



Kompendium: Inquiry Based Science Education - IBSE

Termer, metoder, tankegange og erfaringer.

Undersøgelserbaseret undervisning i naturfag og matematik

Klavs Frisdahl (red)

2014



Kompendium: Inquiry Based Science Education - IBSE

*Termer, metoder, tanke-
gange og erfaringer*

Undersøgelsesbaseret undervisning i
naturfag og matematik

Af: Klavs Frisdahl (red)



Udgivet af Institut for Naturfagenes Didaktik,
Københavns Universitet, Danmark

E-versionen findes på <http://www.ind.ku.dk/skriftserie>
Printet af www.lulu.com

Denne udgivelse kan købes på markedspladsen på www.lulu.com

© til forfatterne 2014

Kompendium: Inquiry Based Science Education – IBSE, Termer, metoder, tankegange og erfaringer.

IND's skriftserie nr. 36. ISSN: 1602-2149



Kompendium:

Inquiry Based Science Education - IBSE

Termer, metoder, tankegange og erfaringer

Undersøgelsesbaseret undervisning i naturfag og matematik

Udarbejdet på Institut for Naturfagernes Didaktik, Københavns Universitet

Af

Klavs Frisdahl (red)

Med bidrag af:

- Jens Dolin
- Jan Alexis Nielsen
- Lærke Bang Jacobsen
- Jesper Bruun





Indholdsfortegnelse

Indledning	8
<i>Baggrund</i>	8
<i>IBSE, IBSME, IBSMTE, UBNU, UBNMU, UBNMTU</i>	9
<i>Til slut</i>	10
Baggrunden for et kompendium om IBSE	11
Del 1 - Planlægning og gennemførelse af IBSE forløb	15
Undersøgelsesbaseret undervisning - hvornår er det det rigtige valg?	15
Pædagogisk didaktisk tilgang	17
<i>Konstruktivistisk læring</i>	17
<i>Fokus på kompetencer</i>	18
<i>Elevernes opfattelse af, hvad det vil sige at lære</i>	19
<i>6F-modellen</i>	21
<i>Motivationsteori og IBSE</i>	27
<i>Læringscykler</i>	29
<i>Lærerrollen som "guide"</i>	31
<i>Riskzone og komfortzone</i>	32
Opmærksomhedspunkter og udfordringer i IBSE forløb	34
Skabelon for 6F læringsforløb	36
<i>Skabelon for et Inquiry Based Science Education forløb</i>	37
Konkrete råd i forbindelse med planlægning af et IBSE baseret forløb	39
<i>Hvilke udfordringer står læreren med i hver fase i 6F-modellen?</i>	39
Del 2 - Læringsudbyttet	47
<i>Evaluerings af IBSE-kompetencer</i>	50
Del 3 - De organisatoriske rammer for en organisation, der arbejder med IBSE....	53
Professionel udvikling med IBSE som løftestang	53
Fagprofessionel udvikling	54
<i>Social og personlig udvikling</i>	54
<i>En IBSE-model for professionel udvikling</i>	55
Lektionsstudier	57



<i>Den grundlæggende ide.....</i>	<i>57</i>
<i>Sådan laver du et lektionsstudie.....</i>	<i>58</i>
<i>Perspektiver på kort og lang sigt.....</i>	<i>60</i>
Afrunding.....	61
Bilag 1: Eksempler på læringsforløb efter IBSE og 6F-modellen.....	65
<i>Eksempel 1: Tyngdekraft og modstandskraft (fysik).....</i>	<i>65</i>
<i>Eksempel 2: Sydhavnen, prognoser/fremskrivninger, regression (matematik).....</i>	<i>67</i>
<i>Eksempel 3: Armlængde, prognoser/fremskrivninger, regression (matematik).....</i>	<i>72</i>
<i>Eksempel 4: Antal talte sprog, funktioner (eksponentiel/lineær).....</i>	<i>74</i>
<i>Eksempel 5: Luftmodstand og faldtider (fysik).....</i>	<i>76</i>
<i>Eksempel 6: Lydniveau og frekvenser (fysik).....</i>	<i>78</i>
<i>Eksempel 7: Den bedste karse (NV/biologi).....</i>	<i>80</i>
<i>Eksempel 8: Lys, Braggs lov, CD/DVD (fysik).....</i>	<i>82</i>
<i>Eksempel 9: Udforsk geometriske sammenhænge eller find pi: (Matematik).....</i>	<i>84</i>
<i>Eksempel 10: Gæringsforsøg (biologi/kemi).....</i>	<i>86</i>
<i>Eksempel 11: Logistisk vækst (matematik).....</i>	<i>88</i>
<i>Eksempel 12: Danske landskabers dannelse (naturgeografi).....</i>	<i>91</i>
<i>Eksempel 13: Den nære astronomi (astronomi).....</i>	<i>93</i>
<i>Eksempel 14: Materialeforbrug til coladåse (matematik).....</i>	<i>96</i>
<i>Eksempel 15: Is (matematik).....</i>	<i>97</i>
<i>Eksempel 16: Variable og sammenhænge i kroppen (matematik).....</i>	<i>100</i>
<i>Eksempel 17: Skydning med elastik (matematik og evt. fysik).....</i>	<i>102</i>
Bilag 2: Henvisninger til andre læringsforløb på nettet.....	105
<i>Biologi.....</i>	<i>105</i>
<i>Fysik.....</i>	<i>110</i>
<i>Matematik, Naturfag, Naturgeografi, Naturvidenskab, Samfundsfag, Teknologi....</i>	<i>123</i>
<i>Øvrige generelle henvisninger til læringsforløb.....</i>	<i>127</i>



Indledning

Klavs Frisdahl

Dette kompendium er tænkt som en håndbog til den lærer, der gerne vil i gang med at inddrage undersøgelsesbaseret undervisning i sin didaktiske palette, og som på den ene side har behov for en didaktisk forankring af sit arbejde, og på den anden side har behov for at se, hvordan andre undervisere har tilrettelagt undersøgelsesbaserede forløb i forskellige naturfag og i matematik.

I selve kompendiet er der derfor en kort gennemgang af de **centrale begreber** og tankegange, der er væsentlige i forbindelse med at gennemføre Inquiry Based Science Education (IBSE) – eller på dansk Undersøgelses Baseret Naturfags Undervisning (UBNU).

I bilagene er der dels gengivet konkrete beskrivelser af forskellige forløb og desuden givet links til en stor mængde af andre forløb, der kan findes på nettet.

Der er to væsentlige formål med kompendiet. For det første tilbyder kompendiet et fælles **sprog** for lærerne, der er involveret i at lave IBSE-undervisning. For det andet understreges, at ved brugen af 6F-modellen i tilrettelæggelsen af IBSE-undervisningsforløb, sættes der fokus på den **rolle, som læreren** har, i styringen af undervisningen. Problemløst projektarbejde sætter mere fokus på elevrollen.

Baggrund

Baggrunden for, at dette kompendium er blevet til, er et EU projekt, PROFILES¹, der blandt andet sigter på at styrke den undersøgelsesbaserede undervisning inden for naturvidenskab på EU plan. Fra dansk side har Institut for Naturfagernes Didaktik på Københavns Universitet (IND/KU) været med som partner i projektet. En kerneopgave i projektet har været at udbyde undervisningsforløb for undervisere i det danske skolesystem (undervisere i afgangsklasser i folkeskolen samt på gymnasieniveau) i brugen af IBSE. I den forbindelse har deltagerne på kurserne selv udviklet konkrete

¹ www.profiles-project.eu



mindre undervisningsforløb, og det er disse undervisningsforløb, der her gengives i bilag 1 i kompendiet.

Det er vores ønske med kompendiet, at det kan virke som en løftestang for, at undervisere kaster sig ud i at lade mere undervisning basere sig på og at indeholde det undersøgende element fra elevernes side. Målgruppen for kompendiet er derfor primært lærere i folkeskolen og i gymnasiet i naturvidenskabelige fagområder.

En række af de konkrete eksempler på IBSE forløb er udarbejdet på hhv. Odsherred Gymnasium og på Rysensteen Gymnasium, og vi takker for deres bidrag, der er udarbejdet i forbindelse med kurser afholdt på disse gymnasier i løbet af 2014.

IBSE, IBSME, IBSMTE, UBNU, UBNMU, UBNMTU ...

Dette kompendium omhandler undervisning i naturvidenskab baseret på den grundtanke, at elever lærer mest ved selv at undersøge et givent emne. Denne grundtanke er det bærende i PROFILES projektet. Selve tankegangen har imidlertid resulteret i en lang række forkortelser, som i dette kompendium tillægges samme betydning

IBSE	Inquiry Based Science Education
IBSME	Inquiry Based Science and Math Education
IBSMTE	Inquiry Based Science, Math and Technology Education
UBNU	Undersøgelsesbaseret Naturfags Undervisning
UBNMU	Undersøgelsesbaseret Naturfags/Matematik Undervisning
UBNMTU	Undersøgelsesbaseret Naturfags/Matematik/Teknologi Undervisning

Den undersøgende tilgang er traditionelt knyttet til undersøgelsen af naturen, men i denne sammenhæng kan undersøgelsen også omfatte, hvordan matematik som værktøj kan bruges til at undersøge forskellige data og på den måde at belyse et problem (matematisk modellering), eller man kan undersøge forskellige matematiske strukturer for deres forskelle og ligheder, og på den måde undersøge matematikken selv.

I dette kompendium vil termen IBSE blive brugt til at dække samtlige forkortelser ovenfor.



Til slut

På hjemmesiden for Institut for Naturfagenes Didaktik (IND) på Københavns Universitet vil den nyeste version af dette dokument være tilgængelig til download. Den elektroniske udgave er særlig vigtig til på en enkel måde at kunne linke til alle de eksterne undervisningsforløb, der er refereret i bilagene. Dokumentet kan nås her: http://www.ind.ku.dk/publikationer/inds_skriftserie/

I forbindelse med at kompendiet er blevet udarbejdet, er der også udviklet et kursus primært rettet mod gymnasier i at tilrettelægge undervisningen i naturfagene med udgangspunkt i en undersøgelsesbaseret tilgang. Se mere her: http://www.ind.ku.dk/undervisning-kurser/kurser_for_andre/

Og endelig vil jeg gerne som redaktør sige tak til alle, der har bidraget til kompendiet. Det drejer sig om: De naturvidenskabelige undervisere på Odsherred og Rysensteen gymnasier samt Jens Dolin, Jan Alexis Nielsen, Lærke Bang Jacobsen, Jesper Bruun, Jeppe Willads Petersen, Sofie Tidemand og Mette Staun Jensen alle fra Institut for Naturfagenes Didaktik for deres bidrag til kompendiets tilblivelse. Og endelig tak til elever på Odense Tekniske Gymnasium og deres lærer Lars Frisdahl for at stille billeder til rådighed.

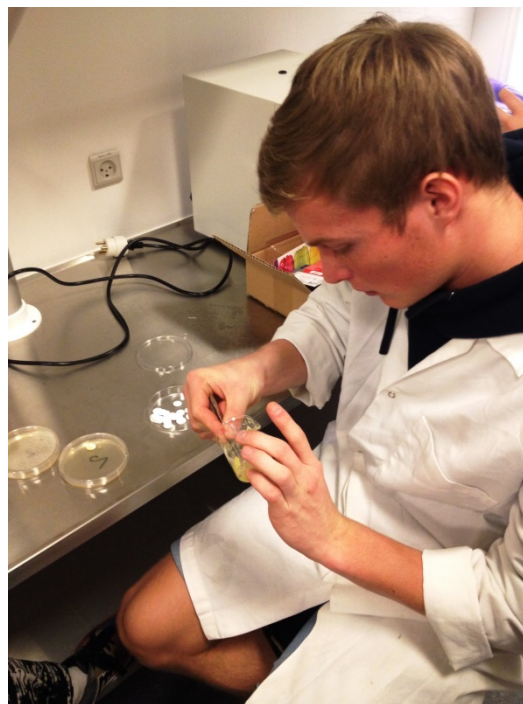
God læselyst, Klavs Frisdahl



Baggrunden for et kompendium om IBSE

Jan Alexis Nielsen

IBSE er en paraplybetegnelse, der dækker over mange forskellige tilgange til undervisning, der alle har en grundlæggende tanke tilfælles: Elever kan konstruere (for dem) ny viden ved at udforske eller undersøge et problem eller et spørgsmål.² Så IBSE refererer til en *proces* hvori *elev*, eller en *gruppe af elever*, er den centrale, deltagende part. I IBSE er der således elever, der møder et autentisk problem eller spørgsmål (såsom "hvorfør bliver blandingen af ouzo og vand hvidt?"), og forsøger at løse eller besvare dette problem ved at ræsonnere, lede efter relevante kilder, observere, opstille hypoteser, samt indsamle og fortolke data igennem eksperimentelt eller teoretisk arbejde og diskussioner.³



Et af hovedargumenterne for at lade noget af ens undervisning ske i form af IBSE-forløb, er de potentialer for læring, som IBSE-forløb bringer med sig. I den danske kontekst ser det ud til, at IBSE-forløb kan være med til at understøtte at "*eleverne undervises i naturfaglige fænomener, begreber og arbejdsmetoder [og] at eleverne lærer at bruge naturfaglig viden til validering og kritisk stillingtagen til naturfaglige problemstillinger som de bliver medieret i dagligdags sammenhænge*".⁴ Det er oplagt, at IBSE-forløb rammer direkte ind i den kompetenceforståelse, der blev lagt for dagen i rapporten *Fremtidens Naturfaglige Uddannelser*:

"Naturfaglig kompetence som samlet helhed udbygges altså op gennem uddannelsessystemet. På det enkelte trin og i forhold til den konkrete undervisningsplanlægning er det hensigtsmæssigt at skelne mellem fire delkompetencer:

² Spronken-Smith m. fl., 2010

³ Anderson, 2002

⁴ Østergaard m. fl., 2010 side 28



- *Empiriskompetence (observation og beskrivelse, eksperimenter, klassifikation, manuelle færdigheder, dataindsamling og behandling, sikkerhed, vurdering af usikkerhed og hensigtsmæssighed, kritisere metoder, generalisering mellem praksis og teori, ...)*
- *Repræsentationskompetence (symboler og repræsentationer, iagttagelse, præsentere, skelne og skifte mellem forskellige repræsentationsniveauer, analysere, forstå forklaringskraft, abstrahere, reducere, ...)*
- *Modelleringskompetence (problemformulere, opstille, skelne mellem model og virkelighed, reducere, analysere, præcisere, anvende hensigtsmæssigt, verificere, falsificere, bestemme kausalitet, kritisere, videreudvikle, ...)*
- *Perspektiveringskompetence (indre sammenhæng, sammenhæng med ikkenuddannelsesfag, historisk/kulturel sammenhæng, relation til den nære og den fjerne omverden, reflektere over naturvidenskabernes og teknologiens roller i samfundsudvikling, kritisk at vurdere naturfaglig viden i forhold til anden viden, ...)*

Disse fire delkompetencer må indgå i enhver uddannelsesmæssig sammenhæng som indeholder naturfaglige elementer - og de bør derfor indgå i alle almindelige uddannelser. Vægtningen af de fire delkompetencer kan derimod være forskellig alt afhængig af uddannelsesmål, fag og uddannelsesniveau.”⁵

Derudover er det også klart, at IBSE-forløb kan være gode til at fange og fastholde elevernes motivation for at arbejde med og i naturfagene: ” *”Noget af det, der særligt peges på som argument for at lade undervisningen i høj grad basere sig på principperne i IBSE er: ”Begejstring og nysgerrighed..., der har stor indflydelse på elevernes motivation for at beskæftige sig med naturfag på en måde så de kan tilegne sig viden – hvad enten det drejer sig om begreber, fænomener eller naturvidenskabelige arbejdsmetoder... En øget brug af (relevante og selvstændige) eleveksperimenter kan ligeledes være med til at øge elevernes motivation ...”⁶*

Baggrunden for dette kompendium er, at selvom der kan være gode grunde til at bruge IBSE i sin undervisning, så er det ikke umiddelbart let at begynde at indføre

⁵ Andersen m. fl., 2003

⁶ Østergaard m. fl., 2010 side 34



det i sin undervisning.⁷ I sagens natur kan der være mange forskelligartede IBSE-forløb om, for eksempel hvorfor blandingen af ouzo og vand bliver hvidt. Sådanne forløb kunne spænde fra at vare 8 minutter i en samtale omkring et middagsbord (ja, undertegnede har gennemført et sådant forløb) til at vare 6-7 lektioner i et klasselokale og i et laboratorium. Selvom begge dele er IBSE-forløb er planlægningen og gennemførelsen af dem vidt forskellige og læringsudbyttet ligeså. Fremfor alt, har begge forløb hver deres muligheder og udfordringer. Derfor handler Del 1 nedenfor om, hvordan man som underviser kan begynde at planlægge og gennemføre IBSE-undervisningsforløb. Del 2 handler om det læringsudbytte IBSE-forløb kan bringe med sig, og Del 3 handler om de organisatoriske rammer, der kan være med til at understøtte IBSE-undervisningen som en generel indsats på en uddannelsesinstitution.

⁷ Anderson, 2002





Del 1 - Planlægning og gennemførelse af IBSE forløb

Klavs Frisdahl

Undersøgelserbaseret undervisning - hvornår er det det rigtige valg?

Dette kompendium handler om IBSE som undervisningsmetode. Det betyder ikke, at enhver undervisning i gymnasiet skal tænkes ind i en IBSE tankegang. Der er elementer i læreplanerne, der er mere oplagte til at behandle gennem en IBSE tilgang og andre, hvor denne undervisningsform vil være enten for tidskrævende eller fjerne fokus fra det, der er de væsentligste læringsmål i den aktuelle situation. Det vil være et valg for den enkelte underviser i den konkrete situation.



I en analyse af læreplaner for Htx konkluderes bl.a.: *"I læreplanerne er den indholdsmæssige beskrivelse af fagene opdelt i afsnittene identitet, formål, mål og kernestof. Det må formodes, at opdelingen er tænkt sådan, at eleverne gennem arbejdet med kernestoffet udvikler de kompetencer, som er beskrevet i målene, og opfylder de intentioner, som er beskrevet i identitet og formål.*

I Fysik A er formål og mål i vidt omfang rettet mod metoder og evnen til at analysere problemer. Kernestoffet er derimod alene

beskrevet med overskrifter på klassiske discipliner fra faget, mens hverken det metodiske, det eksperimentelle eller koblingen til det teknologiske er nævnt. Det skal tilsyneladende alene sikres i arbejdsformerne.

Det efterlader en risiko for, at kernestoffet selvstændiggør sig som mål i sig selv afkoblet fra fagets øvrige mål...".⁸

⁸ Holmegaard 2008 side 37



Ved at tilrettelægge en undervisning efter tankerne i IBSE vil der lettere kunne tilgodes de elementer fra læreplanen, der er fremhævet i afsnittene om formål og mål og samtidig sikre, at elementerne fra kernestoffet dækkes.

Som det vil blive tydeliggjort i de næste afsnit om den pædagogiske tilgang til IBSE-undervisning, vil fokus blive rettet mod en udvikling af elevernes kompetencer bredt. I den aktuelle undervisningssituation kan det opleves som om, at fokus fjernes fra at nå det beskrevne kernestof. Men det er grundtanken, at igennem længevarende arbejde med IBSE modellen vil eleverne opøve en rutine og en modenhed til at administrere denne arbejdsform, så fokus bliver rettet mod de kernefaglige elementer i undervisningen udover, at eleverne til stadighed også udvikler de kompetencer, der ikke er strengt kernefaglige.

Det er vores opfattelse, at gennem at arbejde med udgangspunkt i IBSE tanken, vil eleverne styrke

- Motivation – fordi undervisningen tager udgangspunkt i problemstillinger, som eleverne selv er med til at formulere.
- Engagement – fordi undervisningen bliver tilrettelagt med udgangspunkt i problemer og hypoteser formuleret på basis af input fra eleverne.
- Grundighed – fordi det er en forudsætning for at kunne arbejde systematisk/videnskabeligt.
- Præcision – fordi klare formuleringer hjælper eleverne til at undgå misforståelser – og tydeliggøre argumentation, når eleverne arbejder.
- Fokus på metode - fordi eleven skal begrunde hvorfor eksperimenterne udføres, hvilken hypotese eller hvilket problem de skal afprøve eller undersøge og hvordan.
- Fagligt udbytte - fordi når eleven selv arbejder med problemstillingen, vil læringen blive dybere og længerevarende.

I de situationer, hvor der specifikt arbejdes med en snæver kernekompetence alene, vil en IBSE tilgang til læringen måske findes for omfattende eller ufokuseret. For eksempel vil faktisk viden alene, såsom definitioner, enheder, enkle sammenhænge o.l. sandsynligvis gøres lettest via forskellige former for udenadslære.



Pædagogisk didaktisk tilgang

Som det påpeges i de foregående afsnit, er der oplagte gevinster at høste gennem en IBSE tilgang til naturfagsundervisning. I dette afsnit vil vi se nærmere på, hvordan det kan struktureres i et læringsforløb, der efterlader elever såvel som lærere med en oplevelse af, at der er ”styr på det” og samtidig med en fremdrift, der giver alle parter en oplevelse af, at der sker en progression i undervisningen og læringen. Vi vil kort præsentere nogle af de pædagogiske tanker, der understøtter eller begrundes en IBSE baseret tilgang til undervisningen i naturfag.

Konstruktivistisk læring⁹

IBSE tankegangen er tæt knyttet til de **konstruktivistiske læringsteorier**. Viden er ikke noget, der overdrages. Viden er personlig og opbygges af den lærende. Viden konstrueres på basis af den erkendelse, som den lærende allerede har konstrueret for sig selv.

*”Læring er en proces hvori den lærende bearbejder den nye viden i relation til sin eksisterende viden. Derfor er kendskab til denne eksisterende viden fuldstændig essentiel for underviseren... Udviklingspsykologen Jean Piaget forklarer dette ud fra såkaldte mentale strukturer. Hver gang man gør en erfaring, forsøger man at passe denne ind i sine eksisterende mentale strukturer, sin forforståelse, ved en proces kaldet **assimilation**. Det vil sige at man prøver at forstå den nye erfaring ved at behandle den som et eksempel på noget i forvejen kendt. Noget læring sker på denne måde. Men når dette ikke kan lade sig gøre, oplever man en forstyrrelse der fører til at ens forståelse bringes ud af ligevægt. Ligevægten genoprettes ved en bearbejdning af de mentale strukturer kaldet **akkommodation**. Den nye erfaring rejser nogle spørgsmål der kun kan besvares hvis man omstrukturerer sin forståelse, og derved konstrueres ny viden. Skal man lære nogle elever noget der kræver en ny forståelse, skal man derfor udfordre deres forforståelse, så der skabes en uligevægt og dermed et behov for akkommodation”¹⁰.*

Som det fremgår af citatet, skal enhver undervisning tage udgangspunkt i, hvad eleven allerede har af viden eller som eleven tror han/hun har af viden. Denne viden

⁹ For mere uddybende gennemgang af konstruktivismen (og særligt Piaget) se Damberg 2013 side 174

¹⁰ Persson 2013 side 7



skal så udfordres, bekræftes eller omstruktureres gennem nye erfaringer. Dette udgangspunkt er af stor betydning for, hvordan et undersivningsforløb igangsættes.

Fokus på kompetencer

Fokus inden for uddannelsespolitikken er gennem de seneste årtier skiftet fra at være centreret om at formidle viden til også at se denne viden i en kontekst. Viden skal arbejde, have et formål, kunne anvendes. Og viden, der bringes i spil, er en kompetence. Ordet kompetence er nu langt mere benyttet end ordet viden i uddannelsessammenhæng. Grundlæggende kan vi skelne mellem almene kompetencer og kompetencer knyttet til et bestemt fag. Begge former for kompetencer er med til at forberede eleven til at klare næste trin på udviklingsstigen og er dermed studieforberevende.

I de senere afsnit i denne del af kompendiet vil det blive tydeligt, hvordan en bred vifte af kompetencer vil blive udviklet og trænet gennem en IBSE baseret tilgang til behandlingen af forskellige faglige emner.

