

Oplevelsen og udbyttet af skolebesøg på teknik- og naturvidenskabscenter

Nana Quistgaard

DIG, Syddansk Universitet

Artiklen beskriver en undersøgelse om 1. g-elevers oplevelse og udbytte af et skolebesøg på et teknik- og naturvidenskabscenter eksemplificeret ved Experimentarium. Først præsenteres den anvendte ramme for analyse af mulige udbytter. Herefter gennemgås undersøgelsens resultater der er baseret på 75 elevers udpegning af tre favoritopstillinger samt en tekst om disse. Resultaterne er endvidere baseret på casestudiedata omfattende otte af de 75 elever. Både piger og drenge udviser et stort engagement og berøres affektivt i interaktion med "jeg-orienterede" opstillinger der er let tilgængelige, åbne, body-on og overraskende. Interessen for det "jeg-orienterede" kan korreleres til ROSE-undersøgelsen. Data antyder at langtidspåvirkningen er begrænset, og fremadrettede tiltag diskuteres.

Skolerne benytter sig i stigende grad af eksterne aktører som teknik- og naturvidenskabscentre¹ i forbindelse med naturfagsundervisningen. I dansk sammenhæng er elevernes udbytte af skolebesøg på disse centre imidlertid kun undersøgt i meget begrænset omfang (Busch, 2001). Der er således behov for mere viden om danske elevers oplevelse og udbytte på teknik- og naturvidenskabscentre, herunder hvilke elementer der har en betydning for udbyttet.

En sådan viden vil kunne styrke udbyttet samt give naturfagslærere inspiration til undervisningen på skolerne. Det vil imødekomme det stigende fokus på nødvendigheden af en øget rekruttering til de tekniske og naturvidenskabelige uddannelser samt det nødvendige i ud fra et demokratisk perspektiv at alle borgere er naturvidenskabeligt kompetente (Sjøberg & Busch, 2005). ROSE-undersøgelsen² har bl.a. vist at

1 Betegnelsen teknik- og naturvidenskabscenter dækker her over science-centre, naturhistoriske museer, zoologiske haver, akvarier, planetarier og lign. der har til formål at formidle teknik og naturvidenskab til et bredt publikum, herunder skoleelever.

2 ROSE står for Relevance Of Science Education og betegner et internationalt forskningsprojekt iværksat i 2002. Undersøgelsen handler overordnet om hvilke områder inden for naturvidenskaben 15-årige grundskoleelever opfatter som relevante i forhold til deres hverdagsliv og omverdenen. Se www.ils.uio.no/forskning/rose og (Sjøberg & Busch, 2005).

15-årige vælger sig væk fra naturvidenskab og teknologi – specielt pigerne. Begge køn er enige om at naturvidenskab og teknik er vigtigt for samfundet, men det får dem ikke til at vælge disse fag. Den danske del af ROSE-undersøgelsen antyder her at det er selve undervisningen i naturvidenskab den er gal med, idet undervisningen generelt ikke appellerer til de 15-årige elever og især ikke til pigerne (Sjøberg & Busch, 2005).

På teknik- og naturvidenskabscentret Experimentarium er det tanken at naturvidenskab formidlet via hands-on-opstillinger kan engagere og begejstre publikum, herunder også skoleelever. Det gør det også, og eksperimenter udført i naturfagsundervisningen på skolerne burde have samme effekt men har det tilsyneladende ikke. Hvad kan naturfagslærere så lære af teknik- og naturvidenskabscentrene, og hvad er den egentlige påvirkning på eleverne af skolebesøg på sådanne centre?

Formålet med denne undersøgelse er at belyse danske 1. g-elevs oplevelse og udbytte i forbindelse med besøg på et teknik- og naturvidenskabscenter eksemplificeret ved Experimentarium. Påvirkes eleverne henholdsvis affektivt og kognitivt, dvs. påvirkes de i forhold til engagement, følelser og værdier henholdsvis forståelser, færdigheder og viden? Hvordan påvirkes de i så fald? Hvilke temaer tiltrækkes de af, og hvilke betingelser skal der til for at oplevelsen bliver udbytterig?

Resultater og analyser i artiklen vil kunne bruges af opstillingsudviklere på centrene og af naturfagslærere der skal på ekskursion med en klasse til et center. Artiklen giver endvidere nogle anbefalinger til fremadrettede tiltag for både centrene og lærerne. Endelig kan lærere finde inspiration til deres undervisning i artiklens præsenterede analyseredskab, teori og resultater.

Scenen er sat

1. x ankommer til Experimentarium. Oppe i udstillingerne på 1. sal tiltrækkes Søren og Esben af området hvor man bl.a. kan teste sin reaktionstid, håndstyrke, balanceevne og hvor højt man kan hoppe. Der går konkurrence i den, og de prøver reaktionstid igen og igen. Esben får den bedste tid til sin egen store begejstring. Så kommer Sofus forbi og siger at de skal med ind i sanse-tunnelen. "Den er for fed", siger han. Vel ude af tunnelen er de oppe at køre over måden de havde følt sig helt væk på derinde. De møder Stine og Anne der netop har prøvet den store vindtunnel hvor man selv kan skrue op og ned for vindstyrken. Pigerne er stadig henrykte over den vilde fornemmelse det var at føle vinden på kroppen. Esben får øje på et par stykker der klovner rundt på en streg i gulvet iført et par mærkelige briller. Drengene går derhen og finder ud af at brillerne bytter rundt på højre og venstre. Da de selv har prøvet, er de totalt overraskede over hvor svært det er. Det er en sjov lille opgave, synes de,

der på en lettilgængelig måde viser hvor nemt deres hjerne bliver forvirret. Stine og Anne ser grinende på og går derefter hen til hjernebordet hvor de ved hver sin computer sidder engagerede i syv minutter og lærer om deres egen hjerne. Drengene kommer hen og fortæller at de har hvisket til hinanden på 20-30 meters afstand ovre i naturområdet [udstillingen "Vores u(t)rolige klode"]. Det var sjovt, synes de, og sammen bliver de enige om at der er nogle flotte ting derovre, men alt i alt kan de nu bedst lide menneskeområdet [udstillingen "Dig & Mig"] fordi de kan lære om sig selv og teste sig selv. Det er de alle fem

