

Tekstarbejde i sciencefag på STX



Esben Nedenskov Petersen,
Syddansk Universitet



Helene Thise, Københavns
Professionshøjskole



Katja Sørensen
Vilien, Københavns
Professionshøjskole

Abstract: Projektet *Mønsterbrydende Science* havde til hensigt at styrke gymnasieelevers faglighed i sciencefagene. Gruppeinterviews med elever viste at flere elever ikke læste fagenes tekster, var skeptiske over for læringsudbyttet af læsning i fagene og opfattede læsekompetencer som irrelevante for deres faglige udbytte. Efter at have identificeret denne didaktiske problematik fremstiller artiklen hvordan en stilladserende tilgang til tekstarbejdet kan bidrage til at løse den. Tilgangen fokuserer bl.a. på at aktivere elevernes for forståelse af et emne forud for læsningen og på læseguider som stilladserende greb.

Introduktion

En del af udgangspunktet for projektet *Mønsterbrydende Science* var en hensigt om at styrke elevernes faglighed i sciencefagene på STX (*Mønsterbrydende Science*, 2023; Haugaard, 2022). Blandt flere mulige tilgange valgte projektets deltagende konsulenter, en forsker og to lektorer at arbejde med fagenes sproglige aspekter for at fokusere på grundlæggende betingelser for opbygningen af faglige kompetencer. Opmærksomheden samlede sig dermed om sproglaterede læringsudfordringer i fagene. Artiklen her udspringer af arbejdet med udviklingsprojektet og handler dels om elevernes opfattelser af læsning, som de kom til udtryk i to semistrukturerede gruppeinterviews med elever på henholdsvis et biologihold i 2. g og et fysikhold i 1. g, dels om didaktiske tilgange til læsning i sciencefagene.

Samtalerne i de to interviews repræsenterer forskellige synspunkter på de to fag og giver et billede af nogle af de forhold der kan gøre sig gældende i forhold til den faglige læsning. Efter at have fremlagt elevernes syn på læsningens plads og værdi i fagene præsenterer vi bud på hvordan udfordringerne vedrørende læsning i fagene

kan adresseres, på baggrund af indsigter fra forskning i læseforståelse og faglig læsning. Mens udfordringerne med læsning identificeres på baggrund af interviews, bygger anbefalingerne af indsatser der kan adressere udfordringerne, således ikke på en systematisk evalueret afprøvning i forbindelse med projektet. Da en sådan undersøgelse ikke har været mulig inden for rammerne af projektet, bygger forslagene til indsatser i stedet på resultater og teoretiske indsigter fra allerede eksisterende forskning. Indsatserne eksemplificerer en tværgående tilgang til faglig læsning og må derfor antages at kunne tilpasses til brug på tværs af forskellige sciencefag.

Gruppeinterviews

Til begge gruppeinterviews blev de deltagende elever udpeget af de respektive faglærere ud fra en instruks om at sikre spredning i fagligt niveau og at grupperne skulle sammensættes på tværs af køn. Eleverne blev spurgt om de ønskede at deltage i et gruppeinterview om deres fag, og deltog alle frivilligt. De var i forvejen informeret om projektet. Valget af semistrukturerede gruppeinterviews som metode var udtryk for en hensigt om at udnytte interaktionen mellem deltagerne til at få et umiddelbart billede af forskellene og lighederne i deres opfattelser (Morgan, 1997, kap. 3). Samtidig var det naturligt at tale med eleverne som gruppe fordi deres erfaring med undervisningsfagene i høj grad er forankret i klasseundervisningen hvor de deltager i et fag som gruppe.

Den væsentligste forskel på de to interviews angår brugen af tekstmateriale i interviewet med fysikgruppen. Eleverne i fysikgruppen blev i interviewet bedt om at forholde sig til en del af den tekst som de ifølge læreren var blevet bedt om at læse som forberedelse til dagens lektion. Læreren havde ikke givet yderligere instrukser angående læsningen.

Det overordnede forskningsspørgsmål for undersøgelsen drejede sig om hvordan eleverne opfattede fagene og det faglige arbejde i fagene. I begge interviews stillede interviewereren derfor spørgsmål om et bredt udsnit af forhold vedrørende fagene. Efterfølgende identificerede tematiske analyser (Braun & Clarke, 2006) læsning som et centralt tema der gik på tværs af de to interviews. Selvom det faglige tekstarbejde er i centrum i denne artikel, indebærer det brede forskningsspørgsmål samtidig at data fra de to interviews giver mulighed for at opfattelserne af læsning kan betragtes i en bredere faglig sammenhæng.

Læsning i biologi og fysik

Den kvalitative undersøgelse af de omtalte elevgruppers opfattelse af læsning som en ressource i deres egen faglige udvikling i henholdsvis biologifaget og fysikfaget tegner et overordnet billede der kan gengives i form af nedenstående fire hovedpunkter:

1. En del elever læser ikke fagenes tekster i forbindelse med undervisningen.
2. En del elever mener at deres læringsudbytte ved læsning af fagenes tekster er for lavt til at være arbejdsindsatsen værd.
3. En del elever mener at læsning af tekster er unødvendigt fordi de alligevel får det faglige indhold af teksterne præsenteret på anden vis.
4. Eleverne oplever en særlig vanskelighed under læsning i fagene i form af nye fagbegreber der introduceres i fagenes tekster.