Danmarks Evalueringsinstitut udgav i 2011 en rapport omkring implementeringen af 2005 gymnasireformen og lagde i denne evaluering stor vægt på selve kompetencebegrebet. De opremsede følgende former for relevante kompetencer:



Almene kompetencer	Faglige kompetencer
<ul style="list-style-type: none"> • at arbejde selvstændigt fagligt 	<ul style="list-style-type: none"> • at kunne formulere sig skriftligt om faglige emner på uddannelsen
<ul style="list-style-type: none"> • at være bevidst om metoder 	<ul style="list-style-type: none"> • at kunne formidle faglig viden mundtligt
<ul style="list-style-type: none"> • at kunne bruge forskellige arbejdsformer 	<ul style="list-style-type: none"> • at kunne anvende teori i forbindelse med faglige problemstillinger
<ul style="list-style-type: none"> • at kunne samarbejde i forskellige læringssituationer 	<ul style="list-style-type: none"> • at kunne inddrage viden fra forskellige fag
<ul style="list-style-type: none"> • at kunne søge informationer om faglige emner 	<ul style="list-style-type: none"> • at have en indgående viden om fagområder der indgår i uddannelsen
<ul style="list-style-type: none"> • at kunne vurdere relevansen og pålideligheden af funden information 	<ul style="list-style-type: none"> • at kunne vurdere en faglig problemstilling
<ul style="list-style-type: none"> • at kunne benytte it i faglige sammenhænge 	<ul style="list-style-type: none"> • at kunne læse og forstå faglitteratur på engelsk
<ul style="list-style-type: none"> • at være vedholdende i forhold til at tilegne sig faglig viden at kunne overskue en stor mængde fagligt stof 	
<p>Fra EVA 's rapport "Studiekompetence – pejlemærker efter 2. gennemløb af reformen"¹¹</p>	

I samme rapport refereres også en rapport fra Ledernes Hovedorganisation fra 2005, hvoraf det fremgår at: "en række ledere i private virksomheder [har] vurderet at tre vigtige kompetencer for fremtidens medarbejdere er evnen til at arbejde sammen med andre, evnen til at arbejde uden faste rammer og med konstante forandringer samt evnen til at træffe selvstændige beslutninger og være ansvarlige. ..."¹²

Udviklingen af og fokus på kompetencer står således stærkt. Som det vil blive tydeligt i de senere afsnit er IBSE en effektiv model til at holde dette fokus og ikke lade sig lade sig styre alene af listen over kernestof.

Elevernes opfattelse af, hvad det vil sige at lære¹³

I Gymnasiepædagogik refererer Gitte Holten Ingerslev en undersøgelse af elevers læringsopfattelse, og påpeger, at elever ofte kan have meget forskellige oplevelser

¹¹ Danmarks Evalueringsinstitut 2011 side 12

¹² Danmarks Evalueringsinstitut 2011 side 8

¹³ Dette afsnit er inspireret af Damberg 2013, side 146 -



af, og forventninger til, hvad det vil sige at lære. Elevernes læringsopfattelser afspejler sig i elevernes forventninger til underviseren samt til graden af lærerstyring, mængden af gruppearbejde og til formuleringen af og frihedsgraden i de stillede opgaver.

Som den ene yderlighed kan læring opfattes af en elev som at *"Viden (= sandheden) eksisterer derude et sted, og den lærende skal have denne viden ind i hovedet, eventuelt skal læreren putte det ind i hovedet på eleven"* og, som en anden yderlighed beskrives opfattelsen af, hvad læring vil sige hos en anden elev som *"... at lære vil sige at ændre sin viden og derigennem ændre sin tolkning af omverdenen."*¹⁴



Når begge læringsopfattelser og deraf følgende forskellige elevforventninger til undervisningen er repræsenteret i samme klasseværelse, vil dette betyde en potentiel udfordring for undervisningen. En undervisning, som fokuserer eller understøtter det sidste syn på, hvad læring er, vil udfordre de elever, der kommer for at få viden puttet ind i hovedet af læreren.

IBSE-undervisning understøtter den sidste opfattelse af, hvad læring er. Det betyder omvendt også, at de mere løse rammer, som den undersøgelsesbaserede og elevstyrede undervisning fordrer, potentielt vil møde en modstand fra de elever, der enten kommer for at få taget nogle gode noter i timen, eller som

ikke synes de lærer nok ved selv at styre læringsprogressionen.

På den anden side kan man påpege, at netop IBSE-undervisningens udgangspunkt i lærings- og motivationsteorien kan virke understøttende for nogle elever, der kan finde "traditionel" lærerstyret undervisning for "kedelig".

¹⁴ Begge citater: Damberg 2013 side 148.



6F-modellen¹⁵

I den internationale litteratur henvises oftest til 5E undervisningsmodellerne for tilrettelæggelse af IBSE forløb. Den danske pendant til disse modeller er på Institut for Naturfagernes Didaktik på Københavns Universitet blevet videreudviklet til 6F-modellen, der giver en model for, hvordan man kan opbygge læringscykler, der inkluderer en høj grad af IBSE tænkning.

6F er en struktur for gennemløb af et IBSE forløb. Det er en cirkulær model fordi et undervisningsforløb oftest vil følge i en sluttet cirkel, hvor forlæng kan fortsætte med en ny tur rundt i cirklen.

De 6 Fer står for:

1. Forudsætning
2. Fang
3. Forsk
4. Forklar
5. Forlæng
- Feedback¹⁶

Forudsætning: Med ordet henvises til eleverne. Udgangspunktet for undervisningsforløbet skal være elevernes egne forudsætninger. Forudsætningerne er både individuelle og fælles - afhængig af situationen. Det gælder om at gøre elevernes udgangspunkt synligt og i højere grad fælles. Dette kan gøres fra lærerside gennem en formativ evaluering og gennem åbne "hvad tror I?" spørgsmål om den problemstilling, der er fokus på.

Med dette første punkt i undervisningsmodellen sikres, at undervisningen tager sin begyndelse i, hvad eleverne allerede har af kendskab til området - sådan som den konstruktivistiske læringsteori understreger, er en forudsætning for læring.

Fang: Med udgangspunkt i elevernes forudsætninger handler næste fase om på denne baggrund, at fange elevernes interesse i problemstillinger, der kommer ud af Forudsætningsfasen. I denne fase er det oftest nødvendigt at præsentere yderligere information for eleverne, der kan bidrage til at skærpe deres nysgerrighed. De eksi-

¹⁵ Dette afsnit baseres primært på Persson 2013 side 10-12

¹⁶ Feedback er med vilje unummereret. Feedback er et integreret element i alle de øvrige faser i modellen.



sterende billeder, som er trukket fra i Forudsætningsfasen, er for eleverne integreret i et ordnet sæt erfaringer gennem tidligere assimilation og akkommodation. De giver ikke i sig selv anledning til at undre sig. De er jo netop tilpasset. Derfor er der i Fang-fasen behov for at forstyrre dette billede. Film, historier, virkelige problemstillinger, observationer, besøg ud af huset, overraskende demonstrationsforsøg osv. kan bidrage i denne fase.

I Gymnasiepædagogik (Damberg 2013, side 375) refereres til en undersøgelse, der fremhæver følgende fem emneområder, der generelt har størst elevinteresse:

- *”Aktivitetsniveau (dynamisk indhold (fx video) eller mulighed for egen aktivitet (fx at spille basketball))*
- *Vigtighed (især vigtigheden for mennesker i almindelighed og den enkelte elev i særdeleshed)*
- *Elevers personlige relation til et emne (”der er én i min familie, der har den sygdom ...”)*
- *Nyhedsværdi (emnet er ikke overeksponeret)*
- *Udfordringer (ikke-banale og ikke-for-svære)”.*

Forsk: Den efterfølgende fase er i højere grad elevstyret. Når elevernes interesse er fanget, kan de motiveres til selv at gå ind i problemstillingen og begynde at formulere problemer/hypoteser til nærmere fordybelse. Heraf opstår behovet for yderligere viden og eksperimenter, der kan bidrage med nye data til at be- eller afkræfte hypoteser eller svare på problemstillingerne. Fasen kan også medføre, at eleverne bliver forstyrrede i deres etablerede forestilling om emnet, og kan begynde at undre sig.

Det er afgørende i denne fase, at eleverne får rum til at arbejde selvstændigt. Men samtidig, at de får støtte af læreren som vejleder eller guide for ikke at miste troen på, at de kan magte opgaven. Eleverne skal selv gøre sig erfaringer, og de skal selv formulere ideer til løsning af opgaven.

I denne fase vil eleverne også opleve vigtigheden af, at arbejde struktureret og systematisk. Indsamlingen af nye data, formuleringen af præcise hypoteser eller problemstillinger, at skrive læseligt med god notation, datering, backup, deling af dokumenter osv. osv. giver pludselig konkret god mening for at kunne håndtere arbejdet i denne fase. Især hvis man ikke arbejder alene.



I Forsk-fasen skal eleverne indhente yderligere information. Det er oplagt, at eleverne selv definerer eksperimenter, der kan belyse de opstillede hypoteser, så eleverne kan få svar på deres undren. Men det er ikke sikkert, at alle forundrings-spørgsmål kan afklares med eksperimenter. Andre tilgange kan være at finde et YouTube klip om emnet, se en Ted Talk fra en anerkendt debattør, at læreren laver et demonstrationsforsøg, at eleverne går på biblioteket og låner supplerende litteratur, laver interview med ressourcepersoner, laver observationer eller sågar læser i lærebogen. Det afgørende for motivationen er, at initiativet til fordybelsen kommer fra behovet for yderligere viden for at kunne blive klogere på den indledende forundring.



Forsk-fasen indeholder således en række af delfaser.¹⁷

1. Opstilling af en hypotese/definition af problemstilling
2. Udtækning af metoder til at understøtte eller afkræfte hypotesen/belyse problemet
3. Indhentning af yderligere viden om hypotesen/problemområdet
4. Selve afprøvningen af hypotesen/undersøgelser til at belyse problemet

¹⁷ I Damberg 2013, side 466 behandles yderligere hvordan underviseren kan stilladsere dette arbejde.



Ofte vil dette betyde, at fasens elementer vil blive gennemført flere gange. Der vil her også være en stor grad af elevdifferentiering idet nogle elever vil arbejde mere overfladisk med udfordringen end andre. Det vil være situationen i en hvilken som helst form for undervisning.

Forsk-fasen vil være den mest tidskrævende af de 6 faser.

Forklar: I denne fase skal eleverne dele deres hypoteser eller problemstilling, observationer og konklusioner med hinanden. Der vil naturligt igen være behov for yderligere information/viden, og læreren kan her bidrage med forklaringer, alternative hypoteser (rigtige og forkerte) og yderligere materiale (fx fra lærebøger eller andet materiale). Elever og lærer kan udfordre hinanden med argumenter, der tager udgangspunkt i Forsk-fasen, for eller imod hypoteserne med det formål at understøtte eller afkræfte synspunkter og hypoteser. En oplagt effekt af denne proces vil være at eleverne oplever, at de pludselig er blevet meget klogere. Hvis flere grupper arbejder med den samme problemstilling/hypotese er det ikke givet, at de hver især drager de samme konklusioner. Dette fører naturligt til yderligere debat og det er vigtigt at denne debat bliver styret af dokumentation, henvisning til observationer og data, til litteratur osv. og ikke bliver styret af "jeg synes" argumenter.

Det er elevernes resultater og konklusioner, der er i fokus i denne fase, og læreren skal være opmærksom på, ikke at komme med nogen officiel forklaring før elevernes resultater fra forsk-fasen har været bragt på banen.

Motivationen skal forsøges opretholdt ved at have elevernes resultater i fokus. Og hvis læreren har behov for at forklare noget 'officielt' vil det være godt at henvise til elevernes resultater og forklaringer, så de stadig er med og føler, at de bidrager til forklaringen.

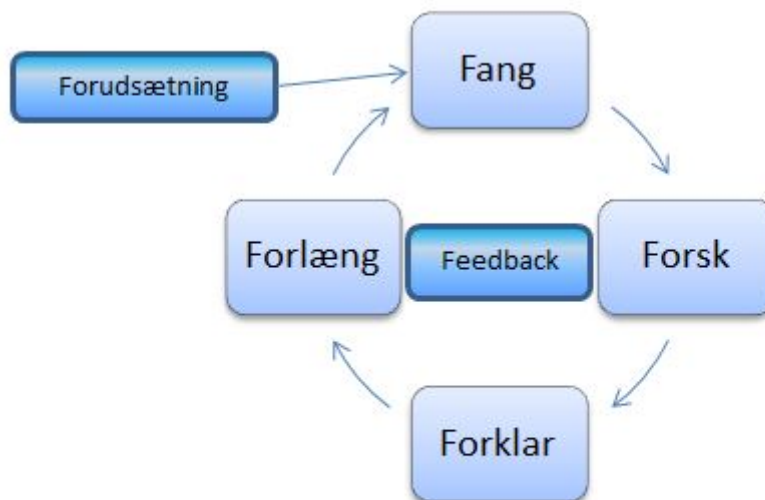
Forlæng: I denne fase går man videre. I de foregående faser har fokus været på at forstå og besvare den oprindelige problemstilling. I Forlæng-fasen skal den etablerede viden bredes ud, generaliseres til parallelle teoriområder. Den tilegnede viden fra de første faser skal "forlænges". *"Hvis ikke den nye viden bliver anvendt på rette tidspunkt, bliver den mindre anvendelig i fremtiden, og muligheden for transfer af viden svækkes. Anvendelsen af ny viden kan f.eks. bestå i opgaveløsning i relation til både kendte og ukendte problemstillinger eller formulering af nye spørgsmål eller*



hypoteser til testning... Pointen med dette er at opnå transfer, hvilket handler om at sikre sig at viden ikke bliver situeret. Situeret viden er viden der er bundet i en bestemt kontekst og så man ikke er i stand til at anvende i anden sammenhæng”¹⁸.

Den første fase, Forudsætning, er igangsætter i 6F-modellen, men er blot den rampe, som indleder undervisningsforløbet. De næste fire faser Fang, Forsk, Forklar og Forlæng kan gentages flere gange til den oprindelige problemstilling er tilstrækkeligt belyst. Hver gang der køres en tur rundt, vil der blive bygget oven på den eksisterende viden, og der vil assimileres og akkommoderes for at indpasse de nye indhøstede erfaringer og observationer.

Men det sjette F er ikke nævnt endnu. Det har fokus på lærerens rolle i processen.



Figur 1: 6F-modellen for tilrettelæggelse af et IBSE-undervisningsforløb

Feedback:¹⁹ og ²⁰ Feedback er et centralt element i modellen, men er ikke i sig selv en bestemt fase, som de øvrige 5 Fer. Det er en aktivitet, der er knyttet til hele forløbet. Feedbacken skal afdække om processen er tilfredsstillende. Understøtter elevernes arbejde det, som er formålet med undervisningen? Skal der styres mere? Er alle med? Er eleverne præcise nok til, at deres forskning kan bruges til at lave konklusioner på? Osv.

¹⁸ Persson 2013 side 11

¹⁹ Dette afsnit er inspireret af afsnittet Feedback i Universitetspædagogik af Lotte Rienecker og Jesper Bruun side 259. Rienecker 2013.

²⁰ Se Damberg 2013, side 382, for mere fokus til motivationsfremmende feedback.



Hvis opgaven er for svær eller opgaven for åben, vil det straks kunne aflæses i elevernes engagement. Feedback og evaluering løbende vil også pege for behovet for stilladsering og for eventuel undervisningsdifferentiering.

Dialogen i feedback-delen stiller krav til læreren om såvel spørgeteknik og brugen af tænketid. Såvel ved besøg rundt i grupperne som i klasses Diskussioner. Det fremmer mængden og kvaliteten af svar.

Feedback er helt central i læringsprocessen, og måske særligt i IBSE baserede læringsforløb, hvor feedbacken skal guide eleverne videre og motivere dem til at komme det næste skridt i deres læring. Omvendt er feedbacken også tidskrævende og anstrengende for underviseren. Det er derfor vigtigt at være opmærksom på at udnytte de forskellige muligheder, der er for feedback til eleverne.

Feedbacken kan gives fra lærer til elever (men der er flere muligheder), som vil blive nævnt nedenfor. Fra læreren kan man give feedback til hele klassen/holdet, til gruppen eller på et individuelt niveau. Af tidshensyn må feedbacken tilpasses der, hvor det giver mest mening og samtidig der, hvor den kan blive passende specifik for at stimulere det næste skridt.

Tilsvarende er der også feedback den anden vej; Fra eleverne til underviseren. Der er i undervisningssituationen konstante informationer - udtalte og ikke-udtalte - signaler og ytringer, der giver pejlemærker om, hvordan det går, eller måske ikke går fremad. Disse signaler er centrale for at tilpasse aktiviteterne for at læringen kan fremmes. Afsnittet om Riskzone og komfortzone på side 32 er vigtigt her.

Dog kan feedbacken også antage andre former end mellem elev og lærer. Andre oplagte muligheder kan være elev ↔ elev feedback (peer feedback) eller feedback fra eksterne interessenter, andre hold/klasser, eller måske endda fra mere anonyme kilder som via elektroniske kanaler fx Facebook, blogs osv.

Peer- feedbacken kan være ligeså effektiv - fordi meget kan ske parallelt og læreren derfor ikke er bundet i hele feedback-situationen, men kræver samtidig en særlig opmærksomhed på deltagernes roller. De elever, der skal give tilbagemelding på andre elevers resultater er ikke bedømmere. De skal ikke give karakterer. Det er meget vigtigt, at rammerne for feedbacken er på plads, og at tonen og atmosfæren



er konstruktiv, og tryk for alle parter. Det kan være vigtigt at øve dette inden det bliver den endelige peer-peer feedback, der bliver sluppet løs.

Endelig en kommentar til den situation, hvor man skal give feedback i en ikke tilfredsstillende situation. Der er konkrete råd at hente her.²¹ Det er dog lettere omskrevet til at kunne anvendes i en formativ IBSE relateret situation:

- Forklar hvorfor produktet (eller det opnåede) ikke kan accepteres i sin nuværende form. Fokuser især på, hvad der mangler i form af: *"I bør gøre ..."* snarere end *"I har ikke ..."*.
- Find ud af hvad eleverne har gjort frem til nu, og fokuser på de processer, der fremadrettet kan forbedre deres udbytte af deres indsats.
- Find ud af hvad eleverne selv har gjort for at vurdere, om det opnåede er tilfredsstillende, og giv tips til, hvordan de selv kan tjekke, om det det har gjort, er tilfredsstillende.

Motivationsteori og IBSE

I Gymnasiepædagogik²² præsenteres CARTAGO modellen som en ramme for motivation i praksis. I CARTAGO modellen indtænkes en lang række forskellige perspektiver på begrebet motivation, og suppleres med en række teoribaserede anbefalinger til underviseren. For en gennemgang til modellen henvises til referencen, men i dette afsnit sammenholdes CARTAGO modellen med IBSE tilgangen for at fremhæve, i hvilket omfang IBSE-undervisningen understøttes af motivationsteoriene.

²¹ Rienecker 2013 side 268.

²² Damberg 2013 side 379-



Motivationsaspekter (CARTAGO)	Relation til en IBSE orienteret undervisningspraksis
<p>Kompetencedrivkræfter</p> <p>(Competence / self-efficacy)</p>	<p>Eleverne har behov for at opleve, at de kan. At de har succeser i deres studiearbejde.</p> <p>Dette kan være en potentiel barriere i IBSE, at eleverne nemt kan opleve, at de ikke har de fornødne kompetencer og den nødvendige viden for at kunne løfte en opgave. I situationen kan de derfor blive udfordret, men omvendt bliver der oplagt også succeser at fejre, når man som elev oplever, at man er blevet klogere.</p> <p>Som underviser er dette et meget centralt punkt at have for øje, idet en for høj grad af oplevet inkompetence nemt kan resultere i en "det kan vi ikke finde ud af"-holdning og dermed modstand fra elevgruppen.</p> <p>Små udfordringer - små succeser kan være tilgangen for at balancere her.</p>
<p>Autonomi</p> <p>(Autonomy)</p>	<p>Eleverne har et behov for at være involveret i beslutninger i læringsprocessen.</p> <p>Dette element er indbygget i selve IBSE tilgangen, hvor progressionen i høj grad er styret af elevernes egne behov for at kunne tage udfordringen op fra fang fasen, men på eget initiativ og på egne præmisser. IBSE har en generisk høj grad af autonomi.</p>
<p>Tilhørsforhold</p> <p>(Relatedness)</p>	<p>Eleverne har et behov for at blive anerkendt, set og at være med i fællesskabet.</p> <p>I praksis vil IBSE arbejdet (næsten) altid være knyttet til et gruppearbejde. Hvis elevernes behov for at være en vigtig del i arbejdet medtænkes ved gruppedannelsen under hensyntagen til forskellige kompetencer, aktivitetsniveau, faglige kompetencer osv. så kan IBSE arbejdet udmærket understøtte behovet for tilhørsforhold.</p>
<p>Opgave-værdi</p> <p>(Task value)</p>	<p>Elevernes behov for at opleve, at det de arbejder med har en form for nytte.</p> <p>Det andet F i 6F-modellen tager det samme udgangspunkt. Eleverne skal fanges af en undren eller et problem, som de kan finde relevant. Det er ikke det samme, som at det skal være en stort aktuelt socioøkonomisk problemstilling og at "nu skal vi redde verden". Et problem med at undersøge hvordan en elastik opfører sig, når man affyrer den, kan også fange eleverne, men udførelsen af de dertil knyttede opgaver skal have en værdi i personlig eller læringsmæssig forstand, som eleverne kan forstå og acceptere.</p>



<p>Årsagstilskrivning (årsag til succes og/eller fiasko)</p> <p>(Attributions)</p>	<p>Elevernes behov for at kende rammerne for, hvad der er godt eller dårligt. Af hvad der forventes af dem.</p> <p>Med 6F-modellen tydeliggøres, at med en IBSE og 6F undervisning kan læreren på ingen måde læne sig tilbage og lade eleverne klare læringen. Men rollen er anderledes. I 6F står feedbacken meget centralt, og blandt andet igennem denne kan eleverne hele tiden bringes til at forstå og acceptere, hvordan de selv kan bidrage til succes eller fiasko.</p> <p>Derudover er det meget vigtigt, at eleverne ikke er i tvivl om forventningerne til dem. De må gerne være i tvivl om, hvordan de skal opnå resultaterne, men ikke om, hvad der forventes af dem.</p>
<p>Målorientering (begrundelser for at agere som man gør ift. en læringsopgave)</p> <p>(Goal-Orientation)</p>	<p>Elevernes forskellige begrundelser for at lære.²³</p> <p>Elevernes motivation for at indgå i læringsarbejdet er i bund og grund individuel. Dermed vil de også bidrage forskelligt til processen, og de vil lytte til den tilbagemelding de får med forskelligt fokus. Nogle elever vil gerne være gode til at løse opgaverne, nogle vil gerne lære fordi det giver dem mening og er interessant, og igen vil andre gerne være med i læringsfællesskabet - for at være med.</p>

Læringscykler²⁴

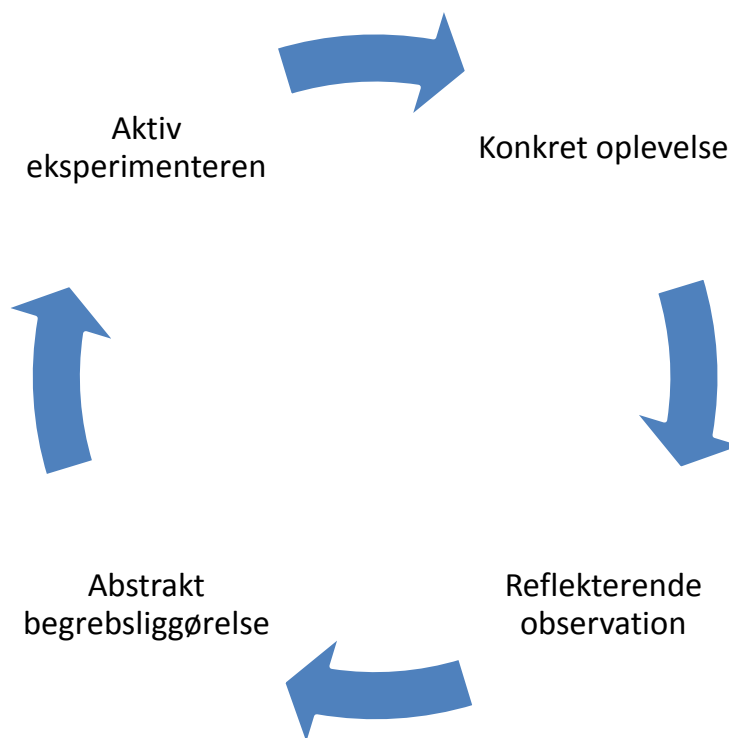
Selve 6F-modellen skal ses som en komponent i en læringscyklus, forstået på den måde, at processen kan forløbe flere gange. For det første vil eleverne ofte opleve, at deres første hypotese opstillet under forsk-fasen ikke kan afprøves, eller at de første forsøg på at teste en hypotese ikke lykkes. Derfor må de på den igen. En gang til rundt i cyklussen. Hver gang med lidt mere erfaring i bagagen om den konkrete hypotese eller det bestemte forsøg. 6F-modellen kan siges at være en konkretisering af Kolbs eksperimentelle læringsmodel, der gentager de fire læringsmodus²⁵:

²³ Se endvidere Damberg 2013, side 609, for mere om elevernes strategier for læring

²⁴ For en mere udførlig præsentation af Kolbs læringsteori se Damberg 2013, side 201-

²⁵ Illeris 2000, side 34.





