



At læse det periodiske system

LINE MØLLER DAUGAARD, DOCENT, PH.D., VIA UC, SABAH CHARIF, LÆSEVEJLEDER, PIA OTTESEN, DANSKLÆRER OG FRANK RIEBER, FYSIK/KEMILÆRER PÅ SØNDERVANGSKOLEN I AARHUS

Fagundervisningen i udskolingen stiller store krav til eleverne, både fagligt og sprogligt. Det gælder ikke mindst i det flersprogede klasserum, hvor det sproglige fundament for den faglige udvikling for mange tosprogede elevers vedkommende er et andetsprog, som de fortsat er i gang med at tilegne sig.

Afsættet for denne artikel er et undervisningsforløb gennemført i et tværfagligt samarbejde mellem fagene dansk og fysik/kemi i 7. klasse på Søndervangskolen i Aarhus. Undervisningsforløbet har vi i fællesskab planlagt, gennemført og evalueret som et led i forsknings- og udviklingsprojektet *Tegn på sprog – tosprogede elever lærer at læse og skrive*, hvor forskere og lærere samarbejder om at udvikle literacyundervisningen i flersprogede klasserum (se fx Laursen, 2012 for en nærmere beskrivelse af projektet).

I undervisningsforløbet satte vi fokus på det periodiske system, som vi anlagde et dobbelt perspektiv på. På den ene side nærmede vi os det periodiske system fra et fysik-/kemifagligt perspektiv med fokus på dets organisering og systematisering af naturfaglig viden om verden. Men sideløbende hermed nærmede vi os det periodiske system fra et læsestrategisk perspektiv, hvor vi angreb det periodiske system som en kompleks multimodal tekst, der stiller sin læser over for store udfordringer. I denne artikel fortæller vi om vores erfaringer fra undervisningsforløbet med særligt fokus på, hvor-

dan vi gennem fokuserede læseopgaver knyttet til tekststrukturen i det periodiske system skabte grundlag for aktiv læsning og positive naturfaglige læseoplevelser blandt eleverne i 7. klasse.

I undervisningsforløbet satte vi fokus på det periodiske system, som vi anlagde et dobbelt perspektiv på.

Tekst og tekstlæsning i naturfagsundervisningen i det flersprogede klasserum

Flere undersøgelser peger på, at der knytter sig udfordringer til den skriftlige og tekstlige side af skolens naturfagsundervisning. I en canadisk undersøgelse sætter Patricia Rowell og Margaretha Ebbers fokus på tilgængeligheden af det, de kalder *skriftlige ressourcer* i naturfagsundervisningen (Rowell & Ebbers, 2004). Rowell og Ebbers finder, at praktiske aktiviteter udgør den bærende del af naturfagsundervisningen, og at eleverne kun sjældent oplever, at skriftlige ressourcer kan udgøre en primær kilde til information (Rowell & Ebbers, 2004, s. 217). I en dansk sammenhæng har Helle Pia Laursen beskrevet en lignende usikkerhed i forhold til inddragelsen af skriftlige ressourcer i fysikundervisningen i udskolingen (Laursen, 2004, s. 22).

