskrive noen vanlige karbohydrater



# KJEMIÅRET KJEMI PÅ BOKS

## Slim

Hva skjer når vi blander to spesielle løsninger? Er produktet et fast stoff eller en væske?



Bilder fra forsøk med slim

### Du trenger

- beger med lokk
- farget PVA-løsning
- boraksløsning (fargeløs)
- rørepinne
- tørkepapir

### Sikkerhet

Ingen tiltak

### Gjennomføring

1. Beskriv de to løsningene, legg spesielt merke til "konsistensen". Tøm begge løsningene ned i det tomme begeret og bland de to løsningene godt. Hvilke forandringer ser du?
2. Undersøk om det går an å tømme klumpen ut av begeret. Vær tålmodig.
3. Trill klumpen til en kule. Legg den på bordet og observer hva som skjer.

### Forslag til spørsmål og oppgaver til elevene

- Forklar hva slags bindinger som dannes mellom polyetenol og boraks.
- Hvor er det blitt av vannmolekylene i løsningene når Slim ble dannet?

### Løsninger til øvelsen "Slim"

Vi trenger ca 50 mL 4 % PVA-løsning og ca 10 mL 4% natrium-tetraboratløsning til å lage en porsjon "Slim".

### Du trenger

- 2 g polyvinylalkohol (PVA) med molmasse ca. 100 000
- grønn konditorfarge, fluoresin eller gul konditorfarge
- 2 g  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$  eller 3,5 g  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$
- 2 begerglass, 150 mL
- termometer
- (magnetrører og magnet)
- 2 flasker, 100 mL
- 2 merkelapper

### Polyvinylalkohol-løsning (PVA), 4 %

Bruk PVA-pulver som er ca. 90 % hydrolysert eller granulert PVA med molar masse 70 000-100 000. Hell opp 50 mL varmt vann i et begerglass. Dryss så litt etter litt 2 g PVA opp i glasset under omrøring (magnetrører). Varm opp til 50-60 grader dersom det ikke løser seg. NB! Løsningen må ikke koke, da brytes polymeren ned til kortere kjeder.

Tilsett litt grønn konditorfarge og litt fluoresin for å få en litt "ekkel" farge. Gul konditorfarge kan erstatte fluoresin. Det gir også en ekkel farge, men den blir ikke så lysende. Når løsningen er kald, helles den over på en flaske og merkes hvis den ikke skal brukes med en gang.

### Natriumtetraborat ( $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ ), 4 %

Løs 2 g  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$  eller 3,5 g boraks,  $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$  i noe vann i et begerglass. Når alt er løst, fylles opp til 50 mL med vann. Den ferdige løsningen helles på flaske og merkes hvis den ikke skal brukes med en gang.

Løsningene kan brukes med en gang eller gjemmes til senere bruk.

### Aktuelle kompetansemål etter Kjemi 1

- Elevene skal kunne forklare, illustrere og vurdere stoffers sammensetning, bindingstyper og egenskaper.
- Elevene skal kunne gjøre rede for vann som løsemiddel for polare og upolare stoffer.



# KJEMIÅRET RØDKÅLPULVER

## Rødkålpulver

Det kan være vanskelig å få tak i rødkål i butikken, unntatt ved juletider. Derfor lønner det seg å lage rødkålpulver. Da kan du lage ny løsning når du trenger det.

### Du trenger

- rødkål
- kniv
- osthøvel
- aviser
- (sikt)



### Slik gjør du

Del kålhodet i to. Bruk osthøvelen og kutt kålen i fine strimler. Ikke bruk stilken eller de grove delene av kålhodet. Legg kålstrimlene utover aviser og la dem ligge på aviser til de er helt tørre. Når kålen er helt tørr, knuser du den med hendene. Fyll pulvert du får, i en boks. Merk boksen med *Tørket rødkål*, *Rødkålpulver* eller bare *Rødkål*. Hvis du vil ha et finere pulver, kan du knuse den tørkede rødkålen i en foodprosessor og sikte den knuste kålen etterpå. Men det er ikke nødvendig.

Du kan lage rødkålløsning av rødkålstimlene uten å tørke dem, men løsningen er ikke holdbar. Den blir fort grumset og kan miste den fine fargen etter noen dager.



Se så fine farger du kan få med rødkålløsning!





# KJEMIÅRET EN PROBLEMSTILLING

## En problemstilling – mange forsøk

Hvorfor og hvordan fortrenses luften av karbondioksidgass? Dette spørsmålet kan gi elevene anledning til å tenke ut svar og argumentere for sine påstander. *Er det alltid slik?*

### Gjennomføring av 4 forsøk

En blanding av sitronsyre (eller vinsyre) og natron utvikler karbondioksid når den tilsettes vann. Karbondioksidgassen påvises ved at den kveler en flamme fordi gassen ikke underholder en forbrenning og den fortrenger luft fordi den har større masse tetthet.

1a. Hvor mye sitronsyre og natron må til for å fylle et beger med karbondioksid?

1b. Fyll et nytt beger med karbondioksid og la det stå *helt i ro* til neste dag. Test om det fremdeles er fullt av karbondioksid.



Litt sitronsyre, natron og vann i bunnen av et beger gir et fullt beger av karbondioksid.



Karbondioksidgass lages i ett beger og helles over i et beger med et brennende telys i bunnen.

### Du trenger

- sitronsyre eller vinsyre
- natron (natriumhydrogenkarbonat)
- 2 plastbeger
- plastboks ca 1 liter
- måleskje (kryddermål), teskje eller eppendorfrør
- telys
- fyrstikker
- vann
- et rør med litt kalkvann
- begerglass
- klype
- 3 stearinlys med forskjellig lengde
- et stort, høyt glass, ca 3 liter

2. Kan karbondioksidgassen i et beger helles over i et annet beger?



Et avklippt plastbeger kan fungere som begeret med brennende telys.

3. Det er enklere å håndtere et brennende telys på denne måten:



Telys, beger med natron og sitronsyre i en boks, et beger breddfullt med vann ved siden

Litt av vannet er tømt over i begeret med natron og sitronsyre.



# KJEMIÅRET EN PROBLEMSTILLING



Resten av vannet er tømt over i begeret med natron og sitronsyre.

4. En mer avansert måte som viser at karbondioksid fortrenger luft:  
5. Kan vi fylle et rør med karbondioksid ved å senke det ned i gassen? Telys og fyrstikker byttes ut med et rør med kalkvann og en klype. Klypen gjør det mulig å plassere røret nede i begeret, men over vannet, slik at det er lett å se om kalkvannet blir hvitgrunnet. I dette forsøket påviser vi karbondioksid ved å vise at gassen gir en hvit utfelling av kalsiumkarbonat i kalkvann, som er mettet kalsiumhydroksidløsning.



Kalkvann i rør



Karbondioksid er påvist

6. I forsøkene 1-5 har vi vist at karbondioksid fortrenger luft og kanskje kommet fram til at det er fordi karbondioksidgassen har større massetetthet enn luft. Noen har kanskje også kommet med spørsmålene *Hvorfor kveles ikke flammen av karbondioksidgassen som dannes når et stearinlys brenner nede i en beholder?* Telys står jo ofte og brenner nede i et glass.



Hvorfor kveles ikke flammen av karbondioksid som dannes når stearinlyset brenner?

7. Et brennende stearinlys slukker hvis vi setter et glass med bunnen i været over lyset. Men hvilket lys slukker først hvis vi har tre brennende lys med forskjellig høyde og setter et glass over all tre? La elevene velge alternativer og begrunne valgene sine før dere gjør forsøket.



Bilder: Hvilket lys slukket først?

## Til læreren

Noen vil mene at det korteste lyset slukker først, fordi karbondioksidgassen har større massetetthet enn luft og legger seg nederst. Men det motsatte skjer. Tettheten på gasser avhenger av temperaturen. Forbrenningsgassene er i hovedsak karbondioksid og vanddamp. De har en høyere temperatur og har dermed mindre massetetthet enn den kalde luften rundt, og karbondioksidgassen blir liggende øverst i glasset. Derfor slukker det høyeste lyset først. Når gassene er avkjølt, vil alle gassene være jevnt fordelt i hele glasset, i følge Daltons lov.

## Aktuelle kompetansemål

### Etter 7. trinn

#### Fenomener og stoffer

- beskrive sentrale egenskaper ved gasser, væsker, faste stoffer og faseoverganger ved hjelp av partikkelmodellen

### Etter 10. trinn

#### Fenomener og stoffer

- planlegge og gjennomføre forsøk med påvisningsreaksjoner, separasjon av stoffer i en blanding og analyse av ukjent stoff

## KJEMIÅRET LÆRINGSMÅL

# Ett forsøk - ulike læringsmål

Her bruker vi aktiviteten *En kjemisk reaksjon* (s.34) som eksempel på at ett forsøk kan ha en rekke ulike læringsmål og dermed brukes på forskjellige trinn i skolen.



Framgangsmåten kan være den samme på ulike trinn i skolen, men vi bør gi elevene på ulike trinn forskjellige spørsmål knyttet til forsøket. Etter 7. trinn kan en oppgave for eksempel være ”beskriv hvilke forandringer som har skjedd i løsingen på atomnivå”. For 10. trinn kan en oppgave være å bruke begrepene grunnstoffer, atomer, ioner og elektroner til å gi en forklaring på hvilken reaksjonstype som skjer i forsøket.

### Kompetansemål, læringsmål, veiledning og tilbakemelding

Elever har krav på veiledning og tilbakemeldinger om nivå og progresjon underveis i skoleløpet. Ved å synliggjøre hvilke faglige forventninger som stilles til dem og tydelig vise hva prestasjonene måles opp mot, vil de ha større mulighet for å blant annet vite hva de skal lære og vite hva som er forventet av dem.

Underveis i skoleløpet kan det være naturlig å fokusere på elevens måloppnåelse i forhold til læringsmålene som kompetansemålene er brutt ned til. Når den helhetlige naturfagkompetansen til eleven skal vurderes, for eksempel gjennom en halvårsvurdering, kan det være naturlig å bruke kjennetegn på måloppnåelse som dekker grupper av kompetansemål. Kjennetegnene på måloppnåelse beskriver hvordan elevene mestrer kompetansemålene og de kan beskrives slik:

- tar utgangspunkt i kompetansemål i læreplaner for fag og karakterskalaen
- beskriver måloppnåelse
- knyttets til årstrinn med kompetansemål
- beskriver hva elevene mestrer, og ikke hva elevene ikke mestrer
- dekker samlet sett hele faget
- er generelle beskrivelser av kvalitet som gir faglig retning
- utformes slik at de kan være et utgangspunkt for lokalt arbeid med læreplanen
- står ikke i motsetning til formålet med faget eller andre deler av læreplanen i faget
- er uten angivelse av faginnhold eller arbeidsmåter som går på tvers av læreplanen
- er språklig enkle og forståelige, slik at de kan ligge til grunn for samtale om måloppnåelse med elever og foresatte

På naturfag.no kan du lese mer om kjennetegn på måloppnåelse: [www.naturfag.no/binfil/download.php?did=3907](http://www.naturfag.no/binfil/download.php?did=3907) eller [www.naturfag.no/artikkel/vis.html?tid=1045269](http://www.naturfag.no/artikkel/vis.html?tid=1045269)

### Kompetansemål og læringsmål

Kompetansemålene nedenfor er hentet fra læreplanen i naturfag. Læringsmålene er et utvalg eksempler hentet fra Veiledning til læreplan i naturfag som ligger på skolenettet.no. (<http://skolenettet.no>).

#### 1. - 4. årstrinn

Kompetansemål fra Forskerspiren og Fenomener og stoffer:

Mål for opplæringen er at eleven skal kunne

- beskrive egne observasjoner fra forsøk og fra naturen
- bruke naturfaglige begreper til å beskrive og presentere egne observasjoner på ulike måter
- gjennomføre forsøk som viser at stoffer kan endre karakter når de blir utsatt for ulike påvirkninger

# KJEMIÅRET LÆRINGSMÅL

## Eksempler på læringsmål

Eleven skal kunne

- utforske stoffer som endrer karakter (midlertidig og varig)
- bruke faglige begreper for å beskrive observasjoner fra forsøkene
- samtale om hva som er likheter og forskjeller mellom midlertidige og varige forandringer
- systematisk samle inn data fra forsøk med kjemiske reaksjoner og beskrive det som skjer ved å bruke naturfaglige begreper

## 5. – 7. årstrinn

Kompetansemål fra Fenomener og stoffer:

Mål for opplæringen er at eleven skal kunne

- forklare hvordan stoffer er bygd opp, og hvordan stoffer kan omdannes ved å bruke begrepene atomer og molekyler
- gjennomføre forsøk med kjemiske reaksjoner og forklare hva som kjennetegner disse reaksjonene

## Eksempel på læringsmål

Mål for opplæringen er at eleven skal kunne

- bruke begrepene atom, elektron og atomkjerne til å beskrive hvordan et atom er bygd opp
- bruke begrepene grunnstoff, atom og ion til å beskrive hva som har skjedd i løsningen

## 8. – 10. årstrinn

Kompetansemål fra Fenomener og stoffer:

Mål for opplæringen er at eleven skal kunne

- vurdere egenskaper til grunnstoffer og forbindelser ved bruk av periodesystemet

## Eksempel på læringsmål

Eleven skal kunne

beskrive hva som skal til for at atomer kan ha ladning og hva vi kaller slike atomer

## 11. årstrinn

Kompetansemål fra Energi for framtiden:

Mål for opplæringen er at eleven skal kunne

- forklare hva redoksreaksjoner er, gjøre forsøk med forbrenning, galvanisk element og elektrolyse og gjøre greie for resultatene

## Eksempler på læringsmål

Eleven skal kunne

- beskrive hva som skal til for at atomer kan ha ladning og hva vi kaller slike atomer
- definere og gi eksempler på begrepene reduksjon, oksidasjon og redoksreaksjon og forklare forskjellen på en forbrenning og en elektrokjemisk reaksjon

Vi kan bruke den samme enkle aktiviteten En kjemisk reaksjon i også programfaget kjemi på videregående skole.

## Vg 2

Kompetansemål fra Språk og modeller i kjemi:

Mål for opplæringen er at eleven skal kunne

- sette opp reaksjonslikninger med tilstandssymboler og bruke reaksjonslikninger i beregninger med stoffmengde

## Eksempler på læringsmål

Eleven skal kunne

- sette opp reaksjonslikning med tilstandssymboler
- beregne hvor mye stålull som må til for å fjerne alle kobberioner fra en gitt løsning med gitt konsentrasjon

## Vg 3

Kompetansemål fra Redoksreaksjoner:

Mål for opplæringen er at eleven skal kunne

- balansere redoksreaksjoner ved hjelp av halvreaksjoner og oksidasjonstall
- .... gjøre rede for spontane og ikke-spontane redoksreaksjoner

## Eksempler på læringsmål

Eleven skal kunne

- sette opp reaksjonslikning med tilstandssymboler og balansere reaksjonslikningen, både ved hjelp av halvreaksjoner og ved hjelp av oksidasjonstall
- beregne hvor mye stålull som må til for å fjerne alle kobberioner fra en gitt løsning med gitt konsentrasjon
- gjøre rede for hvorfor denne reaksjonene er spontan

# KJEMIÅRET KJEMIKONKURRANSE

## Forskerspirer!

Alle naturfagklasser innviteres til å delta i den store forskerspirekonkurransen som arrangeres av Skolelaboratoriet i kjemi ved Universitetet i Oslo.

Hvilken blanding av konditorfarger som kan kjøpes i dagligvarebutikker, gir den beste universalindikatoren til bruk i naturfagundervisningen?

Det skal lages både indikatorløsning og indikatorpapir.

Oppgaven kan løses med disse kjemikaliene og dette utstyret:



Tre konditorfarger

Universalindikator fra konditorfarger



Kjemikalier og utstyr

Minstekrav til indikatoren er at den skal gi tre forskjellige farger slik at man kan skille mellom tre surhetsgrader:

- sterkt sur
- svakt sur – nøytralt – svakt basisk
- sterkt basisk

Surheten på løsningen	Sterkt sur	Svakt sur	Nøytral	Svakt basisk	Sterkt basisk
Løsning	Vinsyre	1 % eddik	Saltvann	Natronløsning	Askelut
Farge med konditorfargeløsning	?		?		?
Farge på konditorfargepapir	?		?		?

# KJEMIÅRET KJEMIKONKURRANSE



Eksempel på flasker, bokser/glass som kan brukes

## Kjemikalier

- 7 % fargeløs eddik (dagligvare)
- vinsyre (dagligvare)
- natron (dagligvare)
- aske (fra grill/ovn/peis)
- bordsalt (dagligvare)
- rød konditorfarge (dagligvare)
- gul konditorfarge (dagligvare)
- blå konditorfarge (dagligvare)
- vann (fra springen)

## Utstyr

- 1 måleskje 1 mL (kryddermål)
- 1 måleskje 5 mL (teskje)
- 1 måleskje 15 mL (spiseskje)
- 1 måleskje 100 mL (desilitermål)
- 4 små glass eller bokser til faste stoffer
- 8 flasker eller glass til løsninger
- 5 små glass til forsøkene (reagensglass)
- tørkepapir (til filtrering og til indikatorpapir)
- 1 merkepenn som skriver på glass
- 12 merkelapper
- 1 skrivebok

Sørg for å ha alt utstyr og alle nødvendige kjemikalier på plass før dere begynner med forsøkene. Husk at dere må skrive ned alt og ta bilder der hvor det er nødvendig.

- plan for arbeidet
- hva som blir gjort
- hvordan det gjøres
- resultatene
- diskusjoner i klassen
- nye spørsmål som dukker opp

Det kan være greit å samle "laboratoriet" i en liten plastkasse, en kurv eller en pappeske. Pass godt på laboratoriet. Det kan også brukes til å gjøre andre forsøk, hjemme eller på skolen, se ekstrapremie nederst på neste side. Andre forsøk finnes på Skolelaboratoriets nettsider [www.mn.uio.no/kjemi/forskning/grupper/skole](http://www.mn.uio.no/kjemi/forskning/grupper/skole).

## Oppskrift på løsninger dere må lage:

1. En flaske gul konditorfarge blandes med 1 dL vann.
2. En flaske rød konditorfarge blandes med 1 dL vann.
3. En flaske blå konditorfarge blandes med 1 dL vann.
4. Sterk sur løsning: 1 ts vinsyre løses i 1 dL vann
5. Svakt sur løsning: 1 ss 7 % eddik blandes med 1 dL vann
6. Omtrent nøytral løsning: 1 ts salt løses i 1 dL vann
7. Svakt basisk løsning: 1 kryddermål natron løses i 1 dL vann
8. Sterkt basisk løsning: 1 ts aske røres ut i 1 dL varmt vann og filtreres, se bildene nedenfor:



## HUSK!

- Vær nøyaktig med målingene! Husk at når dere måler opp faste stoffer med måleskjeer, skal det være strøkne mål.
- Pass på at alt dere bruker av flasker, glass, bokser og måleutstyr er vasket og tørket!
- Skriv ned alle oppskrifter!
- Skriv alltid ned hvordan dere gjennomfører det dere gjør!
- Diskutér i klassen.
- Dere skal lage både universalindikatorløsning og universalindikatorpapir!

# KJEMIÅRET KJEMIKONKURRANSE

## Konkurranseregler – Hvem kan delta?

Alle skoleklasser som har naturfag på timeplanen kan delta. Hver klasse kan sende inn ett bidrag til konkurransen. Hele klassen bør samarbeide og diskutere seg fram til den beste løsningen som så sendes inn. Diskusjonen i klassen er en viktig del av forskningen. Den må også beskrives i rapporten.

## Frist

Bidraget sendes inn av klassens lærer innen 1. desember 2011 til [indikator@kjemi.uio.no](mailto:indikator@kjemi.uio.no).

## Hva skal sendes inn?

Bidraget skal være en rapport med oppskrift på indikatorløsning og indikatorpapir. Oppskriften og fremgangsmåten må være så detaljert at andre kan lage akkurat den samme indikatorløsningen og indikatorpapiret som dere har laget. Indikatorfargen ved ulike surhetsgrader må dokumenteres med bilder. Dessuten må rapporten inneholde en detaljert beskrivelse av forskningsarbeidet dere har gjort.

## Premiering og vurdering

Innsendte arbeider vil bli vurdert i forhold til kompetansemålene fra hovedområdet Forskerspiren som gjelder for hvert trinn i naturfaglæreplanen.

### 1. – 4. årstrinn:

Premie til klassen: 2000 kr

*Forskningsarbeidet vurderes etter i hvilken grad rapporten viser at elevene kan*

- begreper til å beskrive og presentere egne observasjoner på ulike måter
- innhente og systematisere data og presentere resultatene med og uten digitale hjelpemidler
- bruke enkle måleinstrumenter til undersøkelser

### 5. – 7. årstrinn

Premie til klassen: 2000 kr

*Forskningsarbeidet vurderes etter i hvilken grad rapporten viser at elevene kan*

- formulere spørsmål om noe han eller hun lurer på, lage en plan for å undersøke en selvformulert hypotese, gjennomføre undersøkelsen og samtale om resultatet
- forklare hvorfor det er viktig å lage og teste hypoteser ved systematiske observasjoner og forsøk, og hvorfor det er vik-

tig å sammenligne resultater

- bruke digitale hjelpemidler og naturfaglig utstyr ved eksperimentelt arbeid og feltarbeid
- trekke naturfaglig informasjon ut fra enkle naturfaglige tekster i ulike medier
- publisere resultater fra egne undersøkelser ved å bruke digitale verktøy

### 8. – 10. årstrinn

Premie til klassen: 2000 kr

*Forskningsarbeidet vurderes etter i hvilken grad rapporten viser at elevene kan*

- planlegge og gjennomføre undersøkelser for å teste holdbarheten til egne hypoteser og velge publiseringsmåte
- skrive logg ved forsøk og feltarbeid og presentere rapporter ved bruk av digitale hjelpemidler
- forklare betydningen av å se etter sammenhenger mellom årsak og virkning og forklare hvorfor argumentering, uenighet og publisering er viktig i naturvitenskapen
- demonstrere verne- og sikkerhetsutstyr og følge grunnleggende sikkerhetsrutiner i naturfagundervisningen

### 11. årstrinn:

Premie til klassen: 2000 kr

*Forskningsarbeidet vurderes etter i hvilken grad rapporten viser at elevene kan*

- planlegge og gjennomføre ulike typer undersøkelser i samarbeid med andre der en identifiserer variabler, anslår måleusikkerhet og vurderer mulige feilkilder og varierer parametre
- forklare og vurdere hva som kan gjøres for å redusere måleusikkerhet og unngå mulige feilkilder i målinger og resultater
- vurdere kvalitet på fremstilling av egne og andres argumenter for gyldighet og kvalitet av egne og andres observasjonsdata og tolkninger

## Ekstrapremie

Man kan nok finne andre fargede stoffer i et kjøkken eller i hverdagen ellers som kan gi en bedre universalindikator enn konditorfarger. Rødkålsaft er et velkjent eksempel. Men hvis noen finner en annen blanding, som både er bedre enn konditorfarger og rødkålsaft, deler vi ut en ekstrapremie. Slike forslag må dokumenteres med oppskrift, fremgangsmåte og fargebilder av resultatene. Bidrag sendes til:

[indikator@kjemi.uio.no](mailto:indikator@kjemi.uio.no) merket med **Ekstrapremie** (i emne/subject-feltet).



# Kjemitrim – kjemiske stoffer

Kjemiaktiviteter er ikke bare laboratoriearbeid, men kan også være alternative teoretiske opplegg som fremmer faglig aktivitet. Her er et eksempel på en aktivitet hvor elevene får repetert begreper knyttet til kjemiske stoffer, og hvor de må tenke raskt.

I tillegg til kunnskap skaper elevaktive undervisningsopplegg variasjon i timen, og det er lettere for elevene å huske når de lærer på en aktiv måte. Opplegget passer best i videregående skole, men kan også brukes på ungdomstrinnet dersom læreren tilpasser begrepene og stoffene til kompetansemålene.

## Materialer og utstyr

- Ett A4-ark med et kjemisk symbol eller en kjemisk formel til hver elev i klassen.
- Evt. tape til å henge opp arkene med.
- Forslag til noen kjemiske symboler og formler:

$O_2$	$H_2O$	Fe	HCl	$NH_3$
$C_6H_{12}O_6$	$CaCl_2$	$N_2$	Ar	$Na_2SO_4$
He	NaCl	$Cl_2$	$CO_2$	Au

## Framgangsmåte

Læreren oppgir en kategori (se eksempler nedenfor) og ber de elevene som tror de har et stoff som hører til denne kategorien, om å komme fram. Elevene kan holde arkene foran seg eller arkene kan henges opp. Så kan de diskutere eller forklare hva som er typisk for denne kategorien. Lærer kan stille spørsmål som "Hvorfor er NaCl en ioneforbindelse og ikke et molekyl?" og "Hvorfor finner vi Ar som frie atomer mens oksygen forekommer som  $O_2$ -molekyler?". Noen elever kan være usikre på om de skal fram når en ny kategori leses opp, og da kan de sjekke med lærer.

## Forslag til hva læreren kan spørre om:

- Hvem har ett grunnstoff?
- Hvem har en kjemisk forbindelse?
- Hvem har en kjemisk forbindelse med to atomer?
- Hvem har en kjemisk forbindelse som består av to forskjellige typer atomer?
- Hvem har et molekyl?
- Hvem har et metall?
- Hvem har en gass?
- Hvem har en ioneforbindelse?
- Hvem har en base? En edelgass? En dipol?

Det kan være lurt å henge opp arkene for å lage en oversikt til slutt. Nederst på siden er et eksempel på en slik oversikt hvor stoffene først er kategorisert i grunnstoff og kjemiske forbindelser, og deretter som frie atomer, molekyler, ioneforbindelser eller om de er metaller.

## Kommentarer/praktiske tips

Når læreren deler ut arkene, er det mulig å tenke differensiering. Hun kan gi vanskeligere oppgaver til de elevene som trenger utfordringer ved for eksempel å ha disse arkene nederst i bunken hun deler ut fra.

## Avsluttende kommentar

Denne aktiviteten egner seg godt til repetisjon eller for å starte med et emne elevene kan noe om fra før. Aktiviteten fungerer spesielt bra når noe kan kategoriseres, men den er også fin å bruke for å repetere begreper.

Grunnstoff			Kjemisk forbindelse	
Frie atomer	Metall	Molekyl	Molekyl	Ioneforbindelse
Ar	Fe	$O_2$	$H_2O$	NaCl
He	Au	$N_2$	HCl	$CaCl_2$
		$Cl_2$	$NH_3$	$Na_2SO_4$
			$C_6H_{12}O_6$	
			$CO_2$	

# KJEMIÅRET GRUBLETEGNINGER

## Rustne spiker

Hva skjer med vekten når spiker rustet? Diskutér utsagnene i grubletegningen, og finn ut hva du mener.



### Faglig forklaring

Når spiker rustet, blir de tyngre, forutsatt at ikke noe av rusten faller av. Dette viser at det skjer en kjemisk reaksjon, ikke bare en fysisk forandring. Dersom lokket til syltetøyglasset ikke er tett, vil totalvekten til glasset med innhold øke, fordi spikeren reagerer med oksyngass fra lufta, og det blir dannet rust (jernoksider).

### Kommentarer/praktiske tips

Elevene kan måle spikerens vekt før og etter at den har rustet. Deretter kan de forsøke å forklare hva som er årsaken til vektendringen. I et lufttett glass vil den totale vekten være konstant, mens spikerens vekt vil øke. Ved å sette opp et forsøk der glasset er fylt med CO<sub>2</sub>-gass i stedet for luft, kan elevene observere at lufta har betydning for at noe skal ruste. Elevene kan undersøke luftas sammensetning før og etter rustingen for å se om sammensetningen har forandret seg.

### Aktuelle kompetansemål

#### Etter 7. årstrinn

##### Forskerspiren

- formulere spørsmål om noe han eller hun lurer på, lage en plan for å undersøke en selvformulert hypotese, gjennomføre undersøkelsen og samtale om resultatet

##### Fenomener og stoffer

- gjennomføre forsøk med kjemiske reaksjoner og forklare hva som kjennetegner disse reaksjonene

#### Etter 10. årstrinn

##### Fenomener og stoffer

- undersøke kjemiske egenskaper til noen vanlige stoffer fra hverdagen



# Søt te

Hva skjer med vekta hvis du løser opp litt sukker i te?  
Diskutér utsagnene i grubletegningen, og finn ut hva du mener.



## Faglig forklaring

En vanlig hverdagsforestilling er at stoffer som blir løst opp i vann, forsvinner. Selv om sukkeret blir usynlig for oss når det løses i teen, blir det ikke borte. Teen smaker søtt, og vekten av sukkeret og teen blandet veier det samme som om summen av de to hvis de blir veid hver for seg.

## Kommentarer/praktiske tips

Ved å veie både te og sukker før og etter at sukkeret løses i teen, kan elevene observere hva som skjer med vekten. En annen måte å vise at sukkeret ikke har forsvunnet, er å dampe inn veldig søt te slik at elevene kan se at sukkeret blir liggende igjen.

## Aktuelle kompetansemål

### Etter 7. årstrinn

#### Forskerspiren

- formulere spørsmål om noe han eller hun lurer på, lage en plan for å undersøke en selvformulert hypotese, gjennomføre undersøkelsen og samtale om resultatet

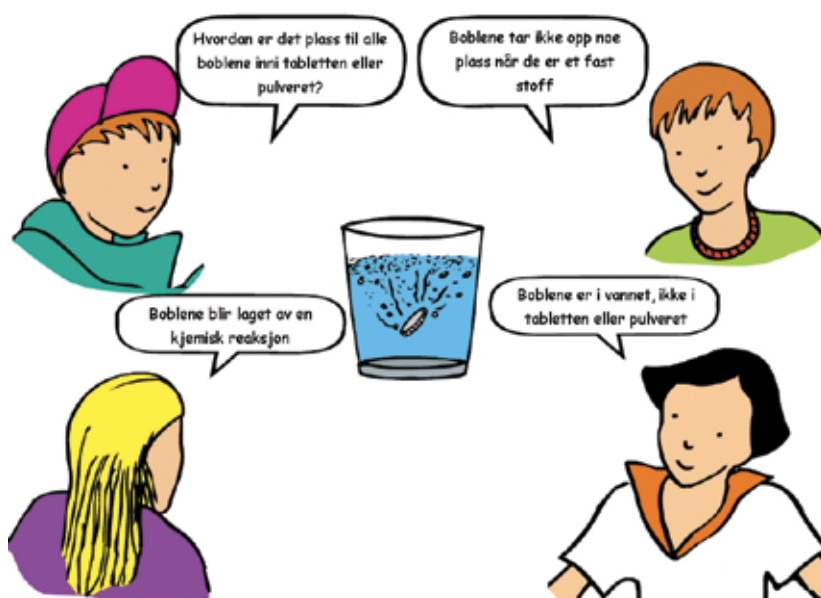
#### Fenomener og stoffer

- beskrive sentrale egenskaper ved gasser, væsker, faste stoffer og faseoverganger ved hjelp av partikkelmodellen

# KJEMIÅRET GRUBLETEGNINGER

## Samarin

Diskuter utsagnene om boblene som dannes når samarin legges i et glass med vann, og finn ut hva du mener.



### Faglig forklaring

Når vi slipper Samarin, Nyco eller Link ned i et glass vann, blir det dannet en gass fra et fast stoff og en væske. For elevene kan dette enten forklares med at stoffene gjennomgår en faseforandring eller at det skjer en kjemisk reaksjon. Faseforandringer er reversible. De er midlertidige endringer, og bare betingelsene er de rette, kan vi komme tilbake til utgangspunktet. Mange kjemiske reaksjoner fører til varige endringer. Det betyr at prosessen ikke kan reverseres. Når Samarin eller Nyco reagerer med vann skjer det en varig, kjemisk forandring.

### Kommentarer/praktiske tips

Det er ikke lett å vise akkurat hvor boblene kommer fra. En nyttig innfallsvinkel kan være å la elevene finne ut hvilke stoffer Samarin eller Nyco er laget av. Deretter kan de undersøke liknende stoffer og reaksjoner. Det kan for eksempel være reaksjo-

### Aktuelle kompetansemål i læreplanen

#### Etter 7. årstrinn

##### Fenomener og stoffer

- gjennomføre forsøk med kjemiske reaksjoner og forklare hva som kjennetegner disse reaksjonene

#### Etter 10. årstrinn

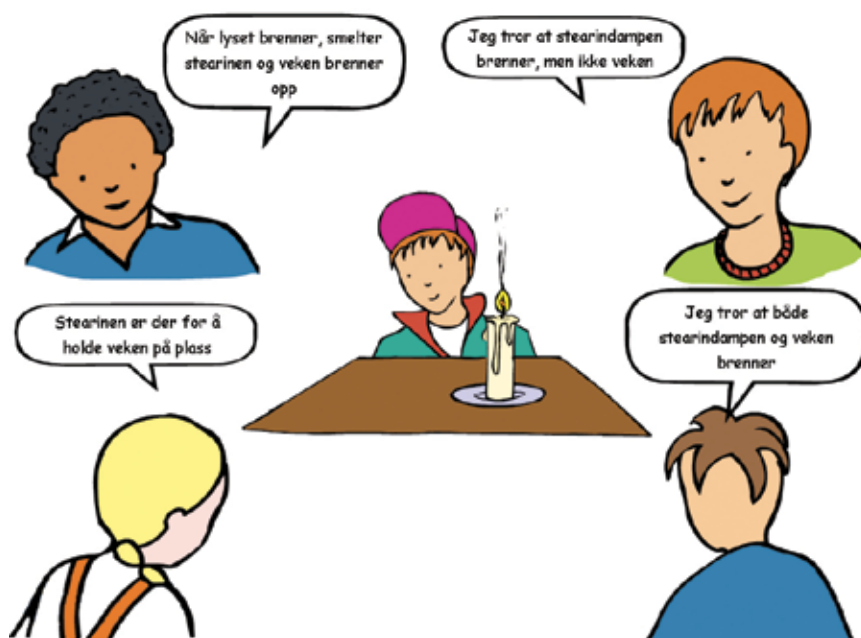
##### Fenomener og stoffer

- undersøke kjemiske egenskaper til noen vanlige stoffer fra hverdagen

nen mellom eddik og bakepulver eller reaksjonen mellom sink og saltsyre. Hvis elevene samler opp gassene fra forsøkene, kan de undersøke hvilke gasser det er. For Nyco vil de se at  $\text{CO}_2$  ikke var et av utgangsstoffene.