Figur 1: Kolbs læringscirkel

Men cyklussen kan også ses som en del af et større hjul, der kører. De elever, som første gang bliver udsat for IBSE organiseret undervisning, vil ofte opleve det som frustrerende, ustruktureret og måske utrygt. De vil blive ramt af de problematikker, der kendes fra gruppedynamik, med at få gruppen til at fungere som en effektiv enhed, der udnytter alles ressourcer bedst muligt. Men også her opsamler eleverne nyttige erfaringer, som de vil bygge videre på i det næste IBSE forløb, som de præsenteres for.

Det samme kan siges at gøre sig gældende for nogle af de mere "tekniske" kompetencer, som eleverne skal mestre. Det gælder fx det at designe et forsøg, så de har styr på hvilke variable de tester, hvordan de minimerer usikkerhed i forsøgene og vurderer størrelsen af usikkerheder i deres målinger, hvordan de præsenterer deres data, så det er lettere af fortolke efterfølgende. Også her opbygger eleverne erfaringer, der vil gøre det nemmere og nemmere at tilgå det næste IBSE forløb.

IBSE-undervisningen vil derfor i starten være mere udfordrende for elever såvel som for læreren. Det vil tage længere tid end man normalt har været vant til, det vil



medføre eksperimenter, der mislykkes eller i hvert fald ikke går som forventet, det vil føre til tvivl og usikkerhed om hvad skal vi nu og er udbyttet tilstrækkeligt - for alle parter. Men på sigt - efter at have øvet IBSE flere gange og i flere fag - vil selve kernestoffet vil komme i fokus og de øvrige kompetencer vil understøtte dette. Derfor vil det ikke være rimeligt at vurdere effekten af IBSE baseret undervisning blot efter nogle få eller korte forløb, idet selve læringscykluserne skal have lov til at køre nogle gange før effekten rigtigt slår igennem.

Lærerrollen som "guide"

Med 6F-modellen er der fokus på lærerens rolle. Det er læreren, der har ansvaret for at sætte rammen for det aktuelle forløb, og det er lærerens ansvar at udfordre eleverne på en sådan måde, at de stiller sig selv, hinanden og læreren spørgsmål, der bringer dem fremad. På denne måde bliver det lærerens rolle at guide eleverne til selv at styre sig igennem læreprocessen.

Wessel, 2013, formulerer sig om IBSE således: *"IBSE er en form for problemorienteret undervisning, hvor eleverne er ansvarlige for at løse problemer ved hjælp af videnskabelige metoder, hvor de kan designe eksperimenter, og hvor de formulerer deres egne hypoteser... Det er lærerens rolle at guide eleverne gennem åbne spørgsmål, uden at give dem præcise svar..."*



Igennem IBSE opstiller eleverne deres egne hypoteser, designer deres egne eksperimenter og forklarer deres resultater. Denne form for undervisning kan underbygge sammenhængen mellem undervisning og forskning... og bør hjælpe eleverne til bedre at huske resultaterne af deres eksperimenter i længere tid. Ydermere bliver elevernes selvrefleksion, kritiske tænkning og ansvar for egen læring styrket...

Der er grundlæggende tre mulige niveauer for undersøgelse... De tre niveauer er:

- 1. **Structured inquiry** – når læreren præsenterer en problemstilling og skitserer, hvordan det skal undersøges.*
- 2. **Guided inquiry** – når læreren fremlægger problemstillinger for at stimulere en undersøgelse, men eleverne selv styrer, hvordan problemstillingen kan undersøges.*
- 3. **Open inquiry** – når eleverne selv formulerer problemstillinger og selv styrer, hvordan problemstillingen kan undersøges.”²⁶*

Graden af åbenhed i den måde, som eleverne udfordres på, kan varieres afhængigt af emnets kompleksitet, elevernes erfaring med at arbejde selvstændigt, elevgruppens størrelse osv. Åbenhed betyder imidlertid også for nogle elever utryghed. Det bliver uforudsigeligt og ”hvad forventes af mig? ” ... ”Lærer jeg nu det jeg skal, når læreren ikke står ved tavlen og siger hvilke noter jeg skal tage?”

Her er balancen mellem komfort og risiko i fokus.

Riskzone og komfortzone

Et væsentligt opmærksomhedspunkt, som underviseren skal være bevidst om, er, som Tosev 2007 formulerer det, **Riskzone** og **komfortzone**.²⁷ ”I en FLS (forskningslignende situation) vil eleven forsøge at blive i en komfortzone, men gode ideer og hypoteser kan hurtigt føre eleven ud i en riskzone. Til tider kan eleven komme meget langt ud i en riskzone og vil spørge underviseren om hjælp. (...) Underviseren bør bli-

²⁶ Vores oversættelse: Wessel 2013, side 8

²⁷ Tosev 2007, side 25



ve på den usikre vej sammen med eleven og forsøge at følge elevens tankegang, selvom det kan være i et ubehageligt miljø.”²⁸

Parallellen til Vygotskys begreb om nærmeste udviklingszone²⁹ er nærliggende, men Vygotsky har fokus på den kognitive proces: at bygge videre på kendt viden ved at bygge ny viden på. Riskzone/comfortzone har fokus på den psykologiske tilstand hos den lærende: At komme ud i den tilstand af uvidenhed, som ligger der, hvor man bliver forstyrret i sin etablerede virkelighedsopfattelse.

²⁸ Tosev 2007, side 25

²⁹ Se mere om Vygotsky i Damberg 2013, side 185-



Opmærksomhedspunkter og udfordringer i IBSE forløb

Det er ikke vores påstand i dette kompendium, at IBSE er let, eller at undersøgelsesbaseret undervisning løser de udfordringer, som vi som gymnasielærere står med. Der er nogle oplagte gevinster, som vi har påpeget i det foregående, men der er også en række udfordringer, der her skal adresseres.

Der er gjort forsøg med at integrere IBSE i læreruddannelsen og den afsluttende evaluering har peget på flere vigtige elementer og udfordringer:³⁰

1. Lærerne kan opleve en **usikkerhed** over for eleverne, når den deltagerstyrede dimension genererer mange forskelligartede spørgsmål, men først når man som lærer har affundet sig med **ikke at kende svarene** på alle spørgsmål, kan situationen vendes til at være rent deltagerstyret, hvor alle elever er komfortable med at byde ind med undersøgelsesforslag. Helt på samme måde som eleverne skal styres i området mellem komfortzone og riskzone (se side 32), så skal underviseren også finde et ståsted, hvor man som rorgænger i læringsforløbet kan føle sig på ansvarlig (men ikke nødvendigvis tryk) grund.
2. I den deltagerstyrede arbejdsproces er det vigtigt som underviser at være i **tæt dialog** med alle elevarbejdsgrupper. Det gælder i alle faser. Et review af 37 videnskabelige studier viser også, at den største elevindlæring ved IBSE sker med en tæt dialog mellem elever og lærere og eleverne har således behov for at blive guidet, men ikke styret.³¹ - Og slet ikke overladt til dem selv helt uden lærerstøtte. Her er ikke tale om det dybe vands pædagogik: "Hop ud og lær at svøm. Det går nok."

IBSE i forbindelse med 6F har en særdeles høj grad af lærerinvolvering, men i form af guide og ikke som den alvidende tankpasser.

³⁰ Østergaard m. fl., 2010 side 39

³¹ Furtak m. fl, 2012



3. Ejerskabsfølelsen til projektet opstår først og fremmest, når eleverne i dialog med underviseren **selv definerer** undersøgelsesmetoder m.m. Desto mere undervisningen bevæger sig fra structured inquiry til open inquiry (se side 31), desto mere vokser elevengagementet.



4. Det tager meget **længere tid** at gennemarbejde et stofområde efter IBSE. Der er ikke tvivl om, at undervisning, der i høj grad lægger op til, at eleverne selv formulerer hypoteser og undersøger dem, tager længere tid. Den længere tid, som eleverne anvender ved at arbejde med IBSE, skal retfærdiggøres på flere niveauer.

For det første vil eleverne opbygge en rutine i at arbejde med selv at opstille hypoteser og at teste dem, så de kan arbejde mere og mere effektivt jo mere de kommer ind i rytmen med at arbejde på denne måde. For det andet skal den ovennævnte "transfer" (se side 17 og side 24) i forlæng-fasen betyde, at når eleverne støder på et tilsvarende fænomen i en ny sammenhæng (det kan være grundlæggende begreber som energi, arvelighed, kemisk ligevægt osv.) så vil eleverne hurtigere kunne bygge på den læring, som de har været igennem i et tidligere forløb. Endeligt, så kan den ekstra tid, som IBSE forløb tager, også retfærdiggøres ved at tænke på at eleverne lærer stoffet "dybere" og glemmer det langsommere. Der vil således være mindre behov for at starte forfra, når man kommer tilbage til emner, der har været berørt tidligere.

Som det fremgår ovenfor er tidsaspektet ikke uvæsentligt. IBSE tager tid. Noget af den tid skal vindes ved at sikre en høj grad af overførselsværdi. Ikke bare af den egentlige fagfaglige viden, men også af metodisk, kommunikativ, systematisk, IT og personlig viden.



5. Succesen af IBSE kan i høj grad understøttes gennem etableringen af **lærernetværk**. Lærernetværkene kan understøtte på to måder: Dels kan de involverede lærere dele de oplæg til undervisningsforløb, som de har tilrettelagt. De materialer, der kan fange eleverne og de præsentationer, der virker, kan oplagt deles på lærerværelset og videre ud.

Men netværkene kan også fungere på det mere coachende plan, hvor underviserne kan hjælpe hinanden til at få styr på hvilke dele af undervisningen, der virker, og hvilke dele, der er oplagte at kigge på med henblik på forbedring.

Skabelon for 6F læringsforløb

Ovenfor har vi præsenteret nogle generelle overvejelser, der er relevante for en IBSE tilgang til naturfagsundervisningen. I dette afsnit vil vi konkretisere disse overvejelser ved at præsentere en konkret skabelon for, hvordan et IBSE forløb kan struktureres ved at tage udgangspunkt i 6F-modellen.

Først præsenteres skabelonen generelt og efterfølgende præsenteres et konkret (simpelt) forløb i fysik, hvor der undersøges tyngdekraft og modstandskraft.

Bemærk, at det sjette F (Feedback) ikke er eksplicit nævnt i skabelonen, da dialogen mellem elev og lærer er en integreret del i alle de øvrige punkter i skabelonen.

Selve undervisningsrammen er tænkt som en traditionel undervisningssituation i et enkeltfagligt eller flerfagligt forløb i en almindelig klasse. Eleverne vil typisk blive opdelt i små grupper af 3-5 personer.

De første punkter i skabelonen er selve rammesætningen af undervisningen og indeholder Forudsætnings-fasen fra 6F. Dette svarer til indledningen af forløbet. Herefter er resten i langt højere grad elevstyret og de små grupper vil bevæge sig igennem punkterne 4-11 i meget forskelligt tempo, og mange grupper vil lave små cirkler, hvor de bliver nødt til at returnere til tidligere punkter, for at raffinere og gøre om samt rekonstruere deres viden. Derfor vil læringsdybden også variere i grupperne. I de sidste to faser skal noget af den variation i udbyttet forsøges udlignet ved at drage konklusioner på klasseplan.



Skabelon for et Inquiry Based Science Education forløb

1. **Mål:** Præsentation af **læringsmål** for modulet for eleverne
 - Såvel fagfaglige (med reference til kernestof) som metafaglige mål som fx systematik, notetagning, samarbejde osv.
 - Det kan være nyttigt at indtænke, hvordan **feedback** (det sjette f) kan integreres i de øvrige fem faser. Under hvert punkt kan det være relevant at overveje, hvordan og under hvilken form feedback skal finde sted.
2. **Målgruppe:** Klassetrin, fagligt niveau
3. **Tema:** Præsentation af temaet for forløbet – hvad skal vi arbejde med?
4. **Tidsramme og produktkrav til eleverne:** Det skal være tydeligt, hvor lang tid eleverne har til rådighed og hvilket produktkrav, som de skal leve op til efter Forsk-fasen og ved afslutning af forløbet.
5. **Forudsætning:** Hvad ved vi allerede?
 - Input fra elever (erfaringer, oplevelser, viden)
 - Bemærk, at der her IKKE er tale om hvilke forudsætninger, som eleverne skal være bibragt inden undervisningen i dette forløb starter, men om for læreren at undersøge hvilke forudsætninger, som eleverne rent faktisk har, eller mener de har, inden for dette problemområde.
6. **Fang:** Hvad kan underviseren yderligere supplere med, som kan lægge op til nogle spændende problemstillinger inden for temaet?
7. **Forsk:** Hvilke spændende **problemstillinger** er der her?
Dette fører til, at eleverne selv opstiller **hypoteser** eller formulerer **problemstillinger**, som lægger op til yderligere arbejde.

Forsk: Hvordan kan disse hypoteser/problemstillinger afklares?

Eleverne skal opstille **undersøgelsesmetoder** til indsamling af data/viden, der kan belyse problemet (forsøg/ interview/ dataindsamling/ litteraturlæsning/ observation/ modelbygning osv. ...)

Forsk: Hvordan kan vi nu drage **konklusioner** om de opstillede problemer – på basis af denne undersøgelse?

De tre underpunkter i Forsk kan have meget eller lille styring fra lærerens side (jf. niveau-



erne for mængden af indbygget inquiry)

8. **Forklar:** Hvordan vil vi (i de enkelte grupper) præsentere vores konklusioner om de opstillede hypoteser?

Forklar: Hvad kan vi konkludere baseret på mængden af konklusioner ovenfor? Hvad kræver yderligere undersøgelser/hvad ved vi nu? Dette foregår både internt i de små elevgrupper og senere henunder afslutningen på klasseplan.

9. **Forlæng:** Hvad kan vi generalisere og dermed bruge i andre situationer end denne undersøgelse har omhandlet? Hvad kan vi arbejde videre med?



For at gøre skabelonen mere konkret vil vi her præsentere et konkret forløb, der er opbygget over skabelonen. For at gøre eksemplet simpelt er der her præsenteret et forløb, der kan varieres meget i sværhedsgrad/dybde, men som vil kunne udføres i mellemtrinnet i folkeskolen eller i gymnasiet ved blot at tilføje nogle flere specifikke læringsmål vedrørende databehandling og brug af formler.

I bilaget på side 65 er formuleret en lang række eksempler på undervisningsforløb efter IBSE og 6F-modellen.



Konkrete råd i forbindelse med planlægning af et IBSE baseret forløb

Klavs Frisdahl

I dette afsnit vil vi fremhæve nogle konkrete didaktiske overvejelser, som man som kan gøre sig i forhold til sin IBSE baserede undervisning. Den mest grundlæggende didaktiske grundtanke er imidlertid, at man ikke kan planlægge eller tilrettelægge sig uden om alle problemer, og ”den reflekterende praktiker” er derfor vigtig i mindst samme omfang som i enhver anden undervisningssituation.

Men det betyder ikke, at god omtanke og forberedelse ikke belønner sig. I de følgende punkter vil vi præsentere erfaringer, der er samlet op dels fra kurser, der har været afholdt for gymnasielærere, og dels fra egne erfaringer i IBSE organiseret undervisning.

Hvilke udfordringer står læreren med i hver fase i 6F-modellen?

Generelle udfordringer

1. Forventningsafstemning

Eleverne kan reagere på den situation, at du kræver af dem, at de selv skal konstruere deres viden og gøre deres egne erfaringer. De kan som udgangspunkt have den forventning til en kontrakt der siger, at du er underviseren og det er dit ansvar at lære eleven stoffet. Det kan være nødvendigt at italesætte denne ændring af den didaktiske kontrakt om hvem der gør hvad.

2. Start bagfra

Ved din egen tilrettelæggelse af forløbet, så start med at tænke bagfra. Hvad skal eleverne have lært, når I er færdige? Herefter kan du tænke på veje til at opnå det. Hermed sikrer du, at fokus på såvel de faglige mål i kernestoffet samt de mere kompetencemæssige og metodiske mål bliver tænkt ind i planlægningen.

3. Graden af elevinddragelse



Med et IBSE forløb kan man aldrig helt vide, hvad der kommer til at ske, eller hvorvidt eleverne trækker i den retning, som man har forestillet sig fra starten. Dette kan til en vis grad guides og styres gennem feedback, men jo mere styring desto mindre initiativ og ansvar ligger hos eleverne, og dermed også mindre engagement. Dilemmaet er knyttet til graden af inquiry (se side 31). Vær derfor forberedt på denne balance og vær klar til at gribe ind, men vær opmærksom på den omkostning, det kan have i forbindelse med elevengagement.

4. 6F har fokus på lærerrollen

Ved første blik er der stort sammenfald mellem tankerne i problemorienteret projektarbejde og IBSE. Det, der er fokus på i IBSE forløb, er imidlertid lærerens rolle defineret ud fra de seks faser i 6F-modellen. Rammerne, progressionen og støtten til eleverne er i fokus i lærerrollen, hvor projektarbejdet mere fokuserede på elevernes arbejde. Rollen som rammesætter i Forudsætningsfasen, rollen som inspirator i Fang-fasen og som guide i de næste faser, er med klar reference til underviserens rolle i forløbet. I Forklar-fasen bliver underviserens rolle også at skærpe kravene til eleverne i form af dokumentation for deres påstande og at udfordre dem til at drage evidensbaserede konklusioner på baggrund af deres data. Og dermed også at udfordre eleverne i forhold til hinanden, hvis ikke deres empiri stemmer overens. I Forlæng-fasen kommer underviseren for alvor på banen ved at have ansvaret for at trække tråde fra de konkrete observationer og konklusioner og til at få malet et mere overordnet og generaliserende billede af den læring, der er vokset frem i de foregående faser.

En særlig fokus skal der være på lærerens rolle som guide, som retter sig til den spørgeteknik, der kan benyttes. Se mere afsnittet om: "Udfordringer i forbindelse med Feedback" på side 44.

Udfordringer i forbindelse med Forudsætning-fasen

5. Undervisningsdifferentiering

Med IBSE baseret undervisning kommer en bred palette af kompetencer i spil. Ikke blot viden og faglig kunnen, men også erfaringer fra tidligere, kreativitet, formidlingskompetencer osv., der kan appellere til en bredere elevgruppe.



Den første fase, Forudsætning, sætter fokus på elevgruppen på ny, i hvert nyt IBSE forløb. Elever, der tidligere ikke havde så meget at byde ind med, kan måske bidrage mere i et nyt forløb. Par og gruppedannelse kan dermed tage ske i forhold til på hvilken måde en ny problemstilling vækker interesse hos eleverne og par/gruppedannelse kan ske på baggrund af elevernes bidrag og ambitionsniveau i netop den aktuelle problemstilling.

Udfordringer i forbindelse med Fang-fasen

6. Samfundsrelevant er ikke det samme som interessant for eleverne

En vigtig erkendelse at gøre, når man skal vælge sin angrebsvinkel til stoffet er, at blot fordi et emne udspringer af en samfundsrelevant, realistisk og autentisk problemstilling, er det ikke det samme som at det fanger eleverne. Omvendt kan man opleve at kunne fange eleverne med en tilgang, som kan virke ligegyldig for andre. Der er ikke andet at gøre end at spore sig ind på målgruppen gennem dialog med eleverne og andre undervisere, der kender eleverne. Men spørg dig frem.

7. Ikke alle elever bliver fanget af det samme

I forlængelse af den ovenstående udfordring står også, at ikke alle elever bliver fanget af de samme tilgange til stoffet. Noget bliver for banalt for nogen. Noget bliver for drenget osv. osv. Igen er der kun at råde til at være opmærksom på, at du i din tilrettelæggelse af Fang ikke konsekvent tilgodeser en gruppe af elever og overser en anden.

8. Forsøg at forudse omfanget af elevernes muligheder og ideer – afstem forventninger

IBSE-undervisning har en indbygget "uplanlagthed". IBSE lægger op til, at eleverne kan være opfindsomme og kreative inden for de rammer, der bliver etableret i Fang-fasen. Der er derfor også muligheden for, at eleverne bliver så ambitiøse og "vilde" i det, som de ønsker at undersøge, at det ikke kan lade sig gøre rent teknisk, inden for den tid der er til rådighed eller inden for det/de fag, der er i spil. For ikke at eleverne ikke bliver demotiverede når deres sprælske ideer ikke kan føres ud i livet er forventningsafstemningen i starten meget central. Dette skal adresseres allerede i Fang-fasen.



Udfordringer i forbindelse med Forsk-fasen

9. Ikke altid kun eksperimenter i IBSE forløb

Det kan være en udfordring, at der er emner i faget, som det kan være svære at arbejde med eksperimentelt. Det kan være af tidsmæssige, sikkerhedsmæssige, økonomiske eller andre årsager. Kontinentaldrift er måske ikke sådan lige at lave forsøg med. Eller fission. Men IBSE behøver ikke at foregå i et laboratorium. Det kan også omfatte ekskursioner, interview, observationer osv. Emnet og tilgangen til emnet (styret i Fang-fasen) skal således definere behovet for hvilken undersøgelse, der er mulig for dette emne.

10. Tidskrævende

IBSE-undervisning er tidskrævende. Det nævnes af alle, der har forsøgt sig med denne tilgang. Det skal derfor holdes op mod den dybde hvormed eleverne tilegner sig stoffet. På side 35 er dette problem behandlet mere uddybende.

11. Tænk stort og tænk småt

IBSE forløb kan nemt vokse i størrelse. Det kan være sjovt og udfordrende at bygge en vindmølle eller at måle effekten af fire forskellige gødningsformer på en hvedemark i Jylland, men det kan samtidigt virke prohibitivt, fordi der også er en dagligdag og en virkelighed, der skal hænge sammen. En god balance mellem meget store og ambitiøse forløb, gerne i samspil mellem flere fag og eksterne partnere og så små IBSE forløb, der kan gennemføres på 45 minutter kan sikre, at eleverne oplever variation og oplever små hurtige succeser og samtidig når man at få sat flere tjek-mærker ud for kernestoffet.

12. Eleverne skal lære at forske

Når eleverne udfordres og opfordres til at undersøge et emne kommer du ud på kanten af deres viden og kompetencer. Det er hele ideen. Men hvordan de så angriber den udfordring, dét skal læres. Det er en kompetence, der kan trænes og opøves, men det tager tid. Det er lærerens rolle at holde balancen på kanten af komfortzone og riskzone og støtte eleverne, så de ikke vælter. Husk derfor



også at fejre succeserne, når et projekt er vel overstået og at se tilbage, når eleverne har opnået et løft i kompetenceniveau. De vil nok kunne huske dengang de ikke kunne ...

13. IBSE kan også blive kedelige gentagelser

Undersøgelserbaseret undervisning er for mange gymnasieelever en ny tilgang til læring, og variation er en meget efterspurgt vare blandt mange af eleverne. Men IBSE igen og igen kan også blive kedeligt. Variation inden for IBSE rammen er derfor vigtig. Forskellige undersøgelsesmetoder og ikke bare laboratorieeksperimenter, forskellige formidlingsformer som posters, video, synopsis, formidling til en anden klasse via Skype, rapporter, små-tv dokumentarer osv., kan være en kærkommen variation.

Udfordringer i forbindelse med Forklar-fasen

14. Vær striks med elevernes argumentation

Et centralt element i IBSE er, at eleverne skal forklare resultaterne og konklusionerne fra deres Forsk-fase. Det er vigtigt i denne proces at være meget tydelig i at få elevernes opmærksomhed på, hvad der er "videnskabelig argumentation", med henvisning til deres observationer/research og eksperimenter, og hvad der er personlige vurderinger.³²

15. Slutproduktet

Allerede i Fang-fasen er det afgørende at tydeliggøre for eleverne, hvad dine forventninger er til dem i forbindelse med, at de skal forklare deres resultater af deres arbejde. Skal de skrive en rapport? Hvilket omfang har den? Bliver den bedømt? Hvordan? Eller skal de måske lave en præsentation – og hvilket omfang skal den have? Skal deres eksperimenter forklares eller blot resultaterne? Osv. osv. Mange andre produkter kan også indtænkes som videopræsentationer, gruppe til gruppe fremlæggelser osv. Men eleverne skal vide, hvad du forventer af dem.