I gruppeinterviewet med de syv elever i biologigruppen dukker emnet læsning først op i samtalen da eleverne bliver spurgt hvad der er det sværeste ved faget. Her svarer en af eleverne at det sværeste nok er når man skal læse inden timen, fordi man så "ikke sådan rigtig får det forklaret ordentligt". Lidt efter bekræfter en anden elev den påstand at læsning er svært, og betoner at det særligt er svært når man begynder på et nyt emne. Flere giver udtryk for at dele den erfaring at udbyttet af læsning er ringe eller helt fraværende når man læser om et nyt emne på egen hånd før det er introduceret eller drøftet i klasseundervisningen; det gælder også elever som læser hjemme og ikke har noget imod læsning i faget. En af eleverne nævner som et forslag at man kunne lære om de relevante begreber før man læste om et emne, og peger specifikt på fagbegreberne i biologi som en udfordring i forbindelse med læsningen. To andre tilslutter sig eksplicit det samme synspunkt på udfordringen med læsning og hvordan udfordringen muligvis kan afhjælpes. Den ene af dem siger det på denne måde:

"Ja, det var også det jeg lidt ville sige. Sådan at det ville være nemmere hvis vi ligesom kom ind på emnet sammen og fik sådan, at vi ligesom fik nogle ord og vi skulle fokusere på dem inden vi begyndte at læse."

At der her tales om ord frem for fagbegreber, kan næppe tillægges nogen særlig betydning. Udfordringen er den samme: udvikling af begrebsforståelse i faget. Samtidig er det dog værd at bemærke at eleverne på trods af at være kritiske over for læsningen af fagtekster er åbne for at udbyttet af læsningen muligvis kan forbedres.

En af eleverne giver dog udtryk for slet ikke at læse i faget. Begrundelsen er dels at læringsudbyttet er for lavt til at være indsatsen værd, dels at det ikke er nødvendigt for at lære det faglige stof i teksterne:

"Jeg føler næsten aldrig jeg får noget ud af det. Selv hvis jeg gør det, så føles det meget rarere med sådan en video, men selvfølgelig også når vi så kommer over i klassen og jeg ikke har, og så, så er det også fordi så var det lidt ligegyldigt-agtigt. For så lærte vi alligevel om det på tavlen, og så bliver det sådan lidt, ja, okay? Så ser jeg ikke rigtig nogen grund til at læse hvis jeg alligevel får det hele ovre i klassen."

Eleven fremhæver her andre læringsformer der erstatter læsning, og som eleven foretrækker. Forklaringen afspejler desuden en forståelse hvor evnen til at læse faglig tekst ikke hører med til de kompetencer som skal opbygges i faget. Ud fra den opfattelse kan læsning undværes fordi læsning primært (og måske udelukkende) opfattes som en færdighed med en instrumentel værdi i forhold til at opbygge faglig viden. Hvis den samme viden kan erhverves på andre måder, er der ud fra denne optik ingen særlig grund til at læse.

I interviewet med de otte elever i fysikgruppen spørges der mere indgående til læsningen af den specifikke tekst som eleverne er blevet bedt om at læse som forberedelse til undervisningen. Inden da tales der dog først om læsning i faget mere generelt. Her gentager eleverne i fysikgruppen mange af de betragtninger som blev fremført i interviewet med biologigruppen.

En del af eleverne i fysikgruppen siger at de ikke har læst forberedelsesteksten til dagens fysikundervisning. En siger direkte at vedkommende aldrig læser hjemmefra i nogen fag. En anden elev giver indtryk af at han i tilknytning til fysik aldrig eller kun meget sjældent læser forberedelsesteksterne hjemmefra. Da han påstår at han læser hjemmefra, er der således to af de andre i gruppen der eksplicit benægter det, hvorpå han som respons forsvarer sig med at han kom sent hjem aftenen før på grund af fodboldtræning. Efterfølgende kommer eleven i stedet med en forklaring der går på at læsningen er overflødig.

Andre elever giver udtryk for at dele den holdning at læsningen er overflødig, og et par af dem tilføjer en begrundelse der synes at afspejle en opfattelse af læsning som en uhensigtsmæssig måde at opnå faglig viden på. For en af eleverne indgår begge begrundelser i dennes kritiske syn på værdien af læsning:

“Altså nogle gange så går man også i gang med at læse, og så stopper man med at læse fordi man ikke synes det er vigtigt, for man forstår det alligevel ikke, og man sådan fatter ikke lige hvorfor man skal læse det når man ikke forstår det. For nogle gange er forklaringerne lidt komplicerede og ikke lige det du har brug for, altså sådan så skal du nogle gange ind og google hvis du vil have forståelsen. Fx hvad betyder det her? Hvorfor er det her funktionen for det? Og sådan noget. Så skal du selv ind og google det, og så er det lidt, hvorfor overhovedet gøre det når de gennemgår det i timen?”

Ligesom det var tilfældet med biologigruppen, er det også her nærliggende at betragte gruppens synspunkter som udtryk for at læsningen af fagtekster udelukkende tilskrives instrumentel værdi, og at denne værdi undermineres når læsningen bliver for vanskelig og der er andre måder at lære det faglige stof på.

Drøftelserne af en side af teksten til dagens undervisning dokumenterer derudover at de nye fagbegreber også er en læsemæssig udfordring i fysik. I den introducerende

tekst om potentiel energi fra *Basisfysik C* (Andersen et al., 2016, s. 72) udpegede eleverne flere betegnelser som efter deres opfattelse gjorde teksten svær at læse, uden at de specifikt var blevet instrueret i at forholde sig til teksten på ordniveau. Både “tyngdeaccelerationen”, “ $E_{\text{potentiell}}$ ” og “nulniveau” fremhæves som udtryk der gør teksten vanskelig. Nogle elever udpeger også “beliggenhedsenergi” som et vanskeligt begreb, mens en enkelt elev siger at vedkommende godt forstår udtrykket fordi vedkommende kender det fra folkeskolen.