# Levende lys

Diskutér utsagnene om hva som skjer når stearinlys brenner, og finn ut hva du mener.



## Faglig forklaring

Alle har sett et stearinlys brenne, men det er ikke alle som vet hva som skjer når lyset brenner. Mange tror at det er veken som brenner og at stearinen er der for å holde veken på plass. Slik er det ikke, både stearinen og veken brenner. Smeltet stearin er lett å se, men det er ikke lett å se at den brenner opp.

## Kommentarer/praktiske tips

Ved å observere at det stadig blir mindre stearin igjen når lys brenner, lurer kanskje elevene på hvor stearinen blir av. Hvis elevene samler opp gass fra det brennende lyset, vil de ikke få kondensert stearin. På den måten kan de erfare at stearinen ikke har fordampet, men at den er brent opp. Ved å lage små stearinlys der de bytter ut veken med litt papir eller en liten pinne, kan elevene undersøke både stearinens og vekens funksjon(er).

## Aktuelle kompetansemål

### Etter 7. årstrinn

#### Forskerspiren

- formulere spørsmål om noe han eller hun lurer på, lage en plan for å undersøke en selvformulert hypotese, gjennomføre undersøkelsen og samtale om resultatet

#### Fenomener og stoffer

- gjennomføre forsøk med kjemiske reaksjoner og forklare hva som kjennetegner disse reaksjonene

### Etter 10. årstrinn

#### Fenomener og stoffer

- undersøke kjemiske egenskaper til noen vanlige stoffer fra hverdagen

## KJEMIÅRET VISUALISERE DET MINSTE



# Hvor små er atomer og molekyler?

## – Om å bruke et interaktivt verktøy om tierpotenser for å visualisere de aller minste tingene

**Hvor liten er egentlig ei plantecelle, et protein- eller et suktermolekyl? Hva med bakterier og enzymer? Alle disse er veldig små, men når ting blir så små, er det ofte vanskelig å gripe at det faktisk også er utrolige størrelsesforskjeller blant det som vi oppfatter som skikkelig smått. Her følger et forslag til noe som kanskje kan hjelpe oss å få et visst grep om dette.**

I hverdagen og i undervisningen snakker vi ofte om en del «veldig små ting» slik som proteiner, karbohydrater, planteceller, enzymer og bakterier. Enkelte enzymer reagerer med oksygen fra lufta og gjør at frukten blir brun, proteiner og sukker i brøddeigen reagerer og gir brødskorpen en tiltalende brunfarge, behagelig duft og god smak. Planteceller absorberer eller slipper ut vann gjennom osmose og gjør at salaten blir frisk og sprø eller slapp og seig. Bakterier og sopp kan hjelpe oss med å heve brødet eller syrne melk til yoghurt, eller de kan ødelegge maten vår ved å gjøre den uappetittlig eller til og med helseskadelig. Vanligvis omtaler vi disse slik vi oppfatter dem på makronivået; proteiner i form av egg, sopp i form av synlig mugg på gammelt brød, karbohydrater som sukker i sukkerskåla. Andre ganger er det nødvendig å omtale disse i kraft av deres egenskaper på det mikroskopiske eller *sub*mikroskopiske nivået, i naturfagdidaktikken gjerne omtalt som «mikronivået».

### Begrepet «smått»

I hverdagen tenker vi kanskje ikke på flere sider ved dette, slik som at

- det faktisk er en mikroskopisk verden bak (eller under, eller inni) den makroskopiske, og opplevde verden
- det makroskopiske som regel er en refleksjon av det mikroskopiske (når et egg blir kokt er det fordi proteinmolekylene inni egget reagerer i kjemiske reaksjoner, saltkrystaller har sin ytre form på grunn av hvordan enkeltionene er organisert på det submikroskopiske nivået)

- det er enorme størrelsesforskjeller blant de tingene som vi vanligvis tenker på som «veldig små»

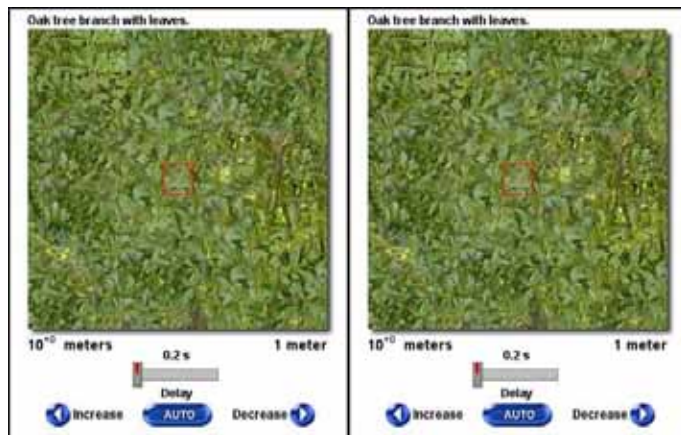
Det er gjort en del forskning på elevers mentale modeller og forståelse av atomer, molekyler og størrelsesdimensjoner. Forskerne Harrison og Treagust (1996) er en grei plass å begynne for de som er spesielt interessert, det samme er en artikkel av Jones m.fl. (2007). En virkningsfull og visuell innfallsvinkel er en kortfilm produsert av paret Ray og Charles Eames fra 1960- og 70-tallet som har fått navnet «Powers of ten» (tierpotenser, og det er laget en bok og et nettsted også).<sup>1</sup> Denne filmen (samt boka og nettstedet) starter med et bilde som viser 1 m x 1 m av to personer på et piknik-teppe og zoomer trinnvis der hvert trinn er en 10 x zoom inn eller ut. Det samme kan du gjøre på nettstedet: Du kan zoome inn og ut av et bilde, omtrent som på de interaktive kartene vi er blitt vant med å bruke på Internett. Forskjellen er at her kan du zoome helt inn på mikronivået, inn til kjernen av et atom, eller helt ut til du ser melkeveien som en liten prikk midt i bildet! På denne måten kan elevene få et bilde av hvor stort eller smått ting er, de kan lære om størrelser og dimensjoner, og de kan lære om tierpotenser. Det finnes (minst) to nettsteder som lar deg gjøre dette, men vi ønsker å trekke fram ett som heter «Secret Worlds: The Universe Within, interactive tutorial» fra det amerikanske National High Magnetic Field Laboratory. Nettstedet «Powers of ten» har en noe annerledes layout, men er også velegnet til dette formålet.

<sup>1</sup> Hvis du trenger å børste støvet av matematikk-kunnskapene om tierpotenser kan du lese litt om dette i nettgutaven av denne artikkelen på [www.naturfag.no](http://www.naturfag.no)

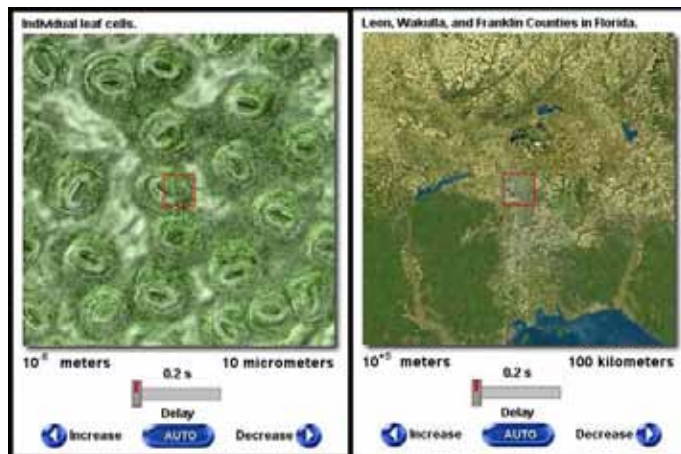
# KJEMIÅRET VISUALISERE DET MINSTE

## Sammenligning som innfallsvinkel til å visualisere hvor lite eller hvor stort

Å zoome inn og ut av et slikt bilde er fascinerende i seg selv, men ett triks som gir dette en ny dimensjon, er å zoome *like langt inn og ut i to separate vinduer* ved siden av hverandre. Grunnen til at dette kan tilføre noe nytt til forståelsen, er at de virkelig små tingene blir direkte sammenlignet med de virkelig store tingene.<sup>2</sup>

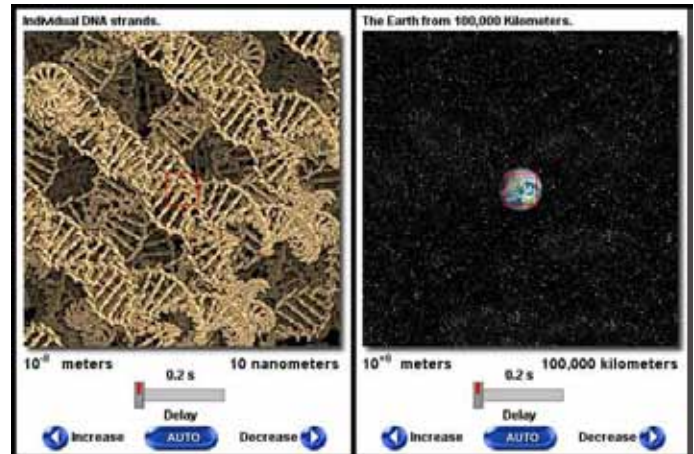


Figur 1. Startpunkt, begge nettleservinduene vise kvadrater på 1 x 1 m

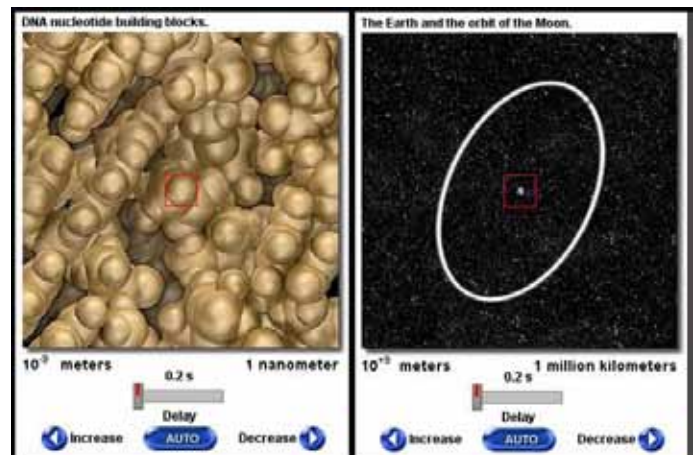


Figur 2. Zoomet inn fem tierpotenser både inn (venstre) og ut (høyre). Venstre side tilsvarer 1/100 mm og viser enkeltceller på overflaten av et eikeblad, til høyre ser vi flyfoto som dekker to kommuner i Florida. Grensen for hva som kan sees med et lysmikroskop regnes vanligvis å være 0,25 µm (mikrometer), omtrent 1,5 klikk videre på «reduser»-knappen i venstre vindu.

<sup>2</sup>Detaljert framgangsmåte for hvordan du kan få til dette er å finne i nettutgaven av denne artikkelen



Figur 3. I nanometerområdet. DNA-molekyler er blant de største molekylerne på jorda. Likevel er bildet til venstre 1/1000 av det forrige bildet på venstre side, noe som illustrerer at bladcellene er enormt mye større enn disse «gigant»-molekylerne



Figur 4. Ytterligere en tierpotens inn/ut på hhv. venstre og høyre side. Venstre bilde viser fremdeles de store molekylerne, men nå er enkeltatomer på nært hold. Til høyre ser vi Månens bane rundt Jorda.

Eksempel på dette er vist i figur 1 til figur 4; vi starter med to identiske bilder ved siden av hverandre, og så zoomer vi gradvis inn på det ene bildet og zoomer like mye ut på det andre. Vi får dermed en direkte sammenligning av hvor lite noe er, fordi bildet der vi zoomer ut, viser hvor langt vi har gått i motsatt retning (legg særlig merke til tierpotensen i nedre venstre hjørne på bildene; de er den samme potensen men med motsatt fortegn).

# KJEMIÅRET VISUALISERE DET MINSTE

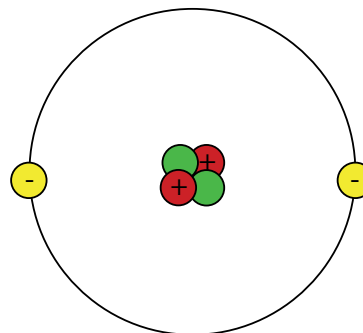
## Noen kommentarer og funn fra forskning

Det kan oppleves som vanskeligere å forestille seg det som er virkelig smått sammenlignet med det virkelig store, og dette underbygges av Jones m.fl. (2007) som har publisert en forskningsartikkel om pedagogisk bruk av kortfilmen (undersøkelsen baserer seg på elever i alderen 11-14 år). De skriver: «Går vi ned i størrelse fra en millimeter, tenker de fleste elever på ting som små og har vanskelig for å skille mellom noe av nanometerstørrelse med noe av mikrometerstørrelse; vi kommer til et punkt der *smått simpelthen er smått* uten at vi klarer å skille mellom dem» (forfatterens utheving, vår oversettelse). Forfatterne mener dette fordi «visuelle spor forsvinner når elever beveger seg forbi mikroskalaen der små gjenstander [ ] ikke lenger er synlige» (vår oversettelse). I motsatt ende er jo gigantiske gjenstander slik som planeter tross alt synlige med det blotte øye så sant du beveger deg tilstrekkelig langt unna. De utgjør derfor ikke samme type problem.

Det er lett å dele elevenes oppfatning om at det er vanskelig å gripe at bakterier og enzymer er enormt ulike i størrelse (sammenligne figur 2 og figur 3), og dette til tross for at vi kanskje omtaler disse tingene i samme åndedrag når vi skal beskrive hva som gjør at mat blir ødelagt eller biologisk materiale i skogbunnen brytes ned. «Powers of ten»-filmen er et ganske populært og effektivt redskap for å visualisere *skala og relative størrelser*, men vi er ikke kjent med at noen har brukt, eller skrevet om, dobbeltvindu-grepet ovenfor. Og dette enkle trikset kan nettopp være en nøkkel til økt forståelse. Jones m.fl. (2007) skriver nemlig at «[ ] elever finner det lettere å danne seg en forestilling om *relative størrelser* sammenlignet med absolutte størrelser» (vår utheving) og at «proporsjonal resonnering er nødvendig for at elever skal lære om størrelser og størrelsesforhold».

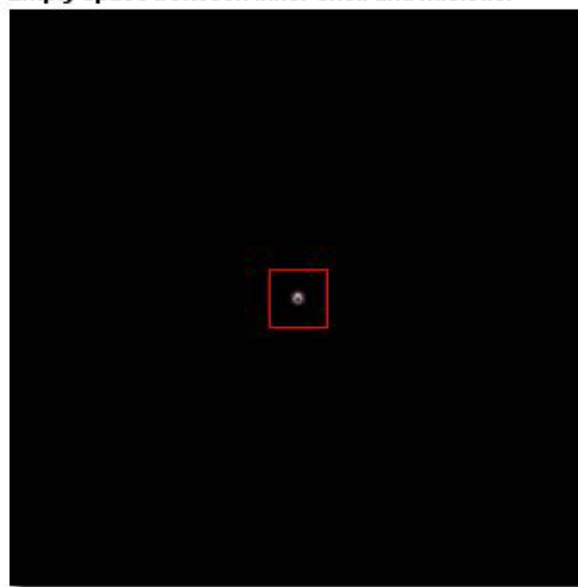
## Materie og tomrom

De to artiklene vi har omtalt nevner også at elever har vanskelig for å gripe at atomer faktisk inneholder en stor andel tomrom; «[ ] flertallet blant elevene har et bilde av atomet som ikke tar hensyn til romlige forhold» (Harrison og Treagust, 1996). Særlig vanskelig er det å fatte at det er «store avstander», relativt sett, mellom atomkjernen og de innerste elektronene, og at elektronskyen til atomet er enormt mye større enn atomkjernen. Mange elever synes å tenke at de innerste elektronene ligger ganske nær kjernen. Dette er kanskje ikke rart i og med at lærebøker (av naturlig praktiske årsaker) ofte bruker illustrasjoner der dette ikke framgår, slik som vist i figur 5. I virkeligheten er situasjonen en ganske annen. Dersom vi tenker oss kjernen til et hydrogenatom som en kule med diameter 0,5 cm, og vi beveget oss bort fra kjer-



Figur 5. Illustrasjon av et atom slik vi gjerne ser det i lærebøker. Illustrasjon: Wenche Erlen

## Empty space between inner shell and nucleus.



$10^{12}$  meters

1 picometer

Figur 6. Like innenfor det innerste elektronskallet til et karbonatom kan vi, gjennom et «stort tomrom», skimte kjernen langt der inne.

nen, ville første punkt der vi kunne vente å treffe på elektronet være om lag 100 m borte fra kula, og denne «elektronskyen» strakte seg ytterligere 400 m utover! Hvis vi bruker den nevnte nettressursen, kan vi til en viss grad visualisere dette «enorme tomrommet» (som faktisk er uendelig lite!) ved å bruke ett enkelt vindu slik som vist i figur 6.

# KJEMIÅRET VISUALISERE DET MINSTE

## Erfaringer fra bruk i undervisning på ungdomstrinnet

Disse ressursene ble prøvd ut i undervisning i naturfag på 8. trinn og det ble brukt 2 timer á 45 minutter på dette temaet i grupper på 16-17 elever.

Det matematiske begrepet tierpotenser var gjennomgått på et tidligere tidspunkt, noe som viste seg å være nyttig (dette gir også relevans i forhold til matematikkundervisning). De aller fleste elevene svarte at det som var smått, var det som var vanskeligst å forstå. Dette fordi de mente at de jo kunne se ganske langt ut i verdensrommet med bare øynene eller med en stjernekikkert. Det var mye vanskeligere med det som ble så lite, og selv om vi kan se mye med mikroskop og elektronmikroskop, har ikke elevene tilgang på dette og er bare kjent med de små tingene fra bilder i bøker: «Oi, er vi nå på en måte en hel kilometer inn i handa, bare motsatt?».

Vi bladde oss først bare utover i det store uendelige, fulgte med på hvordan tallene/tierpotensene økte og fant ut hvor vi var i det store verdensrommet. Så føk vi tilbake og begynte sammenligningen. Dette fungerte bra, for da var bare ett av bildene ukjent, og vi kunne konsentrere oss om det som ble mindre og mindre, og bruke det andre til sammenligning (i stedet for at begge bildene var ukjente).

I denne 8.klassen har vi gjennomgått og jobbet med både universet og atomer og molekyler tidligere dette skoleåret. Dette var nok viktig for interessen og nysgjerrigheten av det vi nå gjorde. Elevene kjente igjen bilder og animasjoner både av universet og innover i cellene. Kommentarer som «der er DNA-et», «er det et molekyl?» og «hvor langt er det til neste galakse?» gjorde at elevene ble aktivt med i timen.

Elevene likte også zoomingen av menneskehånden (Powers of ten) litt bedre enn bladet i løvverket (Secret worlds...). Hvis det hadde vært grønt ute, og vi hadde hentet inn noen ferske blad og skåret i, laget preparater selv og kikket i luper, ville nok bladet også blitt spennende.

Noe av det elevene ble mest fascinert over, var selve atomet. Noen elever lurte på hvorfor det kom et bilde fra «verdensrommet» midt inne i atomet før de i neste øyeblikk fikk øye på «en planet» som da var kjernen i atomet (figur 6). Vi måtte gå tilbake til der vi så elektronet og så ta bildene en gang til. Dette tomrommet ble en skikkelig aha-opplevelse for mange. De kikket nedover seg selv og lurte på hvor alt dette tomrommet kunne være. Vi lot bildet med atomkjernen stå på lerretet, og så gjorde vi en

slags dramatisering. Elevene fikk i oppgave å lage en «atomkjerne» i form av en liten plastilinakule med diameter 5 mm, og de skulle så finne ut hvor langt de måtte bevege seg bort for å komme til elektronet (slik vi ofte gjør i arbeidet med solsystemet). To frivillige elever fikk i oppdrag å springe ut i kulda og skrittet opp hundre meter fra klasseromsvinduet. Dette ga et alternativt bilde på tomrommet mellom kjernen og elektronene, noe som førte til en ny aha-opplevelse hos noen av elevene.

Den siste aktiviteten var å la elevene diskutere i små grupper hva som er smått og hva som er stort i denne sammenhengen. Begrepene er relative og elevene fikk god trening i å snakke om stort og smått i forhold til et eller annet. Det ble gode diskusjoner, og de skrev ned sin egen definisjon av «Hva er (virkelig) stort?» og «Hva er (virkelig) lite?».

Når elevene først kjenner til dette verktøyet, blir det nyttig å vise til ved senere tema, for eksempel når vi skal arbeide med plante- og dyreceller og deres bestanddeler, men også for tema på 9. og 10. årstrinn der det kan være godt å henvise til noe for å forstå størrelser. En konklusjon som kan trekkes av erfaringene fra klasserommet, er at disse bildene der en sammenligner er et flott verktøy som fungerer enda bedre når elevene har litt forkunnskaper, og engasjerer mer når vi gjør andre småaktiviteter i tillegg.

## Referanser

- Harrison, A. G., og Treagust, D. F. (1996). Secondary students' mental models of atoms and molecules: Implications for teaching chemistry. *Science Education*, 80(5), 509-534.
- Jones, M., Taylor, A., Minogue, J., Broadwell, B., Wiebe, E., og Carter, G. (2007). Understanding Scale: Powers of Ten. *Journal of Science Education and Technology*, 16(2), 191-202.
- Secret Worlds: The Universe Within, interactive tutorial. *Optical Microscopy Division of the National High Magnetic Field Laboratory*. Parry-Hill, M. J., Burdett, C. A & Davidson, M. W. <http://micro.magnet.fsu.edu/primer/java/scienceopticsu/powersof10>
- «Powers of ten», interaktiv nettside og film: Eames office, <http://www.powersof10.com>

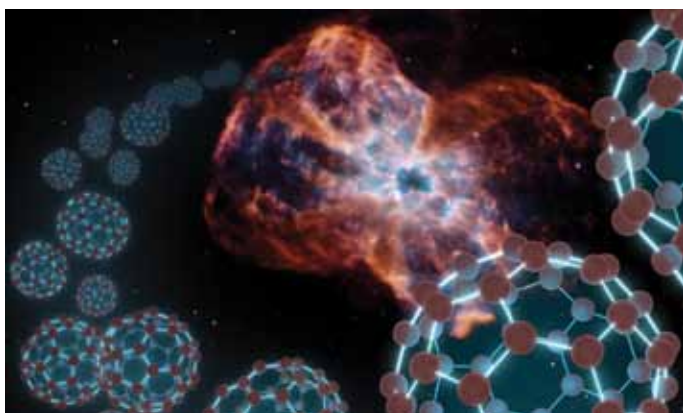
I nettutgaven av denne artikkelen på naturfag.no finner du en konkret fremgangsmåte for å bruke en slik interaktiv side og om tierpotenser som matematisk begrep.



## KJEMIÅRET KJEMI I ROMMET

# Buckyballer – livets kosmiske byggesteiner?

Nå er buckyballer funnet både i den interstellare materien i Melkeveien og i planetariske tåker (figur 1) og i stjerner.



Figur 1. Illustrasjon av buckyballer ved en planetarisk tåke.  
Foto: NASA/JPL-Caltech

Buckyballer er kuleskallformede karbonmolekyler av en type kalt fullerenener. Eksistensen av slike molekyler ble opprinnelig forutsagt teoretisk i 1970 av den japanske professoren Eiji Osawa, og de ble identifisert i et laboratorium først i 1985. Sir Harold W. Kroto, Robert F. Curl og Richard E. Smalley delte i 1996 Nobelprisen i kjemi for dette.

Buckyballer er oppkalt etter den amerikanske arkitekten Richard Buckminster “Bucky” Fuller som konstruerte kuleformede byggverk, for eksempel ”Spaceship Earth” i Epcotsenteret i Florida (figur 2).

En buckyball består av 60 karbonatomer og danner et kuleformet hønsenettingliknende mønster satt sammen av sekskanter. Tilsvarende flak kalles grafen. Streken som sitter igjen på papiret

når vi skriver med blyant består ikke av bly, men av et karbonlag som er noen grafen tykke. Fysikerne Andre K. Geim og Konstantin S. Novoselov var i 2004 de første som greide å lage ett grafen tykke flak av karbon og fikk i 2010 Nobelprisen i fysikk for det.

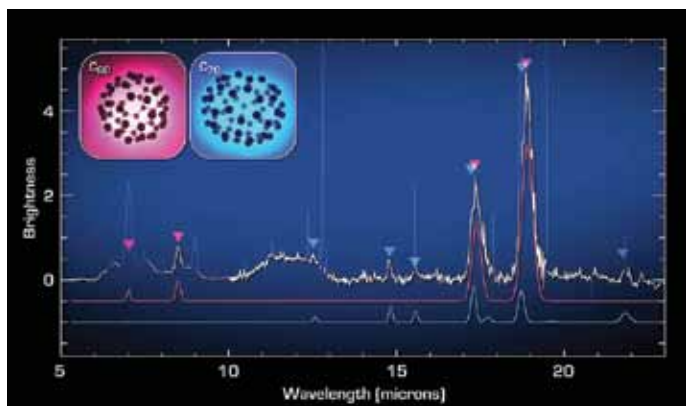
Den 22. juli 2010 ble det annonsert at buckyballer for første gang var oppdaget ute i verdensrommet. Ved hjelp av romteleskopet Spitzer ble spektrallinjer fra buckyballer identifisert i spekteret fra en planetarisk tåke kalt TC1 (figur 3). Buckyballene og de tilsvarende karbonmolekylene med 70 atomer er de største molekylene som noensinne er observert i verdensrommet. Slike



Figur 2. Nattfoto av bygningen “Spaceship Earth” i Epcotsenteret i Florida. Foto: Benjamin D. Esham Creative commons



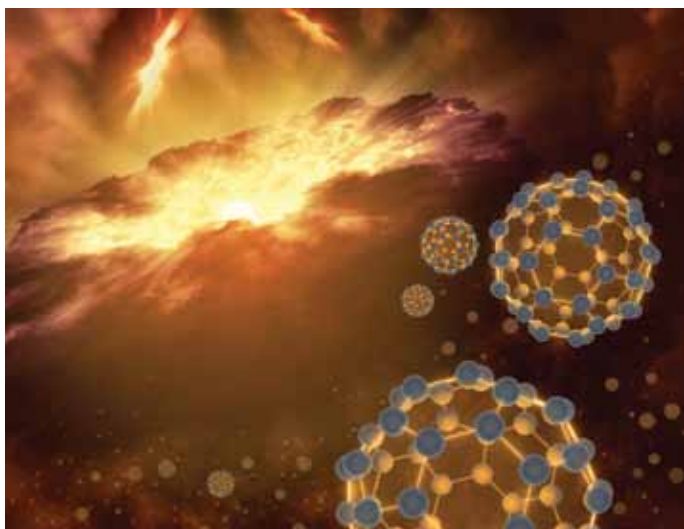
## KJEMIÅRET KJEMI I ROMMET



**Figur 3.** Spekter oppnådd ved hjelp av romteleskopet Spitzer som avslørte eksistensen av buckyballer,  $C_{60}$ - og  $C_{70}$ -molekyler nær en planetarisk tåke i Melkeveien. Illustrasjon: NASA

molekyler kan ha hatt betydning for utvikling av organiske stoffer. Mens buckyballene er kulerunde som en europeisk fotball, er  $C_{70}$ -molekylene avlange som en amerikansk rugbyball.

Teoretikere har funnet ut at buckyballer kan vibrere på 174 forskjellige måter. Fire av disse såkalte vibrasjonsmodene innebærer at molekylene enten absorberer eller avgir infrarød stråling. Alle fire modene ble funnet i spekteret som ble registrert med Spitzerteleskopet.



**Figur 4.** Illustrasjon av buckyballer nær en sky av støv sendt ut av en døende stjerne. Illustrasjon: NASA

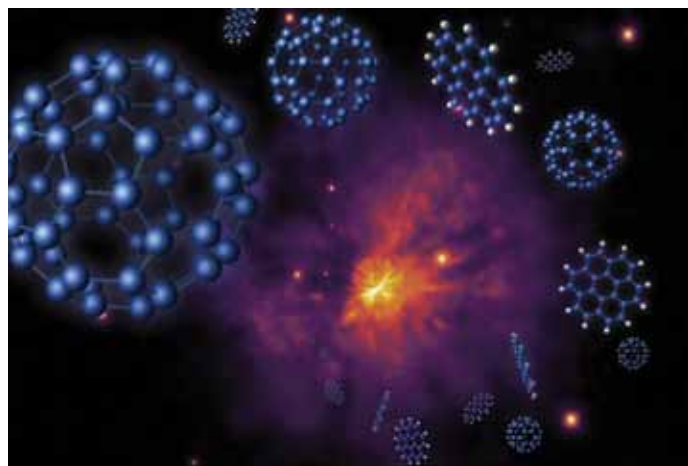
Karbon dannes når stjerner av samme type som sola har brukt opp hydrogenet sitt og begynner å fusjonere tyngre grunnstoffer i en prosess som ender med at de omdannes til hvite dvergstjerner. Underveis går de gjennom et stadium som ustabile røde kjemper som sender ut en god del av grunnstoffene de har produsert, i skyer av støv som brer seg ut fra stjernene (figur 4).

Den andre mars 2011 kom det en nyhetsmelding fra Mc Donald observatoriet i Texas. Nå er det også funnet spor av buckyballer i absorpsjonsspekteret fra to stjerner av en spesiell type som heter R Coronae Borealis stjerner (figur 5).

Prototypen av disse stjernene er R Coronae Borealis i stjernebildet Den Nordlige Krone. Det er en variabel stjerne med svært mye karbon i atmosfæren. Selve stjernen er rik på hydrogen. Ifølge forskerne tyder dette funnet på at buckyballer er enda mer vanlige enn forskere har trodd til nå.

Disse molekylene kan fungere som atomære bur, og det er ikke utenkelig at de kan frakte med seg organiske stoffer. Astrobiologene undres derfor på om buckyballene har spilt en vesentlig rolle for utbredelsen av liv i universet – skjønt, at liv er utbredt i universet, vet vi ikke enda. Foreløpig er liv bare observert på Jorda. Men det begynner å bli en allmenn oppfatning at liv må da være et vanlig forekommende fenomen i universet.

Nå spilles ballen videre til astrobiologene. Vi har fått vite av astronomene at det er buckyballer i verdensrommet. Hva betyr dette for utviklingen av organiske stoffer i universet?



**Figur 5.** Illustrasjon av buckyballer funnet i en stjerne. Illustrasjon: MultiMedia Service (IAC)

## KJEMIÅRET MARIE CURIE

# Marie Sklodowska Curie og kjemiåret

I år er det 100 år siden Marie Curie fikk Nobelprisen i kjemi. Hun var en fransk fysiker som var født i Polen. Hun var berømt for sitt arbeid på radioaktivitet. Sammen med Henri Becquerel og sin mann Pierre Curie fikk hun også Nobelprisen i fysikk i 1903 for deres undersøkelser om radioaktivitet. Hun er den eneste som noen gang har fått to Nobelpriser.

Marie Sklodowska ble født 7. november i 1867 i nærheten av det gamle sentrum av Warszawa. Polen var på denne tiden uselvstendig og delt mellom Østerrike, Preussen og Russland. Warszawa lå i den delen som den russiske tsaren kontrollerte. Han ville kvele nasjonalfølelsen ved å hindre polakkene i å utøve sin egen kultur og sitt eget språk. Men dette vekket opp polske patrioter til å kjempe for å overta kontrollen i sitt eget land. Marie beskrev selv landet som en fange i lenker. Familien var patriotisk, og Maries foreldre ville ikke som lærere rette seg etter instruksene fra russiske myndigheter.

Faren, Wladyslaw Sklodowski, var en veldig intelligent mann og var lærer i matematikk og fysikk. Marie var seks år da faren, fordi han ikke rettet seg etter myndighetene, ble tvunget ut av stillingen som underinspektør i skolen og måtte gi privattimer for skolegutter i stedet. Mora, Bronislaw Boguska, hadde utdanning fra kloster og var rektor for en privatskole for jenter. Hun hadde tuberkulose og døde da Marie bare var ti år. Nærmere tre år tidligere hadde Maries eldste søster dodd av tyfus. De som var igjen i familien, en far med en sønn og tre døtre, ble knyttet enda nærmere hverandre etter disse dødsfallene.