Datafremstilling

Ovenstående fortælling er baseret på forfatterens observationer af elevers færden på Experimentarium, omend den er sammenstykket af enkeltstående og uafhængige begivenheder og dermed ikke er autentisk. Fortællingen er altså en fri gengivelse af data men beskriver et forløb der kunne være hændt i sin helhed. Den konkrete undersøgelse er en undersøgelse af tre matematiske 1. g-klassers oplevelse på Experimentarium. De tre klasser, i alt 75 elever i alderen 15-17 år, besøgte hver for sig Experimentarium med deres lærer i april-maj 2004. De blev alle tre modtaget af forfatteren som gav dem en kort introduktion til de to udstillinger "Dig & Mig" og "Vores u(t)rolige klode" der handler om henholdsvis menneskets (og dets egen) krop og hjerne/bevidsthed og om jordens kræfter og energiresourcer. De tre besøg foregik på en såkaldt fleksdag i slutningen af skoleåret, og besøget var således ikke en integreret del af et undervisningsforløb. Jeg havde dog fået lov at lægge nogle bånd på besøget og instruerede eleverne i kun at interagere med opstillinger i de to ovennævnte introducerede udstillinger. De to udstillinger tæller i alt 121 opstillinger. I slutningen af besøget samlede jeg eleverne og bad dem udpege deres tre favoritopstillinger. Endvidere blev de bedt om at skrive en lille tekst for hver af de tre opstillinger indeholdende en beskrivelse, en evaluering og en forklaring på evalueringen. I alt har de 75 elever således lavet 225 små tekster (herefter kaldet elevtekster). Idet eleverne fordeler sig på 32 piger og 43 drenge, har pigerne haft 96 (3 x 32) stemmer til rådighed ved udpegningen af favoritopstillinger, mens drengene har haft 129 (3 x 43) stemmer til rådighed. De 225 elevtekster udgøres følgelig af 96 tekster lavet af piger og 129 lavet af drenge.

Ved introduktionen i starten af besøget blev der fundet fire elever der meldte sig frivilligt, fra to af klasserne – i alt otte elever. Disse otte blev herefter udstyret med en mp3-optager som optog alt hvad de sagde under besøget. Samtidig blev deres færden kortlagt ved observation. Disse otte casestudie-elever blev endvidere interviewet på deres skole 2-3 dage efter besøget. Interviewet havde til formål at uddybe og verificere

lyd- og observationsdata om eleverne samt betydningen af deres tekster. Ti måneder efter besøget blev fem af de otte casestudie-elever geninterviewet med henblik på at belyse besøgets langtidspåvirkning.

Data er fremstillet på Experimentarium hvorfor de tre involverede klasser af praktiske årsager alle kommer fra gymnasier beliggende i Storkøbenhavn. Interviewene er udført på elevernes respektive skoler.

Syv mulige udbytter af besøg på teknik- og naturvidenskabscentre

Førende forskere er ikke i tvivl om at læring finder sted på teknik- og naturvidenskabscentre (fx Hein, 1998; Falk & Dierking, 2000). Blot har mange svært ved at definere hvad det er der læres, og hvad der skal læres. Museumspraktikeren Ted Ansbacher (2002) peger her på at selve termen læring er problematisk, og foreslår at udskifte ordet med udbytte. Han opstiller endvidere syv mulige udbytter der kan følge af et besøg på et teknik- og naturvidenskabscenter. Formålet med disse syv udbytter er dels at gøre diskussioner om læring på sådanne centre mere præcise, dels at anerkende andre udbytter end dem der traditionelt hører under termen læring. De syv udbytter er:

- 1) **Tilføjelse til oplevelsesbanken.** Dette udbytte udgøres af at en engagerende oplevelse huskes men ikke bearbejdes mentalt. Oplevelsen vil enten forblive i dvale for altid eller vil blive genkaldt og bearbejdet på et senere tidspunkt hvis den rette (nye) oplevelse indfinder sig.

Eksempel: Nina kigger opslugt på kaospendulets "ben" der spjætter uforudsigeligt i alle retninger. Hun husker tydeligt oplevelsen bagefter.

- 2) **Udvikling af kropslig viden.** Dette udbytte minder om det forrige ved ikke at indebære mental bearbejdning men adskiller sig ved at være en meget stærk interaktion der giver brugeren en "god følelse" og en intuitiv forståelse for hvordan verden hænger sammen. Den gode følelse opnås helt uden læsning af hjælpetekster. Kropslig viden vil sjældent verbaliseres men udgør et vigtigt grundlag for senere udvikling af forståelse.

Eksempel: Adam og Mie sidder i hver sin gyng over for hinanden. Gyngerne er kobled. Adams gyng er i ro, og Mies gyng svinger. Pludselig begynder Adams gyng at svinge af sig selv mens Mies nu er i ro. Adam husker tydeligt den sjove følelse da hans gyng gik i gang af sig selv.

- 3) **Ændring af følelser og attitude.** Hvor andre udbytter måske involverer hovedet og hænderne, er det her hjertet der er i centrum. Det kan være at se noget velkendt på en ny måde og opdage flere detaljer eller at kunne relatere oplevelsen til en tidligere

følelsesladet oplevelse. Det kan også være at dele begejstringen med andre ved at udforske et ukendt territorium.

Eksempel: Hanne er vildt fascineret af globussen med 3D-landskab hvor høje bjerge og dybe kløfter kan ses og føles. Det ses tydeligt at Island er en del af den atlantiske højderyg, og det minder hende om hendes tur til Island.

- 4) **Opstået aktiv nysgerrighed, interesse eller bevågenhed.** Dette udbytte indebærer at brugeren som følge af oplevelsen gør noget brugeren ellers ikke ville have gjort. Det kan være at udforske videre, indhente mere viden eller bemærke lignende fænomener i omverdenen. Dette udbytte har selvsagt stor værdi idet det rækker ud i fremtiden.

Eksempel: Ole er meget overrasket over at det slet ikke gør ondt at ligge på en fakirseng fyldt med søm der vender den spidse ende opad. Efterfølgende søger han information på internettet om hvordan det kan lade sig gøre.

- 5) **Opnåelse af forståelse.** Dette udbytte udgøres af at brugeren bringes til en forståelse af mønstre, sammenhænge og forhold – har en slags ahaoplevelse. I yderste konsekvens er det forståelse af videnskabelige teorier, men det vil ofte være af mere personlig karakter afhængigt af forhåndsviden m.m.

Eksempel: Mette overraskes over hvor store temperaturforskelle der er i hendes egen krop, da hun ser sig selv filmet af et varmfølsomt kamera.