16. Lærerens mange kasketter

6F-modellen er en form for skabelon for en lektionsplan – eventuelt for flere lektioner. 6F-modellen har fokus på lærerens rolle igennem de forskellige fa-

³² Se mere om argumentation i Damberg 2013 side 504-



ser. Men rollen skifter og læreren har forskellige kasketter på igennem forløbet. Den overordnede rolle er som guide, der rådgiver om, hvor det kan være en god ide at gå hen for at lede, men uden at sige, hvad man finder. Men særligt i de sidste to faser er det også lærerens opgave at holde den videnskabelige fane højt og stille krav til eleverne. Om præcision. Om dokumentation for deres påstande osv. Læreren bliver dermed også mere dømmende og bedømmende i de sidste faser. Det er der ikke noget forkert i, men man skal tydeliggøre dette for eleverne, så de ikke bliver utrygge ved den ændrede kasket, som læreren pludselig har på.

Udfordringer i forbindelse med Forlæng-fasen

17. Hav fokus på den læring, der etableres

Lad eleverne blive bevidste om, at de dels lærer noget fagfagligt, men også at de udvikler deres metodiske kompetencer. At deres forskning, deres fremlæggelser osv. gradvist bliver bedre. Læringen kan være mere skjult, når man ikke læser i lærebogen fra side 324-334, men læringen kan tydeliggøres for eleverne, så de bliver positivt indstillede overfor, at de lærer og har det sjovt.

Udfordringer i forbindelse med Feedback

18. Feedback og også evaluering

Den formative evaluering er integreret i selve 6F-modellen, hvor feedback elementet er dialogen mellem lærer og elev. Dialogen er netop en dia-log = tovejs. Læreren giver information, guider, udfordrer eleven gennem dialogen til at forstå udfordringen/observationer, udfordrer gennem åbne eller vejledende spørgsmål, forklarer teori osv. osv. Men samtidig henvender eleven sig til læreren med spørgsmål, resultater, ønske om udstyr/litteratur osv. osv. Hele denne kommunikation er nødvendig for, at læreren kan vurdere, i hvor høj grad der kan og skal styres, guides, hjælpes og støttes for at eleverne kan holde den fine balance mellem komfortzone og riskzone. I øvrigt er der meget feedback, der kommer andre steder; især fra andre elever og dette kan være organiseret og bevidst, eller tilfældigt og ustruktureret, men det er alt sammen med til at give tilbagemelding til eleven.



Den formative evaluering kan foregå individuelt, per gruppe eller for hele klassen samlet. Den kan foregå uformelt - og det bør den hele tiden - men den kan også foretages mere formelt og tilrettelagt som en fastsat del af undervisningsforløbet på et eller flere passende tidspunkter.

I forhold til den IBSE baserede undervisning er et forhold særligt vigtigt: De læringsmål, der defineres for eleverne i et IBSE forløb vil ikke udelukkende være snævert fagfaglige. De vil repræsentere en bredere del af de kompetencer, som er defineret for alle fagene i den naturfaglige palette. Visse af disse kompetencer lader sig ikke måle og veje i en traditionel skriftlig eller mundtlig prøve og informationen, som læreren kan "samle op" undervejs i den formative evaluering, er derfor vigtig for også at kunne give eleverne respons på, hvordan de klarer sig i forhold til de "bløde kompetencer".

Ifølge John Hattie er feedback et af de mest virkningsfulde værktøjer i læringsprocessen. Modellen for feedbacken rummer tre fokuspunkter:³³

- Hvor skal jeg hen? (mål) - Feed up / status
- Hvordan klarer jeg mig? - Feedback
- Hvorhen dernæst? - Feed forward

19. Spørgeteknik

Lærerrollen som guide vil kræve, at læreren igennem spørgsmål til eleverne guider dem frem til løsninger på deres udfordringer. Det kan være i orden at svare konkret på præcise spørgsmål, der netop er fremkommet som et behov hos eleverne, men lærerrollen er i høj grad at udfordre eleverne gennem åbne spørgsmål. Dermed ligger også implicit, at spørgsmålene skal være åbne og kræver refleksion af eleverne. Spørgsmål som "*Hvad tror I...?*", "*Hvordan kan det være at ...?*", "*Har i tidligere set eksempler på at ...?*", "*Dengang I lavede ... da så I jo at ..., men hvordan passer det her ind i det?*" osv.

En vigtig del af spørgeteknikken i de åbne spørgsmål er at give eleverne rigeligt med tænketid. Pauser er ikke ubehagelige. De er nødvendige. Også efter, at du som lærer har givet eleverne svar på deres returspørgsmål.

³³ Se mere i Damberg 2013 side 569



I visse fagdidaktiske traditioner peges der også på vigtigheden af ikke udelukkende at stille spørgsmål, der kræver ord-svar. Svar, der i princippet kunne læses op fra en bog. Der peges på, at man også skal stille spørgsmål, som udfordrer eleverne til at svare med referencer til det undersøgende element i deres praksis. Altså, som henviser til deres eksperimenter, data, erfaring. "Hvorfra ved I at ...?", "Hvordan kan I se at...?", "De data i det skema, hvad siger de om ...?", "Hvad er jeres dokumentation for at ...?"³⁴ ³⁵

20. Underviserens personlige kvaliteter

I en undervisningssituation, hvor man som lærer har og skal have en naturlig afstand og autoritet i forhold til eleverne, men hvor samtidig man leder eleverne væk fra deres komfortzone, og hvor man kræver mere af dem, end hvad de umiddelbart finder nemt, har man også en rolle og et ansvar, for at gribe dem der falder. At beholde den tillidsfulde relation mellem lærer og elev, der samtidig har fagligheden i centrum, men som giver plads til personlige usikkerheder fra eleverne, kræver stor kompetence af underviseren. I Gymnasieforskning³⁶ er beskrevet hvordan lærerens kvaliteter kan beskrives under nogle samlebegreber. Her fremhæves *relationskompetencen*, evnen til at være *autentisk*, evnen til at være *nærværende*, samt evnen til at udvise *respekt*. Disse kompetencer kommer for underviseren forud for den faglige dygtighed, for de er en forudsætning for den tillidsfulde og lyttende opmærksomhed fra eleverne.

³⁴ Østergaard 2012 side 165-

³⁵ Se eventuelt også Damberg 2013 side 473 om procesorienteret vejledning

³⁶ Damberg side 363



Del 2 - Læringsudbyttet

Jens Dolin

Der er mange argumenter både for og imod IBSE. Mange kritikere anfører, at undersøgelsesaktiviteter ikke i sig selv medfører øget erkendelse hos eleverne, og at der skal være en høj struktur i undervisningen for at reducere kompleksiteten. Frem for at lade eleverne famle i blinde er det således mere effektivt, at læreren formidler fagets viden og metoder. Heroverfor vil tilhængere af IBSE fremføre en række argu-



menter af læringsteoretisk og pædagogisk art. I et konstruktivistisk perspektiv er det elevernes egne aktiviteter, der bærer læringen, ligesom det er motiverende selv at undersøge og opdage, frem for at få fortalt. Desuden afspejler en undersøgende undervisning naturvidenskabens væsen, således at eleverne i højere grad får en forståelse af, hvad naturvidenskab er.

Hvad er så rigtigt? Lærer eleverne noget ved IBSE, lærer de mere end ved almindelig undervisning, lærer de måske noget andet? Spørgsmål, som det er ganske svært at svare entydigt på.

Der er en række studier af undersøgelsesbaseret undervisning, der viser en positiv effekt. Men der er jo en kendt tendens til, at målrettet undervisning, gennemført af engagerede lærere, altid vil virke positivt. Her kan også henvises til Hatties (2009) store undersøgelse af over 300.000 forsøg, der viste en gennemsnitsforøgelse af elevpræstationer på 0,4 gennem forsøgsundervisning (hvorledes en 40 % forøgelse i viden så end skal tolkes). Pointen er, at det ikke er nok at se på enkelte undervis-



ningsforsøg, man er nødt til at sammenligne den givne forsøgsundervisning med anden undervisning.

Det er imidlertid vanskeligt at måle effekten af en given undervisning i forhold til en anden undervisning. Man skal sammenligne nogle meget komplekse sammenhænge, og man vil altid sammenligne situationer, der er så forskellige, at de reelt ikke er sammenlignelige. En grundigere gennemgang af problemerne i såkaldt evidensbaseret uddannelsesforskning er givet i Dolin (2013).

De svagheder, som enkeltstående studier har, kan til en vis grad overkommes ved såkaldte metastudier, der er en systematisk sammenligning af resultaterne af gennemførte forskningsprojekter. Søren Kruse (2013) har i artiklen *Hvor effektive er undersøgelsesbaserede strategier i naturfagsundervisningen?* gennemgået fire sådanne metastudier. Den overordnede konklusion er, at:

”... lærerstøttet IBSE, der kombinerer kognitive, epistemiske og sociale elevaktiviteter, giver væsentligt bedre elevresultater end traditionel undervisning”.³⁷

Kruse sammenfatter resultaterne fra de mange forskningsprojekter i fem pædagogiske principper for en vellykket IBSE:

”Vel vidende at strategierne er vanskelige at identificere, og at de i praksis ofte er overlappende, kan det på baggrund af debatten om IBSE og de fire reviews konkluderes, at undersøgelsesbaseret undervisningspraksis kan bidrage til gode elevresultater, hvis følgende 5 pædagogiske principper forfølges:

1. *Læreren integrerer kognitive, undersøgende og sociale aktiviteter, hvor:*
 - a. *eleverne aktivt og synligt konstruerer og anvender begreber, forklaringer og ræsonnementer (kognitiv dimension)*
 - b. *eleverne deltager i formulering af spørgsmål og (hands-on-) manipulation af materialer og gennem systematisk observation og undersøgelse af naturfænomener indhenter information som grundlag for forklaring af naturfænomener (undersøgende dimension)*

³⁷ Dolin 2013 s. 44



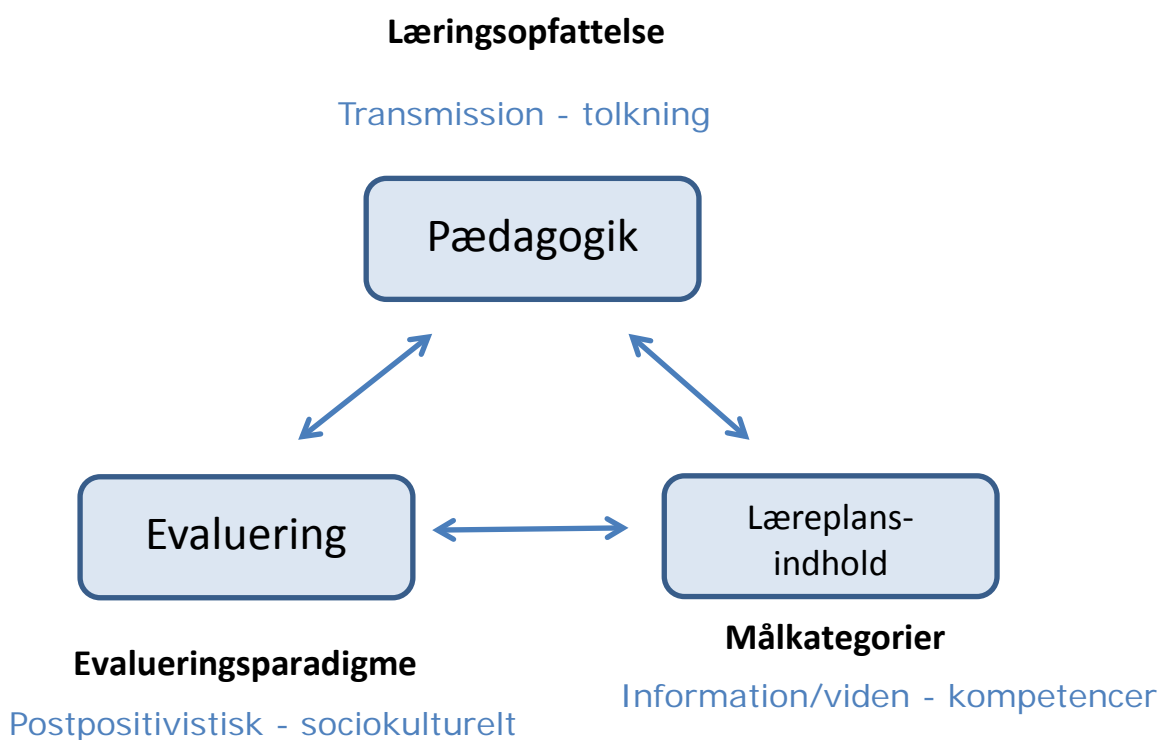
- c. eleverne i samarbejde omsætter deres læring i produkter og kommunikation, og deres gyldighed diskuteres (social dimension).*
- 2. Eleverne tilegner sig i undervisningen forudsætninger for og involveres i selv at træffe og begrunde beslutninger inden for den kognitive, undersøgende og sociale dimension.*
 - 3. Læreren har ansvaret for at fagenes centrale begreber og forklaringsmodeller formidles på en overskuelig og relevant måde, da begreber, teorier og metoder ikke af sig selv springer ud af elevernes bevidsthed eller af undersøgelsesaktiviteterne.*
 - 4. Læreren støtter elevernes aktiviteter ved at fokusere på læringsmål og det centrale faglige og metodiske indhold.*
 - 5. Eleverne gives gennem undervisningen mulighed for at sætte naturfaglighed i sammenhæng med det liv og det samfund, de lever i.”³⁸*

³⁸ Kruse 2013 s. 45



Evaluering af IBSE-kompetencer

En af grundene til at det er så svært at sammenligne effekten af forskellige undervisningstilgange er, at resultatet af undervisningen, dvs. elevernes læringsudbytte oftest måles med den samme målestok, selvom der er forskellige mål med undervisningen. Men det er helt grundlæggende, at der skal være overensstemmelse mellem de opstillede mål for undervisningen, den valgte pædagogik og evalueringsformen:



Følgende taget fra Dolin (2014) uddyber dette:

Det er læreplanens mål, der skal drive undervisningen. Pædagogikken skal muliggøre, at eleverne tilegner sig de opstillede mål, og evalueringer skal dels fremme læringsprocessen (gennem feedback) og dels tjekke, at de opstillede mål er nået. Dette er kun muligt, hvis der er overensstemmelse mellem de forskellige opfattelser, der findes inden for de tre områder. Læringsmål kan formuleres inden for en skala, der går fra information og viden til kompetencer. Pædagogikken kan baseres på en læringsopfattelse, der spænder fra en transmitterende, hvor eleven præsenteres for



det, der skal læres, til en tolkende, hvor eleven selv skal indgå i tolkende processer af det, der skal læres. Endelig kan evaluering baseres på et såkaldt postpositivistisk paradigme, hvor elevens viden opfattes som absolut, uafhængigt af situationen, eller på et mere sociokulturelt paradigme, der anser elevens viden tæt knyttet til den situation, som de evalueres i – elever kan simpelthen noget forskelligt i forskellige situationer, i klassens hverdag, hjemme i hverdagen, i en gymnastiksal under eksamen etc. Pointen i kravet om overensstemmelse er, at læringsmål som kompetencer kræver en tolkende/undersøgende/konstruktivistisk orienteret pædagogik og også nogle evalueringsformer, der er i stand til at indfange sådanne processer. Og det er de almindeligt anvendte evalueringsformer ikke! En almindelig skriftlig test kan ikke evaluere, hvorvidt en elev er i stand til at gennemføre undersøgende processer i naturvidenskab. Der er en meget omfattende forskning inden for dette felt, men fx Krogh og Dolin 2014 giver en gennemgang af problematikken og af de to forskellige evalueringsparadigmer – og hvilken forskel det gør, om man bruger den ene eller den anden tilgang i vurdering af elevens kunnen.

Hvorledes kan man så bedømme kompetencer? Helt generelt må kompetencerne bedømmes ved at demonstrere den handling, de processer, færdigheder og viden, som kompetencen beskriver, i en række specifikke kontekster sammenholdt med et sæt åbne og anerkendte kriterier. Der må derfor opstilles nogle konkrete, observerbare kriterier for den gode faglige praksis, og der må etableres en relevant situation, hvori praksissen efterprøves. Endelig er det nødvendigt, at der opstilles en (ideel) progression af den kompetente handling, både for at kunne give elever feedback af et givent niveau med henblik på at blive dygtigere og for at kunne differentiere den summative evaluering. Som et eksempel kan nævnes slutevalueringen på modelleringskompetence i Autentisk Fysik-projektet, som foregik i obligatorisk fysik i gymnasiet (Dolin et al. 2001). Målet for modelleringskompetencen var, at eleverne skulle kunne modellere et fysik-fænomen, som de ikke kendte. Det havde undervisningen så arbejdet på, at de kunne lære, og den afsluttende eksamen blev afholdt som en 3 timers praktisk arbejde i grupper i laboratoriet. Grupperne trak et ukendt problem, som de skulle modellere, og mens de gjorde det, gik lærer og censor rundt hver for sig og vurderede elevernes evne til at kunne modellere, baseret på de færdigheder, som vi i undervisningen havde lært at kompetencen kunne sammensættes af: udvælge problemets variable, udarbejde en plan for udførelse af forsøg (variabelkon-



trol), gennemføre (mindst) én måleserie, give en grafisk fremstilling, udføre regressionsanalyse, opstille en model, samarbejde og løse problemer, begå sig i laboratoriet og benytte måleudstyret fornuftigt (og optimalt).

Problemet med evaluering af kompetencer er dels at beskrive kompetencen så detaljeret, at den kan operationaliseres, men uden at der bliver tale om usammenhængende delfærdigheder eller løsrevne informationer, dels at opstille en relevant situation, hvori kompetencen kan evalueres meningsfuldt, og dels at finde en målemetode, der kan indfange den ønskede kompetence. EU-projektet *Assessment in Science, Technology and Mathematics Education (ASSIST-ME)*, der har dansk ledelse, arbejder med at designe formative evalueringsformater til brug i de naturvidenskabelige fag, teknologi og matematik, og fra dens hjemmeside (www.assistme.ku.dk) kan man løbende hente information og ideer til evalueringspraksis.



Del 3 - De organisatoriske rammer for en organisation, der arbejder med IBSE

Professionel udvikling med IBSE som løftestang

Af Jens Dolin

Overskriften er noget dobbelttydig. Den kan forstås som en udvikling af professionen, dvs. lærerarbejdet, eller en udvikling der er professionel, dvs. en vidensbaseret ændring af praksis. Vi vil her se det som en kombination af begge dele, nemlig en vidensbaseret forbedring af ens arbejde som lærer. Det handler altså om at *forbedre* sin undervisning baseret på *viden* om, hvad der kendetegner den gode undervisning.

Og så bliver det svært. Hvad er en forbedring og hvad kendetegner den gode undervisning? Hvordan kan man finde ud af det, og hvordan kan man så ændre sin undervisning, så den kommer tættere herpå?

Først er det nødvendigt at understrege, hvor vanskeligt det er at ændre sin undervisning og næsten umuligt at gøre alene. Ens undervisning er baseret på, hvad der virker i den praksis, man indgår i, dvs. den er *personlig* og *situeret* (ift. fag, skole, klassetrin etc.) og *praksisopbygget* gennem de erfaringer, man har gjort sig. Og så er den oftest *tavs*, dvs. ikke ekspliciteret (for det er der sjældent brug for), men repræsenteret ved de rutiner, man arbejder i, de handlinger, man udfører. Det er sjældent man som (privatpraktiserende) lærer skal retfærdiggøre sine valg. Det kan ske i samtaler med elever, men her oftest som en argumentation for at gøre det, man har besluttet (baseret på ens erfaringer), sjældent som en dialog om at ændre noget i en bestemt retning. Det er ligeledes sjældent at man relaterer forskningsbaseret viden til forhold i ens egen undervisning, som kan være med til at ændre denne undervisning. Men dette er nogen af de vigtigste elementer i en professionel udvikling: At komme i dialog med praksisfeltet med en forskningsbaseret viden som mediator.

Et er at opbygge en sådan situation, noget andet er at gennemføre ønskede eller mulige ændringer. Vores lærerpraksis i et fag udspringer af de forestillinger, vi har om såvel læring og undervisning som om faget. Ligesom de forestillinger, vi har, jo



kommer fra den undervisning og læreproces vi selv har været igennem i faget – hvilket forklarer den massive inert, der er i uddannelsessystemet. Men at ændre ens forestillinger om noget er en fundamental ændring af ens personlige opfattelser, hvilket i sidste ende er en ændring af ens personlighed. Man skal så at sige rekonstruere sin viden om undervisning og fag og dermed ændre sig selv som lærer (og person). Det er utrygt og svært og tager tid.

Mange forskningsprojekter som arbejder med lærerudvikling, peger da også på at læreres udvikling foregår samtidigt inden for tre forskellige områder: Fagprofessionel udvikling, social udvikling og personlig udvikling (Bell 1998, Dolin and Evans 2010).

Fagprofessionel udvikling

Den fagprofessionelle udvikling handler om at prøve at reflektere over forskellige (nye) undervisningsformer og (nyt) indhold. Man kan ikke ændre sin praksis uden at prøve noget nyt. Ved at sammenstille det nye med det, man plejer, kan man forstå og måske ændre de bagvedliggende forestillinger bag sin undervisning og udvikle sin faglige viden og forståelse.

Sådanne processer vil ofte kræve input af pædagogisk og faglig art. Så et samarbejde med didaktiske og (fag)faglige forskere vil være en fordel. Ligeledes vil et udviklingsprojekt forløbe bedst, hvis det sker i kollegiale sammenhænge, hvor der opbygges et miljø hvori man trygt kan udveksle erfaringer og give hinanden feedback.

Den stærkeste drivkraft for at ændre sin undervisning er et ønske om at fremme elevernes læring. Derfor er det vigtigt i professionelle udviklingsforløb at indbygge muligheder for at få feedback fra eleverne på hvorledes de drager nytte af aktiviteterne. Dvs. at der skal inddrages formative evalueringsformater for eleverne som en del af det professionelle udviklingsforløb.

Social og personlig udvikling

At prøve noget nyt kan for mange – og måske for ens kollegaer – opfattes som en kritik af det man plejer, og det nye vil ofte indebære aktiviteter og en praksis, som er



anderledes end den normale undervisning og tilgang i faget eller på skolen. Fx vil indførelse af undersøgende forløb betyde mindre direkte lærerstyring og dermed give mere uro i klassen, og måske flere kaotiske situationer. Man kan føle at man har svært ved at nå læreplanen eller at man har faglige problemer, hvis man er langt fra sin kerneviden. I sådanne tilfælde er det rart at kunne søge støtte i en gruppe af kolleger, der er i samme situation og dermed har en høj grad af forståelse.



En kollegagrube er også nødvendig som refleksionsrum. Man kan i gruppen udlede generelle principper fra de mange individuelle erfaringer, som det kan være svært at perspektivere selv. Gruppen har i sig selv en funktion ved at give en ramme om møderne og en vis forpligtelse til

at deltage. Men det er vigtigt at der er en nogenlunde fast struktur af møderne, så man ikke kun snakker socialt og hyggeligt. Det kan fx være at hver en deltager til hver gang fremlægger en case, som diskuteres, eller at der til hver gang læses en tekst, som relateres til egen undervisning.

I sidste ende er det den personlige udvikling, der driver processen. Uden en følelse af at blive en bedre underviser, er det svært at engagere sig. Og det er netop følelser, der er på spil! Derfor skal der i forløbet være accept af og plads til at tale om, hvordan man har det med hele processen. At man måske er usikker, utryk, frustreret, opgivende.

En IBSE-model for professionel udvikling

Hvis formålet med udviklingsforløbet er at blive bedre til at gennemføre undersøgende undervisning, vil det være nærliggende at lade sin egen udviklingsproces gennemløbe de samme faser, som eleverne skal igennem i deres læringsforløb. Det vil



betyde, at man vil få en konkret og personliggjort forståelse af den læring, som også eleverne skal gennemløbe.

Her i kompendiet arbejdes med en 6F-model for undersøgende læreprocesser. At anvende disse faser i en proces, hvor man som lærer skal begynde at undervise undersøgelsesbaseret, kan fx give følgende faser i arbejdet:

Forudsætning: Hvad tror man, og hvad ved man om undersøgende processer? Har man prøvet noget lignende før? Her kan være behov for en præcisering af, hvad der skal arbejdes med.