Fra hun var liten, hadde Marie en utrolig evne til å konsentrere seg og til å huske. Da hun var 16, vant hun en gullmedalje ved avslutningen av videregående utdanning ved det russiske gymnas. Noe av gleden over å få prisen forsvant da hun måtte ta den russiske utdanningsministeren i hånda.

Jenter kunne ikke begynne på universitetet i Warszawa. Marie og søsteren Bronya begynte derfor sammen med noen venner ved det flytende universitet i stedet. Dette var en ulovlig nattskole der studentene møttes rundt på ulike steder for å kunne gjemme seg for tsarens folk. Studentene underviste hverandre i det de kunne best. Selv om undervisningen her ikke kunne måle seg med de anerkjente universitetene, fikk Marie et innblikk i

nye tanker innen vitenskapen. Studentene var i tillegg til det faglige, opptatt av å nå målet om at Polen skulle bli et selvstendig land.

Marie begynte sitt selvstendige liv som guvernante. Søstrene Marie og Bronya inngikk en avtale der Marie skulle gi av lønna si til Bronya, slik at hun kunne studere medisin i Paris, og så fort Bronya fikk mulighet skulle hun hjelpe

Marie i hennes utdanning. Det første året måtte Marie dele tiden mellom å undervise og studere selv. Hun arbeidet blant annet hos en fabrikkier og underviste illegalt barna til arbeiderne. Hvis dette hadde blitt avslørt, var straffen fengsel eller forvisning til Sibir. Marie ble forelsket i den eldste sønnen i familien, men ble ikke godtatt av foreldrene hans. Ei jente uten penger var ikke god nok for sønnen. Paret brøt forlovelsen, men fortsatte forholdet likevel i flere år. Selv om det var vanskelig å bli hos familien, holdt Marie ut der for å klare å holde løftet til søsteren.

I 1891 dro Marie til Paris for å følge fysikkforelesninger i Sorbonne. Lønna fra Polen var liten, og hun levde praktisk talt på brød og te. Historien forteller hvordan hun kledde på seg alle klærne hun eide på vinteren for å holde kulda ute og hvordan hun sultet fordi hun var så oppslukt i studiene.

Marie var ung og tiltrekkende da hun traff Pierre Curie i 1894. Pierre var en kjekk og allerede berømt fysiker. Ekteskapet deres



Marie Curie Foto: Public domain

# KJEMIÅRET MARIE CURIE

ble starten på et samarbeid som snart skulle gi resultater som var betydningsfulle for en hel verden. De oppdaget grunnstoffet polonium sommeren 1898 og radium noen måneder senere. Hun fikk to døtre; Irène i 1897 og Eve i 1904, men dette påvirket ikke hennes omfattende vitenskapelige arbeid. Like omstendelig som hun førte nøyaktige notater over det vitenskapelige arbeidet, skrev hun ned alt som skjedde i utviklingen av den første dat-teren.

Fenomenet radioaktivitet ble oppdaget av Henri Becquerel i 1896, og dette fanget Maries oppmerksomhet. Hun gikk inn for å studere dette nye fenomenet. I juni 1903 tok Marie doktorgrad på radioaktivitet, og i desember året etter ble hun sjefsassistent i laboratoriet som Pierre Curie ledet.

Det engelske magasinet *Gentle Woman* beskrev at ekteparet Curie var hengivne partnere både i deres livsverk på laboratoriet og i dagliglivet hjemme, noe som ikke var mindre tiltalende på grunn av deres viktige vitenskapelige bidrag. Pierre døde plutselig da han ble kjørt ned av en hestevogn, og dette forandret Maries liv. Hun måtte nå fylle hele den rollen som hun tidligere hadde delt med mannen. En måned etter Pierres død tilbød vitenskapsfakultetet henne stilling som assistentprofessor, som den første kvinnen som fikk et professorat i Frankrike. Etter to år fikk hun tittelen professor.

Familien Curie var nære venner med familien Langevin. Den gjensidige sympatien mellom Marie og Paul Langevin, sistnevnte var også en kjent fysiker, gikk til slutt over i kjærlighet. Forholdet mellom dem ville antagelig ha fortsatt, hvis det ikke hadde vært for en annen hendelse som brakte Marie inn i offentligheten. Hun ble foreslått til det prestisjefylte vitenskapsakademiet, men ble ikke valgt, tydeligvis fordi hun var kvinne.

Marie og Pierre hadde fått mye oppmerksomhet i pressen. Særlig etter at de vant Nobelprisen og den medisinske betydningen av radium ble kjent. I starten var det en positiv oppmerksomhet for den blonde heltinnen, men tonen forandret seg i 1910 da hun var kandidat til vitenskapsakademiet. Rykter om affæren med Langevin spredte seg sommeren 1911. Langvin var da i et ulykkelig ekteskap der kona mente han var for mye engasjert i forskningen. Dette ble en skandale som til og med gjorde Nobelkomiteen i Stockholm betenkt, da hun ble tildelt Nobelprisen i kjemi i 1911 for "å ha oppdaget grunnstoffene radium og polonium, for å ha isolert radium og for å ha kartlagt egenskapene og forbindelsene til dette bemerkelsesverdige grunnstoff". Denne oppdagelsen gjorde hun i samarbeid med André Louis Debierne.



**Damebladet URD hadde i 1904 en reportasje og intervju med Marie Curie. Dette er en faksimile fra oppslaget.**

Men hun reiste til Stockholm, holdt sitt foredrag og mottok sin pris. Skandalen gjorde henne syk og det tok tid før hun kom tilbake i laboratoriet. Etterspørselen etter radium økte, og etterhvert brukte hun mer tid for å få fremstilt mer. Den første radiumfabrikk ble anlagt i Frankrike med et spesiallaboratorium for ekteparet Curie allerede i 1904. De var idealister og hadde ikke patentert fremstillingsmetoden, noe de angret på da prisen på radium ble kjempehøy, og de hadde store vansker med å finansiere sin forskning.

Som medlem av medisinskakademiet fra 1922 konsentrerte Marie forskningen til studiet av radioaktive stoffer og deres medisinske betydning. Hun startet oppbygningen av radiuminstituttet i Warszawa som åpnet i 1932, der kreft ble behandlet med stråleterapi. Marie Curie døde i 1934 av leukemi forårsaket av radioaktiv stråling. Hennes bidrag til fysikken og kjemien har vært uvurderlig.

# KJEMIÅRET KJEMILENKER OG LÆREMIDDELFIRMA

## Noen kjemilenker

På [naturfag.no](http://naturfag.no) finnes det beskrivelser av og lenker til nettsteder, tidsskrifter, bøker og hefter som vi tror kjemilærere vil ha nytte av å kjenne til. Her er det noen eksempler.

### Kjemiårets blogg

Her skriver norske kjemikere om tema som opptar dem. Eksempler på tema er Brød uten å kna, Kjemihistorie, Kjemi i naturfag og Matkjemi i Schrödingers katt.

[www.kjemi.no/iyc2011/index.php?dok=blogg](http://www.kjemi.no/iyc2011/index.php?dok=blogg)

### Kemiluringen

På sidene til Kemiläranas Resursentrum (KRC) blir det hver måned i kjemiåret lagt ut en filmsnutt fra et eksperiment. Elever og lærere utfordres til å forklare hva som skjer.

[www.krc.su.se](http://www.krc.su.se)

### SDBS – spekterdatabase

Spectral Data Base System (SBDS) for organiske forbindelser. Her kan du finne blant annet MS- og NMR-spektre. Forbindelsene er søkbare etter blant annet (engelsk) navn, molekylformel, molekylvekt og antall atomer av hver type. Spektrene som er aktuelle for kjemi 2 er MS og 1H-NMR.

[http://riodb01.ibase.aist.go.jp/sdbs/cgi-bin/cre\\_index.cgi?lang=eng](http://riodb01.ibase.aist.go.jp/sdbs/cgi-bin/cre_index.cgi?lang=eng)

### Periodesystemet.no

Her finner du lettlest informasjon om grunnstoffene og deres forbindelser. Dette er et norsk nettsted om grunnstoffene med fokus på norske forhold som for eksempel norsk industri og norske forekomster. Nettstedet inneholder både informasjon og fakta, samt grunnstoffenes historie fra tidens morgen til vår tids samfunn. Periodesystemet.no er også en kilde til data om grunnstoffene.

[www.kjemi.uio.no/periodesystemet](http://www.kjemi.uio.no/periodesystemet)

### Multispectroscopy

På dette nettstedet finner du oppgaver med 1H NMR, 13C NMR, IR og MS-spektra elevene kan bruke til å strukturere til hundre organiske forbindelser. Oppgavene har tre vanskelighetsgrader, og elevene kan selv velge vanskelighetsgrad på oppgavene.

<http://webs.unice.fr/cdiac/multispectroscopy>

### Grensesprengede kjemi

Denne boken fokuserer på den ekstreme utviklingen som har skjedd innenfor de kjemiske vitenskaper i det 20. århundre. Den tar oss også med på en reise gjennom historien fra den gang filosofer og alkymister var enerådende på kjemiens scene og fram til dagens grensesprengende kjemi.

[www.kjemi.no/gk](http://www.kjemi.no/gk) og [www.naturfag.no/side/vis.html?tid=686150](http://www.naturfag.no/side/vis.html?tid=686150)

## Oversikt over læremiddelfirma

Noen ganger får vi tak i utstyr og stoffer vi trenger i undervisningen i ”butikken på hjørnet”, andre ganger kan det hende vi må til en spesialforretning som for eksempel et læremiddelfirma. Her har vi kort beskrevet noen læremiddelfirmaer:

### Bio-Rad Laboratories

Nettadresse: [www.biorad.com](http://www.biorad.com)

Leverandør av læremidler innen bioteknologi, spesielt for videregående skoler. Selger utstyrspakker med det som trengs for å utføre ulike bioteknologiforsøk. Selger også standard laboratorieutstyr som pipetter og utstyr til gelelektroforese. Dette finner du under Life Science Education.

### Fybikon

Postadresse: Fybikon AS, Postboks 8228 Vågsbygd, 4676 Kristiansand

Nettadresse: [www.fybikon.no](http://www.fybikon.no)

E-post: [postmaster@fybikon.no](mailto:postmaster@fybikon.no)

Telefon: 38 01 21 66 , Faks: 38 01 27 71

Leverandør av læremidler for grunnskole, naturfag Vg1 og Biologi og Kjemi (Vg1 og Vg2).

### Gammadata

Postadresse: Gammadata Norge, Postboks 137, Langgaten 47, N-3081 Holmestrand

Nettadresse: [www.gammadata.no](http://www.gammadata.no)

E-post: [erik.duhs.nilsen@gammadata.no](mailto:erik.duhs.nilsen@gammadata.no)

Telefon: 330 96 330 , Faks: 330 96 331

Leverandør av analyseutstyr til laboratorier og læremidler for fysikk, kjemi og biologi.

# KJEMIÅRET KJEMILENKER OG LÆREMIDDELFIRMA

## KPT Komet AS

Postadresse: Avd. Mjøndalen: Postboks 341, 3050 Mjøndalen  
Avd. Kristiansund: Postboks 2213, 6503 Kristiansund N  
Nettadresse: www.kptkomet.no  
E-post: kundeservice@kptkomet.no  
Telefon: 71 58 89 00, Faks: 71 58 89 49  
Leverandør av utstyr til naturfagundervisningen i norske skoler.  
De dekker hele skolespekteret fra barneskole til høyskoler.

## LEKOLAR AS

Postadresse: Postboks 2424, 3104 Tønsberg  
Nettadresse: www.lekolar.no  
E-post: info@lekolar.no  
Telefon: 33 72 98 00, Faks: 33 72 98 01  
Leverandør av inventar og utstyr til alle læringsarenaer (interiør, klasseromskart, audiovisuelt utstyr, naturfagmateriell).  
Haaland&Hamre ble fusjonert inn i Lekolar AS i 2009.

## Mikrodaisy

Postadresse: Kartverksveien 7, 3511 HØNEFOSS  
Nettadresse: www.mikrodaisy.no  
E-post: post@mikrodaisy.no  
Telefon: 32 17 14 00, Faks: 32 17 14 01  
Leverandør av pedagogisk programvare.

## Mikroverkstedet

Postadresse: MikroVerkstedet as, Pb 224 Manglerud, 0612 Oslo  
Nettadresse: www.mikrov.no  
E-post: firmapost@mikroverkstedet.no  
Telefon: 46 85 99 60, Faks: 94 77 00 12  
Leverandør av læremidler innen IKT og teknologi fra grunnskolen til høyere utdanning.

## National Centre for Biotechnology Education (NCBE)

Nettadresse: www.ncbe.reading.ac.uk  
Britiske NCBE er leverandør av læremidler innen bioteknologi, spesielt for videregående skoler. Selger utstyrs pakker med det som trengs for å utføre ulike bioteknologiforsøk. Selger også enzymer og standard laboratorieutstyr som pipetter og utstyr til gelelektroforese.

## Naturogfritid.no

Nettadresse: www.naturogfritid.no  
Nettbutikk som blant annet selger insektsutstyr, kikkerter, teleskoper, fuglekasser (m/kamera), forautomater.

## Norges Naturvernforbund

Nettadresse: www.naturvern.no/butikk  
E-post: salg@naturvern.no  
Telefon: 94002300  
Ikke-kommersiell nettbutikk med endel unike læremidler. Eksempel: Fuglesang CD, fugleplakater og andre artsplakater, laminerte feltplansjer/bordbrikker.

## Sigma-Aldrich

Postadresse: Postboks 188 Leirdal, 1011 Oslo  
Nettadresse: www.sigmaaldrich.com/norway.html  
E-post: Nororder@sial.com  
Telefon: 23 17 60 60  
Leverandør av kjemikalier og laboratorieutstyr. Firmaet er rettet mot forskningsmiljøer, men har ulike typer basisutstyr som pipetter, rør og kjemikalier som egner seg til bruk i skolen.

## SKAas

Postadresse: Blåveisbakken 28, 3050 MJØNDALEN  
Nettadresse: ska-as.no/Forside/cid/12939/  
E-post: oyvind@ska-as.no  
Telefon: 32877700  
Leverandør av pakker med kjemiforsøk for bruk til undervisningen i naturfag og kjemi.

## ST Skoleinventar AS

Postadresse: Pb. 69 Linderud, 0517 Oslo  
Nettadresse: www.st-skoleinventar.dk  
E-post: afa@st-skoleinventar.dk  
Telefon: 90 57 57 58, Faks: 22650526  
Utvikler og produserer skoleinnredning og leverer komplette laboratorieløsninger til naturfagene. ST Skoleinventar kan tegne innredningsforslag. Blant produktene som leveres er laboratoriebænker, avtrekksskap, punktavsug, skap for kjemikalier, gasskap etc.

## VWR

Postadresse: P.B. 45, Kalbakken, 0901 Oslo  
Nettadresse: vwr.no  
E-post: info@no.vwr.com  
Telefon: 02290, Faks: 22 90 00 40  
Leverandør av læremidler innenfor kjemi, biologi og fysikk. Firmaet er rettet mot forskningsmiljøer, men har ulike typer basisutstyr som pipetter, rør og kjemikalier som egner seg til bruk i skolen.



## KJEMIÅRET KOSMETIKKSERIE

# Egen kosmetikkserie

Innen det flerfaglige emnet Teknologi og design blir det ofte jobbet med mekaniske objekter, elektriske kretser og lodding. Da tar lærere vanligvis utgangspunkt i temaer fra naturfagets teknologi og design. Men det er også mulig å ta utgangspunkt i kompetansemål fra matematikk og kunst og håndverk og knytte det til temaer fra for eksempel Fenomener og stoffer i naturfag. Nedenfor viser vi et slikt eksempel ved å ta utgangspunkt i kjemiforsøk og produkter som skal emballeres.

Elevene kan lage en kosmetikkserie med produkter som såpe med forskjellig konsistens og lukter, hudkrem, hårvoks, badebomber, badesalt, leppepomade, tannkrem og makeupfjerner. Ved å bruke enkle kjemiske prinsipper er det mulig å fremstille mange forskjellige produkter. Og ved å justere mengden av de forskjellige ingrediensene, endres konsistens og bruksområde på produktet.

I en slik prosess kan vi gjøre elevene oppmerksomme på produkter de selv bruker. Hva slags stoffer inneholder de? Hva er nødvendig i en krem, og hva er bare ”støsj”? Kanskje får vi litt mer bevisste konsumenter?

”Egen kosmetikkserie” og ”Emballasje til kosmetikk” er undervisningsmaterieell som er utviklet i tilknytning til kurs på verksteddagene i teknologi og design som arrangeres av Teknologinspiratørene (TEKin).

I dette undervisningsopplegget viser vi oppskrift på badebomber og tannkrem og gir innspill på hvordan vi kan lage fin emballasje til de ulike produktene.

## Badebomber

### Utstyr

- natriumbikarbonat ( $\text{NaHCO}_3$ )
- sitronsyre
- duftolje
- konditorfarge
- blandebeleg
- skje
- tørkepapir
- plastpose

### Fremgangsmåte

1. Bland 2 ss natriumbikarbonat og 1 ss sitronsyre *godt* i et beger.
2. Tilsett olje dråpevis til massen kan knas.
3. Tilsett litt farge og duftolje.
3. Bruk hendene og form kuler. Dersom badebomben sprekker, kan du tilsette litt vann.
5. Legg kulene på tørkepapir.
6. Pakk kulene i en plastpose på slutten av dagen.
7. Lag etikett til badebombene. Etiketten bør inneholde produktnavn og en varedeklarasjon.

### Faglig forklaring

Så lenge det ikke er noe vann til stede, vil stoffene i badebombene ikke reagere med hverandre. Når vi slipper dem i vann, vil saltene reagere med hverandre. Det utvikles karbondioksidgass som lager bobler i vannet.





## Tannkrem

### Fremgangsmåte

Her skal du selv lage en oppskrift på tannkrem. Bland ingrediensene i et beger. Eksperimenter med ulike mengder og smaksstoffer. Tilsett væsken du velger dråpevis under omrøring.

Prøv deg fram med ulike oppskrifter og skriv ned den som fungerer best.

### Utstyr

- Kritt (Kalsiumkarbonat  $\text{CaCO}_3$ ) som poleringsmiddel
- Glycerol  $\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$  eller Sorbitol  $\text{C}_6\text{H}_8(\text{OH})_6$  et vannbindende materiale
- Fluorskylling eller fluortablett som kariesforebyggende materiale
- Mentol eller lignende som smaksstoff

### Aktuelle kompetansemål i naturfag

#### Etter 2. årstrinn

##### Fenomener og stoffer

- sortere ulike stoffer etter lett observerbare kjennetegn og fortelle om kjennetegnene

#### Etter 4. årstrinn

##### Fenomener og stoffer

- gjennomføre forsøk som viser at stoffer kan endre karakter når de blir utsatt for ulike påvirkninger

#### Etter 7. trinn

##### Fenomener og stoffer

- undersøke kjemiske egenskaper til noen vanlige stoffer fra hverdagen
- gjennomføre forsøk med kjemiske reaksjoner og forklare hva som kjennetegner disse reaksjonene

#### Etter 10. trinn

##### Fenomener og stoffer

- undersøke kjemiske egenskaper til noen vanlige stoffer fra hverdagen

### Naturfag Vg1

#### Ernæring og helse

- gjøre rede for noen hovedbestanddeler i kosmetiske produkter og lage et slikt produkt med egen varedeklarasjon



### Kort historikk om kosmetikk

Ordet kosmetikk kommer fra det greske ordet kosmetikos, som betyr kunsten å pynte.

Det eldste funnet av ingredienser som ikke forekommer i naturen, er gjort i 4000 år gamle egyptiske krukker. I de eldste kildene vi kjenner til er kosmetikk knyttet til religiøs praksis. Det var først og fremst aromatiske stoffer fra forskjellige urter som ble benyttet.

Man antar at det ble laget såpe allerede i Babylon for nesten 5000 år siden. Men det var romerne som skrev ned en oppskrift på såpekoking. De fikk fram såpe ved å varme opp geitefett sammen med aske (som inneholder sterke baser). Med Romerrikets fall gikk såpetillagingen i glemmeboka. Såpe ble "gjenoppdaget" i middelalderen (nådde England på 1300-tallet). På 1800-tallet begynte man å tilverke såpe kommersielt. Vi lager såpe ut i fra gamle oppskrifter.



# KJEMIÅRET KOSMETIKKSERIE

## Emballasje til kosmetikkserie

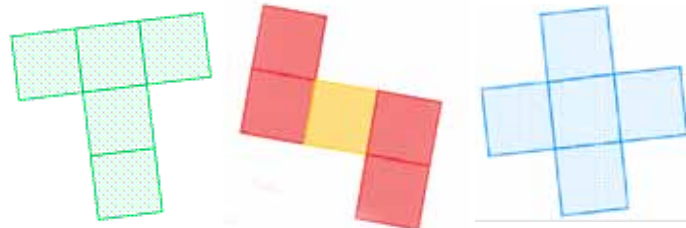
Emballasje er et tema med mange muligheter i matematikkfaget og som passer for elever på ulike nivåer. Materialkostnadene er minimale. I en designprosess kan arbeidet med emballasje ha mange innfallsvinkler avhengig av hva som skal emballeres.

Blant annet kan problemstillingene være knyttet til spørsmål rundt designprosessen som:

- Hvilken funksjon skal emballasjen ha?
- Hva skal emballasjen signalisere?
- Hvordan skal åpne- lukkemekanismen i emballasjen fungere?
- Hvordan er eska tilpasset innholdet?

Vi skal konsentrere oss om konstruksjon av emballasje. I Kunnskapsløftet står det at i det tverrfaglige emnet Teknologi og design viser matematikk sin nytte som redskapsfag. Her er et eksempel på hvordan matematikk kan brukes som redskap for å lage emballasje, og vi starter med en utbrettet eske.

### Fra to- til tredimensjonal form



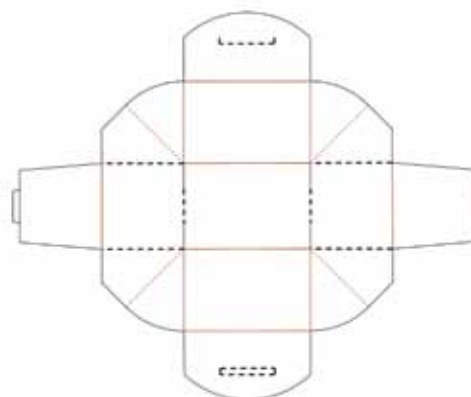
Malene ovenfor er eksempler på enkle, utbrettede esker uten lokk. Diskuter hvordan disse malene kan brettes til en tredimensjonal form. Her er noen spørsmål som kan være til hjelp i diskusjonen. Fokus er på former, kanter, flater og hjørner.

- Hvilke geometriske figurer er malen satt sammen av?
- Hvilken funksjon har de ulike delene? (for eksempel bunn, sideflater og lokk)
- Hva skjer med de todimensjonale figurene på malen når de brettes?
  - Hvilke av de todimensjonale figurene møtes i en kant?
  - Hvilke av de todimensjonale formene møtes i et hjørne?
- Hvordan vil malene se ut når de brettes til en tredimensjonal eske?
- Er det mulig, ut fra malen, å si noe om størrelsen på eska?

For å demonstrere hva som skjer når en todimensjonal form omdannes til en tredimensjonal eske, er jovobrikker et godt hjelpemiddel. Den gule og røde figuren ovenfor er brukt som et eksempel. Her ser vi at det gule kvadratet danner bunnen i eska og at alle de fire røde kvadratene blir sideflater i eska. Eska har form som en terning uten topp/lokk.



Det finnes mange måter å velge i mellom. Jo mer sammensatt malen er, desto vanskeligere er det å se for seg hvordan den todimensjonale malen blir når den omformes til ei eske. Mange maler har overlappende flater som enten fungerer som en forsterkning eller som limflater. Det gjør omformingen fra det todimensjonale til det tredimensjonale enda mer utfordrende.

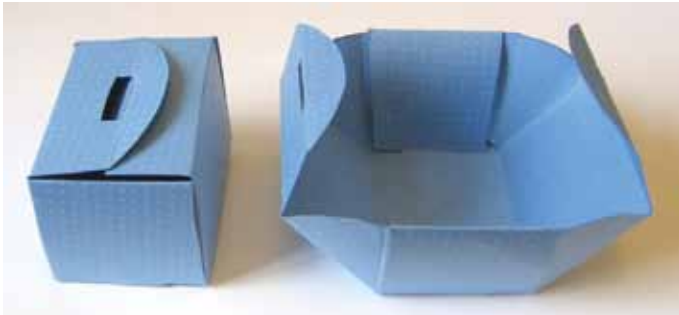


Her er et eksempel på en mer avansert mal.





# KJEMIÅRET KOSMETIKKSERIE



Malen kan brettes til en eske som også kan åpnes til en kurv.

## Fra tre- til todimensjonal form

Vi kan ta utgangspunkt i noen ferdige esker i papp eller papir. Diskuter hvordan eska vil se ut når den brettes ut til en todimensjonal form. Her er noen spørsmål som kan være til hjelp i diskusjonen:

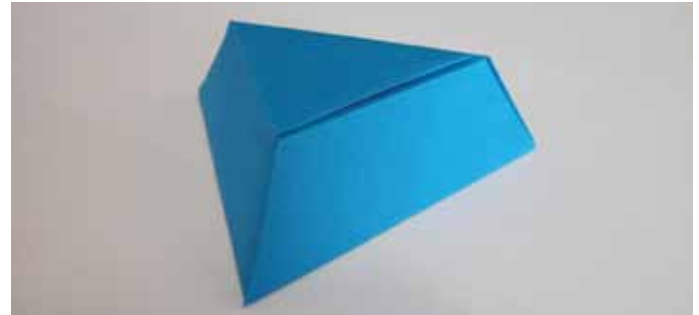
- Hvilke geometriske figurer består eska av?
- Når eska brettes ut, hvordan plasseres de geometriske figurer som eska er satt sammen av, i forhold til hverandre?
- Hvordan er eska limt eller heftet sammen?
- Hvor mye kan eska romme?

## Hva skal eska romme?

Hva som skal pakkes inn og emballeres er opp til den enkelte. I dette eksemplet med kosmetikk og emballasje er det ulike produkter for hud og hår. Eska må tilpasses til både formen og volumet på det som skal ligge inni. Når matematikk brukes som et redskapsfag, bør kvaliteten på det som skal lages, både når det gjelder **form** og **funksjon**, øke og bli til noe bedre enn om matematikken hadde vært fraværende. Her stilles det krav til det endelige produktet. Slike krav kan formuleres i en kravspesifikasjon. I kosmetikkserier finnes det esker i ulike størrelser. Hva med å lage esker til økonomiutgaven eller miniatyrtutgaven til en produktserie? Eller skal eska romme et bestemt volum? Ja, hvor stor må da malen være?

## Bretteoppskrifter

Det finnes et mangfold av origamibøker. Origami har en egen notasjon, og det trengs trening i både det å lese og kunne utføre ei bretteoppskrift. Elevene kan også lage egne bretteoppskrifter. Her må de kjenne til denne spesielle, men enkle notasjonen. Det kan enten gjøres på papir med blyant, linjal og eventuelt passer eller ved hjelp av det dynamiske tegneprogrammet GeoGebra. Programmet kan lastes ned gratis fra [www.geogebra.no](http://www.geogebra.no).



## Aktuelle kompetansemål i læreplanen

Dette undervisningsopplegget omfatter en rekke mål i læreplanen:

### Læreplan i kunst og håndverk

Etter 4., 7. og 10. årstrinn

- planlegge og lage enkle bruksgjenstander
- lage enkle bruksformer i ulike materialer og kunne gjøre rede for sammenheng mellom idé, valg av materialer, håndverksteknikker, form, farge og funksjon
- designe produkter ut fra en kravspesifikasjon for form og funksjon

### Læreplan i matematikk

Etter 4., 7. og 10. årstrinn

- teikne og bygge geometriske figurar og modellar i praktiske samanhengar, medrekna teknologi og design
- analysere eigenskapar ved to- og tredimensjonale figurar og beskrive fysiske gjenstandar innanfor teknologi og daglegliv ved hjelp av geometriske omgrep
- bygge tredimensjonale modellar og teikne perspektiv med eitt forsvinningspunkt
- analysere, også digitalt, eigenskapar ved to- og tredimensjonale figurar og bruke dei i samband med konstruksjonar og berekningar

### Læreplan i naturfag

Etter 10. årstrinn

#### Teknologi og design

- teste og beskrive eigenskapar ved materialer som brukes i en produksjonsprosess

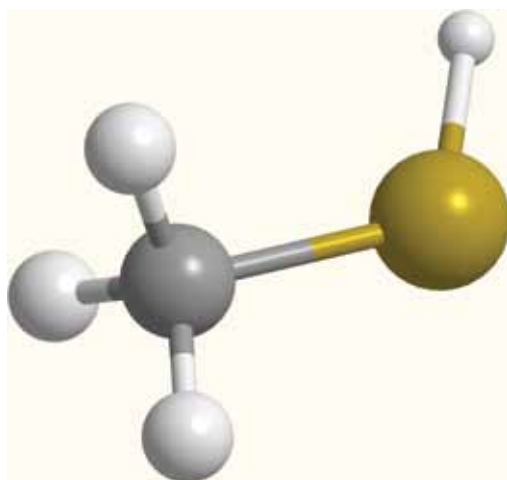
## KJEMIÅRET EN COCKTAIL AV KJEMIKALIER



Svein Stølen er instituttleder og professor ved Kjemisk institutt, Universitetet i Oslo. Han har skrevet boka "En cocktail av kjemikalier" som utgis før sommeren. I boka kan du blant annet lese om hvorfor svette tær lukter vondt, skismøringens kjemi, antirynkekremer og koffein. I dette nummeret av Naturfag får du noen smakebiter fra boka. Kapitlene er publisert med tillatelse fra Cappelen Damm og forfatteren.

### Sure strømper

*De syntetiske polymerene er ikke best bestandig. I mange sammenhenger er ull fremdeles det naturlige valget, og de fleste tar med seg ullstrømpene når de skal til fjells. Ull er en naturlig polymer med en kompleks sammensetning, men i dette kapitlet er det ikke sammensetningen som er i fokus, derimot en ubehagelig bivirkning av sko med lite lufting og ikke helt rene strømper. Da blomstrer nemlig bakteriene opp i det basiske miljøet rundt tærne, og resultatet er flere svovelholdige gasser. Det er mange ting i verden som lukter vondt, men det er ikke mye som slår et par skikkelig sure sokker. Hva er det som lukter sånn, og hvordan unngår man denne temmelig enerverende plagen?*



Modell av methantliol

Stanken skyldes en liten cocktail av illeluktende små molekyler. Den verste skurken er metantliol, som også kalles metylmerkaptan. Dette molekylet produseres også av alger i strandsonen flere steder i verden, og kan gjøre idylliske kystlandskap så illeluktende at innbyggerne i nærheten må bolte alle luker og skott. Stoffet benyttes også industrielt, for eksempel i noen plantevernmidler, og utslipp har til tider skapt store overskrifter i media. Lukta i seg selv kan faktisk være nyttig; hvis stoffet tilsettes naturgass, oppdager vi tidlig en eventuell lekkasje. Det skal nemlig ikke mye til før vi kjenner lukta, det holder med en konsentrasjon på 1 del av en milliard. Metantliol er heller ikke den eneste årsaken til sure sokker – to andre av de viktigste stoffene er hydrogensulfid (lukten av råtne egg) og metylsulfid.

Det er ikke så vanskelig å redusere plagen. Rene sokker og godt ventilert fottøy er en åpenbar utvei, men på tur med tette fjellstøvler er ikke det alltid like enkelt. Da kan man unngå plagen ved hjelp av såler som inneholder aktivt kull. Kullet absorberer disse molekylene, og siden det egentlig ikke er så mange stinkmolekyler som dannes, virker sålene relativt lenge.

Et annet alternativ er sokker som inneholder små sølvpartikler! Sølv motvirker nemlig veksten av bakterier og sopp, og dette edle metallet dreper bakterien som fører til dannelsen av de stinkende svovelmolekylene. Det har vært kjent lenge at sølvforbindelser kan ta knekken på uønskede organismer, og under første verdenskrig benyttet man forbindelser av sølv til sårbehandling for å unngå infeksjoner. Selv om antibiotika etter hvert tok over i de fleste sammenhenger, ble sølvforbindelser benyttet i antibakteriell behandling av krevende brannsåre så sent som på 1990-tallet.