Samlet set tegner de to gruppeinterviews et billede hvor læsning har en problematisk plads i fagene fordi eleverne hverken oplever den faglige læsning som en hensigtsmæssig læringsressource eller ser læsekompetence som en faglig færdighed de skal opbygge.

Faglig læsning og sciencefagernes faglighed

Det forhold at læsekompetencen ikke opfattes som et fagligt kompetencemål, stemmer overens med fagernes ministerielt fastlagte læreplaner. Hverken i læreplanerne for biologi C, B eller A på STX (Undervisningsministeriet, 2017, bilag 85, 86, 87) eller for fysik C, B eller A (Undervisningsministeriet, 2017, bilag 98, 99, 100) på STX figurerer læsning som et eksplicit fagspecifikt kompetencemål. Ligeledes indgår læsning heller ikke i fagernes bedømmelseskriterier. Ganske vist er der i begge fag på samtlige niveauer bedømmelseskriterier som vil være meget vanskelige at opfylde uden faglig læsning, men ingen af stederne er det at kunne læse en faglig tekst et eksplicit, selvstændigt bedømmelseskriterium i forbindelse med fagernes eksamener. Læreplanernes indhold konvergerer dermed med den opfattelse at værdien af den faglige læsning primært er instrumentel.

Toneangivende dansk litteratur om naturfagene og den naturfaglige undervisning i ungdomsuddannelserne afspejler umiddelbart samme opfattelse som læreplanerne. Den grundige diskussion af naturfaglige kompetencer i Dolin et al. (2003) tyder på at fagspecifikke læsefærdigheder heller ikke traditionelt er blevet betragtet som naturfaglige kompetencer. Faglig læsekompetence er således ikke blandt de naturfaglige kompetencer som artiklen oplister. Tilsvarende figurerer læsning kun indirekte i Dolin (2003), hvor naturfagernes undervisningspraksis diskuteres, idet det nævnes at der i høj grad benyttes lærebøger, og at dette kan medvirke til at hele lærebogens indhold gennemgås uden hensigtsmæssige fravalg (Dolin, 2003, s. 257). Samme billede, hvor den faglige læsning er fraværende i opfattelsen af naturfagernes faglighed, genfinder man også i et omfattende litteraturstudium til arbejdet med en national naturvidenskabsstrategi, udarbejdet på foranledning af Ministeriet for Børn, Undervisning og Ligestilling (Nielsen, 2017). Heller ikke her er der nogen diskussion af faglige læsekompetencers betydning i forhold til naturfagene. Selvom der findes projekter med

fokus på læsning med opmærksomhed på den faglige læsnings plads i naturfagernes faglighed (se fx Lützen et al., 2022; Faglig læsning for alle, 2022), ændrer det således ikke ved at læsning overvejende befinder sig i periferien af fagforståelsen når det gælder disse fag.

I forhold til læsningens plads i naturfagene tegner der sig dermed følgende grundlæggende problemstilling, i hvert fald for nogle elever: De oplever den læringsmæssige værdi af at læse naturfagernes tekster som meget begrænset, samtidig med at opbygningen af kompetencer der kan forøge den læringsmæssige værdi af den faglige læsning, tilsyneladende ikke er en del af fagligheden i fagene.

I projektet Mønsterbrydende Science blev den fagsproglige udvikling og tekstarbejdet tværtimod set som en uundværlig løftestang for elevernes aktive deltagelse i undervisningen. I det følgende præsenterer vi derfor projektets syn på læring og nogle bud på hvordan udfordringerne vedrørende læsning i fagene kan adresseres, på baggrund af indsigter fra forskning i læseforståelse og faglig læsning.

Sprogudviklende undervisning i Mønsterbrydende Science

Hvorfor interessere sig for fagtekster i sciencefagene når eleverne foretrækker at tilegne sig viden på andre måder? Filmmediet og andre multimodale tekster kan være gode læringsressourcer, ikke mindst i sciencefag, men mundtlige gengivelser af fagsprog vil typisk være meget mindre sprogligt nuancerede, især ordforrådet vil være stærkt reduceret i forhold til skrevne tekster. Videoer kan ganske vist forberede eleverne på fagteksternes indhold, men de kan ikke træde i stedet for den nuancerede og præcise sprogbrug i fagteksterne eller give den faglige læsekompetence som eleverne skal bruge i videre uddannelse. Fagtekster er ikke kun indhold, de repræsenterer også fagernes skriftlige sprogbrug. Så hvis eleverne skal møde fagets skriftsprogspraksisser, må de også dykke ned i fagets skrevne tekster. Hvis mundtlige fremlæggelser i klasserummet eller på video overtager formidlingen af det faglige indhold på bekostning af tekstarbejdet i et fag, kan det fastholde eleverne i den opfattelse at læsefærdigheder er rent instrumentelle i forhold til at opnå andre faglige kompetencer, og at læsning derfor reelt er en overflødig del af undervisningen, som vi så ovenfor. Teksten kan på den måde fremstå som en omvej til faget, og i værste fald kan det afholde eleverne fra at læse så de ikke udvikler det nødvendige fagsprog til at studere og selv formidle fagets tænkning.

I projektet er vi grundlæggende inspirerede af et socialkonstruktivistisk læringssyn og et funktionelt sprogsyn. At lære noget er en aktiv proces, og samtalen spiller en afgørende rolle, også som en bro til at læse og skrive fagligt. Den der lærer, skal gå i dialog med stoffet på forskellige måder – fx forholde sig til hvordan det nye giver mening, på baggrund af de erfaringer man allerede har, rette sit fokus mod særlige elementer – centrale begreber, systematikker osv. – fastholde nyt stof og selv blive

i stand til at anvende det lærte. Disse processer skal stilladseres af læreren gennem elevaktiviteter som tilrettelægges så eleven gradvist og i samspil med andre udvikler faglighed og sprog i meningsfulde sammenhænge.