GRUNDSTOFFERNES PERIODISKE SYSTEM

1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18

1 H Brint 1.008

2 He Helium 4.0026

3 Li Lithium 6.94

4 Be Beryllium 9.0122

5 B Bor 10.81

6 C Carbon 12.011

7 N Kvælstof 14.007

8 O Ilt 15.999

9 F Fluor 18.998

10 Ne Neon 20.180

11 Na Natrium 22.990

12 Mg Magnesium 24.305

13 Al Aluminium 26.982

14 Si Silicium 28.085

15 P Fosfor 30.974

16 S Svovl 32.06

17 Cl Klor 35.45

18 Ar Argon 39.948

19 K Kalium 39.098

20 Ca Calcium 40.078

21 Sc Scandium 44.956

22 Ti Titan 47.867

23 V Vanadium 50.942

24 Cr Krom 51.996

25 Mn Mangan 54.938

26 Fe Jern 55.845

27 Co Kobolt 58.933

28 Ni Nikkel 58.693

29 Cu Kobber 63.546

30 Zn Zink 65.38

31 Ga Gallium 69.723

32 Ge Germanium 72.630

33 As Arsen 74.922

34 Se Selen 78.971

35 Br Brom 79.904

36 Kr Krypton 83.798

37 Rb Rubidium 85.468

38 Sr Strontium 87.62

39 Y Yttrium 88.906

40 Zr Zirkonium 91.224

41 Nb Niobium 92.906

42 Mo Molybdæn 95.95

43 Tc Technetium (98)

44 Ru Ruthenium 101.07

45 Rh Rhodium 102.91

46 Pd Palladium 106.42

47 Ag Sølv 107.87

48 Cd Cadmium 112.41

49 In Indium 114.82

50 Sn Sten 118.71

51 Sb Antimon 121.76

52 Te Tellur 127.60

53 I Jod 126.90

54 Xe Xenon 131.29

55 Cs Cesium 132.91

56 Ba Barium 137.33

57-71

57 Hf Hafnium 178.49

58 Ta Tantal 180.95

59 W Wolfram 183.84

60 Re Rhenium 186.21

61 Os Osmium 190.23

62 Ir Iridium 192.22

63 Pt Platin 195.08

64 Au Guld 196.97

65 Hg Kviksølv 200.59

66 Tl Thallium 204.38

67 Pb Bly 207.2

68 Bi Bismuth 208.98

69 Po Polonium (209)

70 At Astat (210)

71 Rn Radon (222)

72 Hf Hafnium 178.49

73 Ta Tantal 180.95

74 W Wolfram 183.84

75 Re Rhenium 186.21

76 Os Osmium 190.23

77 Ir Iridium 192.22

78 Pt Platin 195.08

79 Au Guld 196.97

80 Hg Kviksølv 200.59

81 Tl Thallium 204.38

82 Pb Bly 207.2

83 Bi Bismuth 208.98

84 Po Polonium (209)

85 At Astat (210)

86 Rn Radon (222)

87 Fr Francium (223)

88 Ra Radium (226)

89-103

89 Rf Rutherfordium (261)

90 Db Dubnium (268)

91 Sg Seaborgium (266)

92 Bh Bohrium (264)

93 Hs Hassium (277)

94 Mt Meitnerium (268)

95 Ds Damsstadium (281)

96 Rg Røntgenium (282)

97 Cn Copernicium (285)

98 Nh Nihonium (286)

99 Fl Flerovium (289)

100 Mc Moscovium (290)

101 Lv Livermorium (293)

102 Ts Tennessine (294)

103 Og Oganesson (294)

6 57 La Lanthan 138.91

58 Ce Cerium 140.12

59 Pr Praseodym 140.91

60 Nd Neodym 144.24

61 Pm Promethium (145)

62 Sm Samarium 150.36

63 Eu Europium 151.96

64 Gd Gadolinium 157.25

65 Tb Terbium 158.93

66 Dy Dysprosium 162.50

67 Ho Holmium 164.93

68 Er Erbium 167.26

69 Tm Thulium 168.93

70 Yb Ytterbium 173.05

71 Lu Lutetium 174.97

7 89 Ac Actinium (227)

90 Th Thorium 232.04

91 Pa Protactinium 231.04

92 U Uran 238.03

93 Np Neptunium (237)

94 Pu Plutonium (244)

95 Am Americium (243)

96 Cm Curium (247)

97 Bk Berkelium (247)

98 Cf Californium (251)

99 Es Einsteinium (252)

100 Fm Fermium (257)

101 Md Mendelevium (258)

102 No Nobelium (259)

103 Lr Lawrencium (260)

For grundstoffer uden nogen stabile isotoper gælder massen for isotopen med den længste halveringstid.

Design Copyright © 2017 Michael Davah (michael@davah.com). For a full interactive version with orbitals, isotopes, compounds, and free printouts, visit <http://www.ptable.com/>

Det periodiske system, hentet på <http://www.ptable.com/Images/periodiske%20system.png>. Design Copyright © Michael Davah.