- 6) **Udvikling af praktiske eller mentale færdigheder.** Udvikling af færdigheder vil ofte være begrænset på museer på grund af de enkelte interaktioners korte varighed. Evnen til at observere er dog en realistisk og vigtig færdighed der vil kunne opnås. Guidning vil generelt øge muligheden for at en besøgende vil kunne udvikle specifikke færdigheder.

Eksempel: Da Christian forlader teknikcentret, har han lært at flytte sand og klodser rundt med en rigtig gravko. Han er også blevet opmærksom på at meget teknologi i apparater kan gennemskues ved detaljeret observation.

- 7) **Opnåelse af information og faktuel viden.** Opnåelse af dette udbytte vil sandsynligvis ikke ske hvis al informationen er i hjælpeteksten. Men hvis informationen er i selve oplevelsen/interaktionen eller evt. i et sammenspil mellem opstilling og hjælpetekst (eller anden hjælp), vil opnåelse af information og faktuel viden kunne opnås.

Eksempel: Sara og Hans står på en stor roterende karrusel der illustrerer vores roterende jordklode. Hans, der står lidt væk fra Sara, triller en kugle hen til hende, men den rammer ved siden af idet den skruer mod højre. En centerformidler kom-

mer fordi og indleder en dialog med dem. Senere beretter både Hans og Sara i geografitimen om corioliskraften.

De syv udbytter er et stærkt og umiddelbart anvendeligt analyseredskab der fx kan bruges i udviklingen og evalueringen af en opstilling eller når en lærer planlægger og evaluerer et besøg på et teknik- og naturvidenskabscenter. Endvidere kan de syv udbytter anvendes heuristisk³ af lærere i forbindelse med planlægning og evaluering af egen undervisning.

Resultater og analyse

Populære emner

De 75 1. g-elever i undersøgelsen skulle som nævnt ovenfor udpege deres tre favoritopstillinger inden for det område på Experimentarium der udgøres af udstillingerne "Dig & Mig" og "Vores u(t)rolige klode". Tre ud af fire af de udpegede opstillinger er fra "Dig & Mig" og handler således om menneskekroppen mikroskopisk og makroskopisk samt hjernen, sanserne og bevidstheden. Et nærmere kig på de udpegede opstillinger viser at de emner de omhandler, har visse ligheder med de populære emner fundet i den danske del af ROSE-undersøgelsen (tabel 1). I ROSE-undersøgelsen (Sjøberg & Busch, 2005) har 537 danske elever fra 9.-klasser i hele landet via et omfattende spørgeskema svaret på spørgsmål inden for en række forskellige kategorier, herunder hvad de gerne vil lære om. Angående denne kategori viser undersøgelsen store kønsforskelle. Pigerne er overordnet meget interesserede i emner om sundhed, helse og kropskultur samt videnskabens grænseland. Eksempler herpå er henholdsvis HIV/AIDS og hvordan det bekæmpes, hvordan man skal træne for at holde kroppen sund og rask, samt hvorfor vi drømmer, og hvad drømmene kan betyde. Drengene er interesserede i de dramatiske aspekter af fysikken og kemien (fx hvordan atombomben fungerer), hvordan teknologi fungerer (fx hvordan computere virker), samt i mindre grad helse og kropskultur. Omvendt er pigerne meget uinteresserede i rene teknologiemner og klassiske fysik/kemi-emner mens det for drengenes vedkommende er mindre tydeligt hvad de finder uinteressant.

3 Læreren tilrettelægger undervisningen så eleverne gennem selvstændig tænkning selv finder oplysninger og gør opdagelser.

Tabel 1. De populære opstillingsemner blandt pigerne og drengene samt deres korrelation til ROSE. %-værdien angiver andelen af de hhv. 96 pigestemmer og 129 drengestemmer. "Spektakulær" betyder at opstillingerne i dette emne er spektakulære at se på (herunder store). Se teksten nedenfor for en beskrivelse af opstillingsemnerne.

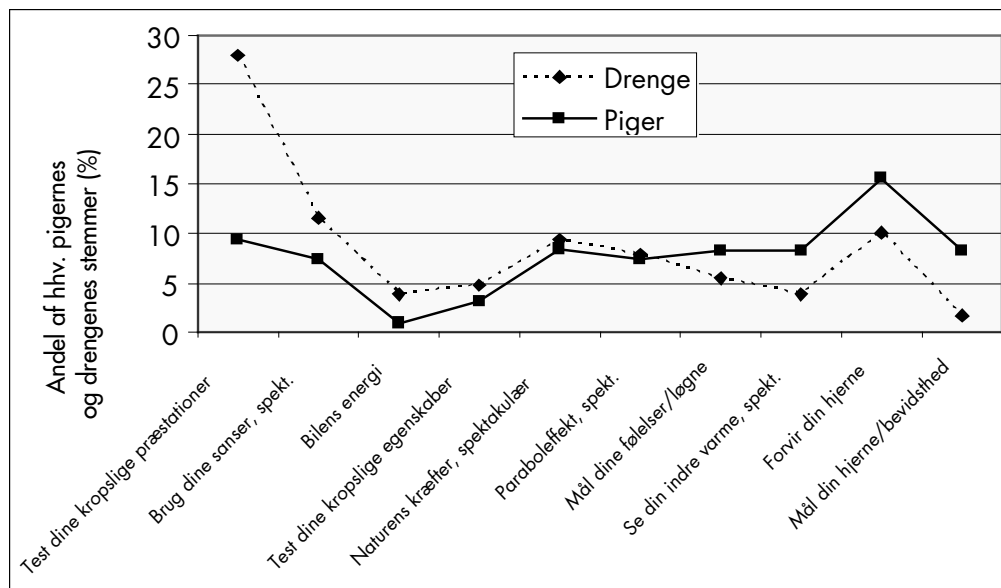
	Opstillingsemne	%	Korrelation til ROSE
PIGER	Forvir din hjerne	15,6	Videnskabens grænseland
	Test dine kropslige præstationer	9,4	Kropskultur
	Naturens kræfter, spektakulær	8,4	Dramatisk fysik
	Se din indre varme, spektakulær	8,3	Kropskultur
	Mål din hjerne/bevidsthed	8,3	Videnskabens grænseland
	Mål dine følelser/løgne	8,3	
	Brug dine sanser, spektakulær	7,3	
	Paraboleffekt, spektakulær	7,3	Dramatisk fysik
	Test dine kropslige egenskaber	3,1	Kropskultur
DRENGE	Test dine kropslige præstationer	27,9	Kropskultur
	Brug dine sanser, spektakulær	11,6	Videnskabens grænseland
	Forvir din hjerne	10,1	
	Naturens kræfter, spektakulær	9,3	
	Paraboleffekt, spektakulær	7,8	Dramatisk fysik
	Mål dine følelser/løgne	5,4	Videnskabens grænseland
	Test dine kropslige egenskaber	4,7	Kropskultur
	Se din indre varme, spektakulær	3,9	
	Bilens energi	3,9	Teknologi