Fang: Det er vigtigt at få skærpet sin interesse. Dette er en ofte overset dimension af professionel udvikling, som fører tilbage til det ovenstående om vigtigheden af at inkludere følelser i sit arbejde. Måske skal der ske en forstyrrelse af eksisterende opfattelse af, hvad læring er, eller hvad det vigtige i faget er. Det kan ske ved at inddrage (overraskende) forskningsresultater eller ved selv at foretage mindre undersøgelser, fx af elevers opfattelser.

Forsk: Her lægges det meste af arbejdet. Det er her man som underviser prøver det nye af og indsamler data, observerer hinanden. læser relevant litteratur, får støtte i processen osv. Ofte vil der her ske en yderligere præcisering af problemstillingen, og der vil blive udtænkt metoder til at undersøge, hvordan interventionen virker.

Forklar: Del resultaterne med hinanden. Beskriv hvad der er sket og forsøg at besvare den problemstilling, der er sat op. Den skriftlige fastholdelse af resultater er nødvendig for at kunne fastholde resultaterne og komme tilbage til dem, så de kan bruges som afsæt for den næste fase.

Forlæng: Her kan de opnåede resultater og den genererede viden generaliseres til andre områder, ligesom der kan tænkes på ændringer af det undersøgte undervisningskoncept.

Feedback: Dette er ikke en særskilt fase, men en påpegning af nødvendigheden af løbende at få feedback fra kolleger og fra elever for at kunne rette sin undervisning til og for at blive bekræftet og personligt styrket i arbejdet.



Lektionsstudier³⁹

Jesper Bruun

Lærere kan med fordel arbejde sammen om at udvikle undervisning og undervisningsforløb, som over tid kan finpudses og genbruges. Der er på de forskellige læreruddannelser og læreruddannelseskurser en tradition for, at deltagerne arbejder sammen om at lave undervisningsplaner. Lektionsstudier er på samme tid en udvikelse og præcisering af den praksis.

Lektionsstudier er meget udbredt i Japan, hvor de bruges til at afprøve nye undervisningsformer og i forbindelse med læreruddannelse. Paradoksalt nok er mange af de metoder, der udvikles i vesten - især i USA, mere udbredt i Japan, fordi japanerne konstant afprøver dem i praksis.

Den grundlæggende ide

Et lektionsstudie i et naturvidenskabeligt fag har til formål at planlægge, udføre og evaluere en lektion. Formålet er, at blive helt skarp på, hvad eleverne skal lære (læringsmålene), hvad eleverne skal gøre for at opnå læringsmålene, hvad læreren skal gøre for at facilitere opnåelse af læringsmålene, og hvordan læreren kan være sikker på, at eleverne har lært det, de skal lære.

Man skal være en gruppe af undervisere. Det centrale er udførelsen af lektionen, og den forestås af en lærer, hovedlæreren. I løbet af lektionen er de andre undervisere observatører. Før undervisningen er de medplanlæggere, og efter undervisningen giver de feedback til hovedlæreren, ligesom alle deltager i at give konstruktiv kritik til lektionen.

Fokus er på lektionen, men præmissen er, at man også fordyber sig i detaljer. Det kan være, hvordan en given delopgave virkede i forhold til at bringe eleverne videre. Det kan være, hvordan eleverne viste tegn på at bruge en bestemt model i undervisningen. Det kan også være at stille hovedlæreren præcise spørgsmål om interaktionen med eleverne (*"Hvorfor sagde du sådan til eleverne lige der?"*).

³⁹ Dette afsnit bygger primært på følgende kilder, hvor der kan læses mere om lektionsstudier: Winsløw (2009), Christensen T (2013), Elipane (2012), Rønn og Henriksen (2013), Bilsted (2013).



Lektionsstudier kan være ret krævende både professionelt, intellektuelt og følelsesmæssigt, og derfor kræver de et fokuseret, trygt og respektfuldt miljø at udfolde sig i. Meningen er, at lærergruppen skal udvikle en god lektion - det er ikke meningen, at der skal peges fingre. Samtidig er det heller ikke meningen, at alle lektioner skal være lektionsstudier, men de udviklede lektioner kan fungere som inspiration til andre lektioner. Endelig kan en god lektionsstudiepraksis fungere som en kontinuerlig, lokalt forankret efteruddannelse af lærerstaben.

Sådan laver du et lektionsstudie

For at komme i gang skal I være minimum to lærere med naturfagsdidaktisk baggrund. Det betyder, at I kan undervise i et naturvidenskabeligt fag, og at I kan reflektere over jeres undervisning i didaktisk øjemed. Hvis I for eksempel er i stand til at analysere og designe IBSE-lektioner, er I godt kørende. Det kan være en fordel at være flere lærere, og det kan også være en fordel at invitere en didaktisk ekspert med i forløbet.

Det første I skal gøre er at planlægge lektionen. Det indebærer, at I skal:

- komme frem til realistiske og observerbare læringsmål, der er i overensstemmelse med læreplanen for faget.
- finde/designe de opgaver, eleverne skal lave og materiale til opgaverne.
- finde ud af, hvordan eleverne skal holdes ansvarlige for, at opgaverne laves, og at svarene formuleres på en tilfredsstillende måde.
- finde ud af, hvordan eleverne evalueres formativt, og sikre at der gives feedback i løbet af timen.
- forberede lærerens rolle i løbet af lektionen, herunder hvad læreren skal forklare, og hvad læreren ikke skal forklare.
- lave en tidsplan for, hvad der skal foregå hvornår.

Hovedlæreren - altså den lærer, der skal undervise - har det sidste ord, men ellers foregår dette som et samarbejde. Fagtermen for denne fase er den prædidaktiske situation.



Det næste er udførelsen af selve lektionen. Her underviser hovedlæreren en klasse, mens de andre lærere observerer. Det kan være en fordel at dokumentere dele af undervisningen, hvis man vil snakke om specifikke situationer senere. Dokumentation kan ske på mange måder: noter, video, lydoptagelse og billeder er eksempler. Hvis eleverne laver et produkt, kan man samle det ind efter timen (eller tage billeder af det, hvis eleverne skal have det med hjem). Man kan forestille sig, at al denne opmærksomhed kan virke forstyrrende for, eller i hvert fald påvirke, eleverne. Erfaringen viser dog, at eleverne godt kan se, hvorfor det er en god idé at undersøge undervisning, og efter ret kort tid lader de sig ofte ikke mærke af den øgede opmærksomhed. Hvis det endda på længere sigt bliver en naturlig del af lærerpraksisen, kan man forestille sig, at eleverne vil tage en form for ejerskab for udviklingen af lektionen og bruge det til at reflektere over deres egen læring. Fagtermen for denne fase er den didaktiske observationssituation.

Den sidste del er evalueringen. Her mødes deltagerne - hovedlæreren og de observerende lærere - og diskuterer lektionen. Hovedlæreren begynder og fortæller om sin oplevelse af lektionen som den udfoldede sig. Hernæst følger de observerende lærere. Her er nogle generelle spørgsmål, som lærerne kan forholde sig til:

- Hvilke dele af lektionsplanen gik godt?
- Hvorfor synes du, det gik godt?
- Hvilke dele af lektionsplanen var svære at følge?
- Hvorfor var den det?
- Hvordan var det muligt at se, hvad eleverne lærte?
- Kunne du bruge det, eleverne gjorde, til at se, at de opnåede læringsmålene?
- Opfyldte de læringsmålene?
- Var det muligt at give konstruktiv feedback til eleverne, der havde brug for det?
- Hvilke ændringer synes du, der skal foretages i lektionen?

Udover de ovenstående generelle spørgsmål er der også tid til at fordybe sig. Det kan både være rent fagligt, som set fra elevernes synspunkt, og det kan være fagdidaktisk. Det kan være spørgsmål a lá: *“Hvorfor svarede du [...], da eleven spurgte dig*



om [...]?” , hvor [...] er noget, som en lærer observerede. Det kan også være: “Hvorfor stillede du dig i den side af rummet, da eleverne gennemgik [...] på tavlen?”

Fagtermen for denne sidste fase er den postdidaktiske situation.

Formålet med diskussionen er dels, at de deltagende lærere udvikler sig på et professionelt plan, dels at lærergruppen reflekterer sammen over undervisning og dels at finde frem til, hvordan man kan ændre lektionen til det bedre. Disse ændringer indgår i en ny prædidaktisk fase, hvor man forbereder den næste version af lektionen eller en ny lektion, der ligner denne.

Det er en klar fordel at lave mere end en cyklus af planlægning, udførelse og evaluering. Men det er ikke altid praktisk muligt. En måde at komme rundt om det praktiske er, hvis en stor del af eleverne skal igennem det samme i løbet af en bestemt tidsperiode. Det kunne være energi i fysik C. En anden måde er at være grundig med dokumentationen af den postdidaktiske situation, således at man nemmere kan vende tilbage til lektionen senere. En tredje måde er, som nævnt ovenfor, at bruge de indsigter, man er kommet frem til i planlægningen af en ny lektion.

Perspektiver på kort og lang sigt

Lektionsstudier kan fungere som en åbning af undervisningssituationen. Undervisningen bliver således et fælles anliggende for de deltagende lærere, og samtidig fungerer studierne som en efteruddannelse. Hvis lektionerne gemmes i et brugbart format, kan man forestille sig, at skolen eller gymnasiet oparbejder et bibliotek af lektioner, som man kan anvende, som de er, eller blot hente inspiration fra. På længere sigt kan man forestille sig, at skolen eller gymnasiet udvikler en praksis for professionel udvikling, hvor den enkelte lærer ikke er i fokus som god eller dårlig, men hvor fokus er på, hvordan skolens undervisning som helhed understøtter elevernes læring. I dette kan indgå en konstant afprøvning, justering og udvikling af nye undervisningsmetoder, der er i tæt dialog med forskningen på området. Det vil sige, at forskere i didaktik kan få indblik i, hvordan nye undervisningsmetoder virker i gennem længere tid og i mange forskellige situationer, ligesom at undervisere får førstehåndserfaringer med undervisningsmetoder udviklet i forskningsammenhænge.



Afrunding

Klavs Frisdahl

I dette kompendie har vi præsenteret centrale elementer, der kan understøtte en højere grad af IBSE i en almindelig dansk gymnasieverden. Vi vil her ultrakort opsummere de etablerede pointer i de gennemgåede afsnit.

For det første skelner vi ikke mellem IBSE, IBSME, IBSMTE, UBNU, UBNMU osv. eller mellem, hvordan man nu vælger at forkorte undervisning i naturfag (herunder matematik og teknologi), der bygger på og integrerer elevernes egne undersøgelser.

Vi har beskrevet, hvad selve IBSE-begrebet dækker over med fokus på elevundersøgelser, og noteret, at der er forskellige grader af elev- og lærerstyring (structured -, guided -, open inquiry), og at selve metoden knytter sig til en konstruktivistisk læringsteori om, at eleverne selv skal opbygge deres viden. Vi kan ikke gøre det for dem. Læringen i IBSE understøtter den udvikling. Der har været en udvikling fra overvejende at fokusere på en læring af et pensum til også at omfatte en udvikling af elevernes kompetencer.

Så gennemgik vi 6F-modellen for, hvordan man konkret kan lave et undervisningsforløb, der integrerer undersøgelseselementet, og som bygger andre vigtige læringsmål tæt til forløbet. De 6 Fer: Forudsæt, Fang, Forsk, Forklar, Forlæng, Feedback giver en systematisk model for, hvordan læreren kan strukturere den undersøgelsesbaserede undervisning. De 6Fer giver et stillads.

Undersøgelsesbaseret undervisning er desuden kommenteret i forhold til elevmotivation og er i kompendiet knyttet til modellen CARTAGO, der inkluderer en række forskellige syn på motivation, og som kobler meget direkte til en IBSE-undervisning.





I anden del er der præsenteret forskellige svar på spørgsmål om, hvorvidt eleverne så lærer noget af en IBSE-undervisning. Svaret er ikke entydigt og enkelt, men er præsenteret kortfattet i afsnittet og læringsudbyttet.

I tredje del er fokus flyttet fra den enkelte lærer og den enkelte undervisning til et team eller skoleniveau. Her er præsenteret vores syn på, hvordan IBSE kan understøtte såvel organisationen (skolen) og teamet ved at give en ramme for samarbejde, og i afsnittet og lektionsstudier er der præsenteret en ramme for, hvordan man kollegialt kan arbejde med at forbedre og forfine sin tilgang til den undersøgelsesbaserede undervisning over tid. I høj grad i erkendelse af, at forandring af kulturer tager tid.

Og endelig. Hvis du synes, at det virker stort, uoverskueligt og umuligt at praktisere i din første-g-klasse, så hold ud. Harlen 2011 peger på en række forhold, der er centrale for, at en ændring af undervisningen har en positiv og målbar effekt:

- *”Forandring af undervisning kræver ændring både hos lærere og i skolepolitik. Derfor er støtte fra skoleledere og øverste ledelse afgørende for nyskabelsers ordentlige gennemførelse og evaluering.*
- *Forandring sker mere sandsynligt, når lærerne har et vist ejerskab af implementeringsprocessen i klasserummet.*
- *Nyskabelser bør være til stede i klassen i mindst et år og helst længere, før elevernes læringsudbytte vurderes.*



- *De fleste efteruddannelser er for korte til at have varig effekt.*
- *Evalueringsmetoder, der kun bruger læreres selvrapportering, kan antyde lærerpåvirkninger som ikke nødvendigvis omsættes til praksisændringer.”⁴⁰.*

Dette er bare første skridt.

⁴⁰ Harlen 2011 Side 67





Bilag 1: Eksempler på læringsforløb efter IBSE og 6F-modellen

Eksempel 1: Tyngdekraft og modstandskraft (fysik)

Idé: Klavs Frisdahl; Institut for Naturfagenes Didaktik, KU

- Mål:** Eleverne skal kunne anvende de centrale begreber i forbindelse med bevægelse som tyngdekraft og modstand. Eleverne skal kende de vigtigste parametre, der har betydning for bevægelse som vægt, vindmodstand, gnidningsmodstand, acceleration. Eleverne skal systematisk opstille hypoteser, udvikle eksperimenter for at teste deres hypoteser, indsamle og behandle data samt præsentere deres data for de øvrige elever, og endelig skal klassen samlet konkludere på deres erfaringer fra deres eksperimenter.
Feedback: Som en del af forsk-fasen skal eleverne træne at udtrykke sig præcist omkring problemstilling og deres deraf følgende design af eksperiment. Der lægges derfor vægt på peer ↔ peer feedback, så mange elever får lejlighed til at fortælle om deres tanker og planer. Dette kan fx organiseres i matrixgrupper, der tager kommentarer fra andre elever med tilbage til stamgruppen.
- Målgruppe:** Folkeskolens sidste klasser samt gymnasieniveau C
- Tema:** Tyngdekraft og gnidning.
- Tidsramme og produktkrav til eleverne:** Selve dette forløb er meget fleksibelt, men kan gennemføres på 2-3 lektioner. Eleverne præsenterer efter Forsk-fasen resultatet af deres arbejde.
- Forudsæt:** Med udgangspunkt i bevægelse udenfor i forskelligt vejr noteres elevernes eksisterende viden om, hvad der har betydning for bevægelsen. Centrale begreber noteres og gøres almene ved at forklare dem for de elever, der ikke kender dem.
- Fang:** Eleverne udfordres til (i grupper på tre) til at opstille hypoteser for sammenhænge mellem vægt og underlags betydning for bevægelsen. Der kan fx vises et lille videoklip af biler, der kører galt på en glat vej eller personer, der går på et fortov og falder.
- Forsk:** Eleverne opstiller hypoteser om, hvad der påvirker bevægelsen. Fx:
Hypotese: For en bil har vægten af bilen betydning for den modstand, som bilen har med underlaget, og en højere vægt vil betyde større modstand.
Forsk: Eleverne udtænker et eksperiment til at teste deres opstillede hypotese. Ikke alle hypoteser og ikke alle eksperimenter er ens. Eleverne udfører deres eksperimenter – ofte flere gange. Evt. genformulerer de også hypoteserne. Variabelkontrol og systematik i indsamling af data er vigtig. I denne fase kan eleverne have behov for at tilegne sig yderligere viden ved fx at læse mere om emnet, se et klip på YouTube, høre læreren præsentere nogle centrale fysiske sammenhænge osv. Det kan ske for en enkelt gruppe eller i en "time-



out” for hele klassen, hvis de har samme behov på samme tid.

Forsk: Eleverne formulerer konklusioner for deres eksperimenter. Evt. kan eleverne udfordres til at ændre på deres hypotese, forfine deres eksperiment, udvide deres tests osv.

8. **Forklar:** Eleverne fremlægger deres hypoteser, eksperimentdesign og konklusioner for de øvrige elever.

Forklar: I plenum generaliseres de fundne resultater. De relevante begreber understreges af underviseren. Fundne konklusioner tydeliggøres.

9. **Forlæg:** Hvad kan vi konkludere ud over det snævre emne, som denne undersøgelse har omhandlet? Hvad betyder det for bevægelse i rummet? Hvad betyder det for olie i en motor? Osv.

Forlæg: Der afsluttes med en kort evaluering, hvor eleverne udfordres i alle de opstillede læringsmål. Ikke kun begreber og fysiske sammenhænge.

Dette forløb er inspireret af denne YouTube film:

http://www.youtube.com/watch?v=37oG1p4uR0A&feature=share&list=PL9zglIVyhMsg5o20si5WQH-ab0a_Talm2&index=8



Eksempel 2: Sydhavnen, prognoser/fremskrivninger, regression (matematik)

Idé: Klavs Frisdahl; Institut for Naturfagernes Didaktik, KU

- Mål:** Eleverne skal kunne bearbejde et struktureret datasæt, så de kan fremskrive en udvikling baseret på de tilgængelige data. De skal have en forståelse for, at en fremskrivning ikke er det samme som en prognose, der medtager flere forhold i analysen af den fremtidige udvikling. Fremskrivningen kan laves på baggrund af en grafisk fremstilling, der "forlænges", eller ved at anvende lineær/eksponentiel regression.
Feedback: Udfordringen kan angribes på flere niveauer og med forskellig grad af matematisk udfordring. Dette kan udnyttes til at lave differentieret undervisning med stærke og svage grupper. Den formative feedback, der gives undervejs - især i forsk-fasen, kan derfor tilpasses gruppens ambitionsniveau og evner. Graden af åbenhed i feedbacken kan nuanceres.
- Målgruppe:** Folkeskolens sidste klasser samt gymnasieniveau B/C.
- Tema:** Funktioner, grafisk præsentation af data, fremskrivning og prognoser.
- Tidsramme og produktkrav til eleverne:** Selve dette forløb er planlagt til at kunne gennemføres på 45 min., men kan nemt udvides til mange lektioner. Udvalgte elever præsenterer efter Forsk-fasen resultatet af deres arbejde.
- Forudsæt:** Undervisningen tager udgangspunkt i et konkret eksempel på en politisk beslutning, der bl.a. har resultatet af en prognose som forudsætning. I dette eksempel er det beslutningen om at lave en metrostrækning til Sydhavnen i København. Eleverne spørges, hvad de kender til befolkningsudviklingen i København, til området Sydhavnen, til begrebet prognoser.
- Fang:** Eleverne får udleveret de tre bilag (se nedenfor) og bliver bedt om at formulere en problemstilling, der rummer noget matematik og som udspringer af de to artikler. Det kunne være problemstillinger som (udleveres ikke til eleverne):
 - Opskriv en vejledning til en medarbejder i kommunen til, hvordan man laver en prognose for befolkningstallet i København i 2025.
 - Opskriv en vejledning til en medarbejder i kommunen til, hvordan man laver en prognose for passagergrundlaget i metroen i Sydhavnen i 2025.
 - Lav en fremskrivning af befolkningstallet i København i 2025 - er de 100.000 mennesker, der nævnes i artiklen, et godt bud?
 - Findes der i Statistikbanken oplysninger om antal mennesker i Sydhavnen/København i 2025?
- Forsk:** Eleverne vælger selv en af udfordringerne og arbejder med den.
Forsk: Eleverne arbejder i små grupper af 2-3 med problemstillingen. Under deres arbejde udfordres grupperne til at "gøre sig umage". Fx:



- Hvilke udfordringer er der ved en prognostigsering?
- Kræver det mere end et godt datamateriale? Hvad kan gøre prognosen sikker/usikker?

Forsk: Eleverne formulerer konklusioner for deres problemstilling. Evt. kan eleverne udfordres til at ændre på deres problemstilling.

8. **Forklar:** Udvalgte elever, som repræsenterer forskellige problemstillinger, fremlægger deres metode og konklusioner for de øvrige elever.

Forklar: I plenum generaliseres de fundne resultater. De relevante begreber understreges af underviseren. Fundne konklusioner tydeliggøres.

9. **Forlæng:** Hvad kan vi konkludere ud over det snævre emne, som denne undersøgelse har omhandlet? Her samles op og erfaringerne fra de grupper, der har præsenteret, deles med klassen. Det understreges, hvor ofte vi støder på fremskrivninger/prognoser, og at de bruges som grundlag for beslutninger, vi træffer (vejrudsigter, renteniveau - boliglån, osv.).

10. **Forlæng:** Der afsluttes med en kort evaluering, hvor eleverne udfordres i alle de opstillede læringsmål.

Bilag til Eksempel 2

Bilag 1: Berlingske netavis 6/6 2012



NATIONALT

» Få Berlingske fre-, lør- og søndag + alle digitale produkter hele t



Metroen. Foto: Christian Als

Tættere på Sydhavns-metro og letbane

Af Mads Mostrup Jensen, Berlingske Nyhedsbureau
6. juni 2012, 16:48 – opdateret 6. juni 2012, 17:02

3 Kommentarer

To nye projekter skal styrke den kollektive trafik i hovedstaden. Kommunen afsætter otte millioner kroner til at undersøge muligheden for en letbane og en ny metrostrækning.

DEL ARTIKLEN



Print

Mail

Anbefal

DIN REAKTION

63% Jubler

8% Smiler

8% Keder mig

8% Er ked af det

13% Raser

138 har stemt Andre reaktioner

I løbet af 2020'erne skal københavnere kunne tage metroen til Sydhavnen og letbanen fra Nørrebro til Brønshøj.

Det er målsætningen i Københavns Kommune, hvor teknik- og miljøudvalgets politikere netop har bestilt en grundig udredning af de to ambitiøse trafikprojekter. Udredningen, som vil koste omkring otte millioner kroner, skal skabe et overblik over omkostninger og fremtidige passagertal.

De foreløbige fremskrivninger viser, at der i 2025 er 34.000 potentielle passagerer, som dagligt vil tage metroen fra stationerne Fisketorvet, Teglholmen, Sluseholmen, Sydhavn og Ny Ellebjerg.

- København vokser med mere end 100.000 indbyggere frem til 2025. Derfor er det nødvendigt, at vi har moderne kollektiv transport, der binder byen sammen på en smart, effektiv og miljørigtig måde. Alene i Sydhavnen er vi i fuld gang med at bygge ud, så der bliver plads til 10.000 flere københavnere, siger overborgmester Frank Jensen (S).



Bilag 2: Københavns Kommunes hjemmeside om Sydhavnen (hentet 29/1 2014)



[Om kommunen](#) [Indsatsområder og politikker](#) [Byplanlægning og anlæg](#) [Byudviklingsområder](#) [Sydhavn](#)

Sydhavn

Sydhavn er godt på vej til at blive en af Københavns nye bydele, hvor beboere og erhvervsdrivende får masser af vand, lys og luft omkring sig. Der bor allerede nu ca. 3.500 københavnere på Sluseholmen og Teglholmen, og på sigt skal Sydhavn rumme i alt 9.000 boliger og 22.500 arbejdspladser. Området Sydhavn omfatter udover Sluseholmen og Teglholmen også området Enghave Brygge, der er beliggende øst for H.C. Ørstedværket samt Havneholmen, der er beliggende ved Fisketorvet.

Et liv ved vandet

Sydhavns boligkvarterer er inspireret af både Amsterdam og vores eget Christianshavn. Store dele af de fremtidige byggerier bliver opført på kanal-øer med buede, knækkede gader, hvor mange af boligene er omkranset af vand på de fleste sider. Det giver mulighed for et væld af fritidsaktiviteter for både beboere, klubber og andre interesserede københavnere.

Samtidig kommer broer til at forbinde bydelens områder, så alle nemt kan komme til og fra resten af København med den kollektive trafik, på cykel eller egen kajak.