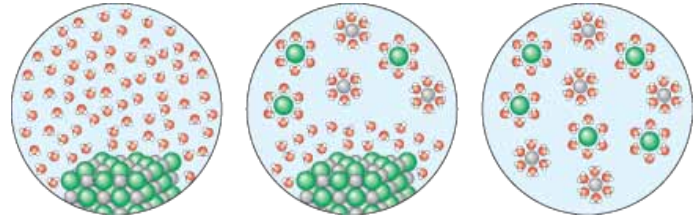
# KJEMIÅRET EN COCKTAIL AV KJEMIKALIER

## Har noen en ispose?

*Selv med skikkelig beskyttelse unngår du ikke en skade i ny og ne, og da er det bare å prøve å redusere omfanget. De fleste idrettskader er heldigvis ganske uskyldige. Ofte hører man noen rope etter en ispose når en stakkar ligger på fotballbanen og vrir seg i smerte. Han kan ende med en kjempehevelse hvis han ikke får skaden nedkjølt umiddelbart.*

Kuldebehandling er vanlig ved akutte idrettskader og virker ved å redusere størrelsen på hevelsen. Jo større hevelse, jo dårligere plass er det på hudens innside, og det betyr mer smerte. En vanlig ispose reduserer blodgjennomstrømningen med 5-10 prosent 2 cm ned i huden i løpet av de første 10 minuttene, og det hjelper, det. Men hvordan fungerer egentlig denne isposen? Hvis du klipper den opp, ser du at den inneholder et hvitt stoff og en pose med en klar væske. Væsken er rett og slett vann, og det hvite pulveret er typisk et salt som kalles ammoniumnitrat. Salter løses ofte veldig lett i vann, og det gjelder absolutt for ammoniumnitrat. Det som skjer når et salt løses i vann, er at vannet splitter saltet i to deler. Et enkelt eksempel er natriumklorid, altså vanlig bordsalt ("vanlig salt"). I tørt salt har kloratomet stjålet et elektron fra natriumatomet, så saltet består av et kation,  $\text{Na}^+$ , og et anion,  $\text{Cl}^-$ . En positiv og en negativ ladning tiltrekker jo hverandre, og det er dette som holder saltet sammen. Samtidig er det dette som gjør at det er så lett å løse saltet i vann. Vann består av V-formede vannmolekyler med oksygen i vinkelen og hydrogen på toppen. Oksygenatomet trekker elektroner fra hydrogenatomene og blir dermed negativt ladet, mens hydrogenatomene blir positivt ladet. Vannmolekylene orienterer seg rundt kationet og anionet i saltet og omringer dem. Sakte, men sikkert blir saltet dratt ut i løsning; da forsvinner ionene inn mellom vannmolekylene og blir tilsynelatende "borte".

Noen salter avgir varme når de løses i vann, og da får vi ikke en ispose, men det motsatte. Denne prosessen brukes mange steder til å gi deg varm kaffe eller varme nudler sent på kvelden – du kan kjøpe ferdigmat i beholdere der et salt (for eksempel kalsiumklorid) blandes med vann i en ytre beholder, så sprer varmen seg innover, og maten blir varm. Ammoniumnitrat er derimot et eksempel på et salt som må ha varme for at de skal løse seg opp, og denne varmen stjeles fra omgivelsen. Derfor avkjøles vannet når saltet blandes med det – og vips, så har vi en moderne ispose. For noen år siden fantes ikke slike isposer, og da sto lagledelsen i stedet med en bøtte med isvann på sidelinjen, men en slik bøtte er ofte ikke særlig praktisk, særlig på varme dager. På de mest



profesjonelle arrangementene er ikke engang isposer godt nok; da bruker man i stedet "is på sprayboks". Når en FFK-spiller ligger og vrir seg etter en grisetakling i en storkamp på Fredrikstad stadion, stormer typisk to-tre menn fra støtteapparatet banen og sprayer ham med en slik. Her er det kondensert gass under trykk som stjeler varme fra omgivelsene når den utvider seg.

## Øverst på pallen

*Vinteridrett forbinder jeg med seierspaller, nasjonalsanger og edle metaller. Norge er kanskje ikke fremst når de olympiske leker arrangeres i brennhete storbyer, men vi samler betydelige mengder gull, sølv og bronse under tilsvarende arrangementer i mindre urbane og langt kaldere omgivelser. Og står du på toppen av pallen, så er det **gull** du får om halsen..*



Vi har alle et forhold til gull, dette karakteristiske, skinnende gule smykkemetallet som mer enn noe annet symboliserer rikdom og makt. Paradoksalt nok er gull på mange måter et av de mest ubrukelige grunnstoffene! Rent gull er nemlig så bløtt at det verken kan brukes til redskap eller våpen, og dessuten er

## KJEMIÅRET EN COCKTAIL AV KJEMIKALIER



det svært tungt. Og i motsetning til mange andre metaller har det ingen fysiologisk virkning. Men det er faktisk nettopp denne mangelen på brukelighet som gjør gull så spesielt og ettertraktet. Gull er lite reaktivt – det holder seg like fint over lang tid.

De egyptiske faraoene, keiserne i Romerriket og de spanske conquistadorene hadde alle gullhungeren til felles med kong Midas og James Bond-skurken Goldfinger. Selv om

gull er et fredelig metall, i den forstand at det er vanskelig å lage effektive våpen av det, har dette grunnstoffet ført til mye krig, mord og elendighet opp gjennom historien. Det er fordi gull har blitt benyttet som betalingsmiddel, og mer enn noe annet symboliserer det rikdom og makt. Fram til 2002 mener man at det har blitt produsert 140 000 tonn gull i verden. Av dette anslår man at omtrent 20 000 tonn har forsvunnet etter industriell bruk, 33 000 tonn finnes som gullreserver i banker rundt om i verden (i Fort Knox i USA lagres 300 000 gullbarrer på totalt 4300 tonn), mens den største andelen, 87 000 tonn, er i privat eie som smykker, mynter og annet.

Gull ble sannsynligvis først benyttet som betalingsmiddel i de gamle elvesivilisasjonene rundt Eufrat, Tigris, Nilen og Indus mellom 3000 og 2000 f.Kr. Vi vet også at kineserne brukte små gullkvadrater som betalingsmiddel omkring år 1100 f.Kr. Kong Krösus var den første som fikk laget mynter i gull og sølv (omkring 550 f.Kr.). Det romerske imperiet utviklet senere et myntsystem basert på både gull, sølv og kobber, og i senkeisertiden, etter at romerne hadde invadert Spania og overtatt deres store gull- og sølvressurser, ble gull det viktigste myntmetallet deres. Og slik utviklet det seg videre. Etter oppdagelsen av Amerika strømmet store mengder gull til Europa, og det ble preget gullmynter i store antall. Men først på midten og slutten av 1800-tallet kom de virkelig store gullforekomstene for en dag, og man fikk gullrushene til California, Australia og Klondike. Dessuten ble det funnet store forekomster i Russland og Sør-Afrika.

Tidligere ble gullet renhetsgrad angitt i *karat*. Ordet stammer fra det italienske "carato", det arabiske "quairat" og det greske "keraton", som alle er navnet på frukten fra johannesbrødtreet. Frøene fra denne frukten ble nemlig brukt som vektlodd av oldtidens handelsmenn, og ble dermed vektenheten. Helt rent gull

betegnes som 24 karat, så et smykke av 18 karat gull inneholder 18/24 gull og 6/24 av et annet metall, typisk sølv og kobber. Grunnen til at man tilsetter andre metaller er for å gjøre gullet hardere. I dag merkes gullet vanligvis med renhetsgrad i tusendeler. De vanligste renhetsgradene er:

999 = rent gull = 24 karat

750 = 75,0% gull = 18 karat

585 = 58,5% gull = 14 karat

Rent gull er skinnende gult, men for bløtt til å kunne benyttes i de fleste smykker. Derfor bruker man heller 14 karat gull. Ved å variere hvilke metaller som tilsettes kan man lage "gull" med andre farger. 14 karat gull som tilsettes sølv, palladium og nikkel, er hvitt, mens "Rødt gull" inneholder en god del kobber, pluss litt sølv og sink. "Grønt gull" finnes også – dette inneholder typisk over en tredjedel sølv, litt kobber og litt sink.

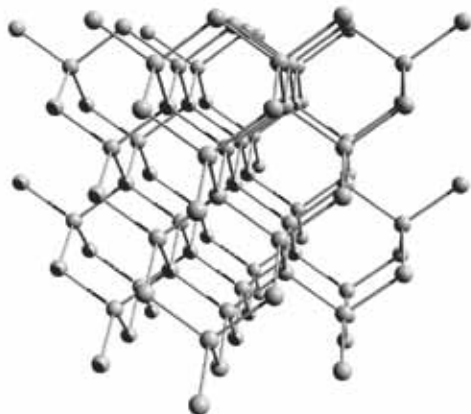
### Urban gruvedrift

Gull er svært stabilt og reagerer ikke med luft. Overflaten forblir like fin over tid, den blir ikke svart som sølv eller grønn som kobber. Gull som har ligget på havets bunn i 100 år er fortsatt like blankt og vakkert! Derfor har gull viktige anvendelser f.eks. som kontaktpunkter i elektronikk. Og mens et tonn drivverdig gullmalm typisk inneholder 1 til 5 gram gull, kan et tonn avdankede mobiltelefoner inneholde så mye som 150 gram gull. Gjenvinning, eller "urban gruvedrift", kan derfor være vel så lønnsomt som vanlig gruvedrift.

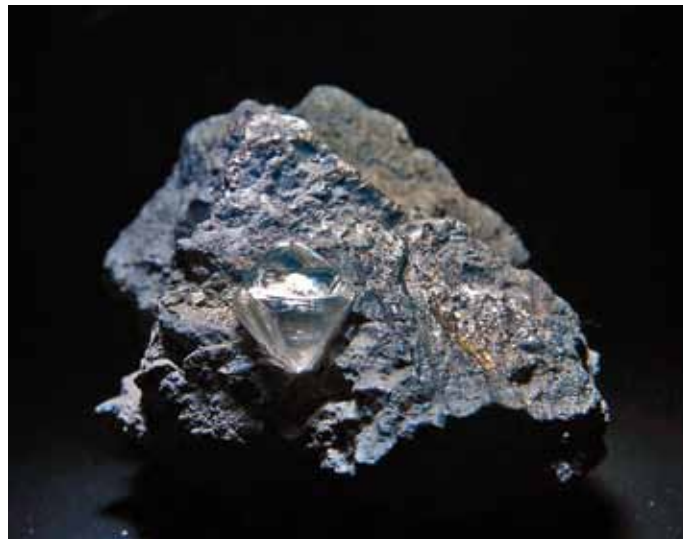
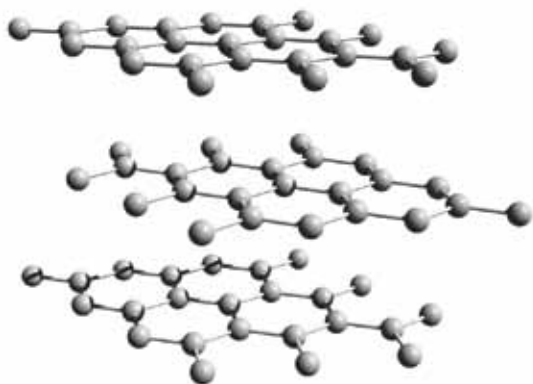
## Diamanter varer evig – og kan lages av peanøttsmør

*Diamanter symboliserer evig kjærlighet, fordi vi tenker oss at de varer evig. Men om du varmer dem opp i en ovn, brenner de opp og omdannes fullstendig til karbondioksid! Diamant er materialet for de ekstreme anvendelsene – for å vise kjærlighet, men også til teknologisk bruk, siden det både er det hardeste materialet vi kjenner og leder varme bedre enn alt annet. Derfor brukes de i utstrakt grad av halvlederindustrien. I superraske datamaskiner ledes varmen som utvikles under drift ut av maskinen ved hjelp av diamanter.*

# KJEMIÅRET EN COCKTAIL AV KJEMIKALIER



Diamanter er vakre når de funkler i sollyset, men kjemisk sett er de ikke noe annet enn karbon. Og selv om vi føler at de symboliserer stabilitet og evig liv, er ikke diamant engang den mest stabile formen for karbon. Grafitt er mer stabilt, men det er likevel veldig vanskelig å omdanne diamant til grafitt. I diamant er alle karbonatomene bundet til fire andre, på en måte som danner et tredimensjonalt gitter. Det er denne ordningen av atomene som sørger for at diamant har de egenskapene vi – bokstavelig talt! – setter slik pris på. I grafitt, derimot, er hvert karbonatom bundet til tre andre atomer, i bare to dimensjoner. Dermed dannes det supertynne flak med svært sterke interne bindinger. Disse flakene er bundet til hverandre med bare svake krefter, og det er årsaken til at grafitt danner flak og egner seg så godt som smøremiddel. For å omdanne diamant til grafitt, må strukturen revolusjoneres, og det forklarer den svært høye aktiveringsenergien. Og den skal vi være glade for!



Diamantene vi finner i naturen ble laget for lenge siden og langt under oss. Vi skal omlag 3 milliarder år tilbake i tid, og diamantene kom til jordas overflate via enorme erupsjoner. Magma fra jordens indre trengte seg da opp til overflaten og størknet til dagens faste fjell. Diamanter kan nemlig bare dannes ved trykk og temperaturer som tilsvarer forholdene 150-180 kilometer nede i jordskorpen. Under slike forhold gjør karbon det samme som alt stoff gjør når det blir utsatt for høyt trykk – atomene organiserer seg på den måten som gir det minste volumet. Og da danner karbon nettopp diamant. Dersom diamanter blir tatt gradvis fra høye trykk og temperaturer til lave trykk og temperaturer, vil de omdannes til grafitt (det finnes eksempler på det; store diamantformede forekomster av grafitt) og dermed var de store eksplosjonene helt nødvendig for at diamantene skulle overleve turen opp – det må gå i hastigheter over 60 km/t. Smeltet stein og lava dro med seg diamantene til overflaten og dannet bergarten kjent som kimberlitt. Når vi leter etter diamanter, så ser vi etter dette og andre mineraler som typisk ble dannet i slike erupsjoner. De største forekomstene finnes i Sør-Afrika.

”Afrikas stjerne” og andre berømte diamanter ble altså dannet i jordas indre for millioner av år siden. Men vi ville ikke være mennesker om vi ikke prøvde å etterlikne naturen og lage diamanter kunstig! Det er ikke lett å etterape Moder Jord, men opp gjennom historien er det mange som har prøvd å lage kunstige diamanter. Allerede for hundrevis av år siden forsøkte vitenskapen å finne ut hva diamant er. I 1694 fikk to italienere en diamant til å forsvinne ved å varme disse ved hjelp av et stort

# KJEMIÅRET EN COCKTAIL AV KJEMIKALIER

forstørrelsesglass. Uten at de forsto hva som skjedde, gikk den rett og slett over til  $\text{CO}_2$ . I 1776 kom et vesentlig sprang i forståelsen. Da forstod en engelsk vitenskapsmann ved navn Tennant at diamant bestod av noe så prosaisk som karbon. Og det var jo ikke bare en nedtur, for det betød jo at grafitt i prinsippet kunne omdannes til diamant! Dessverre var det ingen som viste hvordan. Forsøkene var mange, spesielt på 1800-tallet – og de feilet alle som en. Blant talentfulle vitenskaperne, ignorante amatører og regelrette svindlere som så for seg ære, berømmelse og/eller rikdom var det ingen som feilet mer spektakulært enn den skotske kjemikeren James Hannay. Han fylte jernsylindere med karbonrik olje, forseglet endene og varmet det hele i store ovner – vanligvis til sylindrene eksploderte på grunn av det høye trykket. For hvert mislykket forsøk økte han bare dimensjonene, og laboratoriet så etter hvert temmelig bombet ut. Arbeidere ble skadet i eksplosjonene, og det bredte seg en betydelig nervøsitet og utmattelse blant hans ansatte. Etter flere år lyktes han faktisk – trodde han, da. I ettertid ser det imidlertid ut til at noen av hans medhjelpere plantet naturlige diamanter i rørene for å få slutt på galskapen. Hannay døde i troen på at han hadde fremstilt diamanter kunstig.

I dag produseres store mengder diamant industrielt og trygt (dog ikke ved å benytte Hannays metode!). Den første som klarte kunststykket var den svenske eksentrikeren Baltazar von Platou, som jobbet ved Allmänna Svenska Elektriska Aktiebolaget (ASEA). I 1953 framstilte han diamanter fra grafitt ved  $3000\text{ }^\circ\text{C}$  og  $9\ 000$  atmosfærers trykk. General Electric klarte et tilsvarende kunststykke først året etter, men det var likevel de som fikk den økonomiske gevinsten, for von Platou hadde nemlig ikke patentert oppfinnelsen sin. I General Electric benyttet de kjempestore trykkmaskiner som ga  $18\ 000$  atmosfærer og  $2400\text{ }^\circ\text{C}$ . Snart kunne de lage diamanter av det meste som inneholdt karbon. En dag gikk til og med en av forskerne ut i lunsjpausen og kjøpte et glass med peanøttsmør. Peanøttsmør inneholder mye karbon, så det ble uten problemer omdannet til diamanter!

## Kooh-i-Noor-diamanten

Funnene av spesielt store diamanter og deres etterfølgende historie har ofte vært både interessante og dramatiske. En av de mest berømte diamanterne, Kooh-i-Noor, ble funnet i India i det 13 århundre. Britene stjal diamanten etter den andre sikhkrigen i 1849 og førte den til England. Da var den kuttet til 186 karat (1 karat = 200 milligram), men den funklet ikke nok for Dronning Viktoria, så den ble kuttet videre til 109 karat. Den sitter i dag i dronningmorens krone.

## C60

Vitenskapelige gjennombrudd kommer ofte tilfeldig. Harry Kroto fra universitetet i Sussex ville finne ut mer om dannelsen av karbonkjeder i atmosfæren til visse stjerner. Sammen med Richard Smalley studerte han derfor gassmolekyler som ble skutt løs fra en grafittoverflate ved hjelp av en kraftig laser. Det viste seg at klynger med visse "magiske" antall karbonatomer var favorisert, og overraskende nok dominerte tallet 60. Etter hvert fant de ut at karbonklyngen med 60 atomer så ut som et lukket, kuleformet bur; og forsto etter hvert at  $\text{C}_{60}$  var sammensatt av 20 sekskanter og 12 femkanter, med karbonatomer i hjørnene. Da Smalley spurte en av sine matematikkkollegaer om hva de kunne kalle en slik form, svarte vedkommende. "Jeg kunne forklart deg det på mange måter, men det du har er en fotball! Ta en titt på en fotball: 12 femkanter og 20 sekskanter – et karbonatom i hvert hjørne, og du har  $\text{C}_{60}$ ."



## Diamantflatetang og studier av jordens indre

I tillegg til at diamanter er det hardeste og minst sammentrykkbare av alle materialer, så er det gjennomiktig for det aller meste av elektromagnetisk stråling. Derfor kan man konstruere tenger basert på to diamantflater rettet mot hverandre, der prøver kan plasseres i midten i en metallpakning. De polerte diamantflatene kan presses mot hverandre, og det skal ikke så store ytre krefter til før trykket inne i cellen er kjempestort. En vanlig hydraulisk presse gir fort  $50\ 000$  atmosfærer i cellen. Siden cellen er gjennomiktig, kan reaksjonene i prøven studeres med for eksempel røntgenstråling. Dette er en mye benyttet laboratorteknikk for å studere hva som skjer i jordas indre direkte. Hvis man presser hardt nok på den enkleste gassen av alle, hydrogen, så omdannes også det til slutt til et fast stoff, siden et fast stoff tar vesentlig mindre plass enn en gass. Blir trykket høyt nok blir hydrogen faktisk tilslutt omdannet til et metall.



# NANOTEKNOLOGI

## Nanoteknologi og stadig mindre datamaskiner

**Hva har nanoteknologi betydd for lagringen av digital informasjon de siste tiårene? Hvorfor er magneter viktige? Og har dette noe som helst å gjøre med kjemi?**

Tenk et øyeblikk på bærbare PC-er, digitale lommekameraer, mobiltelefoner eller iPod-er med musikk som varer i mange timer. Alt dette er en del av hverdagen vår i dag, men de hadde ikke vært det hvis ikke noen forskere på 1980-tallet hadde studert hvordan bitte små magneter oppfører seg.

### Bygge med atomer

Dette er et eksempel på det som kalles nanoteknologi. Mange kjenner kanskje nanoteknologi i form av ski som glir bedre, solbriller som ikke dugger eller klær som ikke blir skitne. Det finnes også mer omdiskuterte anvendelser som kjøleskap med antibakterielle belegg laget av nanosølv. Felles for alle disse er at de er blitt til gjennom bearbeiding av materialer på nanoskala, det vil si at forskere jobber med størrelser som er mindre enn 100 nanometer i minst én retning.

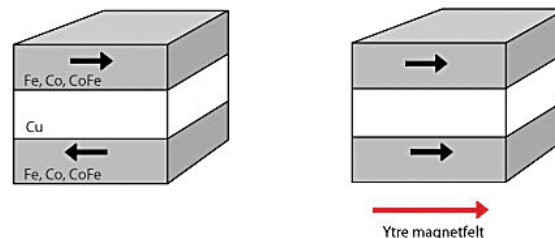
Men nanoteknologi handler om mer enn størrelse. Det handler mye om kontrollert behandling av enkeltatomer eller strukturer i nanoskala, på en måte som får fram nye egenskaper, –litt som å bygge med lego og sette sammen klossene på nye måter.

### Mer enn kjemi

Nanoteknologi har flytende overganger mot kjente fag som fysikk, kjemi og molekylærbiologi. Kjemikere er vant til å jobbe med byggesteiner på nanometerskala, som molekyler, og bygge dem sammen til andre molekyler. Likevel er nanoteknologi noe annet enn tradisjonell kjemi.

Mange vil si at vi snakker om nanoteknologi når vi har å gjøre med nye fysiske eller kjemiske egenskaper som dukker opp *på grunn av* størrelsen. Et eksempel er nanopartikler, som er partikler på nanoskala. Når et stoff foreligger som nanopartikler i stedet for som et makroskopisk materiale, blir effekter av kvantemekanikken viktigere. Overflaten blir veldig stor i forhold til volumet, og alle overflateegenskapene blir forsterket. Slik blir nanopartikler av sølv sterkt antibakterielle.

Med andre ord: Når enkeltatomer eller grupper av atomer på nanoskala settes sammen på en kontrollert måte slik at det oppstår kvalitativt nye egenskaper og fenomener, er dette noe mer enn en kjemisk reaksjon, og da snakker vi om nanoteknologi.



**I denne strukturen er magnetfeltet i de magnetiske lagene rettet motsatt vei. Når sandwichen kommer i nærheten av et ytre magnetfelt, skifter feltet i det ene laget retning slik at feltene blir parallelle.**

# NANOTEKNOLOGI



Magnetiske lesehoder basert på nanoteknologi ble anvendt i kommersielle lesehoder fra 1997. © Shutterstock

## Magnetisk nanosandwich

De magnetiske egenskapene til et materiale er et eksempel på noe som endrer seg kvalitativt når vi beveger oss ned på nanoskala. Dette kan brukes i magnetisk datalagring.

Alle kjenner til magneter, som består av grunnstoffer som for eksempel jern eller kobolt, og som har en nordpol og en sørpol. Vi kan tenke på hvert eneste atom i jernblokken som en slik magnet. Når atomene kommer i nærheten av hverandre, slik de gjør i et fast stoff, påvirker de hverandre, og til sammen utgjør de de magnetiske egenskapene til det faste stoffet. Elektronenes kvantemekaniske *spinn* (forenklet sagt rotasjon omkring sin egen akse) spiller en viktig rolle her.

La oss nå tenke oss at det dukker opp en forandring, og atomene får andre naboer enn de pleier å ha. Det kan skje på grenseflaten mellom to forskjellige stoffer, eller når atomene ligger på en overflate der det plutselig ikke er noen naboer. Da endres også de magnetiske egenskapene. Vi må bevege oss inn i kvantemekanikken for å forstå hvordan dette skjer, og det skal vi ikke gjøre her. Poenget er at magnetisme henger tett sammen med hvordan atomene er plassert i forhold til hverandre.

En annen måte å forandre atomenes plassering og påvirke de magnetiske egenskapene på, er å legge veldig tynne lag av forskjellige materialer oppå hverandre. Vi får da en slags nanosandwich.

## Nobelpris-opdagelse

Det var nettopp slike nanosandwicher forskere studerte på 1980-tallet, lenge før begrepet nanoteknologi hadde kommet på moten. De så på systemer med tynne lag oppå hverandre, der noen var magnetiske, for eksempel av grunnstoffet kobolt, og noen ikke, for eksempel av grunnstoffet kobber.

Det viste seg at to magnetiske lag kan påvirke hverandre *på tvers* av det ikke-magnetiske laget. Magnetene i de to magnetiske lagene peker enten i samme retning eller i motsatt retning, avhengig av tykkelsen på det ikke-magnetiske laget som ligger i mellom dem.

I 1988 gjorde tyskeren Peter Grünberg og franskmannen Albert Fert samme oppdagelse uavhengig av hverandre. De fant ut at hvis de sender strøm gjennom slike nanosandwicher, så vil det flyte mye strøm hvis magnetene peker i samme retning, og nesten ingen strøm hvis de peker i motsatt retning. Effekten ble kalt Giant magnetoresistance, forkortet GMR, og Grünberg og Fert fikk tildelt Nobelprisen i fysikk i 2007 for oppdagelsen sin.

## Leser nuller og enere

Hvorfor er dette interessant for datamaskiner? Jo, fordi denne mekanismen noen år senere ble tatt i bruk i magnetiske lesehoder som leser data fra en disk.

All digital informasjon foreligger som såkalte bits som enten har verdien null eller en (totallsystem). En gjennomsnittlig roman på én megabyte inneholder åtte millioner slike bits. Nullene og ettallene er egentlig bare små magnetiske områder der nordpolen peker enten til høyre eller til venstre på disken. Hvor små kan disse magnetiske områdene bli før lesehodene ikke klarer å lese og skille dem fra hverandre?

I 1997 kom de første kommersielle lesehodene med nanosandwicher. Magnetene i sandwichene er rettet motsatt vei, og hver gang lesehodet beveger seg over et ettall, skifter den ene magnetens retning. Da flyter det strøm. Når det derimot møter en null, forblir sandwichene uforandret, og det går ingen strøm. Strømmen vi måler gir med andre ord svar på om den aktuelle bit'en er en null eller et ettall.

## Første anvendelse av nanoteknologi

Det var engelskmannen Stuart S. Parkin ved IBM i California som fant egnede systemer og lagde de første magnetiske lese- og skrivehodene basert på denne mekanismen. De nye lesehodene



var mye mer følsomme enn noe som hadde eksistert tidligere, og informasjonen kunne pakkes tettere på disken. I løpet av fem år økte lagringstettheten med en faktor tusen. Det betyr tusen ganger så mye informasjon på samme plass, eller like mye informasjon på en tusendel av plassen.

I forbindelse med Nobelprisen i 2007 skrev den Kungliga Svenska Vetenskapsakademien at GMR er den første store anvendelsen av nanoteknologi. På mindre enn femten år hadde forskningsresultatene funnet veien inn i datamaskinen til folk flest. I omtrent ti år lå denne mekanismen i bunnen for alle magnetiske disketter, før den ble erstattet av en videreutvikling der det ikke-magnetiske laget består av et elektrisk isolerende materiale. De nye systemene gjorde det mulig å pakke dataene enda tettere.

### På vei mot nytt paradigme

Oppdagelsen av GMR har ført til en ny type elektronikk, kalt spintronikk, der elektronenes spinn og ikke bare deres elektriske ladning spiller en rolle. Spintronikk forutsetter at vi har å gjøre med små dimensjoner som defineres av nanoteknologi. Et aktuelt anvendelsesområde av spintronikk er M-RAM, som står for Magnetic Random Access Memory.

Parkins forskningsgruppe ved IBM jobber i dag med utviklingen av et nytt konsept for å lagre data, som er ment å erstatte dagens mange datalagringsystemer ved å kombinere de beste egenskapene fra dem alle: billig, raskt og pålitelig. I stedet for å lage todimensjonale strukturer som gjøres stadig mindre, pakkes dataene her inn i en tredimensjonal mikrochip. Denne består av en "skog" av vertikale, nanometer tynne "tråder" på en overflate, der magnetiske bits beveger seg fram og tilbake langs tråden. Slik skal det bli mulig å lagre mye mer informasjon.

Ved å spille på elektronenes spinn på nye måter, håper IBM-forskerne å lage strukturer med helt ny funksjonalitet, som kanskje kan ligge til grunn for et nytt paradigme innenfor datautviklingen.

### Forskningsrådet og nanoteknologi

Nanoteknologi og nye materialer (NANOMAT 2002-2011) Programmet bidrar til nasjonal kunnskapsutvikling innenfor nanoteknologi, mikroteknologi og nye materialer ved å finansiere grunnleggende og næringsrettet forskning på områder av stor strategisk viktighet for Norge.

Tilgang på fornybar energi og et godt helsetilbud er blant dagens store samfunnsutfordringer. Nanoteknologi har relevans og mulighet til å bidra med kunnskap og bærekraftige løsninger både her og på andre områder, og forventes å utgjøre en av bærebjelkene i fremtidens kunnskapsbaserte økonomi. Forskingen innenfor nanoteknologi og nye materialer har allerede gitt grobunn for vekst i norsk næringsliv, spesielt innenfor solenergi, IKT/mikroteknologi og materialindustrien.

NANOMAT avsluttes i 2011. Et kunnskapsgrunnlag for videre satsing peker på at feltet ennå er ungt og til dels umodent i Norge, men at det er skapt et godt potensial for et videre nasjonalt løft. Grunnleggende kompetanseoppbygging, mer forskningsbasert innovasjon og fortsatt fokus på sentrale samfunnsutfordringer anbefales. Også etiske, juridiske, samfunnsmessige og helse/miljø/sikkerhetsmessige aspekter ved teknologiområdet blir løftet frem som et satsingsområde.

### Hva er nanoteknologi

Syntese og bearbeiding av naturens byggesteiner (atomer, molekyler eller makromolekyler) på nanoskala er ikke noe nytt. Det nye i nanoteknologien er graden av kontroll og hvordan dette gir opphav til intelligent design med nye og unike egenskaper. Nanoteknologi er tverrfaglig og omfatter fysikk, kjemi, biologi, molekylærbiologi, medisin, elektronikk og IKT.

IKT er ett av hovedområdene innenfor nanoteknologi, både internasjonalt og i Norge. Kunnskap om materialer og fenomener på nanoskala i kombinasjon med IKT og mikro- og nanosystemer gir store muligheter. Forskningsrådets store program NANOMAT (Nanoteknologi og nye materialer) finansierer grunnleggende og langsiktig forskning og teknologiutvikling, og IKT er ett av fire tematisk prioriterte områder.

Norge har i dag noen sterke forsknings- og næringsaktører på området IKT og mikroteknologi, særlig innenfor sensorteknologi. I tillegg finnes forskningsmiljøer innenfor teoretisk fysikk, som gjør beregninger innenfor spintronikk med betydning for eksperimentelle anvendelser.

## KJEMIÅRET KJEMI I KRISE?



# Kjemi i krise?

**Karolina Broman er doktorgradsstudent i naturfagdidaktikk ved Umeå universitet. Hun arbeider ved lærerutdanningen, og i sitt doktorgradsprosjekt studerer hun kontekstbasert kjemiundervisning. I denne artikkelen kan du lese om noen av resultatene fra hennes doktorgradsprosjektet.**

I mange land har det vært en nedgang i antall kjemistudenter på universitetsnivå. Mange studier har forsøkt å forklare hvorfor elever etter fullført videregående skole, ikke er interesserte i å studere kjemi. Den lave interessen har selvsagt ikke bare én årsak, men skyldes mange ulike faktorer. 25 ulike land fra hele verden har i et prosjekt<sup>1</sup> presentert hvordan deres utdannings-systemer fokuserer på kjemiutdanning. Selv om noen land i forhold til resultater på internasjonale tester som PISA og TIMSS (for eksempel Finland og Singapore) ser ut til å ha vellykkede utdannings-systemer, rapporterer de fleste av disse landene om elevers negative oppfatninger av kjemifaget.

### Kjemi er irrelevant og vanskelig

Dessverre oppleves ofte naturfag-, og særlig kjemikurs som irrelevante for elevers hverdagsliv. Naturvitenskaplig innhold i skolefag er sjelden overførbart til hverdagslivet. Mange elever har problemer med å finne naturfaglig innhold meningsfylt selv om konteksten i seg selv kan være relevant. I tillegg til problemet med relevans, har de en oppfatning om at naturfagene er vanskelige fag å studere. Videre er det mye som tyder på at mange naturfagkurs har et for omfattende pensum. En rekke forskningsprosjekter har forsøkt å finne ut hvorfor elever opplever naturfagene som vanskelige. Misoppfatninger og problemer med å forstå modeller og modellering er ofte nevnt som viktige barrierer for elevene. Når det gjelder modeller, er mange ulike områder innen kjemi studert, og elevers problemer med visualiseringer av modeller er etter hvert kjent. Modeller, modellering og visualisering er fundamentalt, og en kompetent kjemiker må være i stand til å bevege seg fritt mellom disse tre representasjonsnivåene. Det er en utfordring for elever å bevege seg mellom de ulike nivåene (makro-, mikro- og representasjonsnivå)

som brukes for å visualisere modeller. Elever har problemer med å forstå forholdet mellom nivåene. Lærebøker er viktige kilder til innholdskunnskap, og det er avgjørende at lærebøker tydelig forklarer ulike modellens muligheter og begrensninger, og ikke gir et for forenklet eller overgeneralisert bilde.

Schreiner og Sjøberg<sup>2</sup> har dokumentert interesse for faget som et nøkkeltierium for valg av studieretning i videregående skole. Elever i vestlige land ser ut til å være mindre interessert i naturfag enn elever fra mindre økonomisk utviklede land. I et forskningsprosjekt<sup>3</sup> på svenske ROSE<sup>4</sup>-data, ble ungdomsskoleelevers meninger om det naturfaglige innholdet i naturfagtimene undersøkt. Resultatene viste at elevene generelt ønsket å lære mer om områder som helse, sykdommer og verdensrommet. Områder mer direkte assosiert med kjemi, for eksempel "atomer og molekyler", har elevene i ROSE-studien markert som noe av det minst interessante. Det er selvsagt et spørsmål om tolkning av hva elevene definerer som skolekjemi. Eksempelvis kan helse åpenbart oppfattes som kjemi.