Opstillingsemnerne i tabel 1 er fremkommet ved en sammenlægning af emnebe-slægtede opstillinger blandt de 75 elever hver tre udpegede favoritopstillinger. Hvert opstillingsemne tæller i gennemsnit 3-4 opstillinger (med en spredning på 1-7). Her følger en beskrivelse af hvilke typer opstillinger emnerne dækker over.

- *Forvir din hjerne*: Brugere snydes/forvirres gennem fx synsbedrag eller et par briller der bytter rundt på højre og venstre.
- *Mål dine følelser/løgne*: Brugernes løgn eller reaktion på forskellige fotos kan afsløres via en sensor på fingeren der måler sved.
- *Mål din hjerne/bevidsthed*: Via forskellige computerprogrammer kan brugere bl.a. måle hvilken hjernehalvdel de er dominerede af.
- *Brug dine sanser, spektakulær*: Brugere skal føle, lytte, lugte, se og balancere sig vej igennem en stor, spektakulær sansetunnel.
- *Se din indre varme, spektakulær*: Brugere ser sig selv på en stor, spektakulær skærm filmet med et varmfølsomt kamera. Temperaturen ses via en farveskala.
- *Test dine kropslige præstationer*: Brugere kan teste egne kropslige præstationer, fx reaktionstid, håndstyrke og hurtighed i roning og cykling. Der er hurtig og kontant afregning i form af en score.

- *Test dine kropslige egenskaber*: Brugere kan teste egne kropslige egenskaber, fx balanceevne, lungekapacitet og orienteringssans.
- *Paraboleffekt, spektakulær*: Brugere kan på spektakulær vis opleve hvor kraftfuld paraboleffekten er.
- *Naturens kræfter, spektakulær*: Brugere kan på spektakulær vis opleve naturens kræfter, herunder tektonisk aktivitet, kraftig vind og jordens rotation.
- *Bilers energi*: Brugere kan lære om bilers energiforbrug og hvordan bremseenergi kan genbruges.

De populære opstillingsemner blandt pigerne har en god korrelation til ROSE-emnerne "videnskabens grænseland" og "kropskultur" (tabel 1). Der er dog også emner repræsenteret som kunne kaldes "dramatisk fysik" med henvisning til de populære drengemner i ROSE-undersøgelsen. De populære opstillingsemner blandt drengene rummer ligeledes "kropskultur", "videnskabens grænseland" og "dramatisk fysik". Endvidere kan de populære drengemner i mindre grad korreleres til ROSE-emnet "teknologi". Især for pigernes vedkommende er der således god korrelation til ROSE-undersøgelsen. For drengene er korrelationen knap så tydelig, og overordnet er kønsforskellene i denne undersøgelse langt mindre end i ROSE-undersøgelsen. Her skal der peges på at der er langt færre emner at vælge imellem i denne undersøgelse end i ROSE-undersøgelsen. For begge køn er begejstringen for opstillinger der kunne kaldes "jeg-orienterede", helt dominerende – dvs. når eleverne kan teste, måle, se osv. deres egen kropslige eller mentale evne, præstation eller egenskab. Elevernes små tekster om deres favoritopstillinger underbygger dette resultat. Hovedårsagen til at udpege en opstilling er ifølge elevteksterne at de kan lære om sig selv ved at teste eller måle sig selv. Begge køn er ligeledes enige om at kunne lide spektakulære opstillinger der handler om mere dramatiske eller sensationelle aspekter af fysikken. Begejstringsniveauet er nærmest identisk blandt de to køn for disse emner (midterste del af grafen i figur 1).



Figur 1. Sammenligning af hhv. pigernes og drengenes favoritopstillingsemner præsenteret i tabel 1. Der henvises til tabelteksten i tabel 1 for yderligere forklaring.

Der er imidlertid også forskelle i de to køns favoritopstillingsemner. En iøjefaldende forskel, der ses i venstre side af grafen i figur 1, er omkring de konkurrencebetonede opstillinger der hører under emnet "Test dine kropslige præstationer", hvor drengenes begejstring langt overgår pigernes. Opstillingerne indbyder til konkurrence ved at give en score for en bestemt kropslig præstation. Omvendt overgår pigernes begejstring for opstillingsemnerne der kan korreleres til ROSE-emnet "videnskabens grænseland", i nogen grad drengenes (højre side af grafen i figur 1). Det er emnerne "Forvir din hjerne", "Mål din hjerne/bevidsthed" og "Mål dine følelser/løgne". Begge køn, men især drengene, er begejstrede for at bruge og få stimuleret sanserne. Det ses ved at opstillingen "Sansetunnel" der alene udgør emnet "Brug dine sanser, spektakulært", er blandt de tre favoritopstillinger hos 15 af de 43 drenge og hos 7 af de 32 piger. Det svarer til 11,6 % af de 129 drengestemmer og 7,3 % af de 96 pigestemmer.

Udtalte karakteristika ved populære opstillinger

Som i forrige afsnit er det her analyse af de udpegede favoritopstillinger der er udgangspunkt for resultaterne. For at fokusere disse indgår dog kun de tolv populære opstillinger blandt hhv. pigerne og drengene. Resultaterne er endvidere suppleret med elevernes angivelse af egne årsager til at udpege en opstilling (der ses i elevteksterne).

Populære opstillinger er helt overvejende *lettilgængelige*, dvs. kan tages i brug uden at lange forklaringer skal læses. For drengenes vedkommende gælder det 11 af de 12

opstillinger og for pigerne ti. Begge køn er altså enige om at udpege lettilgængelige opstillinger. Interview viser endvidere at eleverne ikke gider læse lange instruktioner før de kan tage en opstilling i brug, specielt ikke når de går rundt nogle stykker sammen.