Tilsvarende erfaringer havde man på Søndervangskolen forud for undervisningsforløbet. Det var lærernes vurdering, at der i fysik-/kemiundervisningen i overvejende grad var fokus på praktisk arbejde båret af mundtlighed, men mindre opmærksomhed på systematisk arbejde med skriftlighed både i forhold til at læse naturfaglige tekster og til at skrive i fysik/kemi. Derfor valgte vi i undervisningsforløbet at sætte fokus på måltret og strategisk læsning i fysik/kemi, og vi valgte en specifik naturfaglig tekst, nemlig det periodiske system som forløbets tekstlige omdrejningspunkt.

Det periodiske system – en kompleks multimodal tekst

Det periodiske system er en oversigt over verdens grundstoffer. Den første udgave af det periodiske system blev udviklet af den russiske naturvidenskabsmand Dmitrij Mendelejev tilbage i 1869. Siden er det periodiske system adskillige gange blevet udvidet og sofistikeret, og det udgør i dag

fortsat en central naturvidenskabelig tekst, der både anvendes i naturvidenskabelig forskning og er at finde i fysik-/kemibøger og i plakatform i skoler over hele verden.

I det periodiske system organiseres naturfaglig viden om verden på højt niveau. Det sker i en kompleks multimodal tekst, der rummer ganske lidt løbende tekst, men til gengæld kommunikerer gennem sammensatte tekstlige strukturer og trækker på en række semiotiske ressourcer som farve, tal og placering. Det periodiske system udgør en kompleks tekst bestående af mere end 100 mindre tekster, én for hvert grundstof, og tilbyder som helhed et overblik over verdens grundstoffer.

En vigtig semiotisk ressource i det periodiske system er bogstaver, som primært optræder i grundstoffernes navne. De fremtræder i systemet som forkortelser bestående af 1-2 bogstaver, hvoraf det første er stort og eventuelle efterfølgende bogstaver er små. 'N' er eksempelvis forkortelsen for nitrogen, 'Ne' for neon. Endnu mere fremtrædende er tal, som både optræder i grundstoffernes atomnumre og i oversigterne over de enkelte grundstoffers elektronkonfiguration. Endelig spiller farve en afgørende rolle i det periodiske system, idet for-

skellige farver bruges til at gruppere grundstoffer med lignende kemiske egenskaber. I det periodiske system herover har alle ædelgasser således turkis farve og rød skrift, mens alkaliske jordmetaller har gul farve og sort skrift.

Det periodiske system udgør således en særdeles kompleks multimodal tekst, der stiller store krav til sin læser.

Anvendelsen af farver hænger tæt sammen med struktur og placering som betydningsskabende ressourcer. Grundstoffernes placering i systemet afspejler de enkelte grundstoffers atomnumre, elektronkonfiguration og gennemgående kemiske egenskaber. Det periodiske system udgør som tekst betragtet en tabel organiseret i rækker og kolonner, der kaldes henholdsvis perioder og grupper. Læses det periodiske system vandret fra venstre mod højre, listes grundstofferne kronologisk efter atomnummer med de laveste numre øverst i systemet og stigende atomnumre, som man bevæger sig nedad i systemet periode for periode, og grundstoffer placeret i samme periode har lignende elektronstrukturer. Samtidig er grundstofferne ordnet i grupper, og læses det periodiske system lodret, ordnes grundstofferne efter kemiske egenskaber. Overordnet er metaller placeret i grupperne til venstre i systemet og ikke-metaller til højre i systemet, og herudover deler grundstoffer placeret i samme gruppe i en vis udstrækning kemiske egenskaber, som desuden signaleres gennem forskellige farver.

Det periodiske system udgør således en særdeles kompleks multimodal tekst, der stiller store krav til sin læser – ikke alene i forhold til den naturfaglige viden, som ligger bag systemets organisering, men i høj grad også hvad angår de læsestrategiske aspekter. Det periodiske system stiller høje krav til læserens evne til at navigere i og orientere sig på tværs af et væld af semiotiske ressourcer og strukturer, og systemet tilbyder en række forskellige mulige læsestier. For at læse og forstå det periodiske system er det derfor afgørende, at eleverne forholder sig aktivt og strategisk til det periodiske system som tekst.