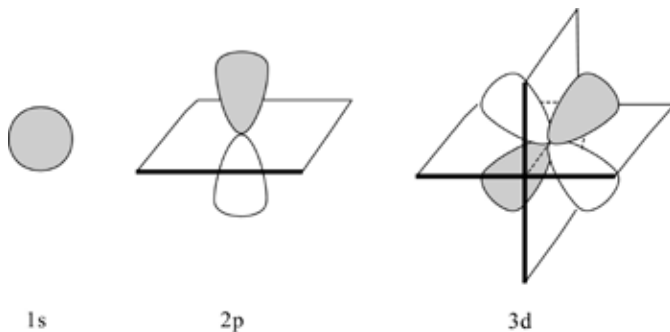
Min studie er gjennomført på elever ved naturfaglig studieretning i svenske videregående skoler. Et spørreskjema ble besvart av 372 elever (163 jenter and 206 gutter), samt deres 18 kjemilærere. Elevene, i alderen 18-19 år, hadde akkurat fullført sine obligatoriske A- og B-kurs<sup>5</sup> i kjemi. Både elever og lærere ble spurt om sin oppfatning av kjemi. 10 ulike overskrifter fra læreplanen i kjemi, heretter kalt områder, ble valgt som responsmuligheter: Atomstruktur, kjemisk binding, beregninger og støkiometri, kjemisk likevekt, organisk kjemi, biokjemi, syrer og baser, oksidasjon og reduksjon, energi/entalpi og kjemisk analyse.

# KJEMIÅRET KJEMI I KRISE?

Elevene ble spurt om hvilke områder de syntes var enkle eller vanskelige, og mest eller minst interessante. Lærerne ble spurt om hva de syntes var enkelt eller vanskelig å undervise, og deres oppfatning av elevenes syn på de ulike områdene. Lærerne fikk også mulighet til å forklare sine tanker om elevenes syn. På slutten av spørreskjemaet ble både elever og lærere stilt et åpent spørsmål om hvordan kjemiundervisningen kan forbedres og bli mer meningsfull og interessant.

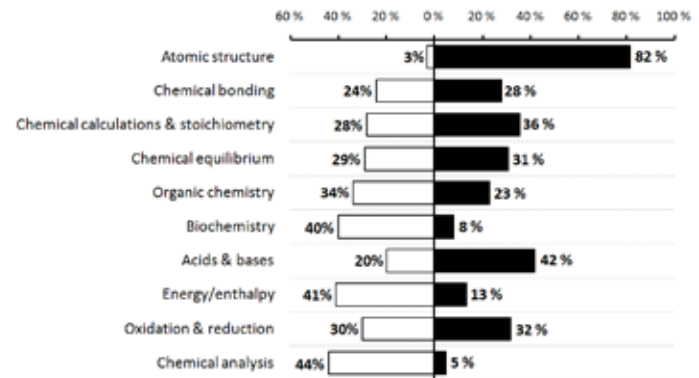
## Elevers syn på ulike områder i kjemi

Det mest oppsiktsvekkende resultatet er at 82 % av elevene i denne studien synes at "atomstruktur" er enkelt. Mange forskere har rapportert at "atomstruktur" er et av de vanskeligste områdene, ofte identifisert som et terskelbegrep innen kjemi og fundamentalt for å utvikle videre forståelse. En mulig forklaring på at de svenske elevene finner dette området enkelt, kan være at elever i svensk videregående skole stort sett bare lærer om skallmodellen, der elektronene går i bestemte baner. Det er sjelden at svenske elever studerer orbitalmodellen, der elektronene ikke har bestemte baner og det finnes undernivåer, og som dermed anses å være vanskeligere å forstå. Se figur 1.



**Figur 1: Atomorbitaler. Elektronene har ikke bestemte baner, men det finnes flere muligheter. Tegning Dan Johnels**

"Syrer og baser" og "beregninger og støkiometri" blir ansett som moderat enkle av henholdsvis 42 % og 36 % av elevene. "Analytisk kjemi", "energi/entalpi" og "biokjemi" oppfattes som vanskelig av henholdsvis 44 %, 41 % og 40 % av elevene. Områdene markert som vanskelige eller enkle er presentert i figur 2.



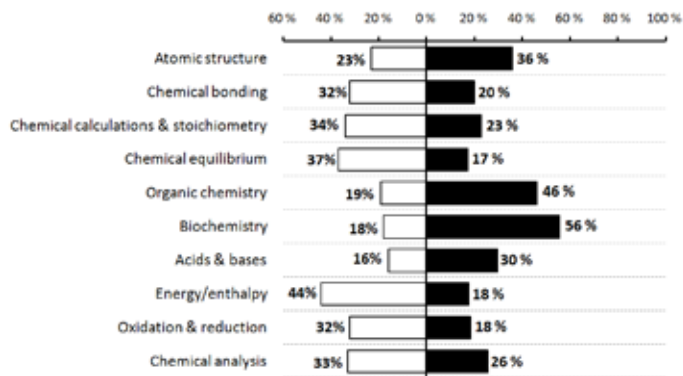
**Figur 2. Elevenes svar i % viser de områdene de opplevde som henholdsvis enklest og mest vanskelig. Områder identifisert som vanskelige er markert hvite og områder identifisert som enkle er markert svart.**

I forhold til områder elevene opplever som interessante er "biokjemi" og "organisk kjemi" mest interessante (henholdsvis 56 % og 46 %) og "energi/entalpi" minst interessant (44 %). Elevenes interesser for de ulike områdene er presentert i figur 3. Det er verdt å legge merke til at biokjemi er ansett som svært interessant, samtidig som elevene synes at dette området er vanskelig å lære. Det er ofte sagt at biokjemi er et bredt område med høyt detaljnivå, der elevene må lese mye tekst, og at det er et område der det er få generelle regler å følge. Men biokjemi har mange koblinger til kropp og helse, som oppleves som svært interessante temaer for mange elever.

## Læreres syn på ulike områder i kjemi

Lærerne ble spurt om hvilke områder de synes er enkle eller vanskelige å undervise. Resultatet var nesten entydig. De fleste lærerne synes det er enkelt å undervise om "atomstruktur", "beregninger og støkiometri" og "oksidasjon og reduksjon", fordi disse områdene har mange enkle og tydelige regler å følge. Lærerne syntes det var vanskelig å undervise "biokjemi" og "kjemisk binding", fordi disse områdene er omfattende og abstrakte. De er klar over at elevene synes "atomstruktur" er enkelt på grunn av de tidligere omtalte tydelige reglene, men lærerne var ikke klare over hva elevene opplever som vanskelige områder. De trodde for eksempel at elevene opplevde "kjemiske bindinger" vanskelig, men det er et område elevene synes er ganske enkelt. Lærerne var heller ikke klar over at elevene opplever områdene "biokjemi" og "kjemisk analyse" som vanskelige. Elevenes syn

# KJEMIÅRET KJEMI I KRISE?



**Figur 3.** Elevenes svar i % viser de områdene de synes er mest og minst interessante. Områder identifisert som minst interessante er markert i hvitt og som de mest interessante er markert med svart.

på ulike områder i kjemi er sammenlignet med lærernes tanker om elevenes oppfatninger og presentert i figur 4.

Både elever og lærere ble bedt om å komme med forslag til hvordan kjemi kan bli mer meningsfullt og interessant. Mer enn 65 % av elevene og alle de 18 lærerne responderte på dette spørsmålet. Begge gruppene kom med de samme forslagene. Først og fremst ønsket de mer laboratoriearbeid og praktisk arbeid. Deretter foreslo de at kjemiundervisningen må knyttes nærmere til situasjoner i hverdagslivet. Mange elever understreket også betydningen av lærernes kompetanse, og mange lærere erklærte at det er behov for mer undervisningstid i faget.

## Kobling til hverdagslivet gjør kjemi mer meningsfull

Koblingen til hverdagslivet er viktig for å gjøre kjemifaget mer meningsfullt. Fagdidaktisk forskning understreker at bruk av relevante og meningsfulle kontekster bidrar til å gjøre kjemilæreplanen mindre isolert fra elevenes hverdagsliv. Aikenhead<sup>6</sup> viser at lærere dessverre har en tendens til å foretrekke abstrakt, dekontekstualisert "ren naturvitenskap" og derfor legger for lite vekt på å knytte undervisningen til hverdagslivet. Lærere synes ofte det er en god idé å undervise kjemi fra et hverdagsperspektiv, men de har mange begrunnelser for ikke å gjennomføre en slik undervisning i sitt eget klasserom. For det første er de vant til spesifikke disipliner fra sin egen (lærer)utdanning og er derfor lojale mot det akademiske, naturvitenskapelige fagmiljøet. Hverdagsperspektiver krever tverrfaglig tenkning, noe mange lærere sjelden har praktisert. De påstår også at de mangler tilgjengelig

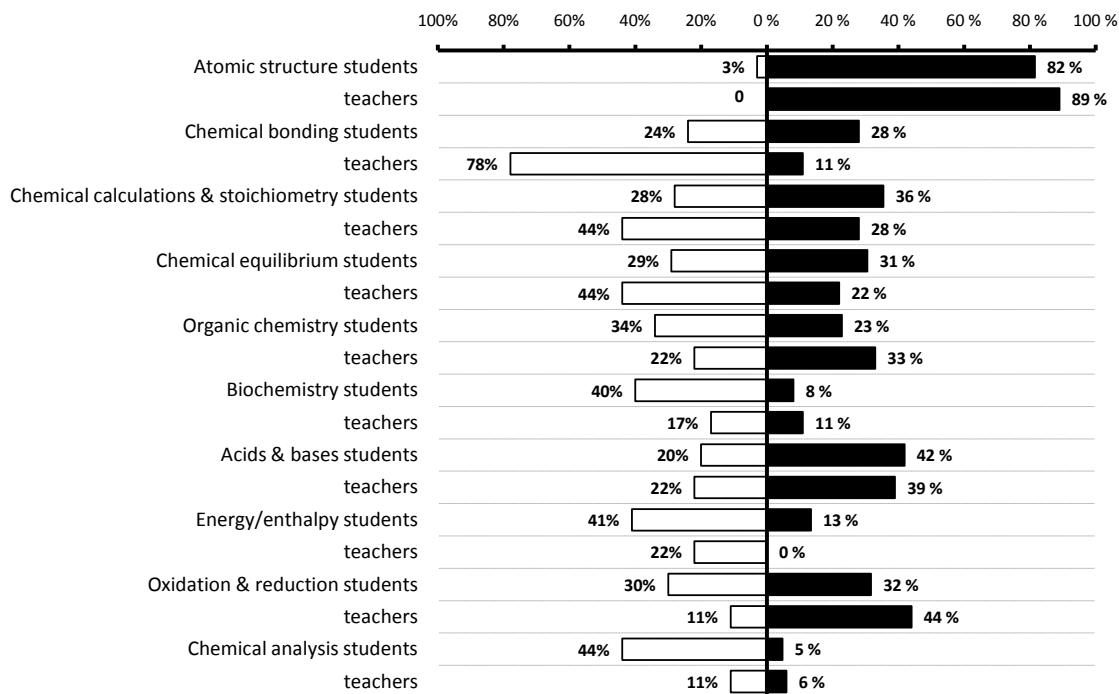
undervisningsmaterieell. Videre er en del lærere redde for å miste kontroll over klassen, de føler seg usikre på sin egen rolle i klasserommet, og de finner det vanskelig å vurdere elevenes læring.

Elevene i denne studien er ganske fornøyde med sine kjemikurs, selv om de har noen forslag til forbedringer. Jeg er enig i betydningen av å behandle innholdet i kjemifaget som noe mer enn faktakunnskap. Elevene trenger å bruke kjemikunnskapene sine og diskutere og argumentere rundt kjemifaglige problemstillinger som går ut over basiskunnskaper, helst sammen med lærerne sine og medelever for å utvikle kjemiforståelse. Et viktig punkt er å utvikle elevenes bevissthet rundt modellens betydning i kjemifaget. Betydningen av kompetente lærere kan ikke understrekes nok, fordi det er grunnleggende for vellykket undervisning.

## Referanser

- <sup>1</sup> Risch, B. (2010). *Teaching Chemistry Around the World*. Münster: Waxmann.
- <sup>2</sup> Schreiner, C., & Sjøberg, S. (2007). Science Education and Young People's Identity Construction - Two Mutually Incompatible Projects. In D. Corrigan, J. Dillon & R. Gunstone (Eds.), *The Re-emergence of Values in the Science Curriculum* (pp. 231-248). Rotterdam: Sense Publishers.
- <sup>3</sup> Jidesjö, A., Oscarsson, M., Karlsson, K.-G., & Strömdahl, H. (2009). Science for all or science for some: What Swedish students want to learn about in secondary science and technology and their opinions on science lessons. *Nordina*, 11(2), 213-229.
- <sup>4</sup> Relevance Of Science Education (ROSE)
- <sup>5</sup> Begge kursene tilsvarer 100 p, dvs +/-100 undervisningstimer i året. En gymnasieutdanning i Sverige inneholder 2500 p men bare 2150 timer. Hver skole prioriterer selv hvordan de vil fordele timene. Det er registrert at for Kjemi A kan det variere fra ca 70 – 120 timer!
- <sup>6</sup> Aikenhead, G. S. (2006). *Science Education for Everyday Life: Evidence-based Practice*. New York: Teachers College Press.

## KJEMIÅRET KJEMI I KRISE?



Figur 4. Elevers syn på ulike områder i kjemi sammenlignet med lærernes tanker om hvordan elevene opplever kjemi. Områder identifisert som vanskelige er markert i hvitt og områder identifisert som enkle er markert i svart.



## ENERGISPILLET

# Dataspill i skolen

## - ett hvileskjær for slitne lærere eller en uutnyttet læringsressurs?

I snitt bruker barn 1,5 timer hver dag på elektroniske spill (Medietilsynet, 2010). Har du noen gang undret deg over hvor dypt konsentrert barn er når de spiller? Det har jeg, så mye at jeg endte med å skrive en masteroppgave om dette (Nordby, 2010). Enhver lærers drøm er selvsagt å få til det samme engasjementet hos sine elever. Jeg har undersøkt om det å spille et læringsspill (Energispillet.no) i vekslings med å jobbe med oppgaver i en wiki kunne motivere elevene i en elektroklasse på Vg1 til å lære naturfag. Her får du mine erfaringer.

Klassen ble delt i grupper som skulle jobbe sammen om både spilling og oppgaver. Energispillet er et simulatorbasert strategispill primært for elever i videregående skole, som fokuserer på komplekse temaer innen energiforsyning, miljø og klima. Opplegget foregikk over en måned, og en framdriftsplan i wikien ledet elevene gjennom læringsarbeidet.

### Wikien

Wikien hadde flere funksjoner. Dels skulle den være en oppslagstavle og et informasjonstorg hvor elevene kunne henvende seg hvis de lurte på hva som var gjeldende arbeidsoppgave eller om de trengte oppdatert informasjon. Den skulle også være en felles kladdebok for klassen, hvor hver gruppe hadde et eget område der elevene skulle skrive og publisere sine funn i fellesskap. Wikien var bygget opp med en struktur hvor elevene stadig skulle jobbe med spørsmål som ville gi dem kunnskap til å spille bedre. Oppgavene la i stor grad opp til dialog i gruppene. Det var også lagt opp til oppsummering i plenum etter hver økt.

### Skapte engasjement

Jeg fant at Energispillet engasjerte alle. Det var tydelig at spillet løsnet på tungebåndene. Og samtalene dreide seg ikke om å drepe fienden, men derimot mest om hvordan skaffe nok energi



til byene i spillet. Under spilling ble samtalene i stor grad styrt av handlingen på skjermen: "Det er ikke noe stress.. det går! Det skal gå det også, det er jeg sikker på, det går det. Sånn, nå må du gå bort.. nei gå dit, så går du til venstre". Samtalene var også mer vitenskaplige, men fortsatt med en hverdagslig tone: "Den

# ENERGISPILLET



*har mye strøm.. Der må du rense som helvete.. se bortover her a'.. der ser det helt jævlig ut. Så bygger du mye trær der du har rensa opp." Elevene snakket med egen PC, med hverandre og med lærerne, og de tok naturlig i bruk begreper som energiefektivisering og biologisk mangfold, selv om jeg skjønte mange ganger at de brukte ord de ikke visste hva betydde. "Rens mer.. og sånn ja...og hvis du ta den derre energirektif.. energieftik.. Jess alt er redusert igjen (en årsrapport dukket opp på skjermen). Så tar du energi..rektifisering på den byen der også. Gjør det på alle byer- funker det driftfett."*

Jeg tror at Energispillet gjorde det ufarlig å ta i bruk begreper de ikke kjente, og de brukte muntligheten sin til å fylle faglige begreper med innhold. Siden Energispillet er et simulatorbasert læringsspill, vil alle valg elevene tar påvirke og endre utviklingen i spillverdenen. Det gjorde at elevene opplevde følgene av de valgene de selv tok. Hvis elevene f. eks. valgte å bygge kullkraftverk, medførte det en dramatisk øking i utslipp av CO<sub>2</sub> i spillverdenen. Dette ble forsterket ytterligere om elevene valgte å ikke plante trær. Energispillet har flere måter å gjøre elevene oppmerksom på slike konsekvenser på, både tekstlige og symbolske/grafiske. Jeg oppdaget at lite tekstlige elever også tolket spillet godt og konkluderte med at de i stor grad brukte grafikken i spillet til å tilegne seg kunnskap. Kanskje er det akkurat denne typen undervisningsopplegg slike elevene trenger for å prestere på skolen, nemlig å begeistres og gis mulighet til uhemmet utforskning for de er klar for å gjøre faglige vurderinger (Huizenga, Admiraal, Akkerman, & ten Dam, 2009, p. 340)?

## Lærers rolle

Hva med lærers rolle under et slikt undervisningsopplegg? En lærer kommer langt ved å kunne mye om energi, miljø og miljø-

valg, men for å hjelpe elevene til å trekke kunnskap ut av et spill, var det viktig for meg å kjenne mekanismene i spillet godt. Jeg spilte mye i forkant. Læreren må takle at elever er lite faglige under spilling. Det er mulig at elever alltid vil la seg rive med i det øyeblikket et spill starter, men denne undersøkelsen viste meg at elevene også er i stand til å hente ut bakenforliggende budskap fra ett spill, hvis det legges til rette for refleksjon når elevene har forlatt spillverdenen. Dette fordrer et opplegg hvor elevene kan trekke paralleller mellom erfaringer fra spillet og den virkelige verden. Min erfaring var at samtale mellom lærer og enkeltgrupper og også klassesamtaler var viktige for at elevene skulle få bekreftet riktige tanker og korrigert misoppfatninger.

## Erfaringer

Hva med selve Energispillet, var det en egnet læringsressurs? Både klasselærer og jeg var enige om at spillet fungerte godt i forhold til de læreplanmålene elevene skulle jobbe med. Jeg kunne ha ønsket meg noe mer konkret behandling av begrepet biologisk mangfold, f. eks at blomster og dyr fortrenses eller blir borte ved utbygging. Jeg savnet også at Energispillet ga mer eksakte tilbakemeldinger om effekten av ulike miljøtiltak, f. eks hvor mye CO<sub>2</sub> bindes om spilleren planter et tre og hva er miljøgevinsten hvis man velger å fjerne kraftlinjer som ikke er i bruk lenger.

Men lærte elevene noe? Opplegget ble avsluttet med en skriftlig test og en motivasjonsundersøkelse. Testen viste at snittkarakteren i klassen ikke var endret fra snittkarakteren ellers. Da vil du kanskje mene at jeg like godt kunne kjørt mitt vanlige opplegg? Motivasjonsundersøkelsen viste at elevene var veldig fornøyde med denne måten å lære på. Motiverte elever gir varig læring. Dette, sammen med egen observasjon av elevenes læringsarbeid underveis, gjør at jeg ikke vil nøle med å bruke spill til læring i naturfag flere ganger. Men det må være spill som fenger elevene, ett spill som jeg behersker og som jeg vet treffer læreplanen.

## Referanser

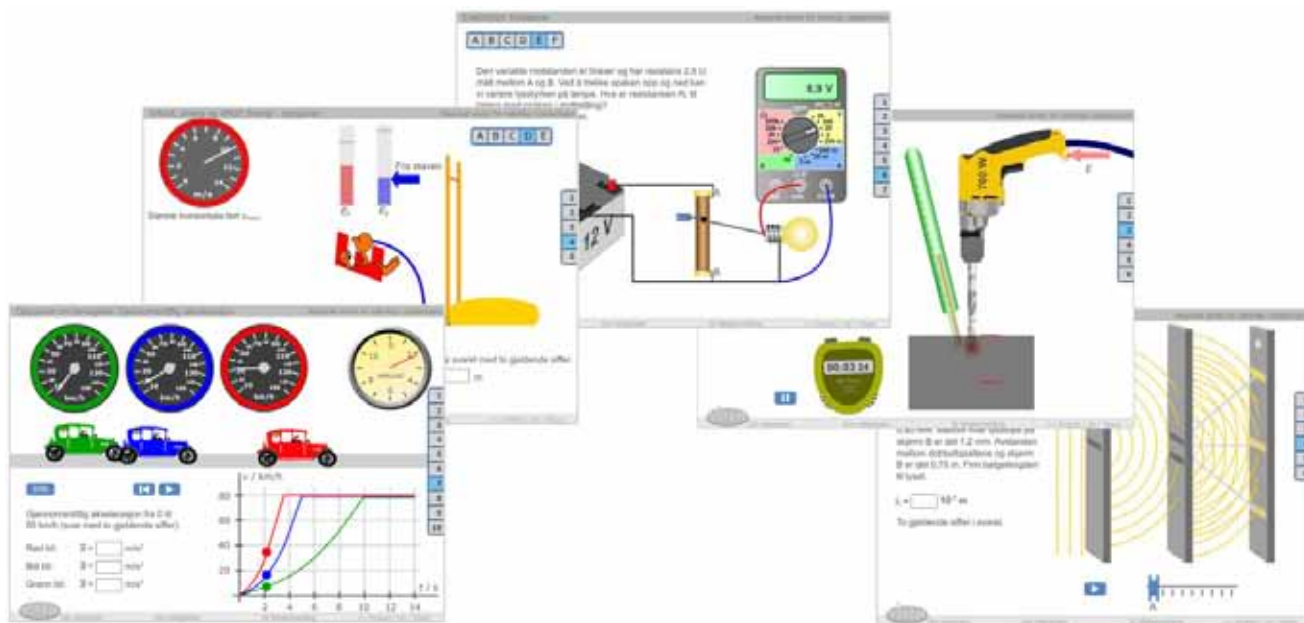
- Huizenga, J., Admiraal, W., Akkerman, S., & ten Dam, G. (2009). Mobile game-based learning in secondary education: engagement, motivation and learning in a mobile city game. [Article]. *Journal of Computer Assisted Learning*, 25(4), 332-344.
- Medietilsynet. (2010). *Barn og digitale medier 2010*. Fredrikstad.
- Nordby, M. S. (2010). Bruk av dataspill i naturfag - underholdning eller læring? Finnes på Elevforsk sine sider: <http://elevforsk.umb-sll.wikispaces.net/Masteroppgaver>



## KLASSISK FYSIKK

# Interaktive animasjoner og oppgaver for Fysikk 1

Naturfagsenteret videreutvikler materiale som ble laget innen fysikk i parAbel-prosjektet. Fokus er interaktive animasjoner utformet som oppgaver. Alle hovedområder i Fysikk 1 vil bli dekket i løpet av dette skoleåret. Hittil har vi ferdigstilt oppgaver om bevegelse, arbeid, energi og effekt, elektrisitet, termofysikk, bølger og atomer. Alt vil ligge samlet på [www.naturfag.no/oppgaver-fysikk1](http://www.naturfag.no/oppgaver-fysikk1).



Elevene får hele tiden utfordringer ved at de selv skal observere hendelser, foreta målinger og gjøre beregninger. Oppgavene krever stort sett kalkulator. Modeller som viser bevegelse (noen ganger med en humoristisk vri) gjør at oppgavene blir mer virkelighetsnære.

Oppgavene og animasjonene er laget som Viten-objekt. Det vil si at de kan lenkes inn eller embeddes (integreres) på sider i for eksempel læringsplattformer. Tastaturnavigasjon er støttet. Skal du bruke oppgavene på prosjektør eller små skjermer, er det et godt tips å trykke F11-tasten slik at nettleseren kjører i fullskjermmodus. Alle objektene finnes både på nynorsk og bokmål.



## Oppgaver om bevegelse

Her kjører biler, helikopter flyr, vektorer løper, mann jogger og steiner er i fritt fall ned fra Prekestolen. Elevene skal selv foreta målinger og gjøre beregninger av både fart og akselerasjon. Et "snegleløp" er knyttet til bevegelseslikningene.

**Oppgaver om bevegelse: Snegleløp og tverving**

Akselerasjon:  $-0.2$   $6.2$   $-4$   $9.4$   $m/s^2$

Tid: 0 15 30 45 60 sekund

0 m 2 4 6 8 10 12 14 16 18 20 22 m

Info:  $v = v_0 + at$   $s = \frac{1}{2} v_0 t + v_0 t + \frac{1}{2} at^2$   $v^2 = v_0^2 + 2as$

Hvilken likning må du bruke?

Den andre steinen (grønn) skyves utover stupet med en kraft slik at den faller i en bue.

$v =$   m/s

**Oppgaver om bevegelse: Fritt fall - tegn grafen**

I denne oppgaven skal du tegne grafene for tre steiner (A-C) som faller uten luftmotstand.

Den andre steinen (grønn) skyves utover stupet med en kraft slik at den faller i en bue.

$v$  / m/s

$t$  / s

120 100 80 60 40 20

2 4 6 8 10 12

[Visk ut] [Vis forst]

00:02:02

## Oppgaver om arbeid, energi og effekt

Også her er det oppgaver med biler og helikopter i bevegelse. Elevene skal finne farten til ball som kastes, høyden på stavhopp og finne effekten til en motor som trekker/løfter kasser. Elevene vil også se prinsippet for bensinmotor.

**Arbeid, energi og effekt: Arbeid - oppgaver**

Trekkevær kraft: 0 200 400 600 800 1000 1200 1400 N

0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 m

$s = 0000$  m

1 2 3 4 5

$W_1 =$   MJ

Instrumentet viser kraften fra kranbilens trekkevær på personbilen. Hvor stort arbeid gjør denne kraften på personbilen på veistykket fra 50 m til 200 m. Oppgi svarene med to gjeldende siffer.

**Arbeid, energi og effekt: Effekt - oppgaver**

1 2 3 4 5

0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110 120

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 m

$P =$   kW

$P_{hp} =$   hp

00:00:00

60 kg

Ei kasse har masse 60 kg. Den løftes opp til toppen av en mur av en motor. Bestem effekten motoren yter både i watt og hestekrefter (hp). Oppgi svarene med to gjeldende siffer.

1 hp = 746 W  $g = 9.81$  m/s<sup>2</sup>

# KLASSISK FYSIKK

## Elektrisitet

Elevene får prøve seg på bruk av multimeter og skal løse oppgaver om spenning, strøm, resistans og kretslover. I forbindelse med effekt og energi ser vi både på billys, tørketrommel og vindmølle.

Elektrisitet: Strøm

A B C D E F

Energi blir overført fra batteriet til motoren slik at den roterer.

Ladningen:  $q = 000,0 \text{ C}$

Finn strømmen i kretsen. Oppgi svaret med to gjeldende siffer.  $I = \square \text{ A}$ .

Elektrisitet: Effekt og energi

A B C D

Når motoren starter blir kjørelyset slått på. Vi måler ledospenningen til batteriet. Effekten er oppgitt for hver pære når den lyser. Finn strømmen som går gjennom sikringen S. Oppgi svaret med to gjeldende siffer.

$I = \square \text{ A}$

## Termofysikk

Den klassiske sylindren med stempel og varmekilde er med. Hvor mye energi bruker du når du koker vann? Hva skjer når ei jernplate varmes opp? Hvordan virker varmepumper? Elevene kan variere grafer for stråling og gjøre beregninger.

Termofysikk: Termisk stråling

A B C D

Utstrålingstetthet per bølglengde  $\text{kW}/(\text{m}^2 \text{ nm})$

For hvilken bølglengde har Planckkurven sitt toppunkt når  $T = 1800 \text{ K}$ ? To gjeldende siffer i svaret.

$\lambda = \square \mu\text{m}$

Termofysikk: Termofysikkens andre lov

A B C D

Drivenergi  $W$

Kilde:

Vis/forklar kretsløp for:

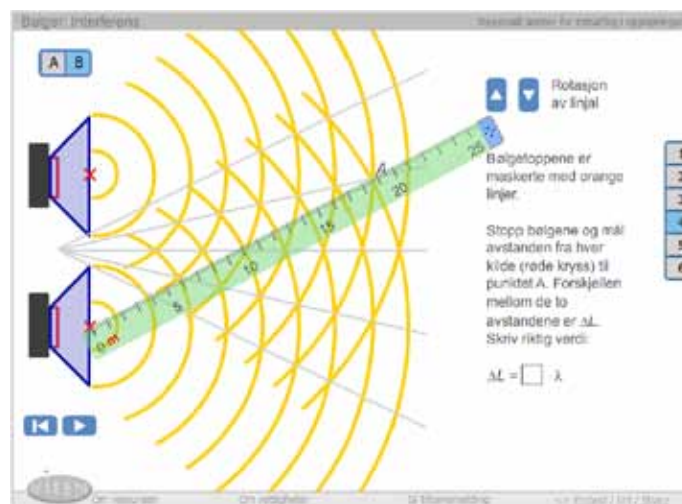
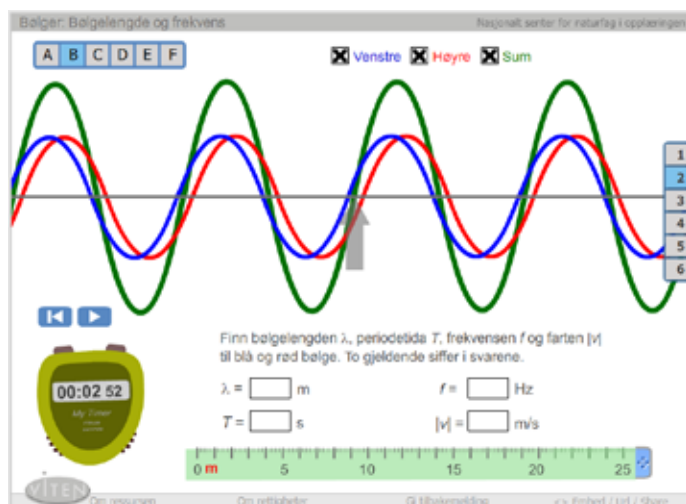
- kilde
- varmepumpe
- oppvarming

Ei varmepumpe leverer energien  $22 \text{ kWh}$  til et radiatorsystem i et hus. Drivenergien til kompressor og pumpe er  $5.5 \text{ kWh}$ . Bægn  $\text{varmefaktoren}$

$k = \square$

## Bølger

Sammenhengen mellom frekvens, bølgelengde og fart blir vist ved blant annet sinusbølge i bevegelse og bølger fra høyttaler og mobiltelefon. En modell viser hvorfor lydølgen har forskjellig fart i forskjellige stoffer. Vi kan se amplituden til både vannbølger og gitarstrenger. Eleven kan selv regulere spalteaavstanden i dobbeltspalte og se interferensmønster fra høyttalere. Langs- og tversbølger blir forklart.



### Det kommer mer!

Alle hovedområdene i Fysikk 1 vil bli dekket i løpet av dette skoleåret. Vi er allerede i gang med neste objekt om atomer, der vi blant annet kommer inn på katodestrålerør, Bohrs atommodell, fotoelektrisk effekt i et glassrør. Ja, og så må elevene være detektiver.

Videre vil det komme oppgaver innen kjernefysikk (krefter, kjernen, fusjon, fisjon, energi), astrofysikk (stjerners liv, stråling, universet, Big Bang, andre teorier) og fysikk og teknologi (halvledere, dioder, transistorer, sensorer, praktiske kretser).

### Ola Torkild Aas

Ola har vært med i parAbel-prosjektet fra starten av. Han har laget det meste i parAbel-fysikken og deler av matematikken. Han er ansatt ved Universitetet Agder, men er nå også deltidsansatt ved Naturfagsenteret for å videreutvikle materialet.

Har du kommentarer, tips eller spørsmål til det som er laget, så ta gjerne kontakt: [ola.t.aas@uia.no](mailto:ola.t.aas@uia.no)

### parAbel

ble opprinnelig utviklet ved Universitetet i Agder og var fra 2005 et nasjonalt prosjekt støttet av Utdanningsdirektoratet. Prosjektet er nå avviklet, men materialet er overlevert til Naturfagsenteret og Matematikksenteret som vil videreutvikle en del av det. I tillegg vil SimReal og kalkulatoren videreføres som nå av UiA.

## RADIOAKTIVITET I NATURFAG



# Radioaktivitet i naturfag

Radioaktivitet er et tema som stadig har fått overskrifter i mediene, for eksempel i forbindelse med radon<sup>1</sup> i bolighus, behovet for alternative energikilder, utlipp fra gjenvinningsanlegget for radioaktivt avfall i Sellafield<sup>2</sup> og konsekvenser av Tsjernobyl-ulykken. Skadene som oppsto i kjernekraftverket i Fukushima etter jordskjelv- og tsunamikatastrofen i Japan, har igjen brakt radioaktivitet på dagsorden over hele verden.