En anden tendens er at de populære opstillinger er *åbne*. Åbne opstillinger giver enten mulighed for opnåelse af mange forskellige mål der er defineret af brugeren, eller har ét defineret mål der til gengæld kan opnås på mange forskellige måder. Ti af drengenes favoritopstillinger er således åbne mens otte af pigernes er det. Et par elevtekster viser endvidere at udpegning af en opstilling skyldes at output er åbent og ikke forprogrammeret, samt at eleven kan eksperimentere og selv justere. Tendensen underbygges kraftigt af at de opstillinger der ikke er udpegede som favoritopstillinger af nogen af de 75 elever, overvejende er lukkede. Dvs. at de enten kun kan bruges på én måde eller ikke kan manipuleres direkte. En del af dem er endvidere computeropstillinger der nok kan manipuleres og indebærer flere valg, men hvor alt er forprogrammeret hvorved brugeren ikke kan eksperimentere.

En sidste tendens er at de populære opstillinger er *body-on*. Det vil enten sige at mere end blot hænderne (*hands-on*) skal være aktive, eller at opstillingens output kan mærkes på selve kroppen. Ni af drengenes favoritopstillinger er således body-on mens syv af pigernes er det. 12 % af pigernes elevtekster angiver endvidere body-on som årsag til udpegning mens det gælder for 6 % af drengenes tekster. Det er fx følelsen af at skulle bruge hele kroppen, at kunne mærke output på hele kroppen og at føle sig omsluttet af opstillingen. Sansetunnel, Vindtunnel og Jordskælvssimulator er eksempelvis body-on. En dreng skriver fx om Vindtunnel:

Det var fedt at prøve kræfter med naturen. Lade den omfavne sig i sit usynlige, men stærke greb. Lukke øjnene og give sig hen til dens omfavelse.

Dominerende årsager til popularitet

I dette afsnit er det analyse af elevteksterne der ligger til grund for resultaterne. Som nævnt i afsnittet "Populære emner" er hovedårsagen til at udpege en opstilling det at eleven kan *lære om sig selv og sin kunnen*. Dette er således angivet som årsag i 80 % af pigernes tekster og i 72 % af drengenes. En anden betydende årsag til popularitet er at en opstilling *overrasker fascinerer* eller *indebærer noget uvant*. Dette er tilfældet i 25 % af pigernes tekster og i 31 % af drengenes. Et eksempel er "Hviskeparaboler" hvor eleverne beskriver årsagen til deres begejstring som overraskelsen og fascinationen ved at det kan lade sig gøre at høre hinandens hvisken over så lang afstand.

Den meget populære opstilling "Sansetunnel" er eksempelvis populær fordi eleverne 1) kan teste/bruge deres sanser, 2) føler sig omsluttet, føler opstillingen på hele kroppen, 3) får et "kick" af at befinde sig i totalt mørke i den første del af tunnelen og

4) oplever genkendelse og nostalgi idet de har prøvet opstillingen mange gange før ved tidligere besøg. Dette sidste beskriver et par elever også som det at genopdage noget velkendt på ny og opdage flere detaljer. Den ligeledes meget populære opstilling “Gå dog lige” er populær fordi eleverne oplever hvor let deres egen hjerne kan forvirres, og at opstillingen er uvant og overraskende svær.

Opnåede udbytter

“Sansetunnel”, “Gå dog lige” og “Vindtunnel” er eksempler på opstillinger der giver en “god følelse” som Ansbacher (2002) beskriver i sit andet udbytte om udvikling af kropslig viden. Interaktionen opleves meget stærkt på kroppen, og de to første udbytter er tydeligvis opnået. Data viser endvidere ud fra elevernes ordvalg at de ikke kun har haft “kroppen på” men også hjertet, hvorved det tredje udbytte er opnået. “Sansetunnel” er det tydeligste eksempel idet eleverne begejstres over det genopdagede og genkendelige. Samtidig påvirkes de stærkt i den mørke del af tunnelen idet de, selv om de har prøvet den før, generelt er uvante med at befinde sig i totalt mørke. I “Gå dog lige” er det foruden det uvante oplevelsen af at noget så nemt som at gå lige på en streg pludselig er næsten umuligt. Det er også det sjove i at se hinanden “klovne rundt”. Generelt viser data at de tre første udbytter er opnået under en stor del af elevernes interaktioner. Eleverne udviser altså et stort engagement.

Mht. det fjerde udbytte, altså om oplevelsen har ført til aktiv handlen eller ændret adfærd, er opnåelsesgraden tilsyneladende lav. Dette skal ses i lyset af at datagrundlaget kvantitativt set er meget lille. Kun fem elever er således geninterviewet ti måneder efter besøget med henblik på at kortlægge dette udbytte. Selve metoden, interviewet, kan også være problematisk i forhold til en total kortlægning af påvirkninger samt identifikation af hvilke bidrag (herunder andre bidrag end oplevelsen på centret) der har afstedkommet hvad. Resultatet skal derfor ses som et minimum idet der sagtens kan være flere påvirkninger end dem der er fundet her. Det anses dog stadig for signifikant at der i disse fem interview kun er fundet ét tilfælde der viser at besøget har haft en sådan påvirkning. I dette tilfælde havde en pige under besøget prøvet opstillingen “Løgnedetektor” og efterfølgende følt sig bedre klædt på til at vurdere pålideligheden af en løgnedetektor i diverse debatter herom i medierne. Denne påvirkning er værdifuld, men generelt havde besøget ikke gjort det store indtryk på nogen af de fem. Besøget kunne huskes, også mange detaljer, men eleverne havde ikke tænkt på besøget sidenhen, bortset fra umiddelbart efter hvor de havde fortalt om besøget til andre, specielt om deres egne kropslige præstationer. Alle fem viste endvidere en meget positiv følelse for Experimentarium og udtrykte at de gerne ville komme igen.

Det femte udbytte, at forstå mønstre og få en ahaoplevelse, er demonstreret i ca. 1/3 af de 225 elevtekster. Sandsynligvis forstår eleverne de fleste af de “jag-orienterte

rede” opstillinger da de er forholdsvis simple, men kun i ca. 1/3 af teksterne udviser de en direkte refleksion over deres oplevelse. For pigernes vedkommende ses disse refleksioner i 37 % af teksterne, fordelt på 33 % i relation til “Dig & Mig-opstillinger” og 4 % i relation til “Vores u(t)rolige klode-opstillinger”. Samme tal for drengene er 31 %, fordelt på 22 % og 9 %. Procenterne skal dog ses som et minimum og ses i lyset af at størstedelen af de udpegede opstillinger er fra “Dig & Mig”. Eksempler på forståelse af mønstre og ahaoplevelser i relation til opstillinger ses i tabel 2.