Udviklingen af tilgange til tekstarbejde i Mønsterbrydende Science blev derfor indtænkt i forløb som tager afsæt i sprogudviklende elevaktiviteter. Underviserne arbejdede således med aktivitetsrum i tre faser: 1. aktivering af forforståelse og ressourcer, 2. introduktion til fagsprog, 3. arbejde med fagsprog sammen (Mønsterbrydende Science, 2023). De tre faser er baseret på den sprogpædagogiske model "Bromodellen" (Thise & Vilien, 2019), som præsenterer en ramme for planlægning og gennemførelse af sprogudviklende undervisning og elevaktivitet fra hverdagsprog til fagsprog. Traditionelt kunne man forestille sig at læsningen af en fagtekst ville ligge som forberedelse til undervisningen, hvor stoffet så efterfølgende ville blive gennemgået af læreren. I bromodellen er tekstarbejdet imidlertid organiseret anderledes: Eleverne går på opdagelse i emnet, aktiverer erfaringer og er sprogligt aktive på hverdagsprog, inden de præsenteres for faglige systematikker og begreber i faget. De taler sig således ind i stoffet og får støtte til at arbejde fokuseret med teksten og få læringsudbytte af den. Det indebærer også at lærerne producerer læseguides og elevtydelige, evaluerbare læseformål som støtte for den faglige læsning, og at elevernes anvendelse af teksten (frem for blot læsningen eller forståelsen af den) kommer i fokus. Og det betyder for undervisningen at elevaktiviteter bliver en større del af tekstarbejdet og fylder mere i undervisningstiden, mens lærerens rolle i mindre grad bliver forklarende og i højere grad faciliterende og stilladserende.

Læseformål og funktionel læsekompetence

Fagtekster er forskellige fra fag til fag fordi de har forskellige formål (Shanahan & Shanahan, 2012). Fx vil man være meget optaget af forfatterens stemme i tekster i historiefaget, mens man fuldstændig vil ignorere forfatterens stemme i science-tekster hvor udtryk for stemninger, vurderinger og følelser vil være helt irrelevante. I naturfag kan dele af ordforrådsarbejdet desuden tage udgangspunkt i latinske ords fælles oprindelse, mens det vil være uhensigtsmæssigt i andre fag. Et andet særkende ved naturfagene tekster er formidling via modeller og figurer som er helt centrale i fagene, og som kræver multimodale læsemåder af eleverne.

Strukturerne i sciencefagene tekster er også forskellige: I nogle tekster i biologi vil det strukturerende princip være klassificering, mens det i fysik ofte er en proces der er i fokus. Og de sproglige træk som teksterne benytter sig af, vil også være forskellige: I en klassificerende biologtekst skal man være opmærksom på udtryk for over- og underordning, mens man skal navigere efter sammenhængsmarkører for processens led i en forklarende fysiktekst: "først", "derefter", "som følge af" ...

Lærer man fagets sprogbrug at kende, så lærer man altså også hvordan den centrale tænkning i faget er.

Dette kan synliggøres for eleverne med grafiske udtryk for tænkningen og tekstens struktur. Man kan fx bede eleverne om at tage noter i et såkaldt Tænkekort (Thise & Vilien, 2019), som netop visualiserer den faglige systematik. Eller man kan lade tænkningen strukturere undervisningsaktiviteter, hvilket en biologilærer i projektet gjorde ved at lade eleverne bygge en fysisk model af fordøjelsessystemet med "tarme" i en slange ned over alle borde i lokalet og med artefakter som skulle illustrere de centrale biologiske processer. Modellen blev efterfølgende sprogliggjort i elevernes tekstarbejde. Eksemplet understreger også hvorfor de faglige læsefærdigheder skal opbygges i forbindelse med de enkelte fag. Der er brug for faglærerens viden om et fags måde at skabe betydning på.

I de gruppeinterviews der blev diskuteret i det ovenstående, efterlader eleverne det indtryk at de ikke oplever fagteksternes formål, opbygning og sproglige træk som noget der er i fokus i undervisningen. Deres refleksioner over behov for støtte i læseprocesserne afspejler både fravær af faglige læseformål og manglende viden om teksternes begreber. De to interview-grupper peger ret præcist på i hvert fald to helt centrale læsefærdigheder (Oakhill, Cain & Elbro, 2015) som kan hjælpes på vej af velkendte læsepædagogiske greb: De savner læseformål og forforståelse før læsning af teksterne, herunder begrebsforståelse.

Eleverne ser dermed ud til faktisk at have en ret god idé om hvad der skal til for at de kan lykkes med deres faglige læsning. Deres ønske om at blive klædt på til mødet med teksterne passer med en væsentlig indsigt fra læsedidaktikken. Det er nemlig et centralt læsedidaktisk greb at sørge for at elever aldrig læser uden forforståelse og et læseformål (Bråten, 2008). Eleverne skal møde teksterne med en viden om verden der sætter dem i stand til at udtrække mening af teksterne. Forskningen i top-down-processer i læseforståelse (se fx Bråten, 2008) ser læsning som et samarbejde mellem tekst og læser: Teksten siger ikke det hele – der skal drages følgeslutninger og læses både på og mellem linjerne, også i en fagtekst (Oakhill, Cain & Elbro, 2015).