I denne artikkelen kommer jeg først inn på radioaktivitet i naturfagundervisningen, og forskning i tilknytning til det. Deretter omtales Viten-programmet *Radioaktivitet*<sup>3</sup> fra nettstedet viten.no.

Radioaktivitet<sup>4</sup> er altså et naturvitenskapelig tema av interesse og bekymring for allmennheten. Kjernefysiker Sunniva Siem, leder av Senter for Akseleratorbasert Forskning og Energifysikk (SAFE) ved Universitetet i Oslo, uttalte nylig til forskning.no<sup>5</sup> at forvirring og redsel har preget nyhetsdekningen både i Norge og andre land (se s.90-91). Det er åpenbart behov for mer kunnskaper om radioaktivitet. Ellen K. Henriksen<sup>6</sup> peker på tre hovedargumenter for å ha kunnskaper om radioaktivitet:

- **Nytteargumentet:** Folk bør være i stand til å beskytte seg selv mot skadelige effekter av stråling, så vel som å unngå overdreven frykt.
- **Demokratiargumentet:** Folk bør være i stand til å foreta informerte vurderinger i politiske spørsmål som omhandler fenomener som kjerneenergi, behandling av radioaktivt avfall, grenseverdier for eksponering etc.
- **Utdanningsargumentet:** Kunnskaper om verden rundt oss gir individet glede og tilfredsstillelse.

Radioaktivitet er nå pensum i Naturfag Vg1. Før innføringen av LK06 var det også pensum på ungdomstrinnet. En tradisjonell begrunnelse for å inkludere radioaktivitet i naturfaglæreplanen er at radioaktivitet har spilt en historisk rolle i utviklingen av

### Radioaktiv stråling – farlig og nyttig

Radioaktiv stråling kan skade planter, dyr og mennesker, men den kan også være nyttig.



Radioaktivitet	
1	Introduksjon
2	Hvor farlig er radioaktiv stråling?
3	Kjerneenergi
4	Sterilisering av matvarer
5	Raykvalitets
6	Strålebehandling
7	C-14-datering
8	Tracerteknikk

Figur 1. Skjerm bilde fra Viten-programmet Radioaktivitet.

ideer om stoffers sammensetning. Men mange mener at når naturfagundervisning skal forberede elevene til å håndtere livet i et moderne samfunn, må fokuset skifte fra ”å forstå kjernefysikk” til ”å forstå informasjon om risiko og nytte ved radioaktiv stråling”. Dette bør påvirke både innholdet i læreplanen og undervisningsstrategiene.

### Kunnskaper om radioaktivitet

Sammenlignet med fysikktemaer som elektrisitet og mekanikk er det gjort relativt lite forskning på elevers og allmennhetens kunnskaper om radioaktivitet. Men i etterkant av Tsjernobyl-

# RADIOAKTIVITET I NATURFAG

ulykken i 1986 ble det gjennomført en del studier om dette temaet. Et fokus var rettet mot hvilke ideer elever og allmennheten hadde om radioaktivitet i forhold til informasjon som ble presentert i media. Resultatene viste en slående sammenheng mellom folks ideer og informasjon i media etter Tsjernobyl-ulykken. Et annet resultat var at mange ikke skilte mellom begrepene radioaktiv stråling og radioaktive stoffer. De så ut til å snappe opp fragmenter av informasjon fra media og skape sin egen forståelse av radioaktivitet. I en helt fersk studie<sup>7</sup> undersøkes 73 engelske lærerstudenters kunnskaper og holdninger om radioaktivitet. Studentene hadde bakgrunn som fysikere, kjemikere, biologer eller historikere. Fysikerne hadde mer kunnskaper om radioaktivitet enn de andre lærerstudentene. Men også de viste begrensninger i sin forståelse og hadde misoppfatninger der de for eksempel forvekslet bestråling (irradiation) med radioaktiv forurensing (contamination). Studentene med fysikkbakgrunn hadde mer rasjonelle holdninger og større vilje til å akseptere risiko enn de andre studentene. 23 % av respondentene i en norsk spørreundersøkelse<sup>8</sup> krysset av for "sant" eller "sannsynligvis sant" på påstanden om at dersom noen blir utsatt for radioaktiv stråling, uansett dose, vil de dø som et resultat av dette. Et syn på radioaktivitet som noe farlig ser ut til å være ganske vanlig. Svein Sjøberg<sup>9</sup> snakker om "radio-fobi", en frykt for alt som ligner kjernefysikk, atomer og radioaktiv stråling, i hvert fall når den radioaktive strålingen er menneskeskapt. Han nevner at i medisin bruker man ikke lenger betegnelsen *Nuclear Magnetic Resonance* (NMR), man utelater *Nuclear* og bruker betegnelsen *Magnetic Resonance* (MR), som ikke høres så farlig ut, men som betegner det samme.

Flere studier på tvers av aldersgrupper, nasjonaliteter og utdanningsnivå, viser altså at folk ikke skiller mellom begreper som radioaktiv stråling, radioaktivt materiale, bestråling og radioaktiv forurensing. Radioaktivitet er et fenomen som ser ut til å være vanskelig for elever og allmennheten. Så hva kan vi som naturfaglærere gjøre for å forbedre elevens forståelse av radioaktivitet?

## Tilnærminger til undervisning om radioaktivitet i naturfag

En av de vanligste tilnærmingerne for å undervise om radioaktivitet har vært å starte med atomstruktur og atomkjernen, etterfulgt av begreper som halveringstid,  $\alpha$ -,  $\beta$ -, og  $\gamma$ -stråling, strålingsaktivitet, og fisjon og fusjon. Mot slutten av undervisningsopplegget nevnes vanligvis noen anvendelser som f.eks. bestråling av mat og kjernekraftverk, men sikkerhetsspørsmål som regel bare behandles overflatisk.

Alternative undervisningsmåter har vært foreslått, for eksempel å starte med en "real world" kontekst der forklaringene på mikronivå kommer mot slutten av undervisningsopplegget. Deler av dette gjennomføres i den engelske læreplanen *21<sup>st</sup> Century Science*. I Nederland har for eksempel en problembasert tilnærming gitt positive erfaringer. Henriksen og Jorde<sup>10</sup> rapporterte at å besøke en museumsutstilling om radioaktiv stråling som en del av undervisningen hadde positiv effekt på de fleste elevenes forståelse av radioaktiv stråling. Crosier, Cobb, og Wilson<sup>11</sup> utviklet et nettbasert læringsmiljø om radioaktivitet, men testskårer og målinger av elevenes holdninger (attitude ratings) viste ingen klare fordeler sammenlignet med tradisjonelle undervisningsmetoder. I forbindelse med min doktorgrad<sup>12</sup> ble det gjennomført en klasseromsstudie om bruken av Viten-programmet *Radioaktivitet* i fire 10. klasser. Elevene besvarte pretest, posttest og utsatt posttest om radioaktivitet som fenomen, ressurs og trussel. Resultatene fra denne studien viser at også etter to måneder hadde elevene signifikant bedre kunnskaper enn på pretesten.

## Viten-programmet *Radioaktivitet*

Viten-programmet *Radioaktivitet* er et av de eldste programmene på viten.no og ble lansert allerede i 2002. Dette programmet er fremdeles hyppig i bruk. Det har nå ca. 10 000 innloggede brukere i året (programmet, eller deler av det, kan også brukes uten innlogging) og har bare vært gjennom relativt små justeringer siden lanseringen.

Viten-programmet *Radioaktivitet* består av seks hoveddeler: Oppdrag, opplæringskurs, laboratorium, nyhetsarkiv, politiavhør og skrive avisartikkel, se nærmere beskrivelse i tabell 1. Det er også lagt inn en debrifingsoppgave til slutt der elevene må reflektere over at journalisten tok med prøver fra lasten i plastposer. Læreveiledning er tilgjengelig når læreren logger inn og ser på programmet. Tilnærmingen som er valgt i *Radioaktivitet* kobler naturfaglig informasjon, som kan virke utilgjengelig for mange



Figur 2. Skjermbilder fra Viten-programmet *Radioaktivitet*

# RADIOAKTIVITET I NATURFAG




Hoveddeler	Innholdskomponenter
<p><b>Oppdrag</b> Elevene introduseres til oppdraget: å gå inn i roller som journalister for en nettavis. De skal dekke en sak om en eksplosiv brann i en bilulykke på Dovre. På åstedet finner de spor etter radioaktive stoffer.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Virtuell case der IKT skaper en scene elevene kan opptre på.</li> <li>- IKT bidrar til realisme: holder elevene inne i casen ved sms-er fra redaktøren underveis i arbeidet.</li> <li>- Elevene kan ta virtuelle prøver fra åstedet, og senere analysere dem i det virtuelle laboratoriet.</li> <li>- Lærerveiledningen oppfordrer til diskusjon om hvor mange prøver som trengs og hvor disse bør tas, f.eks. betydningen av blindprøver, merke prøvene, forhåndsregler mtp. sikkerhet.</li> </ul>
<p><b>Opplæringskurs</b> Elevene introduseres til grunnleggende informasjon om radioaktivitet og <math>\alpha</math>-, <math>\beta</math>- og <math>\gamma</math>-stråling ved hjelp av animasjoner, eksperimenter, skriftlige oppgaver og flervalgsoppgaver.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Animasjoner brukes til å forklare partikkelmodellen, opprinnelse og karakteristikk for <math>\alpha</math>-, <math>\beta</math>- og <math>\gamma</math>-stråling.</li> <li>- Utfyllingsoppgaver der elevene får direkte feedback f.eks. når de øver på forståelsen av atomformler.</li> <li>- Flervalgsoppgavetest som gir direkte feedback.</li> </ul>
<p><b>Laboratorium</b> Elevene analyserer prøver fra åstedet ved hjelp av geigerteller og scintillasjonsteller. Jobber med interaktive animasjoner om gjennomtrengeligheten til <math>\alpha</math>-, <math>\beta</math>- og <math>\gamma</math>-stråling. Målet er å identifisere det radioaktive stoffet fra åstedet.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Virtuelle prøver kan analyseres på tre ulike måter:               <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Med geigerteller som viser strålingsaktivitet.</li> <li>2) Gjennomtrengeligheten til <math>\alpha</math>-, <math>\beta</math>- og <math>\gamma</math>-stråling i papir, aluminium, bly og menneskevev.</li> <li>3) Definere det radioaktive stoffet ved hjelp av en scintillasjonsteller og en isotoptabell.</li> </ol> </li> <li>- Alle verktøy i laboratoriet er simuleringer designet som en steg-for-steg-sekvens støttet av tekst.</li> <li>- Sms fra redaktøren med spørsmål og oppmuntringer.</li> </ul>
<p><b>Nyhetsarkiv</b> Inneholder ferske nyheter om radioaktiv stråling. Elevene finner også noe faktastoff som kan hjelpe dem med å løse oppdraget.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Avisartiklene er fiktive, og spesielt designet for å støtte casen.</li> </ul>
<p><b>Avhør</b> Tilgang til referater fra avhør av de involverte partene i ulykken. Disse kan hjelpe elevene med å identifisere den som plasserte det radioaktive materialet i lasten.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sms fra redaktøren med påminnelse om deadline.</li> </ul>
<p><b>Avisartikkel</b> Avslutningsaktivitet: elevene må evaluere bevis og fullføre oppdraget ved å skrive en nettbasert avisartikkel. Her finner de tips om hvordan de skal skrive i sjangeren faktabasert avisartikkel.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nettavis der elevene skriver sine artikler og publiserer når artikkelen er akseptert av redaktøren (læreren).</li> <li>- Informasjon om avisartikkelsjangeren og kildekritikk.</li> </ul>

Tabell 1: Beskrivelse av de seks hoveddelene i Radioaktivitet og de viktigste innholdskomponentene i disse

# RADIOAKTIVITET I NATURFAG

elever, til situasjoner som kan skje i deres dagligliv. Når elevene rapporterer om brann i en bilulykke, avdekker de spor etter radioaktive stoffer og forfølger saken ved å samle informasjon om radioaktivitet, utføre målinger og analyser i det virtuelle laboratoriet og lærer å skrive en avisartikkel med naturfaglig informasjon. Ulykkescenen er lagt til Dovrefjell, der spor av radioaktive stoffer fra Tsjernobyl-ulykken fremdeles er målbare. Når elevene samler virtuelle prøver, finner de spor av radioaktive isotoper fra Tsjernobyl. Tanken er at elevene skal lære om konsekvensene slike utslipp kan ha for miljøet, geografisk spredning av utslippene, effekt av utslippene over tid og halveringstid. Elevene oppdager også det radioaktive stoffet americium, som kommer fra røykvarslere i lasten til lastebilen som var involvert i ulykken. Hensikten er å vise elevene at noen typer radioaktive stoffer er nyttige, og dermed bidra til en mer nyansert forståelse av radioaktive stråling.

*Radioaktivitet* stimulerer elevene til å bruke både utforskende metoder og grunnleggende ferdigheter. Elevene gjør førstehånds utforskning når de tar prøver fra åstedet, og gjennom simuleringer og animasjoner i laboratoriet lærer elevene hvordan radioaktive stoffer kan identifiseres. Elevene gjør andrehånds utforskning når finner informasjon og opplysninger i tekster. *Radioaktivitet* legger opp til at elevene skal jobbe sammen i par og bruke muntlige ferdigheter når de diskuterer oppgaver og problemstillinger i underveis i programmet. Når de løser den siste oppgaven med å skrive en avisartikkel, må de veksle mellom skriftlige og muntlige ferdigheter for å komme fram til et felles produkt. Dette er en ganske krevende oppgave der elevene blir utfordret til å bruke sine egne formuleringer i omtale av fagstoff, og de må skrive i en bestemt sjanger.

	<p>Gjennomtrengeligheten til <math>\alpha</math>-, <math>\beta</math>- og <math>\gamma</math>-stråling. Hvis elevene holder musepekeren over <math>\alpha</math>-, <math>\beta</math>-, eller <math>\gamma</math>-symbolet, vil animerte partikler eller bølger som representerer hver strålingstype oppstå. <math>\alpha</math>-partikler vil stoppes av det illustrerte papiret, <math>\beta</math>-partikler vil stoppes av aluminiumsplatene og det meste av <math>\gamma</math>-strålingen vil stoppes av blyplaten. Samtidig vil en tekst under visualiseringen forklare hva som skjer.</p>
	<p>Visualisering av <math>\alpha</math>-, <math>\beta</math>- og <math>\gamma</math>-strålings gjennomtrengelighet på menneskekroppen. Animasjonen viser hvordan <math>\alpha</math>- og <math>\beta</math>-partikler stoppes av luft og klær, og hvordan <math>\gamma</math>-stråling går gjennom menneskekroppen.</p>
	<p>Dette steget repeterer at <math>\alpha</math>- og <math>\beta</math>-partikler fra en kilde på bakken stoppes av luft og klær. Men det understrekes og visualiseres at når den radioaktive kilden har havnet på innsiden av kroppen, for eksempel i lungene eller fordøyelsen er saken annerledes. I motsetning til det meste av <math>\gamma</math>-stråling, vil <math>\alpha</math>- og <math>\beta</math>-stråling i en slik sammenheng bli absorbert i menneskekroppen.</p>

Figur 3: Gjennomtrengeligheten til  $\alpha$ -,  $\beta$ -, og  $\gamma$ -stråling

# RADIOAKTIVITET I NATURFAG

## Eksempel på animasjon fra Radioaktivitet

Radioaktivitet er et "usynlig" fenomen, som det kan være vanskelig for mange elever å forstå. I den forstand kan IKT bidra til å gjøre det "usynlige" synlig ved hjelp av animasjoner og simuleringer. Det finnes flere animasjoner i *Radioaktivitet* og disse er hovedsakelig benyttet for å illustrere fenomener som viser bevegelse, et forløp eller for å illustrere noe "usynlig". Animasjonene er konstruert som steg-for-steg-sekvenser, der elevene selv bestemmer når de går til neste steg, eller om de vil gå tilbake til et tidligere steg. Figur 3 beskriver en animasjon om gjennomtrengeligheten til  $\alpha$ -,  $\beta$ -, og  $\gamma$ -stråling.

Forskning<sup>13</sup> fra Viten-prosjektet har vist at elever lettere lærer fagstoff presentert som animasjoner, sammenlignet med det samme fagstoffet presenteret som ren tekst. Studien som ble gjennomført i forbindelse med min doktorgrad<sup>14</sup> bekrefter at elevene husker innhold fra animasjoner godt, også to måneder etter avsluttet undervisning om temaet. Da elevene ble gitt en åpen oppgave der de skulle forklare forskjellen på  $\alpha$ -,  $\beta$ -, og  $\gamma$ -stråling, var det en del elever som tegnet skisser for å illustrere eller støtte forklaringen sin. Skissene kunne spores tilbake til animasjonen om gjennomtrengelighet omtalt i figur 3. Den samme studien viste også at elevene opplevde *Radioaktivitet* som svært spennende og motiverende.

Mange norske skoler har ikke utstyr som geigertellere og scintillasjonstellere. Mange naturfaglærere har ikke studert fysikk og kan føle seg usikre når de underviser om radioaktivitet. I så måte kan nettbaserte undervisningsressurser som *Radioaktivitet* være nyttig og gi muligheter for eksperimenter med utstyr som ikke er tilgjengelig i alle skoler.

På neste side finner du henvisning til en oversikt over undervisningsressurser Naturfagsenteret har samlet i tilknytning til hendelsene i Japan den siste tiden.

26. april 2011 var det 25 år siden Tsjernobylulykken. I den forbindelse arrangerte Skolelaboratoriet ved NTNU et seminar for lærere om status 25 år etter ulykken.

## Fotnoter

- <sup>1</sup> I juni 2005 varslet Verdens helseorganisasjon (WHO) at nest etter røyking er radon den mest vanlige årsaken til lungekreft. Norge har verdens høyeste konsentrasjon av radon innendørs.
- <sup>2</sup> Innhold fra radioaktive utslipp fra Sellafield kan spores fra Irskesjøen og nordover langs norskekysten og opp til Barentshavet, så langt nord som Spitsbergen. De største konsentrasjonene av radioaktivitet finnes langs kysten ved Sellafield. Radioaktiv forurensing er funnet i skalldyr, fisk, tang, sjøvann, sedimenter på bunnen av Irskesjøen og i sand på strendene.
- <sup>3</sup> [www.viten.no/radioaktivitet](http://www.viten.no/radioaktivitet)
- <sup>4</sup> For flere referanser til omtalte studier i denne artikkelen, se: Mork, S. M. (2011). An interactive learning environment designed to increase the possibilities for learning and communicating about radioactivity. *Interactive Learning Environments*, 19(2), 163-177.
- <sup>5</sup> [www.forskning.no/artikler/2011/mars/282953](http://www.forskning.no/artikler/2011/mars/282953)
- <sup>6</sup> Henriksen, E. K. (1996). Laypeople's understanding of radioactivity and radiation. *Radiation Protection Dosimetry*, 68 (3/4), 191-196.
- <sup>7</sup> Colclough, N. D., Lock, R., & Soares, A. (2011). Pre-service Teachers' Subject Knowledge of and Attitudes about Radioactivity and Ionising Radiation. *International Journal of Science Education*, 33(3), 423-446.
- <sup>8</sup> Stølsbotn, K. (2002). *Undersøkelse om verdier, natur og miljø 2000* (No. 120): Norsk Samfunnsvitenskapelig Datatjeneste.
- <sup>9</sup> Sjøberg, S. (2004). *Naturfag som allmenndannelse: en kritisk fagdidaktikk* (2 ed.). Oslo: Ad notam Gyldendal.
- <sup>10</sup> Henriksen, E. K., & Jorde, D. (2001). High School Students' Understanding of Radiation and the Environment: Can Museums Play a Role? *Science Education*, 85, 189-206.
- <sup>11</sup> Crosier, J. K., Cobb, S. V. G., & Wilson, J. R. (2002). Key lessons for the design and integration of virtual environments in secondary science. *Computers and Education*, 38, 77-94.
- <sup>12</sup> Mork, S. M. (2006). *ICT in Science Education. Exploring the Digital Learning Materials at viten.no*. Dr.scient, University of Oslo, Oslo.
- <sup>13</sup> Strømme, T. A. (2004). *Genteknologi - usynlige forklaringer blir "synlige" gjennom digital teknologi. En undersøkelse av hvordan animasjoner i digitale læringsprogrammer påvirker elevens læring i naturfag i ungdomskolen* Master Degree in Science Education, University of Oslo, Oslo.
- <sup>14</sup> Se fotnote 12.



# KATASTROFEN I JAPAN – UNDERVISNINGSRESSURSER

## Læringsressurser om kjerneenergi, radioaktivitet, jordskjelv og tsunami

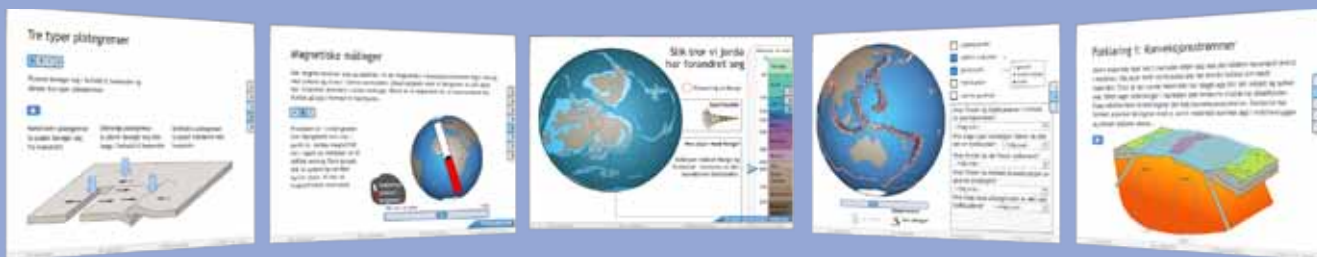
Jordskjelvet utenfor Japan genererte en tsunami med dramatiske konsekvenser. Vi har samlet noen ressurser om jordskjelv, tsunami, kjerneenergi og platetektonikk som kan brukes i undervisningen.



Ressurser om kjerneenergi og radioaktivitet: [naturfag.no/fukushima](http://naturfag.no/fukushima)



Ressurser om tsunami og jordskjelv: [naturfag.no/japan2011](http://naturfag.no/japan2011)



Viten-program om platetektonikk: [viten.no/platetektonikk](http://viten.no/platetektonikk)

## RADIOAKTIV PSYKOSE

Artikkelen ble publisert 23.03.2011 på [www.uio.no](http://www.uio.no)



# Radioaktiv psykose

## Den største katastrofen i Japan handler ikke om radioaktivitet, sier kjernefysiker ved Universitetet i Oslo.

I kjølvannet av tsunamien, og den påfølgende atomkrisa i Japan, har vi sett en mediedekning av historiske proporsjoner. Dommedagsscenariene har haglet. Forvirring og redsel har preget nyhetsdekningen her hjemme som i resten av verden. Den skjulte fare, radioaktivitet, er i sin natur fryktinngytende, men ikke alle er like bekymret.

- Stråleverdiene i Tokyo var på fredag lavere enn i Oslo, forteller kjernefysiker Sunniva Siem, leder av Senter for Akseleratorbasert Forskning og Energifysikk (SAFE) ved Universitetet i Oslo.

Hun mener det har oppstått en mild, kollektiv psykose rundt radioaktivitet etter ulykken. Hun trekker blant annet fram at strålingen redningsmannskapet i Japan har vært utsatt for er blåst ut av proporsjoner og framstilt som rent selvmordsarbeid. Dette er ikke Siem enig i.

### Dødelige doser?

Siem forteller at man regner med at det er 50 prosents sannsynlighet for å dø hvis man blir eksponert for 4 sivert over en kort periode, altså neste 20 ganger så høyt som den maksimale stråledosen som arbeiderne ved atomkraftverket i Japan har lov å motta.

- Under forutsetning av at kraftselskapet respekterer grenseverdiene på 250 millisivert, satt av det japanske strålevernet, så vil arbeiderne bli utsatt for en minimal kreftrisiko.

Hun understreker at dette ikke betyr at det er ufarlig, men at man ikke har klart å påvise økt forekomst av kreft ved å eksponeres for doser på under 200 millisivert.

-Jeg er mer bekymret for mennesker i Norge som eksponeres for de samme stråledosene fordi de bor i hus med mye radon, sier forskeren.

### Forkastet Tsjernobyl-formel

Sammenligningen med Tsjernobyl-ulykken har ofte dukket opp i kjølvannet av krisa i Japan, men Sunniva Siem mener det som skjer i Japan ikke er i nærheten av like alvorlig. Dessuten spør hun seg hvor stor skade Tsjernobyl-ulykka egentlig gjorde i Norge, i forhold til skrekkscenariene media skapte.

- Det ble spådd at 500 nordmenn kom til å dø som en følge av ulykken, men formelen som strålevernmyndighetene brukte den gang er nå forkastet.

Hun eksemplifiserer den gamle måten å regne ut antall døde på, på følgende måte:

- Man tok utgangspunkt i at for eksempel 100 paracet-tabletter er en dødelig dose for ett menneske. Resonnementet ble så at hvis 100 mennesker fikk én paracet hver så ville en person dø. Dette vet vi i dag er positivt feil, forteller kjernefysikeren.

Et annet eksempel Siem viser til er stråleverdiene man opererte med på reinsdyrkjøtt etter Tsjernobyl-ulykka.



Sunniva Siem. Foto: Jonas Lange

# RADIOAKTIV PSYKOSE



Fra Fukushima. Foto: U.S. Navy photo 

- Gresen ble satt så lavt at hvis man spiste ti kilo av det antatt farlige radioaktive kjøttet på én gang, så ville man bli utsatt for omtrent like mye stråling som ved en flytur fra Oslo til New York.

## Feil fokus

Siem er hovedsakelig bekymret for at oppmerksomheten rundt radioaktivitet skal stjele fokuset fra de andre sidene ved katastrofen.

- Det reelle problemet for de mange katastroferammede japanerne i dag er å sørge for at helt basale behov blir ivaretatt. Matmangel, kulde, epidemiutbrudd og kraftmangel er et mye større problem enn de radioaktive utslippene, mener kjerneforskeren.

President i Norges Røde Kors, Sven Mollekleiv, er enig mye av det Siem sier og mener det er en viktig debatt.

- At to millioner mennesker ikke har vann, to hundre tusen mennesker er evakuert fra de radioaktive områdene og at ytterligere

firehundretusen mennesker er på flukt, er omfanget av denne katastrofen.

Mollekleiv understreker at mediedekningen i Norge ikke påvirker hjelpearbeidet i Japan, men at hvis fokus blir tilstrekkelig forskjøvet er det uheldig.

- Det er klart det er viktig å fokusere også på atomkatastrofen, men det er uheldig hvis det går på bekostning av det faktum at akkurat nå er en halv million mennesker uten strøm mens snøen laver ned i Japan.

Røde Kors har to millioner mennesker i sving som driver hjelpearbeid i Japan. De driver med alt fra evakuering, oppsporing og gjenforening til utdeling av mat, klær og medisiner.

- Sånn sett er det nå mer akutte humanitære behov enn strålefare, avslutter Mollekleiv.

## ENERGISKOLENE



# Inspirerer til realfag

**BKK er en av bedriftene som er tilknyttet prosjektet Energiskolene. Bedriftens ansatte Tone Øy Gulliksen er ALFA rollemodell (se neste side). Dette oppslaget ble lagt ut på bedriftens intranettsider etter et besøk hun hadde på Bjørgvin videregående skole.**

- Etter å ha hørt på Tone, virker realfag mer relevant, samstemmer 1.klassingene Synnøve Hopland, Torill Eriksen og Vilde Martine Stangeland ved Bjørgvin videregående skole.

Jentene refererer til Tone Øy Gulliksen, sivilingeniør bygg innen vassdragsteknikk fra NTNU og ansatt i BKK (Bergenshalvøens Kommunale Kraftselskap) Produksjon, som er plukket ut som en av landets ALFA-rollemodeller for å fronte realfag blant ungdom på vegne av Kunnskapsdepartementet.

### Vekket iveren

Torsdag var Tone ute på sitt første oppdrag og traff realfaglærer Elisabeth Engum og hundre skoleelever ved Bjørgvin videregående skolen i Bergen. Ved å snakke om hvordan matematikk, fysikk og andre realfag kan brukes i praksis med henvisninger til egen arbeidshverdag, vekket Tone iveren hos de unge og spørsmålene haglet: "Er realfagsmatte helt sånn "sinnsykt" vanskelig?", "Garanterer du gode karakterer viss jeg tar realfag?", Hvor mye tjener en sivilingeniør i BKK?". Lærer og oseanograf Elisabeth svarte elevene med et smil.

- Realfagene gir dere ekstra poeng, men dere må nok jobbe selv for de gode karakterene – også i alle realfagene.

### Litt på vippen

Møtet med sivilingeniøren fra BKK gjorde inntrykk på Martin Palm Sivertsen, som også stakk av med premien i Tones realfagquiz.

- Jeg har absolutt fått noen flere idéer. Egentlig hadde jeg tenkt å ta økonomi og samfunn, men nå vipper jeg litt. Nå blir det kanskje realfag, forklarer 16-åringen, som sammen med de andre fikk gode råd på veien.



**Tone Øy Gulliksen (t.v) fra BKK Produksjon i Bergen er ALFA rollemodell og skal neste skoleår delta i Energiskolene i et samarbeid med lærer Elisabeth Engum og elevene i Geofag ved Bjørgvin vgs.**

- Mitt lureste tips er at dere tenker godt over hva dere har lyst å jobbe med når dere en dag er ferdig med skole. Husk på at det ikke er på grunn av læreren eller andre dere skal velge, men på grunn av dere selv og hvilke yrker dere ønsker, oppfordret Tone og satte strek for sitt aller første oppdrag som rollemodell.

Besøket var også starten på et tettere samarbeid med Bjørgvin videregående skole i faget Geofag. Neste skoleår vil elevene i dette faget få jobbe med praktiske spørsmål knyttet til vannkraftutbygging i samarbeid med BKK. Samarbeidet er en del av Energiskolene, et prosjekt finansiert av Olje og energidepartementet som skal stimulere interessen for energiutfordringer og øke rekrutteringen til energisektoren.

# ENERGISKOLENE OG ALFA ROLLEMODELLBYRÅ

## ALFA rollemodellbyrå

Alfa er et rollemodellbyrå der ungdomsskoler og videregående skoler over hele landet kan leie engasjerte realister og teknologer til å besøke skolen og inspirere elevene i deres prosess med å velge utdanning og yrke.

Rollemodellene er spredt over hele landet og kan bestilles gjennom nettstedet [velgriktig.no](http://velgriktig.no). Her står det litt om hver enkelt rollemodell, og skolene kan velge hvem av rollemodellene innen sitt geografiske område de ønsker skal komme på besøk. Renatesenteret og Kunnskapsdepartementet står bak, og Renatesenteret har ansvaret for å realisere og drifte ALFA.

To av Naturfagsenterets ansatte er ALFA rollemodeller:

- Fazilat Siddiq Ullah, lektor i IT og naturfag
- Fredrik Jensen, lektor i realfag (biologi)

Arbeider i prosjekter tilknyttet Naturfagsenteret:

- Jørgen Sjøstad, Master i matematikk

Les mer på [www.velgriktig.no/rollemodeller](http://www.velgriktig.no/rollemodeller)

## Energiskolene

Energiskolene er et pilotprosjekt med formål å øke rekrutteringen til energisektoren.

Prosjektet skal gi elever i videregående skole kunnskap om lokale energibedrifter og oljeselskaper. Elevene skal bruke energibedrifter som læringsarena og få anledning til å arbeide sammen med ansatte i bedriften. Samarbeidet skal gi elevene en autentisk opplevelse av hvordan naturvitenskapelig kunnskap brukes i arbeidslivet.

12 skoler-bedriftspar er med i pilotprosjektet som startet opp høsten 2010 og har en varighet på 3 år.

Olje- og Energidepartementet finansierer prosjektet, og det blir ledet av Naturfagsenteret.

Les mer på [www.naturfagsenteret.no/energiskolene](http://www.naturfagsenteret.no/energiskolene)

The screenshot shows the website [velgriktig.no](http://velgriktig.no) with a navigation menu and a search bar. The main content area is titled "ALFA rollemodellbyrå" and contains text about the program. Below the text, there are several small images of role models. The website is designed with a dark background and white text.

The screenshot shows the website [naturfagsenteret.no](http://naturfagsenteret.no) with a navigation menu and a search bar. The main content area is titled "Energiskolene" and contains text about the project. Below the text, there are several small images of students and teachers. The website is designed with a light background and blue accents.