Tabel 2. Eksempler på opstillinger hvor elever har opnået femte udbytte. De enkelte forståelser/ahaoplevelser kan ikke kvantificeres men tjener som eksempler.

* Vores u(t)rolige klode.

	Opstilling	Beskrivelse	Forståelse/ahaoplevelse
Dig & Mig	Reaktion & overblik	En væg med knapper der lyser i tilfældig rækkefølge. Så mange lysende kapper som muligt skal rammes på 60 sekunder.	Forståelse for at overblik kræver at der trædes et skridt tilbage.
	Gå dog lige	Brugeren skal gå langs en streg iført briller der bytter rundt på højre og venstre.	Forståelse for hvor let hjernen kan komme ud af kurs.
	Se din indre varme	Brugeren ser sin krop på en skærm via et varmekfølsomt kamera.	Overraskelse over kroppens temperaturforskelle.
	Genetiske spejlkabinet	Brugeren undersøger og bestemmer ni af egne arvelige karaktertræk og kan herefter via en computer bestemme sin unikhed.	Overraskelse over hvor få der ser ud som én selv.
	Undersøg din pupil	Via spejl og justerbart lys kan brugeren se sin egen pupils reaktion på lys.	Forståelse for øjets reaktion på lys.
Kloden*	Tornado	Vand i en cylinder kan sættes i stigende rotation hvorved en bordtennisbold suges ned mod bunden af karet.	Forståelse for “suget” i tornadoens øje.
	Genbrug af bremseenergi	Brugeren kan først cykle, siden bremse og så opleve at genbruge den oplagrede bremseenergi til acceleration af cyklen.	Overraskelse over mængden af energi en bremsning kan udløse.

Sjette og syvende udbytte er forsøgt undersøgt ved at få eleverne til at beskrive deres favoritopstillinger, herunder hvad de “gør”. En analyse af 114 af elevernes tekster, dækkende de ni populære opstillinger, viser at kun ganske få af eleverne demon-

strerer at have opnået færdigheder eller viden af mere kompleks art. Fx vækker “Hviskeparaboler” undren og refleksion over fænomenet, men kun én af de 17 elever der har udpeget opstillingen, demonstrerer at være kommet til at forstå parableffekten – tværtimod “undrer de sig stadig”. To viser at de forstår parableffekten, men det fremgår at de kender den i forvejen. Det kan dog ikke udelukkes at de øvrige 14 sidenhen i en bearbejdning af oplevelsen er kommet nærmere en forståelse. Ligeledes er der ingen af de syv elever der har udpeget “Jordskælvsimulator”, som i deres tekst om opstillingen forklarer om fænomenet bag jordskælv, seismiske bølger, selvom der findes information om dette på en stor planche lige ved opstillingen. Dette skal igen ses som et minimum idet de godt kan have fået en forståelse af seismisk aktivitet uden at have nævnt det i deres beskrivelse af opstillingen.

Lydoptagelserne under besøget af de otte casestudie-elever viser at eleverne generelt ikke fører en reflekteret dialog med hinanden. Fx er der ingen af de seks casestudie-elever der prøvede “Jordskælvsimulator”, der snakker om årsagen til jordskælv. De snakker kun om at det er vildt at opleve/føle skælvet. Der er dog enkelte eksempler på reflekteret dialog. En pige prøver en computeropstilling hvor hun ved at gennemgå en test finder ud af hvilken hjernehalvdel hun er domineret af. Hun fortæller bagefter meget engageret om oplevelsen til en veninde, og bl.a. gør hun sig nogle refleksioner over forskelle på mænds og kvinders brug af hjernehalvdelene. Der er også to drenge der hver for sig har en reflekteret dialog om fysikken bag gejsere med deres lærer. Alt i alt er der dog i elevernes dialog ikke mange indikationer på at de opnår færdigheder eller viden mens de interagerer med opstillinger. Opnåelser der ikke verbaliseres, vil dog ikke kunne måles.

Konklusion og diskussion af resultater

Både pigerne og drengene i denne undersøgelse er begejstrede for at lære om sig selv og deres kunnen. For drengene er det i højere grad i relation til konkurrencebetonede opstillinger hvor de kan teste egne kropslige præstationer, end til opstillinger hvor det handler om at blive klogere på egen hjerne og bevidsthed. Omvendt forholder det sig for pigerne. Især drengene er begejstrede for at skulle bruge deres sanser. Begge køn kan begejstres af fysik når blot den er og præsenteres dramatisk. Teknologi har svære kår hos pigerne men kan i nogen grad fange drengene.

Begge køns engagement er endvidere stort i relation til opstillinger der er lettilgængelige, åbne, body-on, og som kan overraske dem. Disse opstillinger giver dem en “god følelse” og berører dem følelsesmæssigt. I minimum 1/3 af interaktionerne med favoritopstillinger opnår eleverne en forståelse af mønstre og får en ahaoplevelse, dog overvejende (især for pigerne) i relation til “jeg-orienterede” opstillinger om deres egen hjerne/bevidsthed og krops kunnen. Kun få elever demonstrerer direkte at have opnået viden af kompleks art, og besøgets påvirkning ti måneder efter er

tilsyneladende begrænset. Dette skal dog ses om et minimum idet påvirkningen kan være større end den målte.

De fundne udbytter er værdifulde idet de kan bruges af læreren til at arbejde videre med tilbage i klassen. En "god følelse", et stort engagement, en ahaoplevelse og en undren vil således kunne bruges som afsæt i den videre undervisning. Kimen er endvidere lagt til at eleverne bevidst eller ubevidst viderebearbejder oplevelserne fra Experimentarium i mødet med nye oplevelser senere hen i livet (Dewey, 1938; Falk & Dierking, 2000). Endelig er det interessant at vejen til 1. g-elevs naturvidenskabelige interessedannelse kan gå gennem emner som videnskabens grænseland, kropskultur og dramatisk fysik. Sammenholdt med resultaterne fra ROSE-undersøgelsen underbygges dette resultat kraftigt. Lærere kan følgelig blive inspirerede heraf i deres undervisning og planlægning af eksperimenter hjemme på skolerne. De øvrige resultater vil også kunne inspirere til at udtænke eksperimenter der er lettilgængelige (fx ingen lange instruktioner), åbne, body-on og overraskende.