Der er vedtaget [lokalplaner](#) for bebyggelsen af Frederiks Kaj, Sluseholmen og Teglholmen Øst.

Læs mere om det nye Sydhavn i den årlige handlingsplan for udvalgte byudviklingsområder: [Årlig handlingsplan for Sydhavn 2013](#)

Læs [handlingsplanerne for de andre udvalgte byudviklingsområder](#).

Hvem udvikler?

Københavns Kommune er ansvarlig for lokalplaner, offentlige bygninger og anlæg som skole, idrætshal, daginstitutioner og havnebad samt en del af vejene.

Teglværksbroen bliver finansieret af grundejerne i samarbejde Københavns Kommune.

Vejene på Sluseholmen er private fællesveje, der bliver etableret i forbindelse med de enkelte byggerier. En del af vejene på Teglholmen er også private fællesveje.

Det er private investorer, der ejer de øvrige byggegrunde.

Læs mere om, hvad der sker i området på beboernes egen hjemmeside Teglholmen- og Sluseholmen-online: [Teglholmens og Sluseholmens hjemmeside](#).



Bilag 3: Befolkningstal for København; Statistikbanken.dk 30/1/2014

År	Indbyggere i København
2008	509861
2009	518574
2010	528208
2011	539542
2012	549050
2013	559440



Eksempel 3: Armlængde, prognoser/fremskrivninger, regression (matematik)

Idé: Klavs Frisdahl; Institut for Naturfagenes Didaktik, KU

1. **Mål:** Eleverne skal kunne se sammenhængen mellem to variable (højde og armlængde), bearbejde datasæt, så de kan dokumentere en sammenhæng mellem variablene, dokumentere den enten gennem en graf eller regression, eleverne skal kunne opstille en model for sammenhængen og bestemme en variabel på basis af den anden.

Feedback: Der kan være mange tilgange til at løse denne udfordring. Nogle grupper vil indsamle data ved at måle og andre vil lede efter information på nettet. Feedbacken kan fokusere på at udfordre grupperne til at anvende de matematiske værktøjer, som de må have i værktøjskassen og i at udfordre dem til at begrunde deres svar.

2. **Målgruppe:** Gymnasieniveau C.

3. **Tema:** Funktioner, grafisk præsentation af data, fremskrivning og prognoser.

4. **Tidsramme og produktkrav til eleverne:** Selve dette forløb er planlagt til at kunne gennemføres på 45 min., men kan nemt udvides til mange lektioner. Udvalgte elever præsenterer efter Forsk-fasen resultatet af deres arbejde.

5. **Forudsæt:** Begreberne variable, funktioner, koordinatsystem - hvad kender vi af begreber, der kan anvendes til at beskrive sammenhængende fænomener som rente/opsparring, alkoholindtag/tid før man må køre bil, gødningsmængde/høstede afgrøder ...

6. **Fang:** *"Hvor langt er der fra min albue til min pegefingerspids?"* Bonusinfo: Mand, født i 1962, er 195 cm, har to børn, er akademiker, vejer 95 kg. Benspænd: *"I må ikke måle på mig"*.

7. **Forsk:** I grupper skal eleverne definere, hvad der bestemmer min armlængde.

Forsk: Eleverne skal bestemme, hvilke data de behøver for at kunne estimere min armlængde. Og de skal indhente disse data.

Forsk: Eleverne formulerer konklusioner for deres problemstilling.

Forklar: Eleverne kommer med deres gæt på min armlængde. Og redegør for baggrunden



for deres bud. Grafisk/beregning osv.

8. **Forlæg:** Hvad kan vi konkludere ud over det snævre emne, som denne undersøgelse har omhandlet? Her samles op, og erfaringerne fra de grupper, der har præsenteret, deles med klassen. Det understreges, hvor ofte vi støder på fremskrivninger/prognoser og at de bruges som grundlag for beslutninger, vi træffer (vejrudsigter, renteniveau - boliglån, osv.).
9. **Forlæg:** Der afsluttes med en kort evaluering, hvor eleverne udfordres i alle de opstillede læringsmål.



Eksempel 4: Antal talte sprog, funktioner (eksponentiel/lineær)

Idé: Klavs Frisdahl; Institut for Naturfagenes Didaktik, KU

1. **Mål:** Eleverne skal på basis af en påstand foretage en konsekvensberegning. Opgaven kræver en opstilling af en lineær og/eller en eksponentiel funktion.

Feedback: I denne opgave kan der nemt "gå matematik i den". I feedbacken kan der derfor passende udfordres ved, at eleverne bliver bedt om at forholde sig kritisk til det arbejde, de laver. Er det en pålidelig prognose? Hvorfor ikke? Feedbacken kan give et helikopterperspektiv på det arbejde, som man er midt i.

2. **Målgruppe:** Gymnasieniveau C.

3. **Tema:** Funktioner, CAS værktøj.

4. **Tidsramme og produktkrav til eleverne:** Selve dette forløb er planlagt til at kunne gennemføres på 45 min., men kan nemt udvides til mange lektioner. Udvalgte elever præsenterer efter Forsk-fasen resultatet af deres arbejde.

5. **Forudsæt:** Begreberne variable, funktioner, koordinatsystem - hvilke begreber kender eleverne allerede til at beskrive sammenhængende variable?

6. **Fang:** Det er påstanden fra Mark Pagel i en tale, at vi på et tidspunkt alle taler engelsk, så: *"Hvornår taler alle mennesker på jorden engelsk?"*

7. **Forsk:** Lyt til talen og opstil på baggrund af oplysningerne en model for udviklingen i antallet af talte sprog.

Forsk: Foretag på baggrund af modellen (modellerne) en fremskrivning af, hvornår vi alle taler engelsk.

Forsk: Eleverne formulerer konklusioner for deres problemstilling.

Forklar: Eleverne kommer med deres gæt på, hvornår vi alle taler engelsk.

8. **Forlæng:** Hvad kan vi konkludere ud over det snævre emne, som denne undersøgelse har omhandlet? Her samles op, og erfaringerne fra de grupper, der har præsenteret, deles med klassen. Det understreges, hvor ofte vi støder på fremskrivninger/prognoser og at de bru-



ges som grundlag for beslutninger, vi træffer (vejrudsigter, renteniveau - boliglån, osv.).

9. **Forlæng:** Der afsluttes med en kort evaluering, hvor eleverne udfordres i alle de opstillede læringsmål.

Kilde:

<http://www.npr.org/player/v2/mediaPlayer.html?action=1&t=1&islist=false&id=248193368&m=248191370>



Eksempel 5: Luftmodstand og faldtider (fysik)

Idé: Lærke Bang Jacobsen; Institut for Naturfagenes Didaktik, KU

1. **Mål:** Eleverne skal kunne arbejde med at identificere og kontrollere variable i forhold til faldtider af forskellige objekter. De skal opstille hypoteser om, hvorvidt faldtiden afhænger eller ikke afhænger af de identificerede variable. De skal designe eksperimenter, hvor de kan teste, hvorvidt der er en sammenhæng mellem faldtiden og de identificerede variable og konkludere på basis af de data, som de opsamler, herunder diskutere fejlkilder, usikkerheder og argumenter for at gentage forsøgene.

Forløbet kan gøres længerevarende ved, at eleverne skal undersøge, hvilken matematisk sammenhæng der er mellem faldtiden og de variable, der er fundet, til at påvirke faldtiden.

Feedback: Som en del af Forsk-fasen skal eleverne træne at udtrykke sig præcist omkring problemstilling og deres deraf følgende design af eksperiment. Der lægges derfor vægt på peer ↔ peer feedback, så mange elever får lejlighed til at fortælle om deres tanker og planer. Dette kan fx organiseres i matrixgrupper, der tager kommentarer fra andre elever med tilbage til stamgruppen.

2. **Målgruppe:** Folkeskolens sidste klasser samt gymnasieniveau C.
3. **Tema:** Luftmodstand og faldtider.
4. **Tidsramme og produktkrav til eleverne:** Selve dette forløb er meget fleksibelt, men kan gennemføres på 1-2 lektioner og forlænges til 3-5 lektioner.
5. **Forudsæt:** Eleverne introduceres til begreberne variable, variabelkontrol samt app'en UberSense, som rimelig simpelt kan bruges til at finde tidsrummet mellem to begivenheder på en film, som eleverne kan optage med det indbyggede kamera i deres telefon eller tablet. Det forventes, at eleverne har den nødvendige forforståelse af hverdagsbegreber som størrelse, form, overfladeareal, materiale, vægt, massefylde, højde/afstand og faldtid. Det betyder, at der i den første del af undervisningen skal etableres en snak med eleverne om disse begreber. Og de skal bringes i spil i forbindelse med emnet om luftmodstand.
6. **Fang:** Eleverne ser en video fra Moonraker:
<https://www.youtube.com/watch?v=fAucs8K5E0U>.
7. **Forsk:** Eleverne opstiller hypoteser om, hvad der påvirker bevægelsen og evt., hvordan disse variable påvirker faldtiden.

Forsk: Eleverne modtager en kasse med forsøgsudstyr: fjer, kaffefiltre, muffin-forme, baller, bolde, papir, lineal, klisterbånd samt smartphones/tablets. Eleverne udtænker eksperimenter til at teste deres opstillede hypoteser. Ikke alle hypoteser og ikke alle eksperimenter er ens. Eleverne udfører deres eksperimenter – ofte flere gange. Evt. genformulerer de også hypoteserne. Variabelkontrol og systematik i indsamling af data er vigtig. I denne fase kan eleverne have behov for at tilegne sig yderligere viden ved fx at læse mere



om emnet, se et klip på YouTube, høre læreren præsentere nogle centrale fysiske sammenhænge osv. Det kan ske for en enkelt gruppe eller i en "timeout" for hele klassen, hvis de har samme behov på samme tid.

Forsk: Eleverne formulerer konklusioner for deres eksperimenter. Evt. kan eleverne udfordres til at ændre på deres hypotese, forfine deres eksperiment, udvide deres tests osv.

8. **Forklar:** Eleverne fremlægger deres hypoteser, eksperimentdesign og konklusioner for de øvrige elever, og læreren styrer en diskussionsproces, hvis der er tilfælde, hvor de forskellige grupper har opnået forskellige resultater.

Forklar: I plenum generaliseres de fundne resultater. De relevante begreber understreges af underviseren. Fundne konklusioner tydeliggøres.

9. **Forlæng:** Hvad kan vi konkludere ud over det snævre emne, som denne undersøgelse har omhandlet? Hvad betyder det for bevægelse i rummet? Hvorfor ser faldskærme ud som de gør? Osv.

Forlæng: Der afsluttes med en kort evaluering, hvor eleverne udfordres i alle de opstillede læringsmål. Ikke kun begreber og fysiske sammenhænge.



Eksempel 6: Lydniveau og frekvenser (fysik)

Idé: Lærke Bang Jacobsen; Institut for Naturfagenes Didaktik, KU

1. **Mål:** Eleverne skal arbejde med begreberne frekvens og lydniveau, idet de undersøger, hvordan lyd dæmpes gennem forskellige materialer (biler, døre, ydersiden af hovedtelefoner, telefoner fra en afstand...).

Eleverne skal systematisk opstille hypoteser om lydets dæmpning gennem forskellige materialer for forskellige lydfrekvenser, udvikle eksperimenter for at teste deres hypoteser, indsamle og behandle data samt præsentere deres data for de øvrige elever.

Endelig skal klassen samlet konkludere på deres erfaringer fra deres eksperimenter. Eleverne skal blive bekendte med begreber om lyd som bølger, frekvens, lydniveau, amplitude, Hertz og evt. decibel, samt skalaen dBFS.

Feedback: I dette forløb er der god mulighed for at få en tilbagemelding fra eleverne på deres konceptuelle forståelse af fysikkens begreber. Kan eleverne anvende korrekte fysiske begreber, når de taler om deres eksperiment og kan de udtrykke sig i meningsfulde sætninger, når de skal forklare hinanden eller underviseren om deres problem og eksperiment. Der er en høj grad af vigtig feedback til læreren her.

2. **Målgruppe:** Gymnasiet, fysik C, B eller A.
3. **Tema:** Lydniveau og frekvenser.
4. **Tidsramme og produktkrav til eleverne:** Selve dette forløb er meget fleksibelt, men kan gennemføres på 2-3 lektioner og kan forlænges til at vare op til 5 lektioner.
5. **Forudsæt:** Der undersøges, hvad elevernes forforståelser af lyd er, fx ved at spørge ind til forskelle på høje og lave lyde, lyse og mørke toner og den samme tone slået an på en fløjte eller et klaver.

Forudsæt: De skal introduceres til en app, som virker som frekvensgenerator (fx The Oscillator) og app'en SpectrumView, som bl.a. fungerer som en realtime FourierTransformator af lyd. Dette kan i sig selv ske gennem en Forsk-fase af app'en, hvor eleverne taler/synger og ser, hvad der sker.

6. **Fang:** Eleverne introduceres til at overveje, hvad der sker, når en person i toget hører høj musik i sine hovedtelefoner, når man hører musik fra en bil, der kører osv. Det kan være svært at genkende sangen, fordi den ikke kun er dæmpet, men også fordi melodien lyder "mærkelig". Der sker noget med lyden.



7. **Forsk:** Eleverne opstiller hypoteser om, hvad det er ved lyden, der ændres, når man hører det fra "ydetsiden" af hovedtelefonerne, fra ydetsiden af en bil, eller hvad de ønsker at undersøge.

Forsk: Læreren sørger for, at der er hovedtelefoner, tablets/smartphones, en bil, osv. til rådighed. Eleverne udtænker et eksperiment til at teste deres opstillede hypotese. Ikke alle hypoteser og ikke alle eksperimenter er ens. Eleverne udfører deres eksperimenter – ofte flere gange. Evt. genformulerer de også hypoteserne. Variabelkontrol og systematik i indsamling af data er vigtig.

I denne fase kan eleverne have behov for at tilegne sig yderligere viden ved fx at læse mere om emnet, se et klip på YouTube, høre læreren præsentere nogle centrale fysiske sammenhænge osv. Det kan ske for en enkelt gruppe eller i en "timeout" for hele klassen, hvis de har samme behov på samme tid.

Typiske problemer vil være i forhold til at forstå skalaen for lydniveau (dBFS), som helt simpelt kan forklares som en logaritmisk skala, hvor hver gang den falder med 6 (fx fra -6 til -12), da er amplituden af lyden halveret. Tilsvarende, hvis den falder med 12 (fx fra -6 til -18), da er amplituden halveret to gange, dvs. en fjerdedel så stor. Der kan også være udfordringer i, hvordan man ser forskel på fourierspektra for dæmpet og udæmpet lyd. Endelig kan der være udfordringer i at forstå fourierspektra i sig selv.

Forsk: Eleverne formulerer konklusioner for deres eksperimenter. Evt. kan eleverne udfordres til at ændre på deres hypotese, forfine deres eksperiment, udvide deres tests, osv.

8. **Forklar:** Eleverne fremlægger deres hypoteser, eksperimentdesign og konklusioner for de øvrige elever.

Forklar: I plenum generaliseres de fundne resultater. De relevante begreber understreges af underviseren. Fundne konklusioner tydeliggøres. Frekvens og amplitude af lydbølger forklares fx med brug af physlets. For dygtige klasser kan man komme ind på teorier om dæmpning, fx Stokes' lov.

9. **Forlæng:** Hvad kan vi konkludere generelt. Hvilke materialer dæmper primært stemmer, hvilke materialer dæmper høje frekvenser, hvilke materialer dæmper lave frekvenser? Hvornår er de forskellige ting vigtigt?

Forlæng: Der afsluttes med en kort evaluering, hvor eleverne udfordres i alle de opstillede læringsmål. Ikke kun begreber og fysiske sammenhænge.



Eksempel 7: Den bedste karse (NV/biologi)

Idé: Mette Bruun, Per Christiansen, Klaus Karlsen; Odsherred Gymnasium

1. **Mål:** Hvordan laver man forsøg, hvorfor laver man forsøg i naturvidenskab, opstille hypoteser, hvordan fremlægges resultaterne.

Feedback: Foruden den formative feedback, der naturligt vil fremgå i vejledningssituationerne undervejs, er der også en høj grad af feedback til underviseren omkring klassens og gruppernes dynamik. Hvordan arbejder klassen og grupperne? Hvis øvelsen ligger tidligt i et NV forløb kan der være behov for at tænke undervisningsforløbet som en teambuilding samtidig med, at det er et undervisningsforløb.

2. **Målgruppe:** NV i STX.

3. **Tema:** Hvad lever planter af, illustreret ved dyrkning af karse.⁴¹ Og karse er jo (også) kimplanter i starten.

4. **Tidsramme og produktkrav til eleverne:** 2 uger á 3 timer. (Der skal muligvis gå 1-2 uger før resultaterne er på banen.⁴²) Mundtlig fremlæggelse af forsøgsgang og resultater.

5. **Forudsæt:** Nævn 3 ting I ved om planter. Ingen forudsætninger (eller lidt om organiske stoffers opbygning og hvilke atomer de indeholder.)

6. **Fang:** Appetizeren kunne være at vise billeder af underernærede, godt ernærede, tørstige og måske sultne planter. Hvem er bedst til at dyrke den bedste karse?

Grundet copyright mv. har vi lagt vores illustrationer ind som links. Undtagen det viste billede, som er vores eget. Her har planten fået meget vand!

Når vi introducerer emnet, vil vi vise billederne nedenfor, det drejer sig om visne planter, friske planter og planter under vand. Billederne er tænkt som et samspil med punktet "Forudsætning".

Visne afgrøder

- http://www.viscum.dk/figurer/heterotrofikursus/striga_zea.jpg
- <http://www.klimaet.com/1005-sedissefilm/vissent-korn.jpg>

Friske afgrøder (ærter)



⁴¹ Kunne også laves (mere videnskabeligt) med alger i vand.

⁴² Her er der så nogle logistiske ting omkring vanding mv.

- http://www.bolius.dk/fileadmin/galleries/kaempe_koekkenhave_kraever_kraefter/004.jpg

Vissen potteplante

- <https://img.mp-farm.com/2064632.jpg?w=500>
7. **Forsk:** Eleverne skal selv opstille og designe et eller flere forsøg, de mener, vil producere de bedste karseplanter. Det vil sige, at de skal opkaste ideer/formulere hypoteser om, hvad der kan påvirke planternes vækst, og hvordan forholdene for karsen kan blive bedst. (Hypoteserne bliver nok ikke særligt fagligt begrundede.)
 8. **Forsk:** Hvordan afgør vi hvilken karse er bedst?
 9. **Forsk:** Grupperne samler data ind og behandler data og vurderer resultater og hypoteser.
 10. **Forklar:** Eleverne præsenterer deres forsøg og resultater, fremlæggelse. De må selv om, hvordan de vil fremlægge.
 11. **Forklar:** Lærerstøttet elev-konklusioner over alle forsøg.
 12. **Forlæng:** Elevgrupperne prøver at perspektivere ud fra forsøgene. Nævn de 3 vigtigste perspektiver i hver gruppe.
 13. **Forlæng:** Opsamling af elevernes punkter ved læreren.



Eksempel 8: Lys, Braggs lov, CD/DVD (fysik)

Fysikfaggruppen: Odsherred Gymnasium

1. **Mål:** Eleverne skal kunne anvende Braggs lov om spredning i forbindelse med spredning af lys. Eleven skal opnå en større forståelse for begrebet lys og hvad lys er, og hvordan lys opfører sig.
2. **Målgruppe:** Fysik C niveau eller fysik B niveau.
3. **Tema:** Lys som bølger.
4. **Tidsramme og produktkrav til eleverne:** To lektioner evt. fire.
5. **Forudsæt:** Eleverne skal vide, at lys kan beskrives som bølger, og hermed skal de også kende ord så som bølgelængde, frekvens, amplitude og destruktiv og konstruktiv interferens. Ydermere skal eleverne på forhånd kende til Braggs lov: $n\lambda = 2d \sin(\varphi)$ (1).
Eleverne har evt. set et demonstrationsforsøg af spredningen af forskelligfarvet lys i et gitter.
Eleverne skal også have fortalt, hvordan en CD og DVD er lavet. Eller mere præcist hvordan den fysisk ser ud, når vi zoomer ind på den.
Matematikken omkring retvinklede trekanter skal være kendt.

Bemærk, at Forudsæt-fasen i 6F-modellen ikke handler om at bibringe eleverne nye forudsætninger. Dette ligger i tidligere forløb, men Forudsæt-fasen handler om, at bringe det tidligere tillærte i spil sammenholdt med relevante hverdagserfaringer, fornemmelser, "fordomme" og gætteri om, hvordan dette konkrete fænomen eventuelt kan tolkes. Det er de grene på elevernes videnstræ, som vi skal bygge videre på.

Det er derfor vigtigt, at forudsætningsfasen bringer den viden, som eleverne forventes at have, i spil i starten af IBSE forløbet.
6. **Fang:** Hvorfor kan en CD og en DVD indeholde forskellige mængder data? Hvorfor kan en PlayStation 2 ikke afspille Blu-ray? Evt. video. Hvad tror vi, der vil ske, når vi sender en laser ind på en CD/DVD?



7. **Forsk:** Eleverne udtænker en hypotese omkring, hvad de tror der sker, når vi sender forskelligtfarvet laserlys ind på en CD eller DVD. Eleverne udtænker selv et eksperiment, hvorved de kan bestemme afstanden mellem rillerne i en cd. Eleverne udformer konklusioner på baggrund af deres eksperimenter. Hvis eleverne er på afveje guides de i den rigtige retning, evt. ved at nævne retvinklede trekanter.

8. **Forklar:** Elever fremlægger deres hypotese, resultater, eksperimentdesign og konklusioner for hinanden. Sammen kigger vi på de fundne resultater og forsøger at forklare rigtige og forkerte resultater.

9. **Forlæg:** Vi perspektiverer til regnbuer, og hvorfor en regnbue er i alle lysets farver, da dette også skyldes lysets bølgenatur. Spredning af lys på CD og DVD.

Bilag

Bilag1

Figur 1: PlayStation 1 og PlayStation 3 (men ikke indsat her pga. copyrights).

Bilag2

http://en.wikipedia.org/wiki/Bragg%27s_law



Eksempel 9: Udforsk geometriske sammenhænge eller find pi: (Matematik)

Idé: Matematikfaggruppen; Odsherred Gymnasium

1. **Mål:** At kunne udlede sammenhæng mellem to variable. Eller at finde en bestemt talværdi ifald sammenhængen er kendt. De forudsætningsløse skal udlede, at forholdet mellem omkreds og diameter af en cirkel er konstant. De dygtige kender måske allerede formlen $O=\pi*d$ og skal her designe et eksperiment, hvor pi bestemmes nøjagtigt.

Feedback: I dette undervisningsforløb kan man påstå, at der ikke er ny viden for eleverne. De kender jo til pi. Men det kan være anledning til at få feedback fra eleverne på læringsprocessen snarere end på det kernefaglige indhold. Hvad har eleven lært? Hvordan har de lært det? Vil de kunne huske det? Hvorfor vil de kunne huske det? Hvad er læring?

2. **Målgruppe:** Start af 1g.

3. **Tema:** Knap så gode elever: Opdage at der er et fast forhold mellem omkreds og diameter (pi). Dygtige elever: Find størrelsen af pi.

4. **Tidsramme og produktkrav til eleverne:** 2 lektioner.

5. **Forudsæt:** Forskellige folkeskoleforudsætninger. Spørg til elevernes forudsætninger og erindringer af relevant folkeskolematematik.

6. **Fang:** Praktisk eksempel som der brainstormes omkring. Et af følgende (et helt godt eksempel fandt vi ikke). Ovre i USA findes de store Red Wood træer. Det er let at finde omkredsen af træerne, men hvordan findes diameteren? Jeg skal have gravet ud til en svømmepøl. Jeg kender fliselængden rundt (inklusive fuger). Hvor bredt skal hullet være? Fangfasen skulle gerne lede til en situation, hvor eleverne kommer til at måle omkredse og diametre af et stort antal cirkler og finde passende forhold. Her kan eleverne vises et antal inspirerende billeder, men de bringes ikke her af hensyn til copyrights.

7. **Forsk:** Eleverne arbejder selvstændigt i grupper, hvor de klipper og måler og indtaster i tabeller og beregner. Lav cirkler i forskellige størrelser, således at der både er store og små. Mål omkreds og diameter. Lav en sammenhæng mellem disse, hvorved forholdet findes og konstanten pi kan udledes. Man kan i dette forløb være meget kreativ med emner, der kan måles.



8. **Forklar:** I plenum præsenteres de forskellige løsningsforslag af eleverne.