## KART I SKOLEN

# Kart i skolen

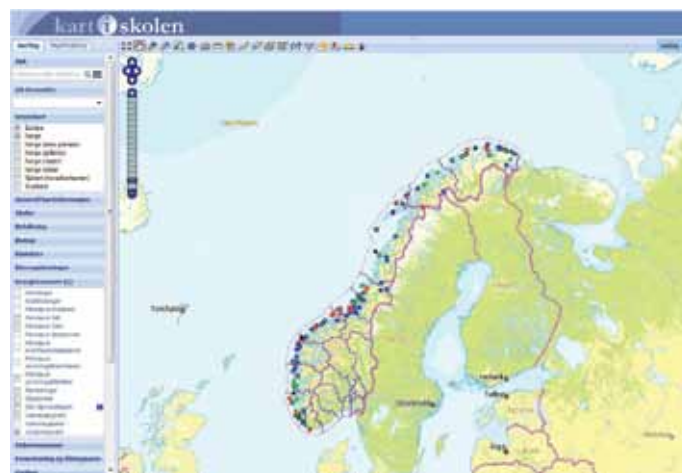
## – et nyttig verktøy i mange fag

***Kart i skolen* ([www.kartiskolen.no](http://www.kartiskolen.no)) er et FoU-prosjekt der vi både utvikler og utforsker ny teknologi og nye digitale arbeidsformer i flere fag. Prosjektet er et samarbeid mellom Naturfagsenteret, Skolelaboratoriet i realfag ved Universitetet i Bergen og Statens kartverk. *Kart i skolen* startet opp høsten 2007 og har vært fullfinansiert av Utdanningsdirektoratet fram til og med 2010. Naturfagsenteret har fra høsten 2009 hatt prosjektlederansvaret.**

Prosjektet er en del av Norge digitalt og samler på et oversiktlig måte flere typer grunnkart og ulike temalag slik som geologiske kart, kart over naturfarer, kart fra artsdatabanken, forurensning og utslipp, skipsfartsoversikt, fiskeriressurser, energiressurser og oljeinstallasjoner, samferdsel, historisk kart og flyfoto som alt sammen er produsert av partene i Norge Digitalt. Målet er en samlet tjeneste slik at skolene enkelt får tilgang til digitale kart-tjenester som i dag er spredt på mange ulike plattformer og nettsteder, relevante undervisningsopplegg og egnet fagstoff.

Vi samarbeider også med institusjoner utenfor Norge digitalt. I kartløsningen har vi klipp fra NRK-skole, kirkebygg sortert på byggeperiode fra kirkebyggbasen til Kirkelig arbeidsgiver- og interesseorganisasjon og et dialektarkiv som vi har fått tilgang til gjennom et samarbeid med Institutt for språk- og kommunikasjonsstudier ved NTNU. Alle disse tjenestene er fortsatt under utvikling. Flere tjenester vil komme, blant annet er det ønskelig å tilrettelegge for å vise alle norske varmekraftverk i kartet.

*Kart i skolen* har også utviklet en egen database med nøyaktig posisjonering av alle utdanningsinstitusjoner i Norge og vil i løpet av våren 2011 gjøre denne tjenesten tilgjengelig som en WMS (Web Map Service) -tjeneste som alle kan bruke. Nettverk for miljølære har også tilpasset flere av sine tjenester til moderne GIS-teknologi. Kartklienten som er valgt, bygger på OpenSource-løsninger. Gjennom kartløsningen kan brukere registrere egne data som kan gjøres tilgjengelig for andre brukere. Denne tjenesten er fortsatt under utvikling, og i løpet av våren 2011 vil vi implementere



et nytt registrerings- og skriveverktøy for multimediarike tekster som kan stedsfestes. Pålogging gjennom Feide vil være på plass til skolestart 2011.

### Webportalen

Det er utviklet en webportal i tillegg til selve kartklienten. På webportalen finnes både undervisningsopplegg og fagstoff tilpasset skolens læreplaner. To videoer gir en enkel innføring i bruk av kartklienten, blant annet hvordan tjenesten kan brukes i forbindelse med feltarbeid der elevene registrer egne data i kartklienten.

## WMS

Web Map Service (WMS) er en av standardene for å produsere skalebare kart som kan vises på en skjerm. Kartene genereres på serveren og sendes over til brukeren som et vanlig bilde (for eksempel jpg eller png). Grunnkartene i Kart i skolen er wms-lag som er generert på en server i Statens kartverk. For at tjenesten skal være rask, har Kartverket laget en cache av mange kartbilder over hele Norge. Denne cachetjenesten kan returnere kart basert på vektordata (alle målestokker eller zoomområder), rasterdata (som likner mest på papirkartene), ortofoto som er flybilder og sjøkart (også rasterbasert). Temalagene i Kart i skolen er også wms-tjenester som de ulike partene i Norge Digitalt produserer. Kart i skolen henter temalagene direkte fra de som har laget temalagene. Fordi vi henter både grunnkartene og temalagene direkte hos dem som produserer disse kartdata, er vi sikret oppdatert og korrekt informasjon til enhver tid.

Målestokken kan ikke velges fritt, men lages på serveren og går i trinn som vi kaller zoomnivåer. Mellom hvert zoomnivå er det en fordobling eller halvering av målestokken. 1:50000 som vi er vant til fra turkart, er blitt til 1:59971.

Det som gir riktig bilde av målestokken på skjermen, er målestaven som vises på hvert kartbilde nederst i venstre hjørne i kartklienten. Et zoomnivå inn fra 1:59971 blir 1:29985 og et zoomnivå ut fra 1:59971 blir 1:119941.

## Teknologien vi bruker

Kartløsningen som er valgt, er Adaptive2 fra Avinet. Kartklienten bygger på OpenSource-løsningene OpenLayers, MapServer og PostgreSQL. Vi benytter åpne standarder for utveksling av geodata, som WMS (Web Map Service) og WFS (Web Feature Service). Disse standardene benyttes også i Norge digitalt. Løsningen støtter moderne cacheteknologi av kart slik at kartbildene vises raskt på skjermen.

*Kart i skolen* omfatter også en egen quiz-modul som kan anvendes i mange fag. Vi arbeider med å forbedre den og gjøre oppgavebanken større enn den som finnes i dag.

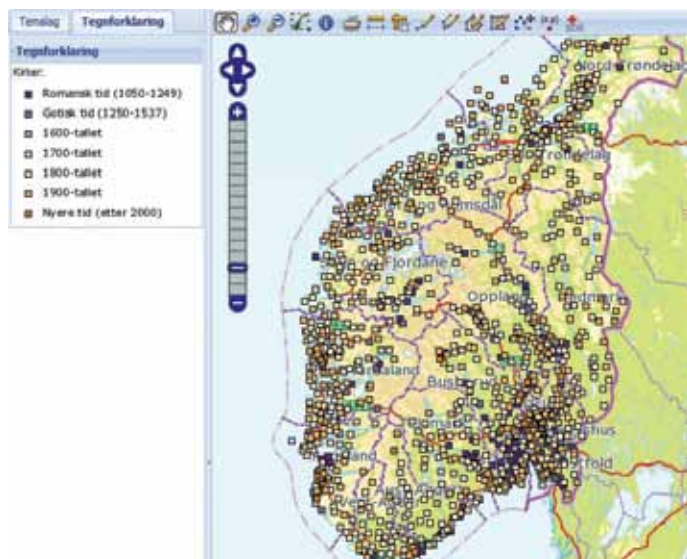
Som en del av prosjektet er det utviklet et eget Viten-program om digitale kart ([www.viten.no/kart](http://www.viten.no/kart)). Programmet tar utgangspunkt i oljeutslippet på Statfjord A 12. desember 2007. Autentiske innslag



fra Dagsrevyen setter rammene for de oppgavene som elevene skal arbeide med. Elevene skal for eksempel finne hvor Statfjord A og nærmeste beredskapsdepot ligger, hente fram værvarselet for området, simulere et oljeutslipp (webtjeneste), beregne areal og finne ut hvilke fuglearter som kan påvirkes. Elevene kan også foreta utslippssimuleringer andre steder langs kysten, for eksempel på Goliat-feltet i Barentshavet.

I fagene geografi og geofag er bruk av kart og GIS selvsagt (kartforståelse, geotopundersøkelser, quiz), men det er heller ikke vanskelig og finne relevante kompetansemål i naturfag (biotopundersøkelser, artsmangfoldet, miljøvern og interessekonflikter), matematikk (arealberegninger, lengdemålinger, omkrets, stigning, målestokk og vektorregning), samfunnskunnskap (demografi, statistikk, miljøvern), historie (gamle NRK-klipp, gamle kart og flyfoto, miljøhistorie, kirkebygg), RLE (kirkebygg og andre religiøse minnesmerker) og norskfaget (dialektregistreringer og hvordan vår topografi kan ha påvirket talemålet). En oversikt over relevante kompetansemål som legitimerer GIS i undervisningen er samlet på [www.naturfag.no/GIS](http://www.naturfag.no/GIS). Her er det bare fantasien som setter grenser.

# KART I SKOLEN



## Naturfarer i kommunen

Med *Kart i skolen* kan elevene utforske naturfarer i egen kommune – i eksemplet på figuren har vi brukt Skedsmo kommune. Først finner elevene Skedsmo kommune, og deretter slår de på følgende temaer under kategorien Naturfarer:

- Kvikkleire – faregrad
- Flomsoner 10 år
- Flomsone 100 år
- Flomsoner 500 år
- Radon

Elevene kan også velge å se naturfarene med flyfoto som bakgrunn.

## To delprosjekter

**Barnetrakk** ([www.kartiskolen.no/innhold/barnetrakk](http://www.kartiskolen.no/innhold/barnetrakk)) der elever registrerer informasjon om skolevei og lekeområder, er et delprosjekt i *Kart i skolen*. Informasjonen som elevene registrerer, brukes av forvaltningen i planleggingsarbeid som kan påvirke elevenes skolevei og lekearealer. Norsk Form har også bidratt i dette prosjektet.

**Stedsbasert læring** er en del av den naturlige skolesekken og gjennomføres i samarbeid med Friluftsrådernes Landsforbund. Målet er at de skolene som har fått prosjektmidler skal utvikle undervisningsopplegg om sitt nærmiljø og publisere prosjektene på *Kart i skolen*.

Mange som har brukt andre karttjenester på nettet i skolesammenheng, har spurt hvorfor *Kart i skolen* er bedre? Gjennom *Kart i skolen* vil norske elever få tilgang til kvalitets-sikre og oppdaterte, digitale karttjenester med muligheter for å dele egen informasjon med andre. *Kart i skolen* vil i tillegg til vanlige topografiske grunnkart med stor detaljeringsgrad også omfatte sjøkart, ortofoto (flybilder) og temalag som dekker alt fra oljeinstallasjoner, geologisk informasjon som radon og rasfarer, alle norske utdanningsinstitusjoner og demografisk statistikk som alder og utdanningsnivå etc. Portalen omfatter også undervisningsopplegg knyttet til fag og kompetansemål, relevant fagstoff og innføringsvideoer.

## Geografiske informasjonssystemer (GIS)

GIS gir mange nye muligheter i undervisningen både med hensyn til innhold og arbeidsmåter. GIS vil være et uovertruffent verktøy i analyse av all type informasjon som kan stedfestes, i analyse av interessekonflikter og som et nødvendig hjelpemiddel i kompliserte beslutningsprosesser. Den komplekse informasjonen kan presenteres visuelt, samtidig som vi kan endre sentrale parametre i datamodellen.

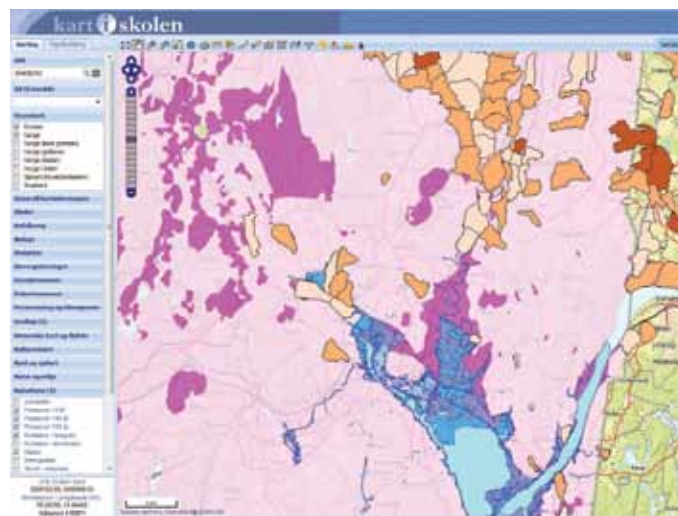
Vår plan er å utvikle flere webtjenester som elevene kan bruke for å gjennomføre analyser eller gjøre simuleringer. En slik tjeneste som allerede er på plass i løsningen, er hvordan et oljeutslipp vil spre seg avhengig av strøm og vind. Vår plan er å utvikle flere slike tjenester, for eksempel beregne høydeprofil for en tur, enkel bufferanalyse som kan beregne hvor mange personer som blir påvirket av flom eller ras, og virkelig soloppgang og solnedgang for et gitt punkt der horisonten tas i betraktning.

I tillegg til å *lære med GIS* gir også moderne GIS-teknologi muligheten til *lære om GIS*. Elever kan dermed få innsikt i mange av de karrieremulighetene som en utdanning innen dette fagfeltet kan gi.

Mobilteknologi har utviklet seg kraftig de siste årene. Smarttelefonen har fått innebygd både kamera, gps, kompass, løsning for å lagre egne veipunkter og turer og mulighet for å vise gratis, cachede kart fra Statens kartverk og andre kartkilder. Dette ønsker vi å tilpasse til undervisningsformål, for eksempel når elever skal gjøre registreringer i forbindelse med feltarbeid og uteskole. Bilder kan for eksempel geotagges direkte og vises i kartløsningen på en enkel måte sammen med en kort tekst utarbeidet i felten.



# KART I SKOLEN



## Hvorfor er *Kart i skolen* best når det finnes så mange andre løsninger?

Selv om GIS er blitt en integrert del av vår hverdag, finner vi fortsatt globuser og papiratlas på skolen og i hjemmet. De gamle rullekartene foran tavla har heller ikke gått helt av moten. Papirkart har noen fordeler ved at de både kan gi god oversikt og detaljert informasjon samtidig. Det er ikke like lett på en liten mobilskjerm eller gps-skjerm. På en stor pc-skjerm er det litt lettere, men globusen er fortsatt fascinerende og er også den eneste representasjonen som ikke gir store feil når ei kuleoverflate skal avbildes på noe flatt.

Men digitale kart har mange fordeler i forhold til papirkart. De blir blant annet hurtigere oppdatert. Hvem har ikke hørt om skolekart der Tyskland er delt i Øst-Tyskland og Vest-Tyskland, og hvor Jugoslavia og Tsjekkoslovakia fortsatt er egne land. I tillegg til flere av de digitale tjenestene som er nevnt allerede, gir web2.0-tjenester brukeren mulighet til selv å bidra med eget stoff gjennom geowikiløsninger og blogger med både bilder, tekst og video i kartet. Felles kunnskapsutvikling og informasjonsdeling ved bruk av multimediarike tekster blir dermed sentrale stikkord for disse nye tjenestene.



## GIS - en definisjon

En faglig definisjon finner vi i boka GIS - Geografiens språk i vår tidsalder. Der blir GIS definert: "Et geografisk informasjonssystem er samlingen av kartsystemer, geografiske data, rutiner og menneskelig kunnskap og erfaring som gjør det mulig å fremstille, analysere og presentere geografien rundt oss ved hjelp av digital teknologi".

I boka Geografididaktikk for klasserommet sier Svein Andersland følgende: "Meir presist er GIS eir verktøy for input, bearbeiding, analyse og presentasjon av romlege data". Men folk flest holder nok beskrivelsen "GIS er digitale kart og gps". I de to bøkene kan dere lese mer utfyllende både om GIS og om GIS i undervisningen.

## Feide

Feide betyr Felles Eleketronisk IDentitet. FEIDE er utviklet av Kunnskapsdepartementet som en sikker løsning for å logge inn på ulike nettsider der brukeren må identifisere seg. Med Feide trenger brukeren bare ett passord og ett brukernavn for å få tilgang til mange ulike tjenester som i dag krever hvert sitt brukernavn og passord. Brukeren er registrert i sin vertsorganisasjon som kan være kommunen (grunnskolen) eller fylkeskommunen (videregående skole). Alle opplysninger vedlikeholdes av vertsorganisasjonen. Les mer m Feide på <http://www.feide.no/om-feide>.

## FELTARBEID



# Feltarbeid – teori omsatt i praksis

**Uka før vinterferien i år reiste 22 elever fra St. Olav videregående skole i Stavanger på studietur. Dette er 4. året geofaglærer John-Erik Sivertsen besøker Ainsa i de spanske Pyreneene med sine geofag 1 elever.**

Her er hva geofageleven Sofie Solland Kvinge svarer på spørsmålet „Hvorfor synes du det er viktig å jobbe med faget i felt slik vi gjør i Ainsa?“:

”Jeg føler at jeg lærer mye bedre av å gjøre ting praktisk, føler jeg har forstått det bedre. I tillegg har jeg fått øynene mye mer opp for faget og synes det er et veldig spennende fag :)”

### Hvorfor Ainsa?

Ainsa er en pittoresk middelalderlandsby med 800 innbyggere som ligger like på sørsiden av Pyreneene i regionen Aragon. Bussturen fra Barcelona til Ainsa tar snau 4 timer. Været på denne årstiden kan betegnes som været hjemme i april/mai men med mindre vind og nedbør. Morgenene er kalde mens ettermiddagene blir ganske varme årstiden og høyden tatt i betraktning. Noe regn forekommer, men er heller sjeldent på denne årstiden.

Da skolens ekskursjoner er låst til februar, er det nesten påkrevd å reise sørover til et område med godt og varmt klima for å kunne drive geofaglig feltarbeid. Med relativt kort reisetid og god tilgjengelighet fra Stavanger, var Barcelona et godt utgangspunkt. Da vi i tillegg fikk napp hos Statoil med mulighet for å benytte deres fasiliteter i Ainsa, var valget enkelt. Ragnar Knarud er geolog i Statoil og han har vært svært sentral i planleggingen av dette opplegget. ExxonMobil har bidratt økonomisk til de siste års turer. Med dem har vi også et samarbeid i petroleumsgeologidelen av geofag 2 som en del av prosjektet Energiskolene. Her bruker de det de lærte om reservoarbergarter i Ainsa for bedre å forstå geologien på norsk sokkel.

I år var vi så heldige at Oljedirektoratet kunne stille med paleontologen Jan Stenløkk som bidro sterkt til et enda bedre faglig ut-



**Fossiljakt. Her finner elevene spor etter 30 mill. år gamle havskjell og snegler i fjellene rundt Ainsa som her ligger på ca. 600 moh. Foto: John-Erik Sivertsen**

bytte av turen. I fjor var Oljemuseet representert med sin formidlingsleder – geologen Geir M. Johannessen – og to formidlere.

Det relativt tørre klimaet på sørsiden av Pyreneene har gjort bergartene der lett tilgjengelig uten for mye overvokst. Fjellkjeden ble dannet omtrent samtidig med Alpene for 55 – 35 mill. år siden og er lite erodert. Dette er ungt sett i et geologisk perspektiv og Pyreneene er derfor godt egnet for studier av fjellkjededannelse. Slike studier kan gi en større forståelse av prosessene som skapte Kaledonidene – den 400 mill. år gamle fjellkjeden som strakte seg gjennom dagens Norge, Skottland og østlige USA, og som kanskje er den største fjellkjeden på jorda noen-

sinne. Disse fjellene ble nedslitt i løpet av 120 mill. år, og i dag ser vi bare restene av Kaledonidene. Allikevel utgjør den en stor del av det norske grunnfjellet.

Selve berggrunnen i Ainsaområdet representerer en geologi som vi ikke finner maken til på det norske fastlandet. Bergartene som her ligger i dagen, tilsvarer reservoarbergarter som vi borer tusener av meter for å få tilgang til i Nordsjøen. Oljeselskapene har sendt sine geologer til området i en årrekke for å få en bedre forståelse av geologien på norsk sokkel.

Ainsa er også spennende fra et kulturelt ståsted og et viktig poeng i arbeidet vårt har vært å forsøke å trekke tråder mellom geologien og kulturen. Hvordan påvirkes det levende av de fysiske omgivelsene som geologien er en så sentral del av? Ainsa har en spennende og dramatisk historie som et av de få områdene som holdt stand mot den mauriske invasjonen i tidlig middelalder. Dette har satt sine spor – den gamle delen av byen er bygd som en festning med bygningsmaterialer av lokal stein.

## Målet for turen

Hovedmålet for denne turen er å gi elevene det praktiske og teoretiske grunnlag de trenger for å nå kompetansemålene i læreplanens hovedområde geoforskning i geofag 1 der det står at elevene skal kunne:

- planlegge og gjennomføre utforskning av geofaglige forhold i en verdensdel, land eller område utenfor Skandinavia, med og uten digitale verktøy, og presentere resultatene
- gjøre rede for sammenhenger mellom berggrunn, landformer og geologiske ressurser i et valgt område
- gjøre rede for årsaker til klimatiske forhold i et valgt område
- kartlegge hydrologiske forhold og drøfte tilgang på ferskvann i et valgt område
- drøfte risiko for miljø- og naturkatastrofer og hvilke konsekvenser disse kan medføre i et valgt område

I tillegg til å ta i bruk mange av redskapene i den geofaglige verktøykassen vektlegger vi også den generelle delen av læreplanen der det bl.a. står at *”opplæringen må følgelig gi bred kunnskap om sammenhengene mellom menneske og natur”,* og videre at *”opplæringen må fremme glede over fysisk aktivitet og naturens storhet, over å leve i et vakkert land, over landskapets linjer og årstidenes vekslning.”*

Det sosiale aspektet med turen er også viktig. Flere skal gå videre med geofag 2, og vi håper at felles opplevelser på disse turene knytter elevene enda bedre sammen.



Elever studerer sedimentære bergarter og prosesser.

Foto: J. Stenløkk; OD

I følge elev Caroline Aarre Halvorsen får man ”virkelig brukt det man lærer og sett at det faktisk er slik ting har skjedd i praksis. I tillegg hjelper det på å huske stoffet mye bedre når du får jobbet med det i praksis. Hvis du ser vekk fra det faglige er det også veldig viktig å dra på en slik tur! Samholdet i klassen har blitt mye bedre.”

## Det faglige opplegget

Store deler av kompetansemålene som dekkes på turen blir gjennomgått i løpet av høst/vinter før avreise. Det er dessuten avsatt to uker i årsplanen til forberedelser i forkant av turen der elevene jobber med konkrete oppgaver bl.a. med digitale geofaglige verktøy.

I Ainsa arbeider elevene i grupper. Enkelte oppgaver blir gitt som for-/etterarbeid de dagene vi er i felt og noe av dette jobber elevene med på kveldstid. Noe teori går gjennom på hotellet hver morgen før feltarbeidet. I etterkant av turen leveres gruppevis skriftlige feltlogger som vurderes og inngår som en viktig del av vårens vurderingsgrunnlag.

## Dagene i felt

Kvelden vi ankom gjorde elevene seg kjent i landsbyen ved et rebusløp der de ved hjelp av GPS tok seg fram til forskjellige poster og besvarte geofaglige og kulturelle spørsmål.

Etter å tatt et større geografisk overblikk på GoogleEarth og sett på turene vi skal gjøre mens vi er her i Ainsa, var vi tirsdag morgen klar for første feltdag. Temaet var løsmasser avsatt under/etter siste istid, og bergarter fra den geologiske perioden tertiær og deres avsetningsprosesser. Vi ser på og beskriver sandstein, kon-

## FELTARBEID

glomerat og leirsstein, og drøfter hvordan vi kan skille mellom de forskjellige bergartstypene. Her er flotte eksempler på fossiler og spor av fossile røtter. Hva forteller dette om avsetningsmiljøet – avsatt på land (kontinentalt) eller i hav (marint)? Vi snakker om hvilke prosesser som kan ha fraktet så store kornstørrelser som vi finner i konglomerater, og sammenligner konglomeratene her med avsetningene vi ser i elva under oss.

Etter lunsj beskrives en sedimentær marin lagrekke i et steinbrudd. Hva skjer med lagtykkelsene av sand og leirskifer oppover i sekvensen? Hvorfor finner vi bare konglomerat på bunnen av sekvensen? Sandsteinen er meget hard og vanskelig å slå i stykker. Hvorfor er den så mye hardere enn sandsteinen vi så før lunsj? Syretesten viser at fjellet er sementert av kalk. Hvordan kan dette påvirke reservoarkvaliteten i disse sandsteinssekvensene som likner de vi finner i reservoarer flere tusen meter under havbunnen på norsk sokkel?

Vi gjør målinger av helningsretning og –vinkel av de sedimentære lagene som jo opprinnelig er lagt ned horisontalt. Her heller de svakt mot nordvest. Disse bergartene representerer dyphavsavsetninger. Hvordan kan konglomerater havne på dyphavet? Store steinboller er jo noe vi heller forventer å finne i elve- og strandavsetninger på land. Kanskje ser vi her noe liknende som det vi fant ifm. utbyggingen av gassfeltet Ormen Lange i Norskehavet, som viste seg å ligge midt i den 8000 år gamle rasgropa etter Storeggaraset. Tsunamien forårsaket av Storeggaraset finner forskere spor etter i steinalderboplasser på Rennesøy like utenfor Stavanger.

Den andre feltdagen innledes med en teoretisk gjennomgang av de forskjellige avsetningsmiljøene som de sedimentære bergartene vi skal se på i dag representerer – kontinentale (elver og delta) og marine avsetninger. Vi snakker også litt om fossilene vi så i går – hvordan levde disse dyrene som har satt sine avtrykk i historien?

Før vi tok oss ut i felt besøkte vi den geologiske utstilling i Sobrarbe geopark og vi fikk også med oss en presentasjon av områdets kulturelle historie. Heretter kjører vi vestover langs lagrekker som først heller mot øst før de knekker over og faller mer og mer mot vest for til slutt å stå vertikalt. Hvordan kan det ha seg? Kan dette også tilskrives fjellkjededannelsen?

Etter å ha inntatt lunsj ute i det fri, går vi inn i Janovas og ser på hvor raskt forfallet har satt inn i denne landsbyen hvor menneskene ble tvangsevakuert på slutten av 60-tallet. Husene ble



**På sporet av fjellkjededannelsen – de nesten horisontale lagene i Ainsa er her blitt snudd opp ned. Foto: J. Stenløkk; OD**

forlatt slik de stod da området skulle demmes ned og et vannkraftverk bygges. Dette ble aldri noe av. Her får vi et fint overblikk over alle avsetningsmiljøene vi kommer til å se i dag. Nærmest oss ligger de marine dyphavsavsetningene. I åsene like bak landsbyen ligger marine strand-/deltaavsetninger, mens fjellene i horisonten representerer kontinentale avsetninger.

Etter å ha kjørt opp i høyden får vi et godt overblikk over Ainsa og fjellkjeden som ruver over oss i nord – Pyreneene. I fjellet Pena Montanesa mot øst ser vi hvordan tertiære lag er skjøvet opp over eldre lag fra kritt-perioden. Herfra ses også storskala folding og store brudd i lagrekkene – såkalte forkastninger som dannes ifm. jordskjelv, som det som rammet Japan 11. mars i år. Vi snakker om hvordan fjellkjededannelsen har påvirket avsetningen av de sedimentære bergartene i området. Nede i dalen langs elva ser vi flere nivåer med terrasser der det drives jordbruk. Dette er materiale avsatt av breelver etter hvert som landet har hevet seg etter siste istid. Hvordan egner slike terrasser seg til jordbruk? Hvilke jordsmonn finnes der? Hvilke type jordbruk ser vi i området?

Herfra kjører vi sørover gjennom bergarter som er avsatt omtrent samtidig men i vidt forskjellige avsetningsmiljøer – fra det dype havet til delta/strand og til slutt til elva. I deltaavsetningene er det store forekomster av fossiler kalt nummulitter og andre marine fossiler som snegler, og muslinger som elevene mer eller mindre fyller lommene med. På slutten av dagen har vi beveget oss inn i de kontinentale avsetningene og gjør her en kort stopp for å studere elvesandsteiner i flere hundre meter tykke lag. Disse avsetningene tilsvarer sandsteinene som danner reservoarene på Statfjordfeltet i Nordsjøen.

På vei tilbake til hotellet kjører vi ned til den kunstige innsjøen Embalse de Mediano som er den lokale drikkevannskilden og ser på kirka som står igjen som eneste bygning i en landsby som ble forlatt og revet pga. oppdemmingen.

Om morgenen før siste feltdag fikk elevene en kort gjennomgang av den platetektoniske utviklingen av Pyreneene – fra havbunns-spredning i kritt til det som i dag er Spania som ble fanget i kollisjonen mellom den afrikanske og den eurasiske platen i tertiær. På vei til første lokalitet kjører vi gjennom et dramatisk ravine-landskap. Hva kan dette fortelle oss om flomfarer i et område med så lite vegetasjon?

Vi tilbringer formiddagen langs elva Rio Isabena som er en meandrende elv (dvs. at elven graver i yttersving og legger fra seg sedimenter i innersving). Bergartene her er avsatt i et tidevannsmiljø – her møtte den forhistoriske elva havet. Hva er det som forårsaker tidevannets vekslinger fra høy- til lavvann? Her finner vi mange forskjellige typer av marine fossiler. Hvordan er disse sandsteinene forskjellig fra sandsteinene vi har sett tidligere? Nåtidens elv former landskapet og eroderer mest i de myke leirsteinene og undergraver de hardere, overhengende sandsteinene. Etter lunsj studerer vi de samme tidevannsavsetninger, men nå fokuserer vi på forkastningene vi ser i en veiskjæring. Hvilke prosesser er det som kan være ansvarlige for disse? På vei tilbake nyter vi landskapet og utsikten.

Tilbake på hotellet gjør elevene noen praktiske øvelser. De blir utstyrt med vann, målebeger og sand, og skal redegjøre for begrepet porøsitet – forholdet mellom porerom og totalt bergartsvolum. Hvordan kan vi måle dette som er en så viktig faktor i bestemmelsen av størrelse på olje-/gassreservoarer? Vi ser også på borekjerner som er tatt i steinbruddet vi jobbet i den første feltdagen.

### Oppsummering

Etter hjemkomst og en vel fortjent vinterferie, har elevene jobbet med feltloggen og levert denne. Vi har også gjennomført en evaluering av turen der vi avslutningsvis spør om hva vi kunne gjort annerledes for å få et bedre utbytte av neste års studietur. Her oppsummerer en elev: "Kanskje litt mer fritid/mer tid til å skrive feltlogg, spesielt på kveldene. Ble en god del arbeid, så vi ble nok så slitne. Men på en annen side var det bra, for da fikk vi med oss mest mulig, og fikk mye ut av oppholdet." På spørsmål om vi bør fortsette å tilby studietur i geofag 1, svarer 18 av 23 "helt enig". Så da gjør vi det.



Fjellet Pena Montanesa i solnedgangen. Foto: John-Erik Sivertsen

### Her er noe av det vi ser etter i løpet av dagene i felt:

Dagens **værobservasjon** (temperatur, vindretning /-hastighet, beskrivelse av skytyper og dekningsgrad, tidspunkt/stedsangivelse for obs.) og en sammenligning med prognosene vi så på før vi kom. Er det forskjeller mellom prognosene fra yr.no og spanske værsider? Fra bussen jaktet det på forskjellige typer skyer.

Beskriv **vegetasjon** og det generelle **været/klimaet**. Hvordan påvirkes dette av nærheten til fjellene? Vi ser på hvordan klimaet er her på sørsiden ift. på nordsiden av Pyreneene.

Pyreneenes **geologi – det store bildet** (platetektonikk/geologisk historie).

**Fjellkjededannelsen** har satt spor. Hvilke?

Mennesker påvirkes av sine omgivelser. Hvilke **geofaglige forhold ser vi i området her som påvirker lokalbefolkningen?**

**Geofaglige ressurser** (eks. ferskvann og bygningsstein)

– hvordan tas disse i bruk i Ainsa-området?

**Natur-/miljøkatastrofer** – hvilke kan inntreffe her?

**Fossiler** – hvordan kan disse brukes ift. å bestemme alder/avsetningsmiljø?

**Navngivelse og kartreferanse/høyde** over havet og lokalitetene vi besøker. Her brukes kart og GPS.

**Beskrivelse med tegning/bilder** av de **geofaglige detaljene** fra hver lokalitet

**Sedimentære bergarter** – beskrivelse av de forskjellige typene og hvilke prosesser som har påvirket dannelsen av dem/hvilke miljø de er avsatt i.



## Vær med på romforskning – fra ditt eget klasserom

**Noen heldige får hvert år komme til Andøya å være med på en rakettoppskyting og andre spennende aktiviteter. Men det er mulig å delta selv om man ikke er til stede.**

NAROM (Nasjonalt senter for Romrelatert utdanning) har i 10 år jobbet med utdanning på rom og romteknologi i Norge. Sentralt i tilbudet har vært besøk til Andøya Rakettskytefelt, med deltakelse på en rakettkampanje, og hvert år er et par hundre elever og studenter med på dette. Dessverre ligger Andøya, av naturlige årsaker, langt unna veldig mange skoleklasser som kunne tenke seg å delta. Men for dem som ikke kan være med i år, er det likevel gode muligheter til å delta både før og etter. Her er en oversikt over noen av fjernlæringstilbudene NAROM tilbyr.

### Kofferten med det rare i

Romkofferten inneholder et sett med verktøy for å drive med romobservasjon, blant annet Sunspotteren på figuren. Dette er et forholdsvis enkelt instrument som elevene kan bruke til å observere solflekker på solen med og som kan si mye om aktiviteten på sola. I tillegg følger det med avanserte solteleskoper, spektroskop, magnetometer samt brukerveiledninger til utstyret og forslag til oppgaver elevene kan gjøre. Romkofferten er gratis å låne, så her er det bare å ta kontakt med NAROM. Aktuell bakgrunnsinformasjon finnes i nettressursen [sarepta.org](http://sarepta.org), se tema Sola.