Undervisningsforløbet At læse det periodiske system

Intentionen bag det tværfaglige undervisningsforløb 'At læse det periodiske system' var netop at skabe rammer for en sådan interaktion med det periodiske system. Arbejdsgruppen bag undervisningsforløbet består af forsker Line Møller Daugaard fra VIA University College og tre lærere fra Søndervangskolen: Pia Ottesen, der er dansk-lærer i 7. klasse, Frank Rieper, som er fysisk-/kemilærer i klassen samt læsevejleder Sabah Charif. Vi planlagde i fællesskab et undervisningsforløb bestående af fem moduler, der veksler mellem hold- og klasseundervisning og arbejde i faste arbejdsgrupper bestående af 3-4 elever:

Modul	Tema	Organiseringsform
1	Hvad er det periodiske system, del 1	Holdundervisning i fysiklokalet + arbejdsgrupper
2	Hvad er det periodiske system, del 2	Klasseundervisning + arbejdsgrupper
3	At læse det periodiske system	Klasseundervisning + arbejdsgrupper
4	At læse og skrive om ét grundstof	Primært arbejdsgrupper
5	At formidle viden om et grundstof	Primært arbejdsgrupper

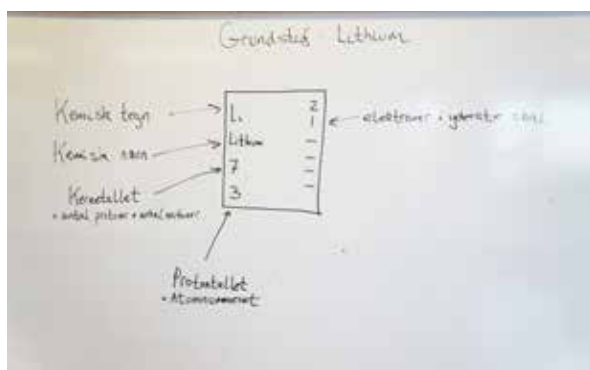
Oversigt over undervisningsforløbet i det tværfaglige undervisningsforløb 'At læse det periodiske system'.

Tematisk følger forløbet en progression, hvor der indledningsvis i modul 1-2 sættes fokus på den naturfaglige viden, der ligger bag organiseringen af det periodiske system, hvorefter der på denne baggrund i modul 3 fokuseres på, hvordan man læser det periodiske system. Herefter flyttes fokus i modul 4-5 fra det periodiske system som helhed til de enkelte grundstoffer. Arbejdsgrupperne læser i denne fase om hver deres grundstof og udarbejder efterfølgende en rap om deres grundstof og præsenterer denne rap for klassen. Denne tematiske progression i forløbet følges op af en organisering, hvor forløbets første del foregår i en vekselvirkning mellem hold- og klasseundervisning og arbejde i arbejdsgrupperne, mens sidste del af forløbet har

form af selvstændigt projektarbejde i arbejdsgrupperne. I denne artikel fokuserer vi på forløbet første del, hvor opmærksomheden samles om det periodiske system som helhed – som naturfaglig vidensressource og som læsetekst.

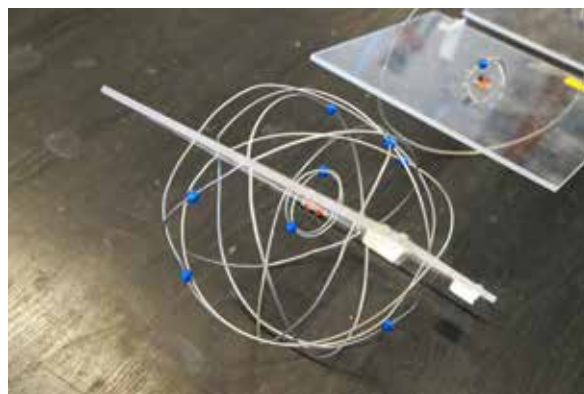
Det periodiske system i et naturfagligt perspektiv