Desuden kan en faglig læser ikke nøjes med blot at huske en tekst, hvis dens indhold skal blive en del af læserens faglige kompetencer. Det er helt afgørende for uddannelse gennem læsning at eleverne opnår funktionel læsekompetence (Christensen, 2019). Det betyder at læsekompetencen også skal indebære at eleverne kan anvende den viden som præsenteres i teksterne. Ofte er målet at udvikle en faglig kompetence, ikke kun at kunne gengive tekstens pointer og eksempler. For at opnå funktionel læsekompetence må læseren være aktivt involveret i teksten for at udtrække betydning. Aktivt arbejde med teksten styrker i øvrigt også hukommelsen hvad angår den nyerhvervede viden. Det betyder at læseren må læse teksten af en årsag og altså være på udkig efter noget i teksten for at opbygge sin forståelse af den. Læseren kan fx drage paralleller til sin ek-

sisterende viden, teste hypoteser, tænke egne eksempler ind i forhold til tekstens idéer osv. for at forholde sig aktivt til teksten. Vi mener derfor at det er en læringsmæssig fordel at de opstillede læseformål er rettet mod en produktiv kompetence, fx omsætning af tekstens informationer til handling, skriftlig eller mundtlig aktivitet osv.

Læseguider som didaktisk greb – et eksempel fra kemifaget

Eleverne beder altså om læseformål og forforståelse, herunder et fagligt relevant ordforråd, som afsæt for deres møde med fagteksterne. Det faglige ordforråd er netop en særlig væsentlig delfærdighed (ud af mange) som eleverne skal aktivere under læsning. Ordkendskab er måske den mest drilagtige stopklods i læsning for læring, idet nogle undersøgelser viser at læseren formentlig skal kende betydningen af mindst 90 % af ordene i en tekst for at kunne forstå teksten (Oakhill, Cain & Elbro, 2015).

Som svar på elevernes udfordringer med tekstarbejdet fordybede vi os i udvikling af såkaldte læseguider som et didaktisk greb. Læseguider tydeliggør hvorfor og hvordan elever skal læse en given tekst. Læreren formulerer det faglige udbytte som eleverne skal opnå ved læsning af teksten, og angiver hvad eleverne skal rette deres opmærksomhed og mentale aktivitet mod i teksten for at opnå dette udbytte (Bremholm, Lützen & Buch 2020, s. 60). I Thise & Vilien (2023) er dette omsat til et enkelt lærerværktøj med inspiration til faglærerens guidning af elevernes aktive læsning af fagtekster:

Læreren værktøjer i forhold til læseguider til eleverne

Læreren værktøj	Elevers læseguide
Tekst	I skal læse ... (<i>indsæt henvisning til teksten</i>).
Læseformål Gør det tydeligt for eleverne hvad de skal bruge teksten til. De skal gøre noget med den viden de får. Og det skal være et målbart formål, fx "forklar X for en kammerat" eller "tegn en model over XX proces". Formulér hvad eleverne skal kunne gøre helt konkret (undgå ord som "forstå" eller "vide").	Når du har læst denne tekst, kan du ...

<p>Læsesti Led eleverne til de vigtigste steder i teksten, og vis dem rækkefølgen i deres læsning. Støt dem i at få øje på relevante modeller, illustrationer osv., og vis dem hvad de kan springe over, eller hvad der kan skimmes i første omgang.</p> <p><i>Husk at læseguiden også er en tekst. Den skal være så kort og præcis som muligt og støtte – ikke udfordre – eleverne.</i></p>	<p><i>Idéer til udformning af en læsesti:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Tegn eller beskriv en "rute" gennem teksten. Giv eleverne vejvisere gennem teksten. <p><i>Tilføj udvalgte guidende bemærkninger i marginen, fx:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Dette afsnit giver dig den vigtigste viden om ..., og du skal bruge det til at (læseformål). • Her møder du begrebet XX – det er det samme som X, men forklaret på en ny måde. • Det her skal du læse grundigt. • Det her handler om det samme som vi arbejdede med tidligere. • I dette afsnit skal du lægge mærke til ... • Dette kan du springe over (det handler om ...). • Dette afsnit handler om X, og det er interessant fordi ...
<p>Læsestrategier Støt eleverne i at opfylde læseformålet. Eleverne skal læse aktivt – dvs. undre sig, tænke med, forbinde til forhåndsviden, opdage relevante steder i teksten. Kort sagt kvalificere deres faglige forståelser og bringe dem i anvendelse.</p> <p>Hvis eleverne skal forklare noget, så vis dem hvor de kan finde forklaringer i teksten.</p> <p>Hvis de skal beskrive en model/proces, så støt dem i at få øje på de relevante steder i teksten.</p> <p>Undgå fakta-spørgsmål (fx at finde årstal osv.).</p> <p>Hold læseformålet for øje, og støt på den måde eleverne i at bruge tid og kræfter bedst muligt (tænk på den elev som har størst udfordringer).</p>	<p><i>Formulér FÅ, valgte aktiviteter. Brug fx nogle af forslagene i denne oversigt:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Inden læsning: Hvad tror du X betyder? Gæt! (<i>Vend tilbage efter læsning</i>). • Skriv kort hvad du tror du kan lære af denne tekst. Maks. tre linjer. • Lav en liste med fem underbegreber til et overbegreb. • Forklar X model med egne ord. Du skal bruge disse tre begreber: ... (<i>opsamling i klassen</i>). • Tegn din egen model over den proces der er beskrevet i afsnit X. • Teksten handler om XXX. Find tre steder i teksten hvor der står noget om det. • Udfyld et Tænk kort (<i>en relevant organisering i en faglig systematik</i>) ud fra afsnit X/teksten. • Skriv tre udsagn der beskriver X. • Skriv ti ord du kommer til at tænke på når du ser modellen/læser afsnittet ... • Skriv to spørgsmål til modellen/afsnit X som du vil stille til en kammerat i klassen. Skriv dem her (<i>I kan evt. lave ordkort til quiz-og-byt med spørgsmålene</i>). • Se definitionen på X i den gule boks på side X. Omskriv så din mor kan forstå den. • Vis hvor i teksten du kan finde definitioner på X. • Vis hvor i teksten X proces er beskrevet. • Find to citater i afsnit X/hele teksten som du synes er interessante. Forklar hvorfor. • Hvad var nyt for dig i X afsnit/hele teksten? (Giv et eksempel). • Skriv to ting der kan hjælpe dig med at huske forklaringen/modellen (<i>læseformålet</i>).