### En uttømmelig kilde til et uttømmelig univers

Sarepta, [www.sarepta.org](http://www.sarepta.org), er en uttømmelig kilde til kunnskap om rommet og romteknologi. Nettstedet gir idéer og viser muligheter for klasserommet og feltarbeid i nærmiljøet. Målgruppen for læringsressursen er lærere og elever i grunn- og videregående skole for bruk spesielt innen naturfag, geofag og geografi. Sarepta.org utvikles av NAROM og Norsk Romsenter i et nært samarbeid med lærere.

Sarepta.org inneholder ulike typer ressurser

- forslag til undervisningsopplegg med fakta, oppgaver og aktiviteter
- bakgrunnsinformasjon for prosjekter
- ferske satellittbilder
- aktuell programvare for nedlastning (bildebehandling og Geografiske Informasjons-Systemer, GIS)

Her finner du informasjon og oppgaver knyttet til jordobservasjon og satellitter, sola, planetene og annet relevant romstoff. Alt med oversikt over hvordan det er knyttet til aktuelle læreplaner.

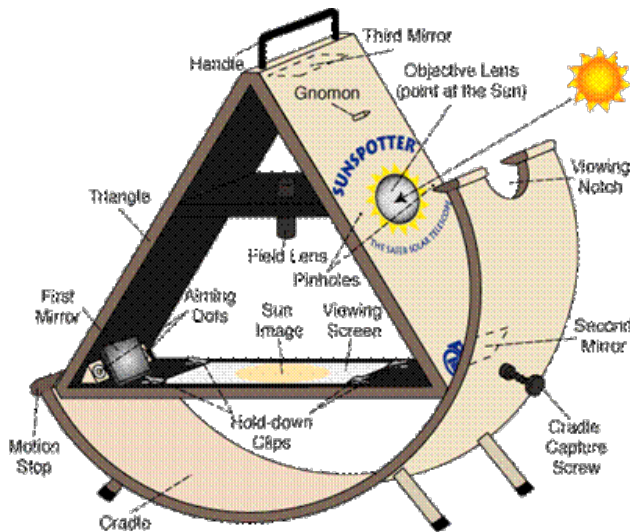
### Vær med der det skjer

Ved Andøya Rakettskytefelt eksisterer det en vell av bakkebaserte instrumenter knyttet til laserobservatoriet ALOMAR. Noen av disse overfører data rett til nett, så alle med en internettkobling kan være med å lese av og tolke data. På NAROMs hjemmesider finner du veiledninger og oppgaver knyttet til bruken av disse instrumentene, og vi jobber stadig med nye måter å bruke dataene på. I tillegg har vi oppgavesett som går ut på å bruke rykende ferske data fra hele Norge, internasjonalt og til og med målinger fra satellitter.

### Hvordan bli en rakettforsker

NAROM har mange oppgaver knyttet til romteknologilinjen på Andenes videregående skole. I denne sammenheng har vi med støtte fra Utdanningsdirektoratet utviklet læremidler som finnes på [www.ndla.no](http://www.ndla.no) (se i menyen under Elektrofag). Nettressursen omfatter de fire programfagene romteknologi og satellitteknikk,

# ROMFORSKNING



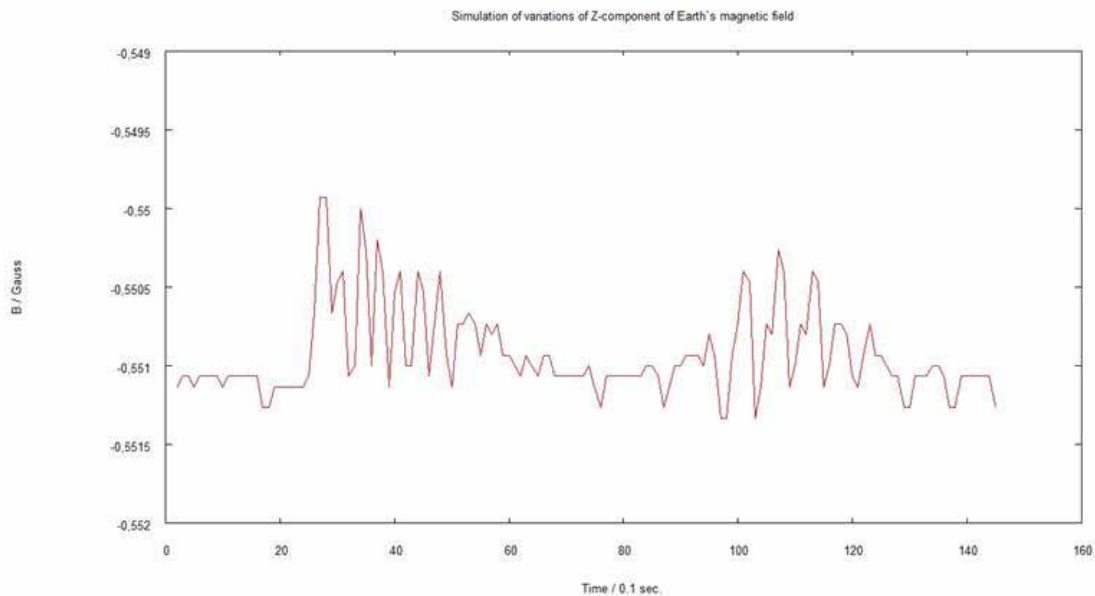
telemetri, romfysikk, fjernanalyse og GIS. Her kan elever finne fagstoff og oppgaver primært rettet mot romteknologi Vg3, men kanskje også ressurser for naturfag, fysikk, geografi og geofag?

## Noen enkle øvelser for avslapning og velvære

Hvis du ønsker å gå ut over det vanlige pensumet når det gjelder romfart, har vi samlet et knippe enkle øvelser som illustrerer mange av prinsippene bak romfart og romobservasjon. Disse kan du finne på: <http://bit.ly/ibnYt7>.

## Trenger du mer?

Om du ønsker enda mer, kan vi naturligvis komme og fortelle om romfart i Norge. I tillegg har vi oversikt over gode foredragsholdere fra Norsk Romsenter ([www.romsenter.no](http://www.romsenter.no)) og andre eksperter på romfart og verdensrommet i Norge. Har du spørsmål eller tilbakemelding kan vi lett nås via [www.narom.no](http://www.narom.no).



## Forskerfrøkonferansen 2011

**Den 3. Forskerfrøkonferansen ble arrangert 7. og 8. februar i Oslo. Konferansen er en nasjonal naturfagkonferanse med fokus på barnehage og er et samarbeid mellom Naturfagsenteret og Utdanningsforbundet. Ca 250 deltakere fra barnehagesektoren og høyskolesystemet delte to innholdsrike dager.**

Årets konferanse hadde "småkryp" som tema, med innlegg som "Magiske smådyr over og under vann", "Uønskede dyr i barnehagen" og "Sosiale insekter; maur og veps". I tillegg var det "fysikkeksperimenter" ved Kari Holter og Guri Langholm. Guri og Kari har etterhvert blitt fast innslag med sin eksperimentelle lek. Årets foredrag het "Bøllete bevegelser". Her var det mange enkle og utfordrende aktiviteter til glede og frustrasjon.



**Kari Holter og Guri Langholm i foredrag om "Bøllete bevegelser"**



**Elisabeth Tverre fra Benterud barnehage og Pia M. Karlsen fra Trosvik barnehage mottar Forskerfrøprisen**

Forskerfrøkonferansen åpnet med utdeling av Forskerfrøprisen på 5000 kr for beste bilde og praksisfortelling av barn i forskersituasjon. Det blir ny Forskerfrøprisutdeling neste år og Naturfagsenteret ønsker seg mange bidrag til konkurransen. Les mer på [www.naturfagsenteret.no/barnehage](http://www.naturfagsenteret.no/barnehage)

Neste års konferanse vil ha naturfag og språk som hovedtema.

Les mer om Naturfagsenterets satsing på barnehage her: [www.naturfagsenteret.no/barnehage](http://www.naturfagsenteret.no/barnehage). Her finner dere mange av foredragene fra årets konferanse, aktiviteter og atlas som passer for barnehage.





## Forskerfrøprisen 2011

**Vinnerene av Forskerfrøprisen 2010 er kåret: Pia M. Karlsen ved Trosvik barnehage og Elisabeth Tverre ved Benterud barnehage vant med flotte bilder og tekster.**

Konkurransen går ut på å ta et eller flere bilder av en forskerfrøsituasjon i barnehagen. I tillegg til bildene skal det skrives en kort beskrivelse av situasjonen. Juryen for konkurransen har bestått av fem personer fra Naturfagsenteret og Høgskolen i Oslo. Det kom inn 25 gode bidrag fra hele landet. Det ble kåret to vinnere:

### Pia M. Karlsen ved Trosvik barnehage



Gutt på 1 1/2 år studerer såpebobler

#### Juryens begrunnelse

Pia M. Karlsen har tatt et blinkskudd av et bilde som viser undring og nysgjerrighet hos en av de yngste barna i barnehagen. Eksperimentering med vann og skum gir nye erfaringer til en regnværsdag

### Elisabeth Tverre ved Benterud barnehage



Barn som forsker på epler

#### Juryens begrunnelse

Elisabeth Tverre har tatt flotte bilder og laget en god beskrivelse av en aktivitetsdag med epler. Hun har tatt utgangspunkt i barnas nysgjerrighet og utforskertrang og fulgt opp med spennende og utforskende aktiviteter.

### Priser

Prisene ble delt ut under Forskerfrøkonkurransen 7. februar 2011 i Oslo, og vinnerne fikk 5000 kr hver. Vi gratulerer!

## Om Naturfagsenteret

### Vet du hva Naturfagsenteret kan tilby deg?

På naturfag.no finner du undervisningsopplegg, aktiviteter og bakgrunnsstoff, og viten.no tilbyr gratis nettbaserte læringsressurser i naturfag, de fleste for ungdomstrinn og videregående skole. Den naturlige skolesekken er et prosjekt for satsing på natur, miljø og bærekraftig utvikling, mens Lektor 2-ordningen har som formål å fremme realfagene på ungdomstrinnet og videregående ved at fagpersoner fra arbeidslivet involveres i undervisningen. På miljolare.no finner du aktiviteter som elever kan gjøre i nærområdene, mens kartiskolen.no er et gratis webatlas med grunnkart og temakart for bruk i mange fag. Mer om vår virksomhet finner du på [www.naturfagsenteret.no](http://www.naturfagsenteret.no).

Naturfagsenteret har forskningsprosjekter knyttet til læringsressurser og arbeidsmetoder i naturfag, og disse kan du lese om på [www.naturfagsenteret/forskning](http://www.naturfagsenteret/forskning).

Har du spørsmål om naturfagundervisning, kan du sende en e-post til [post@naturfagsenteret.no](mailto:post@naturfagsenteret.no). Vi kan også sende deg flyerene som er vist på disse sidene.

**Naturfagsenteret**

Naturfagsenterets mål er å styrke kompetansen i og motivasjon for naturfag hos elever og lærere. Dette skal gjøres ved å utvikle og forbedre innhold og metode gjennom forsknings-, forsøks- og utviklingsprosjekter.

Forskningen på Naturfagsenteret er klasseomnær og knyttet til gode lærings- og arbeidsmåter i naturfag, rekruttering og vurdering. Sentrale prosjekter er Forskerføtter og Leserøtter, Geoprogrammet og re:K.rutt.

Våre tidsskrifter Naturfag, Nordina og KIMEN er gratis. Tegn abonnement ved å sende en e-post til: [post@naturfagsenteret.no](mailto:post@naturfagsenteret.no).

**NATURFAGSENTERET**  
NASJONALT SENTER FOR NATURFAG I OPPLÆRINGEN

Her tilbyr:

- [www.naturfagsenteret.no](http://www.naturfagsenteret.no)
  - informasjon om senterets virksomhet
- [www.naturfag.no](http://www.naturfag.no)
  - nettsted for lærere med læringsressurser og undervisningsmetoder
- [www.viten.no](http://www.viten.no)
  - undervisningsprogrammer i naturfag for elever i grunnskolen og vgs
- [www.miljolare.no](http://www.miljolare.no)
  - aktiviteter som elever kan gjøre i nærområdene og registrere på nett
- [www.naturesekken.no](http://www.naturesekken.no)
  - elever og lærere skal bruke miljøer utenfor skolen som læringsarena
- [www.kartiskolen.no](http://www.kartiskolen.no)
  - webatlas som tilbyr oppdaterte norske kart og mange temalag

**Konferanser:**  
**Naturfagskonferansen**

- med lærere og lærerutdannere som målgruppe

**Forskerføtterkonferansen**

- med ansatte i barnehager som målgruppe



Naturfagsenteret er et nasjonalt ressursenter for opplæringen i naturfag i barnehage, grunnskolen og lærerutdanningen.

[www.naturfagsenteret.no](http://www.naturfagsenteret.no)  
E-post: [post@naturfagsenteret.no](mailto:post@naturfagsenteret.no)  
Tlf: 22 85 53 37  
Adresse: Postboks 1106 Blindern, 0317 Oslo



Naturfagsenteret er et nasjonalt ressursenter for opplæringen i naturfag i barnehage, grunnskole og lærerutdanning.

Målet er å styrke kompetansen i og motivasjon for naturfag hos elever og lærere. Dette skal gjøres ved å utvikle og forbedre innhold og metode gjennom forsknings-, forsøks- og utviklingsprosjekter.

### Våre nettsteder

[naturfagsenteret.no](http://naturfagsenteret.no)  
senterets virksomhet

[naturfag.no](http://naturfag.no)  
ressurssted for lærere

[viten.no](http://viten.no)  
ressurser for elever

[miljolare.no](http://miljolare.no)  
bærekraftig fokus

[kartiskolen.no](http://kartiskolen.no)  
webatlas for skole

[naturesekken.no](http://naturesekken.no)  
nærmiljøet som klasserom

[lektor2.no](http://lektor2.no)  
arbeidsliv møter klasserom

### Våre tidsskrifter



### Konferanser

**Naturfag-**  
**konferansen**

**Forskerføtter**  
**for barnehage**

### Forskning

Klasseromsnær forskning knyttet til gode lærings- og arbeidsmåter i naturfag, rekruttering og vurdering. Sentrale prosjekter er Forskerføtter og Leserøtter, Geoprogrammet og re:K.rutt.

## Soppspillet

Til høsten kommer alle soppentusiasters store gavepakke, – et brettspill og digitalt spill om sopp. Og er du ikke sopp-entusiast, så blir du det sikkert nå!

Spillet er et brettspill med terninger og kort. Spillerne skal svare på spørsmål om spiselige og giftige sopper. Den som klarer å svare riktig på spørsmålene, beholder kortet. Har du samlet fire spiselige sopp-kort og kommer først i mål er du vinner.



Underveis får du kort som hindrer deg eller gir deg fordeler i spillet: ”Du har lagt fluesopp i kurven og må gi fra deg alle kortene dine” eller ”Du har spist matpakken din og føler deg kjempesprek. Gå til en selvvalgt rute på brettet.”

Dette er et spill for de som har lyst til å lære mer om sopp eller synes sopp er morsomt. Målet er at vi skal få økt kunnskap om sopp. Spillet passer for elever på barnetrinn, ungdomstrinn og videregående skole.

Til spillet følger et soppatlas og begrepsoversikt. Vi lager også en digital versjon av spillet.

Mer informasjon om spillet blir lagt ut på [www.naturfag.no](http://www.naturfag.no).

### Den naturlige skolesekken

Den naturlige skolesekken er en nasjonal satsing som skal bidra til å utvikle nysgjerrighet og kunnskap om fenomen i naturen, bevissthet om helse og miljø, og et engasjert barn som eleven og lærer i samarbeid. Dette innebærer også samarbeid mellom og mellom skole og hjem som fremmer helse og miljø.

Den naturlige skolesekken består av tre deler som vil bidra til å utvikle barns kompetanse, undervisning og læring i skolen:

- Samarbeid med lokale aktører som lokale problemstillinger for å fremme utdanning for bærekraftig utvikling
- Utdanning om miljø og helse i skolen
- Utdanning om miljø og helse i skolen

Skole som ønsker å delta med prosjekt (DMS), kan søke om midler innenfor prosjektet på [www.naturfag.no](http://www.naturfag.no). Skoler kan få støtte og veiledning fra Naturfagssenteret og fra samarbeidspartner (DMS).

Den naturlige skolesekken er et samarbeidsprosjekt mellom Olye og energipartnernet og Naturfagssenteret. Prosjektet er finansiert av Olye og energipartnernet og Olye og energipartnernet.

Skole som ønsker å delta med prosjekt (DMS), kan søke om midler innenfor prosjektet på [www.naturfag.no](http://www.naturfag.no). Skoler kan få støtte og veiledning fra Naturfagssenteret og fra samarbeidspartner (DMS).

### Energiskolene

Energiskolene er et samarbeidsprosjekt mellom Olye og energipartnernet og Naturfagssenteret. Prosjektet har til hensikt å gi elever videregående skole kunnskap om lokale energiproduksjon og energibruke. Elevene skal bruke energibudfor som læringsredskap og på den måten utvikle kompetanse om lokale energiproduksjon og energibruke. Elevene skal utvikle utdanning og kompetanse om lokale energiproduksjon og energibruke. Prosjektet har utgangspunkt i eksisterende læreplaner.

Skole som ønsker å delta med prosjekt (DMS), kan søke om midler innenfor prosjektet på [www.naturfag.no](http://www.naturfag.no). Skoler kan få støtte og veiledning fra Naturfagssenteret og fra samarbeidspartner (DMS).

Energiskolene er et samarbeidsprosjekt mellom Olye og energipartnernet og Naturfagssenteret. Prosjektet er finansiert av Olye og energipartnernet og Olye og energipartnernet.

Skole som ønsker å delta med prosjekt (DMS), kan søke om midler innenfor prosjektet på [www.naturfag.no](http://www.naturfag.no). Skoler kan få støtte og veiledning fra Naturfagssenteret og fra samarbeidspartner (DMS).

### Forskning på utdanningsvalg

Hva er viktig når ungdom velger realfag/utdanning? Hvilken betydning har rollemodeller? Hvilke rekrutteringsfaktorer nytter? Hvem er jentene som velger realfag med lav kvinneandel?

Kontakt oss eller besøk vår nettside!

[www.naturfagssenteret.no/forskning](http://www.naturfagssenteret.no/forskning)

## BOKOMTALE

# Alt er kjemi –men kjemi er ikke alt

## Ny populær bok om verden sett fra noen sentrale molekyler.

Apoteker Harald Thaulow (1815-81) var en original person. Han ga for snart 140 år siden omtrent en professorlønn til universitet. Pengene er siden forvaltet i et legat som bl. a. har vært brukt til en pris til den som har bidratt til *å gjøre vitenskapens resultater kjent for allmennheten*. I 2011 ble prisen gitt til professor em. Arvid Mostad for mer enn tretti populærvitenskapelige artikler i tidsskriftet *Kjemi*. Artiklene er godt skrevet, faglig korrekte, og alle er interessante og morsomme.

Arvid Mostad har undervist i kjemi på Universitetet i Oslo i mange år. I sin forskning har han bestemt strukturen av en rekke viktige, mindre molekyler av biologisk betydning. Han sier at grunnen til at han har skrevet artiklene er en livslang interesse for kjemi og den rollen faget spiller både for samfunnsutviklingen og hver enkelt av oss. Han hevder at det er ikke mangelen på kunnskap i kjemi som er det mest beklagelige i vårt samfunn, men mangelen på kunnskap om kjemi og den rollen dette faget har spilt i hundrevis av år. Kanskje skyldes det måten kjemi undervises på i skolen. Det virker som om svært få har noen forståelse for at kjemien angår dem til daglig. Han har også et ønske om å informere om stoffer som mange bruker til skade både for seg selv og samfunnet. *Kjemi* et fantastisk spennende fag som foruten det industrielle aspektet tilbyr innsikt i det biologer, farmasøyter og medisinerere driver med.

Universitetsforlaget har bestemt at artiklene skal samles og utgis i en bok med tittelen *Alt er kjemi* med den litt underfundige undertittelen *Men kjemi er ikke alt*. Boken kommer i august, i fire farger og rikt illustrert. Utgivelsen støttes av Naturfagsentret og Thaulowlegatet.

- **Tittel:** Alt er kjemi
- **Forfatter:** Arvid Mostad
- **ISBN:** 978-82-1501-882-9
- **Sideantall:** 280
- **Innbinding:** Heftet
- **Pris:** 399,-

# Kjemi for lærere

Boka er skrevet for kjemiundervisning i grunnskolelærerutdanningen. Den henvender seg også til naturfaglærere som ønsker å styrke sin kjemikompetanse. Bokas innhold følger Nasjonale retningslinjer for naturfag 5. - 10. trinn (2010) og de konkretiseringer som er gitt av Nasjonalt nettverk for naturfagutdanning. Hensikten med dette er å beskrive et kjernestoff i naturfag som er felles for alle lærerutdanningsinstitusjoner. Denne boken omhandler kjernestoffet i kjemidelen av naturfaget.



I *Kjemi for lærere* er den grunnleggende kjemien knyttet opp mot dagliglivets kjemi, og det er gitt tips av praktisk og fagdidaktisk art. Boken er rikt illustrert. Hvert kapittel avsluttes med oppgaver med fasit og forsøk. Boken gir også en oversikt over løsninger som brukes i forsøkene og hvordan løsningene skal merkes.

## Om forfatterne

Merete Hannisdal er førstelektor ved Høgskolen i Oslo og Akershus, fakultet for lærerutdanning. Hun har lang erfaring fra undervisning i naturfagene i grunnskole, videregående skole og lærerutdanning. Hannisdal er medforfatter av naturfagverket *Eureka!* (Gyldendal), læreverket *Kjemien stemmer* (Cappelen) og *Kjemi fagdidaktikk* (Høyskoleforlaget).

Vivi Ringnes er dr. scient. i kjemididaktikk. Hun har undervist i naturfagene i skolen og arbeidet ved Skolelaboratoriet i kjemi og Institutt for lærerutdanning og skoleutvikling ved Universitetet i Oslo. Ringnes har skrevet flere fagbøker og er medforfatter av læreverket *Kjemien stemmer* (Cappelen) og *Kjemi fagdidaktikk* (Høyskoleforlaget).

Merete Hannisdal (Merete.Hannisdal@lui.hio.no) kan kontaktes for spørsmål av faglig art, og forlaget ved Beate Molander (beate.molander@gyldendal.no) kan kontaktes for andre spørsmål.

Boka foreligger til bruk til studiestart høsten 2011. Bøkene *Fysikk for lærere* og *Biologi for lærere* foreligger også til studiestart.

## En coctail av kjemikalier    Science in school



- Av Svein Stølen
- Cappelen Damm
- Utgis sommeren 2011

Dette er boka for alle som har et ubevisst forhold til det vi omgir oss med i dagliglivets kjemiske verden.

Kjemi er også litt magi. Det er ikke dumt å vite litt om hva som skjuler seg i flasker og bokser vi har på for eksempel badet, kjøkkenet og vaskerommet. Men også skiturens gleder med godt feste kontra elendig feste, goretexjakke og solbriller består av mye morsom kjemi. Antirynkekremer er effektive sier reklamen, men hvor effektive er de? Hva skjer når far setter en brøddeig, mor skjærer løk eller minstemann popper popkorn? Og hva slags stoffer er nå etanol og koffein? Den som er nysgjerrig på forelskens rødme eller viagra kan kanskje også finne et svar.



Dette tidsskriftet har som visjon å fremme inspirerende naturfagundervisning på tvers av landegrensene i Europa ved å oppfordre til god kommunikasjon mellom lærere, forskere og andre som er opptatt av naturfagundervisning. Magasinet knytter sammen land og ulike fagdisipliner ved å fremme gode undervisningsopplegg og nyskapende forskning innenfor biologi, fysikk, kjemi, geofag, teknologi og medisin. Av innholdet kan nevnes undervisningsopplegg, intervju med engasjerte lærere og unge forskere, omtale av læringsressurser og aktuelle arrangementer for målgruppen.

Science in school kommer ut 4 ganger i året, og det er gratis å abonnere. Språket er engelsk og det utgis av EIROforum med støtte fra EU.

Nettsiden [www.scienceinschool.org](http://www.scienceinschool.org) inneholder mye aktuelt stoff for naturfaginteresserte, og det er fri tilgang til denne nettsiden. Her finner du også informasjon om hvordan du kan tegne abonnement på tidsskriftet.

## Mange erfaringer i mange rom



- Av Merethe Frøyland
- 201 sider
- kr 225,-
- ISBN: 978-82-7935-295-2
- Abstrakt forlag

Er det slik at museumspedagoger glemmer elevenes faglige utbytte i sin iver etter å tilfredsstille lærerens behov for å etterkomme lærerplanens krav? Forfatter Merethe Frøyland har doktorgrad i naturfagsdidaktikk og har i lang tid arbeidet med museumspedagogikk. Det er med bakgrunn i denne lange erfaringen at hun stiller disse spørsmålene til leseren. I boka "Mange erfaringer i mange rom" gir hun både teori og praktiske eksempler på hvordan naturen og museer kan benyttes for å fremme læring og forståelse hos elevene.

### Boka er tredelt og innledes av to teorkapitler

I kapittel 1 gir forfatteren en teoretisk begrunnelse for å gi elever mange erfaringer.

Alle vet at elever er ulike. Forfatteren benytter blant andre Howard Gardners teorier om multiple intelligenser til å beskrive ulikhetene vi finner i en klasse. Frøyland anbefaler å benytte ulike "entry points". Alle temaer kan belyses fra en fortellende-, numerisk-, logisk-, eksistensiell-, estetisk-, praktisk- og en interpersonlig tilnærming. Hun bruker teorien om platetektonikk som utgangspunkt for å eksemplifisere ulike innfallsvinkler.

Det neste kapitlet dreier seg om det pedagogiske rammeverket Teaching for Understanding som også bygger på teorien om multiple intelligenser. Elevenes forståelse må være sentralt for undervisningen. Fire sentrale elementer ansees som viktige i dette pedagogiske rammeverket:

1. Valgt tema må oppleves som sentralt for både lærer og elev
2. Elevene må kjenne til hva som er målet for undervisningen
3. Elevene må gjennomføre aktiviteter som fremmer forståelse
4. Prosessen må evalueres underveis og til slutt

Leseren inviteres til å spørre seg selv: Kan elevene gjennomføre aktiviteten uten å forstå? Dessverre er det nok en del aktiviteter som gjennomføres både på museum og i skolen uten å oppnå forståelse. Også her benytter forfatteren tema platetektonikk som eksempler. Dette har nok sin bakgrunn i at forfatteren er geolog, men det fungerer godt som et eksempel for lærere som skal undervise i dette på mellomtrinnet – særlig oss som ikke har ferdypning i geologi.

Del to omhandler museer og naturen som læringsmiljø. Hva er unikt med naturen og museer som læringsarena? Hva kan de gi elevene som skolen alene ikke kan? Frøyland argumenterer mot de kjente innvendingene lærerne har til å bruke naturen eller museer som læringsarena. Mange hevder at læringsutbyttet av et museumsbesøk/skogstur er lite, at transportutgiftene er for store og at reiser ut av skolen vil være for tidkrevende. Frøyland imøtekommer disse argumentene i kapittel 5. Hun hevder at undervisning ute vil gi en annen kontekst for undervisningen og at det vil være lettere å nøyansere temaet. Det er en kjent sak at samtalemønsteret mellom lærer og elev endrer seg ute og at stille elever blir mer synlige. Det siste er også noe enhver museumspedagog har opplevd. En opplagt fordel ved å være i naturen er at det gir mer fysisk aktive elever. Det er også grunn til å minne om at museumspersonalet kan representere kunnskap som skolen eller læreren ikke har selv.

Den siste delen gir konkrete eksempler på integrering av varierte læringsaktiviteter på ulike læringsarenaer.

Boka har en enkel språkdrakt og er lettlest til tross for stor referansetetthet – les teoritung. Forfatteren viser på en god måte hvorfor og hvordan natur og museum kan brukes med godt utbytte for eleven. Boka "Mange erfaringer i mange rom" kan med fordel leses av både museumspedagoger som ønsker å øke kvaliteten på elevers museumsbesøk og lærere som ønsker å styrke sin egen undervisning med tanke på elevenes forståelse.

## Klasserommet utenfor

### Tilpasset opplæring i et utvidet læringsrom



- Av Arne Nikolaisen Jordet
- 400 sider
- kr 468,-
- ISBN: 978-82-0228-62-9
- Cappelen Akademisk Forlag

I denne boka viser Arne N. Jordet hvordan skolens fysiske og sosiale omgivelser kan brukes som ressurs i opplæringen. Med bakgrunn i kunnskapsteori, dannelsesteori, læringsteori og læreplanteori argumenterer han for betydningen av å skape et utvidet læringsrom i opplæringen ved å etablere et samspill mellom læringsaktiviteter i og utenfor klasserommet. Bare da vil det være mulig å få den variasjon i opplæringen som læreplanen forutsetter og som omtales som et kjennetegn ved tilpasset opplæring. Med bakgrunn i eksempler fra norsk skole og forskning på området viser han hvordan elever og lærere i dette utvidete læringsrommet får de rammebetingelsene de trenger for å kunne arbeide med alle skolens fag på en mer autentisk og meningsfull måte.

Forfatterens hovedbudskap er at det ikke vil være mulig å realisere fellesskolens dannelsesambisjoner, slik disse er formulert i Opplæringslovens formålsparagraf og i skolens læreplan, uten å ta i bruk skolens omgivelser som ressurs i opplæringen. Boka henvender seg til studenter, pedagoger og forskere i lærerutdanningene ved høyskoler og universiteter og til lærere, skoleledere og skolepolitikere.

Arne Nikolaisen Jordet er førsteamanuensis ved Høgskolen i Hedmark, Avdeling for lærerutdanning og naturvitenskap. Jordets forskningsarbeid har vært rettet mot læringsprosesser utenfor klasserommet, det som i norsk skole ofte omtales som uteskole. Han har vært medlem av en ressursgruppe som har bistått Naturfagsenteret med å implementere Den naturlige skolesekken i norsk skole.

## Forskerfrøboka



- Av Guri Langholm (red.), Inger Hilmo, Kari Holter, Anne Lea og Kari Synnes
- Fagbokforlaget
- ISBN 978-82-450-0957-6
- 379,-
- 255 sider

Går det an å bygge med luft? Et luftsloft? Kan vi kaste et blikk? Hvor langt i tilfelle? Har edderkoppene bare bein og ingen armer? Barn undrer seg over mye i naturen og i omgivelsene rundt dem.

Forskerfrøboka gir eksempler på hvordan personalet i barnehagen kan ta utgangspunkt i barns nysgjerrighet, stimulere barns interesser og tilrettelegge for opplevelser og erfaringer i naturen.

Boka inneholder fagstoff om naturen, arbeidsmåter i naturfag og kommer med praktiske eksempler og forslag til aktiviteter. Tradisjonelle tema som økologi, lys, lyd, luft og vann blir behandlet. I tillegg kommer en enkel innføring i geologi gjennom et steinprosjekt tilpasset arbeid i barnehagen. Bruk av natur og nærmiljø i det daglige pedagogiske arbeidet blir vektlagt. I forlengelsen av dette berøres tverrfaglige perspektiver som barns kreativitet, språkutvikling og medvirkning.

Forskerfrøboka er aktuell som pensumbok for førskolelærerstudenter eller andre profesjonsutøvere som ønsker å bli kjent med hva naturfag i barnehagen kan være.

Guri Langholm (red), Inger Hilmo, Kari Holter og Kari Synnes er alle høgskolelektorer i naturfag ved førskolelærerutdanningen, Høgskolen i Oslo, Avdeling for lærerutdanning og internasjonale studier. Anne Lea er førsteamanuensis i naturfag ved Naturfagsenteret ved Universitetet i Oslo.

## VERDENS STØRSTE NATURFAGSTIME!

Den 15. juni samles tusenvis av norske elever og lærere i Bø Sommarland, Skandinavias største vannpark. Det gjør de ikke bare for å bade, men for å sette to nye verdensrekorder: Flest samtidige cola-mentos-fontener, og verdens største naturfagstime.

### Du er invitert!

Alle landets elever og lærere i 7.-10. klasse er invitert, og påmeldingen er åpen så lenge det er ledige plasser. Meld på skolen din i dag, på [VANNvittigNaturfag.no](http://VANNvittigNaturfag.no).

### Gratis

Det er helt gratis for skolen å være med på VANNvittig Naturfag. Takket være støtte fra Forskningsrådet, Bø Sommarland og sponsorer koster det ikke skolen en krone å delta. Reisen må dog skolene dekke selv, eller få sponset ved hjelp av sponsorbrevet som finnes på nettsidene.

### Innhold

Elevene vil deles inn i grupper, og hver person får tildelt en realfaglig yrkestittel som blir viktig for prosjektet. Gruppene vil deretter få tilbud om enkle og tøffe oppdrag som kan løses i klasserommet i forkant av naturfagdagen. Viktigst er likevel oppdragene i Bø Sommarland 15. juni. Læreren står fritt til å velge hvilke av utfordringene klassen får bryne seg på, og det blir plenty med tid til bading og moro. Enkelte oppdrag krever faktisk at man kjører attraksjoner i parken. Alle oppdragene er knyttet til kompetansemål i læreplanen.

### Naturfagtime

På slutten av dagen samles alle i Bø Sommarlands store, naturlige amfi. Det er tid for verdensrekorder. Ledet av NRK-fysiker Andreas Wahl deltar alle i en naturfagstime utenom det vanlige. Andreas lover store smell, flyvende poteter og en svær, kunstig sky. Naturfagstimen avsluttes med et forsøk på over 2500 samtidige cola-mentos-fontener.

### Kommer du?