For at etablere den nødvendige naturfaglige forforståelse indledes undervisningsforløbet med holdundervisning i fysik-/kemilokalet, hvor Frank Rieper som fysik-/kemilæreren står for en naturfaglig introduktion til det periodiske system. Klassen er her delt i to hold for at skabe bedre mulighed for en inddragende og undersøgende dialog. Introduktionen finder sted gennem samtale på holdet, hvor Frank blandt andet inddrager konkreter i form af forskellige metaller og gennemfører et kort, illustrativt forsøg. Til anskueliggørelse af de enkelte grundstoffers opbygning trækker Frank på forskellige semiotiske systemer. Grundstoffet lithium præsenteres således både for eleverne i den abstrakte skriftlige form, det har i det periodiske system (billede 1), i form af tredimensionelle atommodeller (billede 2) og gennem en fleksibel todimensionel atommodel, hvor man selv kan opbygge modeller af forskellige grundstoffer ved at placere protoner og neutroner korrekt (billede 3).



Billede 1: Lærerens præsentation på tavlen af lithium i det periodiske system.

Herefter er det elevernes tur til selv at opbygge og beskrive forskellige grundstoffer ved hjælp af relevant fagterminologi. I hver af arbejdsgrupperne vælger eleverne et grundstof fra en udleveret papirudgave af det periodiske system, og herefter opbygger de i gruppen en todimensionel model af



Billede 2: Tredimensionel atommodel over lithium.



Billede 3: Lithiums elektronkonfiguration opbygget i fleksibel todimensionel model.

elektronkonfigurationen i deres grundstof på baggrund af en nærlæsning af det relevante udsnit af det periodiske system. Denne bevægelse på tværs af semiotiske systemer fører til aha-oplevelser for flere elever. Det gælder eksempelvis for Asli, som begejstret udbrøder: ”jeg vidste slet ikke, jeg er god til fysik”, mens hun ivrigt pusler proton- og neutronbrikker på plads i atommodellen baseret på sin læsning af papirudgaven af det periodiske system.

Måltrettet og strategisk læsning af det periodiske system

Efterfølgende tager Pia Ottesen som dansklærer over og sætter fokus på læsning af det periodiske system fra et danskfagligt og læsestrategisk perspektiv. Hun tager afsæt i en kendt tekst, nemlig busplanen for en af busserne i nærområdet, og drager paralleller herfra til det periodiske system. Præcis som i en busplan er det nødvendigt at læse både vandret og lodret i det periodiske system,

forklarer hun og synliggør herved både læsestier og læseformål for eleverne. Frank supplerer som fysik-/kemilærer ved at specificere, hvilke naturfaglige informationer man kan uddrage ved at læse henholdsvis lodret og vandret i det periodiske system.

Med dette eksplicite arbejde med tekststrukturen i det periodiske system som afsæt får eleverne i deres arbejdsgrupper en række fokuserede læseopgaver. Læseopgaverne spænder fra enkle afkodningsopgaver, der sigter mod at gøre eleverne fortrolige med at læse vandret og lodret i det periodiske system og målrettet søge information gennem punktvis og afgrænsede nedslag (1) over mere komplekse læseopgaver, der kræver sammenfatning og kategorisering af information (2) til læseopgaver, hvor eleverne udfordres til at sætte ord på deres læsestrategier og reflektere herover (3):

(1) Eksempler på enkle afkodningsopgaver

- Hvad er grundstofnummeret for radium?
- Hvilket grundstof har grundstofnummer 98?
- Hvad er protontallet for beryllium?
- Hvilket grundstof har det kemiske tegn Fe?

(2) Eksempler på læseopgaver, der kræver sammenfatning og kategorisering af information

Der er 13 grundstoffer, hvis kemiske tegn kun består af ét bogstav. Find alle 13:

Grundstoffets navn	Grundstofnummer	Kemisk tegn

(3) Eksempler på læseopgaver, som inviterer til bevidstgørelse om og refleksion over læsestrategier

- Hvad kan man læse om, når man læser vandret i det periodiske system? Giv eksempler!
- Hvad bruges tal til i det periodiske system? Hvad kan man læse ud fra tallene i det periodiske system?
- Giv et godt råd til dem, der skal lære at læse det periodiske system!