Resultaterne giver imidlertid også stof til eftertanke. Hvordan bringes eleverne fx til at interessere sig for opstillinger der handler om kemi, matematik, teknologi og fysik (der ikke lige er dramatisk og spektakulært præsenteret) frem for primært at vælge "jag-orienterede" opstillinger? Nogle, fx lærere, vil måske også finde det ønskeligt at eleverne i højere grad bliver kognitivt påvirkede i interaktionen samt udvikler viden og varig påvirkning. I det følgende vil jeg på grundlag af teoretiske perspektiver diskutere hvilke tiltag dels teknik- og naturvidenskabscentre dels naturfagslærerne kunne gøre i fremtiden.

Teoretiske perspektiver

De to museumspraktikere Ansbacher (1998) og Hennes (2002) advokerer for relevansen og anvendeligheden af læringsteoretikeren John Deweys bog *Experience and Education* (1938) på teknik- og naturvidenskabscentre. Dette skyldes at det centrale i Deweys tanker er at dannelse sker gennem erfaring og oplevelse. På teknik- og naturvidenskabscentre er det netop oplevelse der er i centrum. Det er dog ikke alle oplevelser der er dannende. En oplevelse skal arbejdes videre med, og dette viderearbejde igangsættes af en opstået nysgerrighed som følge af et problem eller dilemma. Problemet skal dels tage afsæt i elevernes forhåndsviden og evner, dels give eleverne lyst til at søge information og nye oplevelser der kan belyse problemet. Af de nye oplevelser opstår nye problemer osv. Dewey kalder processen for *den fortsatte spiral*, og hver ring i spiralen udgøres af fem distinkte trin kaldet en *refleksionsproces* (Dewey, 1938).

Anvendt på teknik- og naturvidenskabscentre kan de fem trin der bidrager til at gøre en oplevelse dannende, beskrives således (Ansbacher, 1998; Hennes, 2002):

- 1) *Problem*. Eleven skal opleve et problem eller en obstruktion, konflikt, et dilemma osv. Det kunne fx være en opstilling med en svævende sæbeboble over en klump tøris eller en fossil muslingeskal fundet på toppen af et bjerg.
- 2) *Observation*. Eleven skal via observation forsøge at klarlægge problemets karakter. Det kunne fx være via mere opmærksom observation, via hjælpeobjekter som et forstørrelsesglas eller ved synliggørelse af den teknologi der evt. er brugt i en opstilling. Det kunne også være via guidning der stimulerer til mere opmærksom observation, diskussion og tanker.
- 3) *Hypotesedannelse*. Eleven skal udtænke forskellige løsninger. Dette kan stimuleres ved at opstillingen aktivt stiller spørgsmål gennem fx en guide eller hjælpetekst. Hennes foreslår endvidere at der kunne indrettes områder der giver eleverne plads og ro til at diskutere.
- 4) *Ræsonnering*. Eleven skal foretage en tankemæssig testning af idéer mod hinanden. De samme hjælpeingredienser som angivet i punkt 3 kan anvendes.
- 5) *Bekræftelse*. Eleven skal forsøge at bekræfte sine idéer ved at teste, eksperimentere og observere direkte. Her kan centret tilbyde mulighed for sammenligning af fx objekter, tekster eller online links.

Et individ *må* engagere sig i sin egen refleksionsproces for at opnå en forståelse og dannelse (Dewey, 1938). I relation til teknik- og naturvidenskabscentre skal disse sikre at både publikum og centret selv medvirker til at forme oplevelsen og dens formål. Centret skal således levere dilemmaet, men det er publikum der skal skabe oplevelsen. Derved skal en opstillings output være åbent så publikum kan danne hypoteser og eksperimentere (Ansbacher, 1998). Centrene skal altså fri sig fra at ville afspejle videnstaksonomier som primært søger at aflevere facts og viden (Hennes, 2002).

Theory without a problem, like an answer without a question, is no cause for inquiry and no cause for interest. (Hennes, 2002)

Fremadrettede tiltag

I lyset af undersøgelsens resultater og de præsenterede teoretiske perspektiver vil jeg nu diskutere mulige fremadrettede tiltag for hhv. teknik- og naturvidenskabscentre og naturfagslærere.

Teknik- og naturvidenskabscentre

Til trods for at mange af elevernes interaktioner i denne undersøgelse er sket med åbne opstillinger der burde være befordrende for refleksionsprocessen, er det resulterende udbytte tilsyneladende begrænset. Data viser at eleverne i interaktionen er meget engagerede, men overvejende ikke i deres egen refleksionsproces. Forklaringen kan ligge i at de opstillinger eleverne har udpeget, ikke vækker undren nok, altså ikke opstiller et dilemma; endvidere at der i udstillingen ikke forefindes nok materiale der kan belyse et eventuelt problem. Eksemplet med "Hviskeparaboler" beskrevet i afsnittet "Opnåede udbytter" viser at opstillingen nok vækker undren og refleksion men tilsyneladende kun ringe forståelse og opnåelse af viden. Dette kunne skyldes at der mangler materiale der kan "fodre" en længerevarende refleksionsproces. Case-studie-data viser endvidere to eksempler på en elev der blev fascineret og udfordret af opstillingen "Gejsere". I begge eksempler kom eleven nogenlunde til at forstå fysikken bag men var stadig usikker på noget – noget som der ikke kunne findes svar på i opstillingen. Begge elever opsøgte herefter deres pågældende lærer for at få svar på deres spørgsmål.

Der kan naturligvis ikke generaliseres ud fra ovenstående eksempler, men samlet set kunne undersøgelsens data indikere at teknik- og naturvidenskabscentre med fordel kan indtænke Deweys refleksionsproces i udviklingen af opstillinger. På et mere konkret plan kunne befordrende elementer fx være touch screens med et netværk af tegninger, film, fotos og tekst som brugeren kan pusle med i eget tempo og ud fra egne forudsætninger efter at være blevet gjort nysgerrig. Endvidere kunne der være områder på centrene hvor besøgende i ro og mag kan sidde og diskutere og evt. læse i tekster og eksperimentere med små modeller der ligger fremme.