- Hvad betyder X? (*Samme som før læsning-gættet*).
- Efter læsning: Jeg vil gerne have en forklaring på ...
- Jeg har disse spørgsmål nu: ...
- Jeg har styr på ...
- Jeg kan ...

For at lave en læseguide må faglæreren først kende sin fagtekst. Læreren må læse teksten igennem for at formulere et læseformål og opdage irrelevante passager, centrale forudsatte inferenser og dårligt forklarede fagbegreber. Artiklens appendiks viser desuden hvordan en læseguide inspireret af lærerværktøjet kan inkorporeres i selve den tekst som eleverne skal læse.

Som man kan se i lærerværktøjet til udvikling af læseguides, lægger vi desuden op til en opsamling på læseformålet. Eleverne skal gøre det som læseguiden forbereder dem på at kunne med teksten. Det er afgørende at læreren sætter teksten i spil i undervisningen både før og efter læsningen, for at tekstarbejdet hverken nedprioriteres eller opleves som et irrelevant supplement til den øvrige fagundervisning. Den funktionelle faglige læsekompetence opnås med denne tilgang når tekstarbejdet foregår i tæt samspil med undervisningens øvrige aktiviteter. Læseguides er altså kun en del af et samlet sprogdudviklende forløb i fagene, men måske et særlig forsømt område af sciencefagenes didaktik?

Konklusion

Gruppeinterviews i tilknytning til projektet *Mønsterbrydende Science* tegner et billede af at eleverne oplever læsning i sciencefagene biologi og fysik som noget der har meget begrænset værdi for dem. Læsning i fagene opfattes som unødvendigt og uhensigtsmæssigt vanskeligt, og en del undlader helt at læse fagenes tekster i forbindelse med undervisningen. Når man ser på den centrale plads som faglige tekster har inden for fagene, er det problematisk at eleverne på den måde fravælger læsning.

Ved hjælp af indsigter fra forskning i faglig læsning og inspiration fra sprogdidaktiske tilgange er det imidlertid muligt at styrke den didaktiske indsats vedrørende læsning i fagene. Læseforskningen peger bl.a. på at aktivering af læserens forforståelse er afgørende, ligesom klare læseformål også er væsentlige. Faglig læsning kræver derudover også et tilstrækkeligt kendskab til faglige begreber. Hvis eleverne skal udvikle faglige læsekompetencer, er det derfor vigtigt at stilladsere deres arbejde med klare læseformål, aktivere deres forforståelse, visualisere fagteksternes systematik og bearbejde centrale faglige begreber. En af mulighederne er i den forbindelse at arbejde med læseguides. Arbejdet med faglig læsning hviler på lærerens faglige indsigt

og didaktiske kompetencer. Hvis elevernes faglige læsekompetencer i sciencefagene skal styrkes, skal det stilladserede tekstarbejde derfor prioriteres af fagenes lærere.

Tak

Projektet Mønsterbrydende science er støttet af Villum Fonden. Forfatterne vil gerne takke fonden for støtten til projektet som er baggrunden for denne artikel. Samtidig vil vi gerne takke Heidi C. Larsen, Kim Vedel Pedersen, Karl Olaf Christensen, Lisbeth Gødsbøll Jørgensen, Morten Stoklund Larsen, Peter Skaaning Olsen, Jon Schultz Jensen, Camilla Christensen, Thomas Warnar, Jakob Dahm Jensen og Maja Bødtcher-Hansen for det gode samarbejde i forbindelse med projektet. Esben Nedenskov Petersen vil desuden gerne takke Freja Lyngsø Lund for hendes hjælp med transskription af interviews.

Referencer

- Andersen, M.C., Jensen, M.A., Alphonse, R., Bergström, L., Gunnvald, P., Ivarson, J., Johansson, E. & Nilsson, R. (2016). *Basisfysik C*. Haase Forlag.
- Braun, V. & Clarke, V. (2006). Using Thematic Analysis in Psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77-101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>
- Bremholm, J., Lützen, P. H., & Buch, B. (2020). Bedre tekstlæsning på ungdomsuddannelserne: Strategier og læseguides. Dafolo.
- Bråten, I. (2008). Læseforståelse. I: I. Bråten (red.), *Læseforståelse: Læsning i videnssamfundet – teori og praksis*. Klim.
- Christensen, V.T. (red.) (2019). *PISA 2018 – danske unge i en international sammenligning*. Det Nationale Forsknings- og Analysecenter for Velfærd. https://edu.au.dk/fileadmin/edu/Udgivelser/PISA/11100_PISA_2018_web.pdf
- Dolin, J. (2003). Undervisningspraksis i de naturvidenskabelige fag i ungdomsuddannelserne. I: H. Busch, S. Horst & R. Troelsen (red.), *Inspiration til fremtidens naturfaglige uddannelser* (s. 247-264). Uddannelsesstyrelsens temahæfteserie nr. 8. Undervisningsministeriets forlag.
- Dolin, J., Krogh, L.B. & Troelsen, R. (2003). En kompetencebeskrivelse af naturfagene. I: H. Busch, S. Horst & R. Troelsen (red.), *Inspiration til fremtidens naturfaglige uddannelser* (s. 59-140). Uddannelsesstyrelsens temahæfteserie nr. 8. Undervisningsministeriets forlag.
- Faglig læsning for alle. (2022). <https://sites.google.com/rosborggymhf.dk/faglig-laesning-for-alle/startside?authuser=0>
- Haugaard, A. (2022). Fold sciencefag ud, og luk gymnasiefremmede elever ind. *Gymnasieforskning*, 25, 10-14.