Fokuserede læseopgaver i det periodiske system, der spænder fra enkle afkodningsopgaver til mere komplekse læseopgaver.

Mens der er naturlig variation i forhold til, hvor mange læseopgaver de enkelte arbejdsgrupper i klassen når, og hvor dybtgående og udtømmende deres besvarelser af de mere komplekse læseopgaver er, danner de fokuserede læseopgaver i alle arbejdsgrupperne udgangspunkt for målrettet og koncentreret læsning af det periodiske system. Mange elever finder stor motivation i de fokuserede læseopgaver knyttet til det periodiske system, og nogle af de elever, som i andre sammenhænge oplever at have vanskeligt ved at læse, navigerer anderledes sikkert i læseopgaverne til det periodiske system. Det gælder eksempelvis for Said, som midt i læseopgaverne begejstret udbryder: "Jeg kan godt læse det her!".

Aktiv og passiv læsning af naturfaglige tekster

Med de fokuserede læseopgaver stifter Said og de øvrige elever i klassen bekendtskab med det, som Helle Pia Laursen med afsæt i britisk forskning beskriver som *aktiv læsning* af naturfaglige tekster (Laursen, 2004, se også Daugaard, 2008). Aktiv læsning er båret af et præcist læseformål og kendetegnet ved specifikke læseinstruktioner og står i kontrast til *passiv læsning*, som omvendt beskrives som vag og generel og ofte uden et tydeligt læseformål. Mens det i passive læseformer i vid udstrækning overlades til eleverne selv at uddrage betydning af naturfaglige tekster, sættes der

i aktive læseformer direkte fokus på og arbejdes eksplicit med tekststruktur som en naturlig del af naturfagsundervisningen, og herved understøttes såvel elevernes tilegnelse af det naturlige indhold som deres sprog- og læseudvikling.

I det tværfaglige undervisningsforløb har vi anlagt et dobbelt perspektiv på det periodiske system, som vi dels har nærmet os fra et fysik-/kemifagligt perspektiv og dels fra et læsestrategisk perspektiv med fokus på det periodiske system som en kompleks multimodal tekst. Gennem fokuserede læseopgaver, brug af aktive læseformer og eksplicit fokus på tekststruktur er der i forløbet skabt grundlag for positive naturfaglige læseoplevelser – her illustreret gennem Aslis begejstring over pludselig at føle sig ”god til fysik” og Sais erfaring med nu at være god til at læse.

Denne artikel er i vid udstrækning baseret på Daugaard (2016).

Referencer

Daugaard, L. M. (2016). Diverser og fyrster. Faglig læsning og andetsprogshed i fysik/kemi i udskoling. I Laursen, H. P. (red.), *Tegn på sprog – tosprogede børn lærer at læse og skrive*. Statusrapport 9, s. 44-51.

Daugaard, L. M. (2008). Tosprogede elevers møde med multimodale fagtekster i natur/teknik. I Laursen, H. P. (red.), *Sproget med i fagene – andetsprog og didaktik i skolen*. København: Undervisningsministeriet, s. 121-135.

Laursen, H. P. (2012). Et socialsemiotisk blik på literacy og sproglig diversitet. *Viden om Læsning*, 12, s. 16-21.

Laursen, H. P. (2004). *Den sproglige dimension i naturfagsundervisningen: fokus på det flersprogede klasserum*. København: CVU København og Nordsjælland og Københavns Kommune.

Rowell, P. & M. Ebbers (2004). School science constrained: print experiences in two elementary classrooms. *Teaching and Teacher Education*, 20, s. 217-230.

TVÆRFAGLIG HISTORIEUNDERVISNING



”Det mest ambitiøse historiebogssystem, jeg har oplevet i mine 15 år som lærer”, ”et fremragende stykke undervisningsmateriale”, ”det er stort, det er godt”

(Anmeldelse i Folkeskolen)

Læs mere på klim.dk

KLIM