Naturfagslærere

I beskrivelsen af Deweys refleksionsproces anvendt på teknik- og naturvidenskabscentre fremgår det at guider vil kunne facilitere dele af den. Adskillige forskere peger også på at elever på centrene har brug for en vis portion ord (dvs. dialog) og fastholdelse under besøget for at blive varigt påvirkede (fx Rennie & McClafferty, 1995; Griffin, 2004). Dette opfyldes til dels under familiebesøg idet forældrene ofte agerer guider for børnene ved at oplæse de forklarende tekster. Oplæsningen danner derefter udgangspunkt for samtale om og brug af en given opstilling. Endvidere bygger forældrene bro mellem de oplevede opstillinger og børnenes eksisterende viden (Falk & Dierking, 2000; McManus, 1991). Skoleelever har imidlertid ikke deres forældre med på teknik- og naturvidenskabscentre, og en mulighed for guidning er centerformidlere, men især lærere kan spille en vigtig rolle. Her er det vigtigt at læreren ser sin rolle som coach og ikke forsøger at presse et forudbestemt udbytte ned over hovedet på eleverne (Ansbacher, 1999). Det kan dog være uvant og vanskeligt for læreren at forholde sig

til miljøet på et på teknik- og naturvidenskabscenter, og faren er at læreren orienterer guidningen mod "låste" opgaver og på den måde fratager eleverne ejerskab for deres oplevelser (Busch, 2004). Opgaveark der skal udfyldes i løbet af besøget, opleves af eleverne som begrænsende og kedelige idet det fratager dem valg- og kontrolmuligheder. Uddeling af opgaveark er imidlertid en almindelig strategi blandt lærere, og en forklaring kan være at de føler sig usikre på centrene:

... størstedelen af lærerne føler sig stærkt intimiderede, næsten angste, når de skal besøge et museum med deres klasser. De har ingen strategier på lager for hvordan de kan facilitere læring i dette miljø. Selvom de måske har nogle idéer til det, ender det oftest med at de uddeler opgaveark til eleverne idet dette synes lettest og mest trygt at håndtere (oversat efter Griffin & Symington, 1997).

Eksisterende forskning peger endvidere på at forberedelse og efterbehandling af skolebesøg på teknik- og naturvidenskabscentre er af afgørende betydning for det kognitive udbytte (Rennie & McClafferty, 1995; Falk & Dierking, 2000; Griffin, 2004). Samtidig viser forskningen at dette ofte ikke finder sted. Et dansk studie viser underbyggende at den hyppigste besøgstype på Experimentarium blandt lærere for 2.-6. klasser er "sodavandsbesøget", hvor læreren hverken forbereder besøget eller efterfølgende bearbejder det, og hvor eleverne kan gå frit rundt under besøget (Sørensen & Kofod, 2004).

Deweys fem trin kombineret med Ansbachers syv udbytter danner en umiddelbart anvendelig guide for lærernes forberedelse af eleverne forud for besøget. Eleverne kunne bl.a. arbejde med problemstillinger hjemmefra som skal tænkes over og forsøges løst under besøget. Lærere vil også kunne inddrage de fem trin under besøget ved aktivt at hjælpe eleverne til at engagere sig i *alle* fem trin af refleksionsprocessen. En anden tilgang for læreren kunne være at orientere sig i den pædagogiske litteratur om teknik- og naturvidenskabscentre (Busch, 2004), men mere forskning om den danske lærerrolle i relation til besøg på centrene kunne også ønskes. Næste skridt i det ph.d.-studium som denne undersøgelse er en del af, er følgelig en designbaseret undersøgelse hvor guidning der faciliterer dialog og refleksion hos eleverne, testes og analyseres. Andre tiltag kunne være flere samarbejder mellem centrene og skolerne hvor igennem begge parter kan stille krav til hinanden. Samarbejder mellem seminarierne og centrene er endvidere oplagte (Busch, 2004).

Referencer

- Ansbacher, T. (1998). John Dewey's Experience and Education: Lessons for Museums. *Curator*, 41(1), s. 36-49.
- Ansbacher, T. (1999). Experience, Inquiry, and Making Meaning. *Exhibitionist*, 18(2), s. 22-26.

- Ansbacher, T. (2002). What are we learning? Outcomes of the museum experience. *The Informal Learning Review*, 53, s. 4-7.
- Busch, H. (2001). *Teknik- og naturvidenskabscentrenes rolle i naturfaglig undervisning*. København: Danmarks Pædagogiske Universitet.
- Busch, H. (2004). Undervisning i uformelle naturfaglige læringsmiljøer – en udfordring til læreren. I: M. Carlsson (red.), *Samarbejde mellem skole og eksterne aktører om undervisning om energi*. København: Danmarks Pædagogiske Universitet.
- Dewey, J. (1938). *Experience and Education* (1997 edition). New York, NY: Touchstone.
- Falk, J. & Dierking, L. (2000). *Learning from museums: Visitor experiences and the making of meaning*. Oxford: AltaMira Press.
- Griffin, J. (2004). Research on students and museums: Looking more closely at the students in school groups. *Science Education*, 88, s. 59-70.
- Griffin, J. & Symington, D. (1997). Moving from task-oriented to learning-oriented strategies on school excursions to museums. *Science Education*, 81, s. 763-778.
- Hein, G. (1998). *Learning in the Museum*. New York: Routledge.
- Hennes, T. (2002). Rethinking the Visitor Experience: Transforming Obstacle into Purpose. *Curator*, 42(2), s. 109-121.
- McManus, P. (1991). Making sense of exhibits. I: E. Hooper-Greenhill (red.), *A new communication model for museums* (s. 35-46). Leicester: Leicester University Press.
- Rennie, L. & McClafferty, T. (1995). Using visits to interactive science and technology centers, museums, aquaria, and zoos to promote learning in science. *Journal of Science Teacher Education*, 6(4), s. 175-185.
- Sjøberg, S. & Busch, H. (2005). Ungdomskulturen: Elevernes erfaringer, holdninger og interesser. I: S. Sjøberg (red.), *Naturfag som almindannelse*. Århus: Klim.
- Sørensen, H. & Kofod, L. (2004). Experimentarium og skole. I: E. Henriksen & M. Ødegaard (red.), *Naturfagenes didaktikk – en disiplin i forandring? Det 7. nordiske forskersymposiet om undervisning i naturfag i skolen* (s. 517-532). Norge: HøyskoleForlaget.