9. **Forlæng:** Rids de ting op, som vi fælles har fundet ud af, således at eleverne er helt klar på, hvad budskabet var i forløbet. Knap så gode elever: Erkend pi. Dygtige elever: Find størrelsen af pi.
Evaluering af undervisningsforløbet, hvad synes eleverne om forløbet.



Eksempel 10: Gæringsforsøg (biologi/kemi)

Idé: Jan Andersen; Jonas Krag; Rysensteen Gymnasium

1. **Mål:** Eleverne skal kunne opstille et forsøg med variabelkontrol og opnå viden om faktorer, der påvirker gæring.

Feedback: Som en del af Forsk-fasen skal eleverne træne at udtrykke sig præcist omkring problemstilling og deres deraf følgende design af eksperiment. Der lægges derfor vægt på peer ↔ peer feedback, så mange elever får lejlighed til at fortælle om deres tanker og planer. Dette kan fx organiseres i matrixgrupper, der tager kommentarer fra andre elever med tilbage til stamgruppen.



2. **Målgruppe:** NV-biologi/kemi i STX.
3. **Tema:** Gæring.
4. **Tidsramme og produktkrav til eleverne:** 1 modul til at designe og opstille forsøg, pause (1-2 dage) og efterfølgende 2 moduler til dataopsamling.
5. **Fang:** Oplægget kan være, at man vil bringe en advarsel til eleverne. For meget alkohol kan føre til u hensigtsmæssig adfærd (vise YouTube video af folk, som er fulde, <http://www.youtube.com/watch?v=7a7l7IHxZwk>). Men alkohol kan sagtens nydes med måde.
Den gode historie: I er på en forskningsstation på Antarktis, og ved ankomsten til forskningsstationen faldt kassen med øl og vin i havet. Nu skal I hjem fra Antarktisk om to dage, og I vil gerne fejre dette med lidt alkohol. I køkkenet finder man rester af gær og sukker, der kan bruges til produktion af alkohol. For at få nok til alle, skal der produceres så meget alkohol som muligt ud af de rester af gær og sukker, der er på stationen.
6. **Forudsæt:** Hvad er gæring, og hvordan kan man undersøge det? Klassedialog, hvor eleverne kommer med begreberne.
7. **Forsk:** Eleverne skal definere, hvordan de vil opstille forsøget. Det vil sige, de skal opstille hypoteser om, hvad der påvirker gæring og hvilke forhold, der er optimale for denne. Lærers rolle er at sørge for diversitet, så ikke alle laver det samme, og diskutere hypote-

serne med grupperne. Der kan være praktiske begrænsninger, så ikke alle grupper kan undersøge alle parametre.

8. **Forklar:** Eleverne skal komme med konklusioner på deres forsøg og følge op på deres hypoteser.
9. **Forlæng:** Opsamling på klassen af alle parametre, der er blevet undersøgt, og et bud på en optimal produktion af alkohol fra gær og sukker.
10. **Forlæng:** Diskussion i klassen om forsøgets konstruktion herunder fejlkilder, variabel kontrol og parametre.



Eksempel 11: Logistisk vækst (matematik)

Idé: Mikael, Mads, Katja; Rysensteen Gymnasium

1. **Mål:** Få intuition omkring logistisk vækst (og andre differentialligninger), opstille modeller.

Feedback: Arbejdet med at oversætte fra "virkelighed" til "matematisk sprog" opleves ofte af eleverne som vanskeligt og er ofte set som noget af det sværeste i matematik. Der er derfor her lejlighed til at få tilbagemelding fra og give feedback til eleverne om dette matematiske arbejde på et højere taksonomisk niveau. Og ofte er det her vi i matematikken kan opleve at arbejde på de højeste taksonomiske niveauer. Det er derfor også berettiget, at eleverne oplever det som svært. Det kan være en måde at give eleverne en anerkendelse af, at dette arbejde er udfordrende på et højere niveau.

2. **Målgruppe:** 3g'ere på A-niveau.

3. **Tema:** Differentialligningsmodeller.

4. **Tidsramme og produktkrav til eleverne:** 10 moduler (modulplaner for de første to moduler er udpenslet nedenfor. Efter disse moduler følger bl.a. en mere deduktiv tilgang med beviser for sætninger om differentialligninger).

5. **Forudsæt:** 6 min.: Vi starter med at vise filmen "Det er ganske vist" (klip fra YouTube ca. 6 min). <https://www.youtube.com/watch?v=UhwXChWEb0>

5 min.: Vis modelleringsmodellen. Summe med sidemanden: Er der matematik i rygtespredning? Hvilke variable er i spil?

Vi får eleverne to og to til at diskutere og forstå modellens elementer med udgangspunkt i filmen.

6. **Fang:** 5 min.: Vi fortæller historien om to elever, der har kysset til introfesten. En har set det - det er en interessant historie, som alle har lyst til at fortælle videre.

Hvor hurtigt spredes dette rygte?

7. **Forsk:** 20 min.: Gruppearbejde på tværs af klasserne (lavet på forhånd). Fire i hver gruppe.



Tagtid.dk på projektoren.

Udtænk et eksperiment til simulering af rygtespredning. Hvor hurtigt går rygtespredningen? I starten? Undervejs? Til slut? Til jeres rådighed er: personerne i dette lokale.

15 min.: Mødes med to andre grupper og ideudveksler.

15 min.: Plenum: De bedste ideer fra grupperne præsenteres og en udvælges.

10 min.: Forsøg udføres. *(Nogle har ansvaret for at notere data. Liveclock.)*

5 min.: Dataopsamling. *(Vi taster i Googleregneark).*

20 min.: Tilbage i firemands-grupper. Databehandling (plot punkter, lav evt. regression, undersøg linjeelementer, osv.). Diskutere forbedringsmuligheder.

15 min.: Plenum.

Eventuelt Forsk igen.

10 min: Lave forsøget igen.

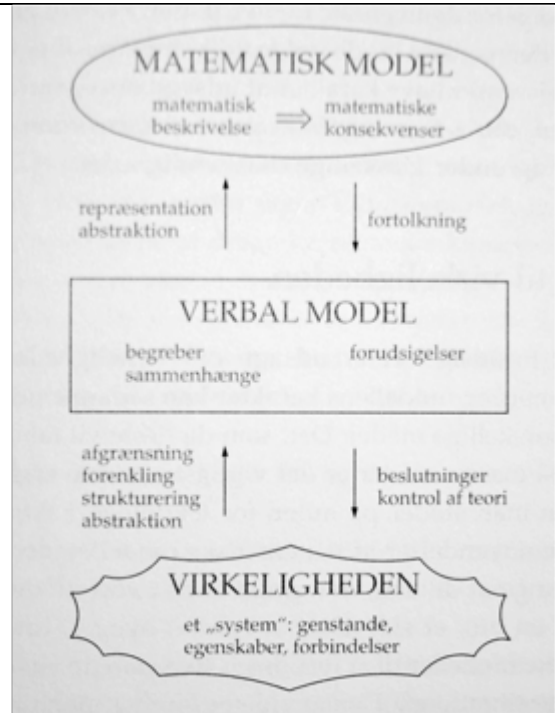
15 min.: Behandle data igen.

8. **Forklar:** 15 min.: I grupper: Hvor hurtigt går rygtespredningen? I starten? Undervejs? Til slut? Brug den matematiske model til at undersøge spørgsmålene.

15 min.: Plenum.

9. **Forlæng:** 10 min.: Hvilke andre situationer kunne opføre sig på samme måde? Smittespredning (Ebola), befolkningstilvækst. Hvordan vokser antallet af 'likes' på en fb-post?

Eventuelt en ny runde af de 6F'er: Spredning af Ebola (blanding af vand/salt).



Ideer til forsøg

Alle har et glas med vand. En har en kraftig saltvandsopløsning (som repræsenterer f.eks. Ebola). Eleverne blander væske i hver runde, smager om der er salt i og noterer i hvilken runde de blev smittet.

En klump modellervoks der deles.

Et ur på tavlen, så hver person noterer hvornår de blev smittet.

Facebook-eksperiment.

Links

- HC Andersen: 'Det er ganske vist':
http://www.andersenstories.com/da/andersen_fortaellinger/det_er_ganske_vist
- YouTube-klip med eventyret:
<https://www.youtube.com/watch?v=UhwXChWEb0>
- Smittesprednings-simulering med saltvandsglas:
<https://www.google.dk/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&act=8&ved=0CCAQFjAA&url=http%3A%2F%2Finano.au.dk%2Ffileadmin%2Finano%2FiNANO-system%2Fgymnasieinfo%2Femne7-vi-rus%2Fsamlet.doc&ei=RARzU561lsWgyAOjsIH4CA&usg=AFQjCNGPoUC7lyuYc4tiEfh-d7bFWP4Fbzw&bvm=bv.73231344,d.bGQ>
- Fra 'Hvad er Matematik':
http://gymportalen.dk/sites/lru.dk/files/lru/141_kap6_rygtespredning_i_klassen.pdf



Eksempel 12: Danske landskabers dannelse (naturgeografi)

Idé: Anders, Hanne, Amalie og Mads; Rysensteen Gymnasium

1. **Mål:** Eleverne skal med en forståelse af de danske landskabers dannelse kunne vurdere og analysere ressourcegrundlaget og produktionsmulighederne i Danmark, med særligt fokus på områder omkring Fakse.

Feedback: Foruden den fag-faglige dialog, der kommer i forbindelse med vejledningen, er der i dette forløb chancen for at opleve eleverne ude af deres vanterammer - uden for skoleklassen. Dette bryder naturligt med etablerede positioner, hierarkier og roller i klassen. Dette kan italesættes eller blot observeres, men er en vigtig ekstra information omkring klassens dynamik, der kan have betydning såvel i dette forløb, som i efterfølgende andre forløb.

2. **Målgruppe:** B-niveau.

3. **Tema:** Landskabsdannelse i Danmark og dens betydning for ressourcegrundlaget - både øvre (istidslandskaber, landbrug) og nedre (geologiske, grundvand) lag.

4. **Tidsramme og produktkrav til eleverne:** Længerevarende forløb med ekskursion. Afsluttes med en præsentation - eventuelt en poster-præsentation.

5. **Forudsæt:** Grundlæggende viden om de danske landskabers dannelse. Det italesættes ved at have klassedialog med eleverne i starten. Hvad ved de om ...? Har I hørt om ...?

6. **Fang:** Tre fiktive personer præsenteres: en landmand, en medarbejder fra Faxe Kalk og en medarbejder fra Faxe Vandværk. De tre personer kommer med udtalelser om, at de synes, at området omkring Faxe er ideelt for dem.

Landmanden: *“Jeg har bidraget til Danmarks udvikling ved at producere fødevarer, på en god og frugtbar landbrugsjord ved Fakse.”*

Vandværksmester: *“Jeg er stolt over at være vandværksmester, fordi vores undergrund er ugunstig for vandproduktion men alligevel får vi ren drikkevand ud af hannerne i Køge.”*

Geolog i Køge kommune: *“Denne egne geologiske ressourcer er helt afgørende for egenes vækst.”*



Undersøg og lav en videnskabelig vurdering af de tre personers udtalelser. Hvilke undersøgelser vil du lave og hvordan vil du benytte undersøgelserne? Hvad forventer du at undersøgelserne vil vise?

7. **Forsk:**

a. Eleverne skal opstille hypoteser og undersøge, hvorfor området er vigtigt. Eleverne opstiller hypoteser om dannelsen af landskabstyperne ved Faxe:

- morænelandskab,

Forsøg: Gennemsvivningsforsøg. Resultatet af forsøget bruges til at bekræfte eller afkræfte de hypoteser, der er opstillet forud for forsøget (hvilken betydning har morænejordens egenskaber for landbrugsproduktionen og for grundvandsdannelsen?).

- kalk,

Forsøg med vandgennemsvivning i kalk.

- grundvand,

Forsøg med opbygning af grundvandsreservoir. Hvis muligt, måling af pH i grundvand.

b. Eleverne kan hente forskellige materialer for at undersøge disse. Materialerne: kortmateriale, kalk, vand og jordtyper, sand og ler.

8. **Forklar**: Eleverne forklarer, hvilke undersøgelser de har lavet, hvilke materialer de har brugt til forsøgene, hvilke hypoteser de opstillede inden forsøgene. Herefter formidler de deres resultater af forsøgene og de konklusioner, de har draget af deres undersøgelser.

9. **Forlæng**:

- Hvilke begreber har vi arbejdet med?
- Hvilke forskellige konklusioner har grupperne præsenteret, og er der uenighed om den faglige sammenhæng? Diskuter resultaternes forskelligheder.
- Sæt begreber og elevernes resultater i sammenhæng med kernefaglig teori.

Refleksion over hvilke kompetencer, eleverne oplever at have trænet i dette IBSE - forløb.



Eksempel 13: Den nære astronomi (astronomi)

Idé: FP, PN, NK; Rysensteen Gymnasium

1. **Mål:** Eleverne skal finde astronomiske begreber i en almanak over astronomiske fænomener, som kan opleves i DK på tidspunktet, og undersøge og forklare, hvad begreberne betyder. De vælger i grupperne et emne, som de præsenterer. Til brug ved opstart af astronomi.

Feedback: Gode muligheder for at blande grupperne undervejs og lave matrixgrupper. Her kan der derfor arbejdes med peer ↔ peer feedback.

2. **Målgruppe:** FysC, FysB, FysA og Astronomi C.

3. **Tema:** Fænomener i den nære astronomi.

4. **Tidsramme og produktkrav til eleverne:** 2-3 moduler á 90 min. (inkl. præsentation).

5. **Forudsæt:** Spørg hvilke astronomiske fænomener, som eleverne kender og selv har set. Læreren noterer elevernes erfaringer.

6. **Fang:** Morsomme klip fra tegneserie, video (f.eks. Tintin og Soltemplet, Anders And, ...) over astronomiske fænomener kombineret med tidsaktuelle observationer, gerne med spektakulære billeder.

7. **Forsk:**

- Vis almanakken og giv dem en kopi af siderne med astronomiske fænomener for København (se bilag nedenfor).
- Eleverne skal finde så mange aktuelle astronomiske *begreber* (f.eks. fra august i år og nogle måneder frem), som de kan i løbet af 5 min.
- Fælles opsamling af, hvad eleverne har fundet af begreber.
- Der dannes grupper og hver gruppe får et begreb. Eleverne informeres om, at de nu har ét modul til deres undersøgelse.
- Gruppe arbejder videre med at finde forklaringer på begreberne (f.eks. ved www.søgning) og udarbejde præsentationsmateriale (PowerPoints, plancher, modeller-voksmodeller, ...)



8. Forklar:

- Eleverne fremlægger deres præsentationer for resten af klassen. Varighed per præsentation ca. 5-10 min.

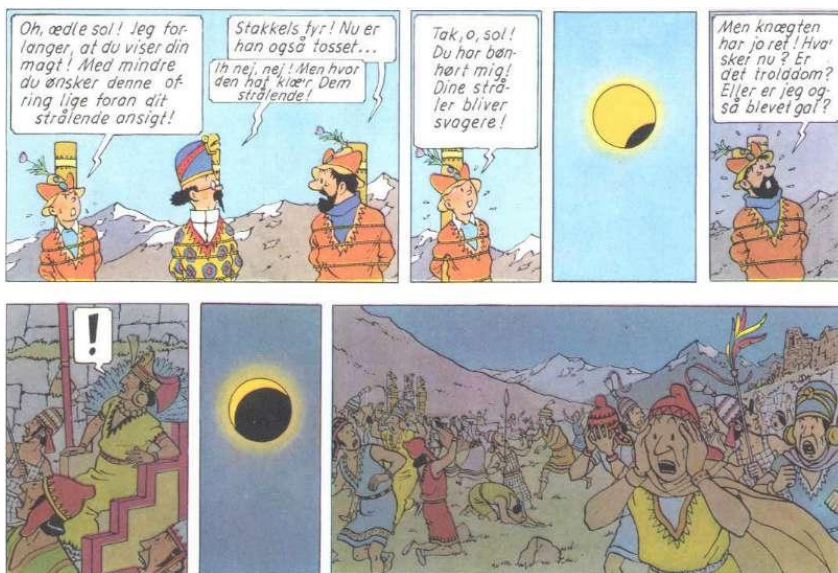
9. **Forlæng:** Supplér op med de begreber, som er i pensum og som eleverne selv nævnte under Fang (f.eks. sol- og måneformørkelse, månefaser, årstider, ...). Man kan arbejde videre med disse begreber undersøgelsesbaseret, hvis eleverne har mod på det.

Bilag

Link til YouTube videoklip om astronomi:

<http://www.youtube.com/watch?v=RGmkiEcy4DM&feature=related>

Fra: Tintin og Soltemplet



Fra: Anders And



Fra: Københavns Universitets Almanak, 2014

Astronomiske fænomener år 2014 for København

Januar

- 1 Pluto i konj. med Solen
- 1 Månen nærmest Jorden
- 4 Jorden nærmest Solen
- 5 Jupiter i opp. til Solen
- 7 13³⁶ Uranus 2° S f. Månen
- 11 Venus i nedre konj. med Solen
- 15 7⁵⁸ Jupiter 6° N f. Månen
- 16 Månen fjernest Jorden
- 23 8¹³ Mars 5° N f. Månen
- 23 11⁴⁶ Månen 0,4° N f. Spica
- 25 15⁴⁴ Saturn 1,3° N f. Månen
- 28 20³⁴ Mars 5° N f. Spica
- 29 2⁴⁷ Venus 3° N f. Månen
- 30 Månen nærmest Jorden
- 31 Merkur st. østl. elong.

Februar

- 1 7⁰⁶ Merkur 3° S f. Månen
- 4 0⁵¹ Uranus 2° S f. Månen
- 11 7⁴⁶ Jupiter 6° N f. Månen
- 12 Månen fjernest Jorden
- 15 Venus lyser klarest
- 15 Merkur i nedre konj. med Solen
- 19 16⁰⁸ Månen 0,9° N f. Spica
- 20 0⁹⁶ Mars 4° N f. Månen
- 21 22²¹ Saturn 0,9° N f. Månen
- 23 Neptun i konj. med Solen
- 26 5³³ Venus 0,6° N f. Månen
- 27 Månen nærmest Jorden
- 27 22³² Merkur 2° S f. Månen

Marts

- 3 11⁵³ Uranus 1,5° S f. Månen
- 8 0³⁰ Månen 1,4° N f. Aldebaran
- 10 11³⁴ Jupiter 6° N f. Månen
- 11 Månen fjernest Jorden
- 14 Merkur st. vestl. elong.
- 18 21⁰¹ Månen 1,1° N f. Spica
- 19 4⁵⁶ Mars 4° N f. Månen
- 20 Jævnøgn
- 21 4³¹ Saturn 1,2° N f. Månen
- 22 Venus st. vestl. elong.
- 27 11²⁴ Venus 3° S f. Månen
- 27 Månen nærmest Jorden
- 29 4⁴² Merkur 5° S f. Månen
- 31 5³⁰ Mars 5° N f. Spica

April

- 2 Uranus i konj. med Solen
- 4 8²⁹ Månen 1,1° N f. Aldebaran
- 7 1³³ Jupiter 6° N f. Månen
- 8 Månen fjernest Jorden
- 8 Mars i opp. til Solen
- 14 19²⁵ Mars 4° N f. Månen
- 15 7¹⁹ Månen 0,8° N f. Spica
- 17 10¹⁴ Saturn 1,2° N f. Månen
- 23 Månen nærmest Jorden
- 26 0³⁹ Venus 3° S f. Månen
- 26 Merkur i øvre konj. med Solen
- 27 14⁰⁰ Uranus 1,4° S f. Månen

Maj

- 1 19⁰⁴ Månen 1,4° N f. Aldebaran
- 4 15³⁹ Jupiter 6° N f. Månen
- 5 De lyse nætter begynder
- 6 Månen fjernest Jorden
- 10 Saturn i opp. til Solen
- 11 14³⁸ Mars 4° N f. Månen
- 12 14²⁴ Månen 1,1° N f. Spica
- 13 18⁰⁰ Merkur 8° N f. Aldebaran
- 14 14⁰¹ Saturn 1,2° N f. Månen
- 15 15¹⁷ Venus 1,3° S f. Uranus
- 18 Månen nærmest Jorden
- 24 22⁰⁸ Uranus 1,0° S f. Månen
- 25 Merkur st. østl. elong.
- 25 18⁴⁰ Venus 1,6° S f. Månen
- 30 18⁵⁰ Merkur 7° N f. Månen

Juni

- 1 9¹¹ Jupiter 6° N f. Månen
- 3 Månen fjernest Jorden
- 8 3⁴⁶ Mars 3° N f. Månen
- 9 1¹⁹ Månen 0,9° N f. Spica
- 10 20⁰⁹ Saturn 1,4° N f. Månen
- 15 Månen nærmest Jorden
- 20 Merkur i nedre konj. med Solen
- 21 4¹⁰ Uranus 0,7° S f. Månen
- 21 Solhverv
- 21 14⁰³ Jupiter 6° S f. Pollux
- 24 15⁵⁸ Venus 1,9° N f. Månen
- 25 7⁵⁵ Månen 1,3° N f. Aldebaran
- 29 4³⁷ Jupiter 6° N f. Månen
- 30 Månen fjernest Jorden

Juli

- 2 11³⁶ Venus 4° N f. Aldebaran
- 4 Jorden fjernest Solen
- 4 Pluto i opp. til Solen
- 6 4¹¹ Mars 0,6° N f. Månen
- 6 8³⁹ Månen 1,4° N f. Spica
- 8 5¹⁵ Saturn 1,2° N f. Månen
- 12 Merkur st. vestl. elong.
- 13 1¹¹ Mars 1,4° N f. Spica
- 13 Månen nærmest Jorden
- 18 12³³ Uranus 0,7° S f. Månen
- 22 15²⁰ Månen 1,2° N f. Aldebaran
- 22 Hundedagene begynder
- 24 20⁵⁸ Venus 5° N f. Månen
- 24 Jupiter i konj. med Solen
- 28 Månen fjernest Jorden

August

- 3 11⁰² Mars 1,6° S f. Månen
- 4 11³⁶ Saturn 0,7° N f. Månen
- 7 De lyse nætter ender
- 7 22⁵⁶ Venus 7° S f. Pollux
- 8 Merkur i øvre konj. med Solen
- 10 Månen nærmest Jorden
- 14 18³¹ Uranus 0,22° S f. Månen
- 18 6⁰⁷ Venus 0,20° N f. Jupiter
- 18 20⁰⁷ Månen 0,7° N f. Aldebaran
- 23 Hundedagene ender
- 23 19⁴⁰ Jupiter 6° N f. Månen
- 24 6³⁶ Venus 6° N f. Månen
- 24 Månen fjernest Jorden
- 27 6²⁷ Merkur 4° N f. Månen
- 27 15¹³ Mars 4° S f. Saturn
- 29 Neptun i opp. til Solen
- 31 21⁵⁴ Saturn 0,5° N f. Månen

September

- 1 2³¹ Mars 3° S f. Månen
- 8 Månen nærmest Jorden
- 11 3⁵⁸ Uranus 0,4° S f. Månen
- 15 2³⁵ Månen 0,7° N f. Aldebaran
- 20 13³³ Jupiter 6° N f. Månen
- 20 Månen fjernest Jorden

Fra 30. mar. kl. 2 til 26. okt. kl. 3 er tidspunkterne efter sommertid.

- 21 3⁴⁰ Merkur 0,6° S f. Spica
- 22 Merkur st. østl. elong.
- 23 Jævnøgn
- 26 10³⁶ Merkur 4° S f. Månen
- 27 22³⁹ Mars 3° N f. Antares
- 28 5⁵⁴ Saturn 0,16° S f. Månen
- 29 19³⁹ Mars 5° S f. Månen

Oktober

- 6 Månen nærmest Jorden
- 7 Uranus i opp. til Solen
- 8 12⁴¹ Uranus 0,3° S f. Månen
- 12 13⁰⁵ Månen 0,6° N f. Aldebaran
- 16 Merkur i nedre konj. med Solen
- 18 4³² Jupiter 6° N f. Månen
- 18 Månen fjernest Jorden
- 25 Venus i øvre konj. med Solen
- 25 18³⁸ Saturn 0,12° S f. Månen
- 28 13¹⁶ Mars 6° S f. Månen

November

- 1 Merkur st. vestl. elong.
- 3 Månen nærmest Jorden
- 3 7¹⁹ Merkur 5° N f. Spica
- 4 18³² Uranus 0,4° S f. Månen
- 8 20⁰⁵ Månen 0,6° N f. Aldebaran
- 14 18³⁸ Jupiter 6° N f. Månen
- 15 Månen fjernest Jorden
- 18 Saturn i konj. med Solen
- 26 10⁰⁸ Mars 6° S f. Månen
- 28 Månen nærmest Jorden

December

- 2 2⁰¹ Uranus 0,6° S f. Månen
- 6 6⁵⁵ Månen 0,7° N f. Aldebaran
- 8 Merkur i øvre konj. med Solen
- 12 4⁴⁹ Jupiter 6° N f. Månen
- 13 Månen fjernest Jorden
- 19 21⁴³ Saturn 0,9° S f. Månen
- 22 Solhverv
- 24 Månen nærmest Jorden
- 25 7³⁸ Mars 5° S f. Månen
- 29 6⁰⁴ Uranus 0,14° S f. Månen

Fra 30. mar. kl. 2 til 26. okt. kl. 3 er tidspunkterne efter sommertid.