- Lützen, P.H., Gøttsche, N.B. & Vilien, K.S. (2022). *Læse- og skrivestilladser til udfordrede unge i gymnasiale uddannelser*. Nationalt Videncenter for Læsning. <https://videnomlaesning.dk/viden-og-vaerktoejer/vidensunivers/vidensunivers-laese-og-skrivestilladser-til-unge/>
- Morgan, D.L. (1997). *Focus Groups as Qualitative Research*. SAGE Publications. <https://dx.doi.org/10.4135/9781412984287>
- Mønsterbrydende Science. (2023). <https://mbscience.dk/>
- Nielsen, J.A. (red.) (2017). *Litteraturstudium til arbejdet med en national naturvidenskabsstrategi*. Institut for Naturfagenes Didaktik.
- Oakhill, J., Cain, K. & Elbro, C. (2015). *Læseforståelse – indsigt og undervisning*. Hans Reitzels Forlag.
- Shanahan, T. & Shanahan C. (2012). What Is Disciplinary Literacy and Why Does it Matter? *Topics in Language Disorders*, 32(1), 7-18. <http://doi.org/10.1097/TLD.0b013e318244557a>
- Thise, H. & Vilien, K. (2019). *Broen til fagsproget – 32 idéer til at styrke sproget i alle fag*. Samfundslitteratur.
- Thise, H. & Vilien, K. (2023). *Broen til fagsproget i ungdomsuddannelserne*. Samfundslitteratur.
- Undervisningsministeriet. (2017). *Stx – læreplaner 2017*. <https://www.uvm.dk/gymnasiale-uddannelser/fag-og-laereplaner/laereplaner-2017/stx-laereplaner-2017>

English abstract

The project Mønsterbrydende Science aimed to strengthen the academic competences of upper secondary students in science. Group interviews with students showed that several students did not read assigned texts, were skeptical of the value of reading and perceived reading proficiency as an irrelevant competence in science courses. After identifying this didactic problem, the paper explains how a scaffolding approach may help to solve it. The approach emphasizes the significance of activating the prior knowledge that students have of a subject and how reading guides can provide scaffolding.

Appendiks



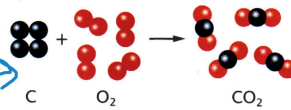
Glødende trækul afgiver carbon dioxide under tilberedning af mad på en grill.

Reaktionsskemaer

Trækul består hovedsageligt af carbon, C. Når glødende trækul forbrændes fuldstændigt, dannes gassen carbon dioxide, CO₂.

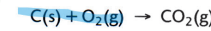
Der er flere måder, hvorpå vi kan beskrive denne reaktion. Vi kunne fx vælge at gøre rede for de bindinger, der brydes og dannes. Eller vi kunne nøjes med sætningen: »Carbon reagerer med dioxygen og danner carbon dioxide«. Det er dog ikke tilstrækkeligt, vi vil også kende forholdet mellem antallet af reagerende og dannede partikler.

Ved carbons forbrænding dannes der et molekyle carbon dioxide af et carbonatom og et dioxygenmolekyle



Figur 6-1
Lige mange carbonatomer og molekyler dioxygen reagerer med hinanden.

I et reaktionsskema indgår kemiske formler og en reaktionspil



reaktant(er) → produkt(er)

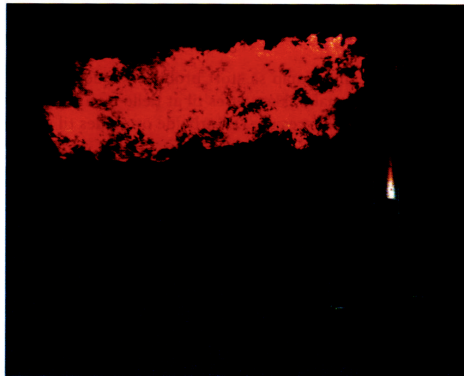
Stofferne, der er til stede før den kemiske omdannelse finder sted, kaldes *reaktante* og skrives til venstre for reaktionspilen. De stoffer, der dannes ved den kemiske omdannelse, kaldes *produkter*. Reaktionspilen angiver, at der finder en reaktion sted. Pilen læses »reagerer og giver«. Et »+« læses som »og«.

Naturgas, der hovedsageligt består af methan, CH₄, brænder let. Ved forbrændingen dannes gasserne carbon dioxide og vanddamp.

eksempel starter

skal vi ikke

guide til opløsning

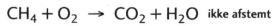


Methan brænder med blå flamme. Tilføres for lidt dioxygen, bliver flammen gul, og der dannes sodpartikler af carbon.

Figur 1 A.

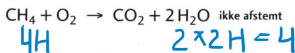
Figur 1 (A-C). Eksempel på læseguide i digital udgave af fagtekst.

Indsætter vi formlerne for reaktanter og produkter, får vi et foreløbigt reaktionsskema



Da atomer hverken kan forsvinde eller opstå ved en kemisk reaktion, skal antallet af hver slags atom være det samme på begge sider af reaktionspilen. Vi ser, at der er lige mange C-atomer på begge sider af reaktionspilen, så antallet af C-atomer stemmer. Men det er ikke tilfældet med hydrogenatomer og oxygenatomer. Reaktionskemaet er derfor ikke afstemt.

Vi afstemmer nu hydrogenatomerne, idet der skal være 4 af dem på hver side af reaktionspilen. Der må ikke ændres på stoffernes formler, derimod kan antallet af molekyler justeres. Hvis vi skriver to vandmolekyler på højre side ved at sætte et 2-tal foran H₂O, stemmer antallet af H-atomer



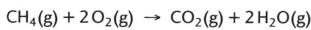
Nu mangler vi kun at få afstemt O-atomerne. Der er to på venstre side og fire på højre side af reaktionspilen. Der må altså indgå 2 dioxygenmolekyler i reaktionen, så vi skriver et 2-tal foran O₂. Resultatet er



Tallene foran de kemiske formler kaldes koefficienter, og de skrives normalt som små hele tal. Foran CH₄ og CO₂ kunne vi vælge at skrive et 1-tal. Det gør man bare ikke, da koefficienten 1 er underforstået i begge tilfælde. Ved at ændre koefficienterne foran formlerne har vi afstemt reaktionsskemaet.

Koefficienterne viser forholdet mellem antallet af molekyler, der reagerer med hinanden, eller som dannes ved reaktionen. Til forbrænding af et molekyle methan bruges to molekyler dioxygen, dvs. at de to stoffer reagerer i forholdet 1:2. Vi ser også, at der dannes dobbelt så mange molekyler vand som carbondioxid.

Ved afbrænding af methan omsættes et meget stort antal molekyler. Men det ændrer ikke på forholdet mellem antal reagerende molekyler – og derfor heller ikke på koefficienterne. Derfor er reaktionsskemaet for gassernes reaktion på makroniveau det samme som for de enkelte molekyler, blot med tilføjelse af stoffernes tilstandsform



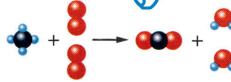
1. eksempel på fuldstændig forbrænding



Marie Anne og Antoine Lavoisier (1743-94)

I strid med den tids opfattelse mente Antoine Lavoisier, at mængder og arten af grundstoffer ikke ændres ved kemiske reaktioner. Han skabte grundlaget for den moderne kemi i sidste tredjedel af det 18. århundrede. Under Den Franske Revolution blev han guillotineret, kort til en af dommerne bemærkede: »Republikken har hverken brug for videnskabsmænd eller kemikere». Matematikeren Laplace skal have udtalt dagen efter henrettelsen: »Et sådant hoved kan hugges af på et sekund, men det tager 100 år, inden vi finder et, der er lige så godt».

Afstemt reaktionsskema på mikroniveau



Figur 6-2 Når et molekyle methan reagerer med dioxygen, dannes et molekyle carbondioxid og to molekyler vand.

Afstemt reaktionsskema på makroniveau

2. 4.

eksempel slut

Fra mikro til makro

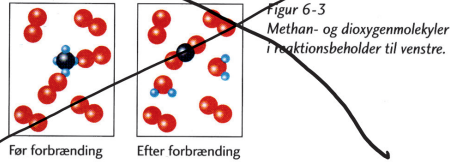
3. små hele tal betyder „så små som muligt“

4. vi ser da også 1:2 betyder dobbelt

Figur 1 B.

Tænk selv 6-1

Tjek om figur 6-3 passer med reaktionskemaet for methans forbrænding. Stemmer tegningerne overens med reaktionsforholdet 1:2?



Antallet af atomer af hvert grundstof er uændret ved en kemisk reaktion. Et reaktionskema er *afstemt*, hvis det opfylder loven om *grundstoffernes bevarelse*:

Definition

Antallet af atomer af hvert grundstof er ens på begge sider af reaktionspilen.

1
0

Tænk selv 6-2

Afstem det ufuldstændige reaktionskema og læs det højt med navnene på stofferne (C_3H_8 hedder propan og findes i lighter gas).

- a. $H_2(g) + O_2(g) \rightarrow H_2O(g)$ ikke afstemt
b. $C_3H_8(g) + O_2(g) \rightarrow CO_2(g) + H_2O(g)$ ikke afstemt

Formelmasse

I periodesystemet kan vi finde de forskellige grundstoffers atommasse. Vi har tidligere omtalt, side 45, at *atommassen* er en gennemsnitsmasse af atomerne i grundstoffets naturlige isotopblanding.

Ved en kemisk reaktion er massen af stofferne efter reaktionen den samme som massen af de stoffer, der var til stede før reaktionen.

Når atomer danner kemiske bindinger med hinanden, er det ikke muligt at måle nogle ændringer i deres masse. Ud fra grundstoffernes atommasser kan vi derfor beregne *massen af en formelenhed* af et hvilket som helst stof, dvs. massen af den mindste mængde af det pågældende stof.

Massen af et vandmolekyle finder vi ved at addere atommassen af de to H-atomer og af O-atomet. Resultatet er

$$2 \cdot 1,008 \text{ u} + 16,00 \text{ u} = 18,02 \text{ u}$$

Formelmassen
er massen af en formelenhed

Denne masse kaldes vands *formelmasse* og angives i enheden u. Da en *formelenhed vand* er et vandmolekyle, kaldes formelmassen også vands molekylmasse.

Figur 1 C.