⁴³ Se mere: <http://almanak.ku.dk/>



Eksempel 14: Materialeforbrug til coladåse (matematik)

Idé: Brian, Bjørn, Mads Peter; Rysensteen Gymnasium

1. **Mål:** Kende monotoniforhold, kende forskel på maksimum og minimum (globalt og lokalt maksimum).
2. **Målgruppe:** Start 2.g mat A, B.
3. **Tema:** Optimering uden differentialregning.
4. **Tidsramme og produktkrav til eleverne:** 1-2 moduler med fremlæggelse.
5. **Forudsæt:** Der kan indledes med en snak med klassen om, hvilke beslutningskriterier, der har ligget til grund for, at en coladåse ser ud, som den gør.⁴⁴
6. **Fang:** Vodkaklovn / Mængden af Aluminium er begrænset. Du er nyansat af Coca-Cola og skal designe en væskebeholder, hvor:
 - mængden af anvendt materiale er minimalt for en 33 cl dåse.
 - og den ikke-matematiske direktion i Coca-Cola skal overbevises om, at dit forslag er det bedste.
7. **Forsk:** Eleverne eksperimenterer med de forudsætninger, eleverne har. (Mulighed for elevdifferentiering i det det kan gribes an på forskellige måder.)
8. **Forklar:** Præsentation fra grupperne af resultatet.
9. **Forlæng:** Algebraisk løsning og/eller start på differentialregning.

⁴⁴ Umiddelbart ingen matematiske forudsætninger nødvendige - ud over folkeskolepensum. I dette forløb er der god mulighed for en iterativ proces, hvor man kan afbryde forskningen og hjælpe med NSpire-tekniske problemer (hvor man tegner og måler længder i NSpire, definerer variable og kan lave afbildninger af variablene).



Eksempel 15: Is (matematik)

Idé: Marianne Bie; Rysensteen Gymnasium

1. **Mål:** Målet med forløbet er at introducere eleverne for forskellige typer af variabelsammenhænge i en, til start, meget åben opgaveformulering. Denne skærpes undervejs, så eleverne introduceres til proportionale størrelser, lineære sammenhænge og brug af CAS-værktøj. Der er fokus på, at konteksten er genkendelig.

Feedback: I den formative feedback kan det være aktuelt at tale med eleverne om den anderledes måde at anvende matematikken på. Her laves jo nærmest eksperimenter for at finde forklaringer eller sammenhænge. I "traditionel" matematik arbejdes frem mod ét svar eller et facit. Eleverne kan understøttes i, at dette er en anden måde at arbejde på, men ikke mindre matematisk.

2. **Målgruppe:** 1.g introducerende forløb i variabelsammenhænge.
3. **Tema:** Variabelsammenhænge, proportionale størrelser, lineære sammenhænge, mængde, pris, valuta.
4. **Tidsramme og produktkrav til eleverne:** 2-4 lektioner.
5. **Forudsæt:** Har eleverne en oplevelse af sammenhænge imellem pris og mængde?
6. **Fang:** "Jeg var ude at rejse i sommer og stødte på et sjovt fænomen. Is-priserne er sammensat vidt forskelligt, alt efter om man er i eller uden for Danmark. Og i udlandet er der også stor forskel, det synes jeg, at vi skal undersøge nærmere."
7. **Forsk 1:** Eleverne får tre skilte med is-priser. Hvad kan overhovedet være interessant at undersøge matematisk ved de tre skilte? Er der matematik i prisskiltene, og hvis ja, hvilken?
8. **Forklar 1:** Eleverne fremlægger deres resultater på tavlen (– det kan være alt muligt, der her kommer frem).
9. **Forlæng 1:** Vi taler om variabelsammenhænge, hvilke er i spil her? F.eks. antal-pris, pund-kroner, vægt-pris...
10. **Forsk 2:** Find forskellige sammenhænge at repræsentere de to variable "antal kugler" og



”pris” på.

11. **Forklar 2:** Vi snakker om de forskellige repræsentationsformer (f.eks. tabel, graf, sprogligt, funktion, søjlediagrammer), eleverne snakker om fordele og ulemper ved hver enkelt repræsentationsform.
12. **Forlæng 2:** Hvordan får vi vores CAS-værktøj i spil?
13. **Forsk 3:** Prøv jer frem i NSpire, kan I lave en tabel, hurtiggraf, finde skæringspunkter m.m.?
14. **Forklar 3:** I klassen diskuteres og vises de forskellige repræsentationer på projektoren. Alle deltager og prøver at lave tabeller, grafer, skrive funktionsudtryk, løse ligninger.
15. **Forlæng 3:** Giv eleverne følgende link: <http://frisko.dk/vores-is/ispinde-isvafler/>, find ud af, om der er nogle sammenhænge (f.eks. vægt og kalorier, vægt og pris, etc.) vha. forskellige former for regression. Eleverne præsenterer deres resultater og vi snakker – er konklusionerne holdbare eller ej.



Bilag: Is-priser

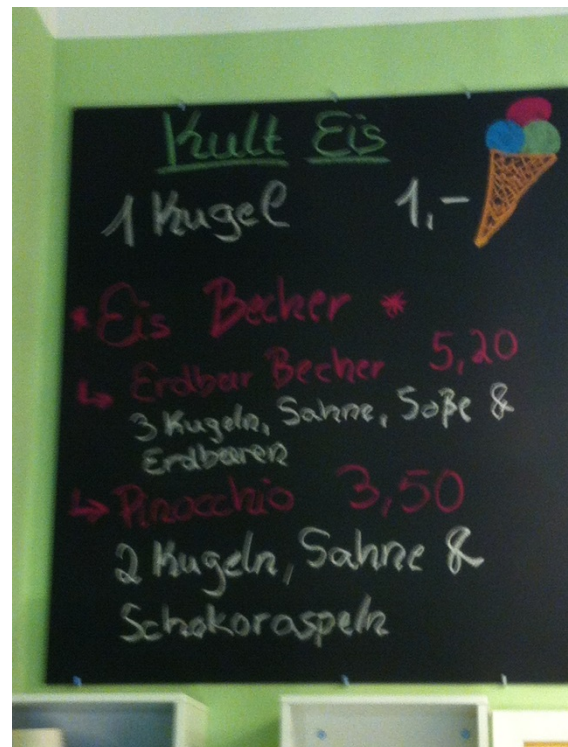
Hos Abdel Rahim Koueider Gelateria på Street 17 Sharia Shagaret ad-Durr, Cairo, Egypten koster en kugle is E£5.



På havnen i Rørvig kan man også få is:



Og sørme om ikke også man kan få is i Berlin:



Eksempel 16: Variable og sammenhænge i kroppen (matematik)

Idé: Disa Jensen og Pernille Sørensen; Rysensteen Gymnasium

1. **Mål:** Ved at identificere forskellige *variable* i kroppen og undersøge, om der er en *sammenhæng* mellem dem, skal eleverne få en begyndende forståelse for de to begreber.

Feedback: I dette forløb kan der lægges stor vægt på eleverne præsentationer, hvor der kan være høje krav til, at de redegør for deres eksperimentelle arbejde. Her kan især deres kommunikative kompetencer evalueres og der kan gives feedback til eleverne, der kan være eksamensforberedende og fremadrettet.

2. **Målgruppe:** 1.g c-niveau.

3. **Tema:** Variabelsammenhænge (intro).

4. **Tidsramme og produktkrav til eleverne:** Ca. 90 min. Produkt: Mundtlig fremlæggelse af fremgangsmåde og udvalgte resultater (se *Forklar*).

5. **Forudsæt:** Hvordan er reglerne for måden mennesker er bygget på. Er der sammenhænge mellem højde, livvidde, vægt, hårfarve, hørelse, skostørrelse, næselængde osv. Hvad mener I?

6. **Fang:** Stil fx en lav og en høj elev op ved siden af hinanden eller brug billeder.

Påstand: *"X og Y er skabt efter samme 'skabelon'"...*

"Man kan finde systemer i nogle af de størrelser, som kan måles på kroppen" ...

7. **Forsk I (ca. 10 min.):**

Eleverne identificerer forskellige variable i kroppen.

Kort plenum, hvor grupperne kommer med forslag til forskellige variable. Grupper, der ikke er kommet i gang, har mulighed for at få nogle ideer.

Forsk II:

Eleverne udvælger to af de identificerede variable for at undersøge, om der er en sammenhæng mellem de to (gentages med forskellige variable):

- Grupperne beslutter, hvilke målinger de har brug for, og hvordan de vil undersøge den valgte sammenhæng.



- Samlet: Grupperne angiver hvilke mål, de har brug for. Alle grupper udfører målinger og skriver dem fx i et fælles dokument på Google.
 - Grupperne undersøger sammenhængen mellem de valgte variable og prøver at sætte ord på den, så præcist som de kan.
8. **Forklar:** Alle grupper fortæller kort om to eksempler. Fandt de en sammenhæng eller ej og hvordan.
 9. **Forlæng:** Begreberne (afhængig og uafhængig) variabel og sammenhæng introduceres med udgangspunkt i elevernes eksempler. Udvalgte sammenhænge beskrives om muligt mere præcist, og de fire repræsentationsformer introduceres. Elevernes arbejde kan også lægge op til en snak om regression og/eller modellering.



Eksempel 17: Skydning med elastik (matematik og evt. fysik)

Idé: Klavs Frisdahl

1. **Mål:** I matematik at introducere begreberne uafhængige og afhængige variable, funktioner, systematik i behandling af data og evt. koordinatsystemer og regression (herunder flere funktionstyper). I fysik er det mere med fokus på at arbejde naturvidenskabeligt, systematisk, have variabelkontrol og kunne behandle data.

Feedback: I dette forløb kan det ud over den matematiske og eventuelt IT-tekniske vejledning være relevant også at italesætte de øvrige kompetencer, som kræves af eleverne, for at de kan levere et seriøst stykke arbejde og dermed give deres gruppe muligheden for at vinde konkurrencen.

2. **Målgruppe:** Stort set alle fra folkeskolens afgangsklasser og op.

3. **Tema:** Variabelsammenhænge og evt. regression.

4. **Tidsramme og produktkrav til eleverne:** 45-90 minutter evt. mere. Afsluttes med en konkurrence, hvor eleverne kan demonstrere, at de kan udnytte deres arbejde.

5. **Forudsæt:** Eleverne spørges om deres erfaringer med: Er der en sammenhæng mellem ...
 - ... den mængde alkohol, som man indtager, og den tid der går, før man lovligt må køre en bil?
 - ... den rente, som man kan få i en bank på et indlån og den mængde penge, som man kan hæve efter 10 år?
 - ... den mængde gødning en landmand kommer på en mark og det høstudbytte han kan forvente?
 - ... den pris man tager for en vare og det antal varer, man kan forvente at sælge og dermed den samlede omsætning ved salg?
 - Der tegnes meget forsimplede illustrationer på tavlen af variabelsammenhænge og begreberne variable og koordinatsystem fremhæves.

6. **Fang:** Er der mon en sammenhæng mellem den længde, man strækker en elastik, og den afstand elastikken kan flyve, når man slipper? Og hvordan er den sammenhæng?

I får 25 minutter til at opstille et eksperiment samt at udføre det, opsamle data, bearbejde data og udvikle en model for sammenhængen mellem udstrækning og flyvelængde for jeres elastik.

Efter 25 minutter skal alle være klar til at stille op til en testafskydning. I får at vide, hvor



langt jeres elastik skal flyve og skal efter 1 minut være klar til at vise, hvordan I på baggrund af jeres databearbejdning er i stand til at demonstrere, hvor langt I skal strække jeres elastik, så den flyver den ønskede længde.

7. **Forsk:** Eleverne forsker. Relevant udstyr kan være: Elastikker, linealer, målebånd...
8. **Forklar:** Efter konkurrenceafskydningen skal grupperne redegøre for deres eksperimenter, deres databearbejdning, deres systematik og evt. komme frem til en vurdering af sammenhængen mellem elastikudstrækning og elastikflyvelængde.
9. **Forlæng:** Fra en matematisk synsvinkel kan begreberne variable (uafhængige og afhængige), funktioner (og omvendt funktion), matematisk model, reliabilitet, definitionsområde og værdimængde præsenteres, og der kan peges på modeller i andre sammenhænge og større sammenhænge.
Fra en fysisk synsvinkel kan der lægges vægt på begreber som variabelkontrol, gentagelse af forsøg osv.





Bilag 2: Henvisninger til andre læringsforløb på nettet

I dette PROFILES er der offentligt en række forløb, der også foreligger på engelsk. Til inspiration bringes her en oversigt ordnet efter fagområde:

Biologi

Titel	Fag	Emner	Målgruppe Alder / skoletrin	Vejledninger Elev / Lærer / Andre	Omfang
Can bees get lost?	Biologi		10-12 klasse	<ul style="list-style-type: none"> • Ja • Ja 	10 lektioner
	https://ius.aau.at/misc/profiles/files/materials/en/PROFILES%20Module bees_english.pdf				
Sweaty Betty - Which is the best antiperspirant/ deodorant?	Biologi		15-17 år	<ul style="list-style-type: none"> • Ja • Ja • Evaluering 	3 dobbelt-lektioner
	Kemi				
http://chemweb.ucc.ie/PROFILES/SweatyBetty.doc http://chemweb.ucc.ie/PROFILES/DataLoggingNotes/Sweaty%20Betty%20-%20Which%20is%20the%20best%20antiperspirant-deodorant.pdf					
Who is better at walking upright – you or the chimpanzee?	Biologi			<ul style="list-style-type: none"> • Meget detaljeret lektionsplan og vejledning 	1 time
	http://blogs.fhnw.ch/profiles/files/2013/08/S_Chimpanzee_Student_en.pdf http://blogs.fhnw.ch/profiles/files/2013/08/L_Chimpanzee_Teacher_en.pdf				



Titel	Fag	Emner	Målgruppe	Vejledninger	Omfang
Would you allow the cultivation of genetically modified (GM) soybeans in your country?	Biologi		Alder / skoletrin	Elev / Lærer / Andre	
	Samfundsfag		8-11 klasse	<ul style="list-style-type: none"> Inspiration til et forløb 	5-6 timer
http://www2.cut.ac.cy/profiles/Learning_environments/En/CPD2_FV_en.pdf					
Stumbling over biodiversity – plant diversity in paving cracks	Biologi	Biodiversitet	10-12 klasse	<ul style="list-style-type: none"> Ja 	4 lektioner
	https://ius.aau.at/misc/profiles/files/materials/en/PROFILES%20Module_Plant-%20diversity_english.pdf				
Enzymes – are they really needed?	Biologi	Enzymer	16-17 år	<ul style="list-style-type: none"> Ja Ja Formativ evaluering 	5-6 timer
	http://chemweb.ucc.ie/PROFILES/Enzymes-AreTheyReallyNeeded.doc http://chemweb.ucc.ie/PROFILES/DataLoggingNotes/Enzymes%20are%20they%20really%20needed.pdf				
What do plants eat?	Biologi	Fotosyntese	9-10 klasse	<ul style="list-style-type: none"> Ja Ja 	4 lektioner
	https://ius.aau.at/misc/profiles/files/materials/en/PROFILES-%20Module_Photosynthesis_english.pdf				
The Body at War!	Biologi	Immunsystemet og antibiotika	15-18 år	<ul style="list-style-type: none"> Ja Ja 	3,5 time
	http://chemweb.ucc.ie/PROFILES/BodyAtWar.doc				



Titel	Fag	Emner	Målgruppe	Vejledninger	Omfang
			Alder / skoletrin	Elev / Lærer / Andre	
What a Pizza (Biologi)!!!	Biologi	Kemiske reaktioner	9-10 klasse	<ul style="list-style-type: none"> • Ja • Ja • Evaluering • Lærernoter 	13 timer
http://www.profiles.univpm.it/sites/www.profiles.univpm.it/files/profiles/MODULI/BIO-Osimo/1.%20Biopizza%20frontpage.pdf					
That makes me Sick	Biologi	Mikrobiologi, mikroorganismer, desinfektion	12-16 år	<ul style="list-style-type: none"> • Ja • Ja • Evaluering 	5-6 timer
http://chemweb.ucc.ie/PROFILES/ThatMakesMeSick.doc http://chemweb.ucc.ie/PROFILES/DataLoggingNotes/That%20makes%20me%20Sick.pdf					
Mouthwash – Does alcohol really make a difference?	Biologi	Mundskyl med eller uden alkohol – betyder det noget ift. bakterier?	15-16 år	<ul style="list-style-type: none"> • Ja • Ja • Formativ og summativ evaluering 	6-7 timer
http://chemweb.ucc.ie/PROFILES/Mouthwash-DoesAlcoholReallyMatter.doc http://chemweb.ucc.ie/PROFILES/DataLoggingNotes/Mouthwash%20-%20Does%20alcohol%20really%20make%20a%20difference.pdf					



Titel	Fag	Emner	Målgruppe	Vejledninger	Omfang
			Alder / skoletrin	Elev / Lærer / Andre	
Organ Donation – Opt In or Opt Out??	Biologi	Organ-donation		<ul style="list-style-type: none"> • Ja • Ja 	5-6 timer
	http://chemweb.ucc.ie/PROFILES/OrganDonation-OptInOrOptOut.doc http://chemweb.ucc.ie/PROFILES/DataLoggingNotes/Organ%20Donation%20-%20Opt%20In%20or%20Opt%20Out.pdf				
Should Costas and Artemis proceed into assisted reproduction?	Biologi	Reproduktion	7 klasse	<ul style="list-style-type: none"> • Inspiration til forløb 	6-7 timer
	http://www2.cut.ac.cy/profiles/Learning_environments/En/viologia_FV_en.pdf				
Lara (16) is pregnant	Biologi	Seksualundervisning	15-16 årige	<ul style="list-style-type: none"> • Ja • Ja • Evaluering • Meget detaljeret gennemgang af forløb 	4-5 timer
	http://www.parsel.unikiel.de/cms/fileadmin/parsel/Material/Kiel/LaraStudents.pdf				
	http://www.parsel.unikiel.de/cms/fileadmin/parsel/Material/Kiel/LaraFrame.pdf				
Safety of human body: swimming and diving	Biologi	Svømning og dykning	5-9 klasse-trin	<ul style="list-style-type: none"> • Ja • Ja 	2-3 timer
	Fysik	http://profiles.ped.muni.cz/data/moduly/safety_of_human_body_swimming_and_diving/safety_of_human_body_swimming_and_diving-overview.pdf			



Titel	Fag	Emner	Målgruppe Alder / skoletrin	Vejledninger Elev / Lærer / Andre	Omfang
What can I learn about the field of my side vision for the sake of choice of my future career	Biologi	Øjets anatomi		<ul style="list-style-type: none"> • Ja • Ja 	4 lektioner
	http://www.profiles.lu.lv/fileadmin/user_upload/lu_portal/projekti/profiles/2013/PROFILES_Vision_Students_ENG.pdf http://www.profiles.lu.lv/fileadmin/user_upload/lu_portal/projekti/profiles/2013/PROFILES_Vision_Teacher_ENG.pdf				



Fysik

Titel	Fag	Emner	Målgruppe Alder / skoletrin	Vejledninger Elev / Lærer / Andre	Omfang
Traffic Accident: who is to blame?	Fysik				
http://www.parsel.unikel.de/cms/fileadmin/parsel/Material/Hatfield/pdf/Traffic Accident - Overall.zip					
Can you find a way to make your family happier with the electricity bill?	Fysik	Energi, energieffektivitet, energibesparelse	6-8 klassetrin	<ul style="list-style-type: none"> Inspiration til et forløb 	4-5 timer
http://www2.cut.ac.cy/profiles/Learning_environments/En/CPD1_FV_en.pdf					
How Happy are You and Your Family with the Electricity Bill?	Fysik	Energiforbrug	7-8 klassetrin	<ul style="list-style-type: none"> Ja Ja Evaluering 	4 lektioner
http://www.lote.ee/wp-content/uploads/2013/12/How-Happy-are-You-and-Your-Family-with-the-Electricity-Bill_.pdf					



Titel	Fag	Emner	Målgruppe Alder / skoletrin	Vejledninger Elev / Lærer / Andre	Omfang
Zero Emission Cars – Is It Feasible?	Fysik	Forbrændingsmotor Produktion af brint Brændselsceller		<ul style="list-style-type: none"> • Ja • Ja 	7 lektioner
http://www.parsel.uni-kiel.de/cms/fileadmin/parsel/Material/Hatfield/pdf/Fuel_cell_-_Overall.zip					
Heat insulation	Fysik	Isolering af isterninger		<ul style="list-style-type: none"> • Meget detaljeret lektionsplan og vejledning 	3 timer
http://blogs.fhnw.ch/profiles/files/2013/08/S_HeatInsulationStudent_en.pdf http://blogs.fhnw.ch/profiles/files/2013/08/L_HeatInsulation_Teacher_en.pdf					
How can we reduce traffic accidents?	Fysik	Kinematik	11. klassetrin	<ul style="list-style-type: none"> • Inspiration til et forløb 	5-6 timer
http://www2.cut.ac.cy/profiles/Learning_environments/En/fisikiL_FV_en.pdf					



Titel	Fag	Emner	Målgruppe Alder / skoletrin	Vejledninger Elev / Lærer / Andre	Omfang
Traffic Accident: who is to blame?	Fysik	Kinetisk energi Gnidningsmodstand	10-11 klassetrin	<ul style="list-style-type: none"> • Ja • Ja • Evaluering • Lærernoter 	4 lektioner
	http://www.parsel.uni-kiel.de/cms/fileadmin/parsel/Material/Hatfield/pdf/Traffic_Accident_-_Overall.zip				
Grip it or Slip it?	Fysik	Kræfter, gnidning (bildæk og vejkontakt)	15-17 år	<ul style="list-style-type: none"> • Ja • Ja • Evaluering • Grundig gennemgang med erfaringer og data 	5 opgaver
	http://chemweb.ucc.ie/PROFILES/GripItOrSlipIt.doc http://chemweb.ucc.ie/PROFILES/DataLoggingNotes/Grip%20it%20or%20slip%20it.pdf				
Can Traffic Accidents be eliminated by Robots?	Fysik	Lys	7 klassetrin	<ul style="list-style-type: none"> • Ja • Ja • Evaluering 	4 lektioner
	http://icaseonline.net/profiles/wp-content/uploads/2013/06/DEU-Can-Traffic-Accidents-be-eliminated-by-Robots.pdf				
Magic Pictures	Fysik	Magnetisme		<ul style="list-style-type: none"> • Meget detaljeret lektionsplan og vejledning 	2 timer
	http://blogs.fhnw.ch/profiles/files/2013/08/L_MagicPictures_Teacher_en.pdf				



Titel	Fag	Emner	Målgruppe Alder / skoletrin	Vejledninger Elev / Lærer / Andre	Omfang
How much do you pay for heating your house?	Fysik	Opvarmning og isolering	8 klassetrin	<ul style="list-style-type: none"> Inspiration til et forløb 	5-6 timer
	http://www2.cut.ac.cy/profiles/Learning_environments/En/fisikiG_FV_en.pdf				
Am I being Cheated in the Market Place?	Fysik	Tyngdekraft Vægt		<ul style="list-style-type: none"> Ja Ja 	4 lektioner
	http://www.parsel.uni-kiel.de/cms/fileadmin/parsel/Material/Hatfield/pdf/Marketplace_-_Overall.zip				
Safety of human body: swimming and diving	Fysik Biologi	Svømning og dykning	5-9 klassetrin	<ul style="list-style-type: none"> Ja Ja 	2-3 timer
	http://profiles.ped.muni.cz/data/moduly/safety_of_human_body_swimming_and_diving/safety_of_human_body_swimming_and_diving-overview.pdf				
Keeping Society Moving - How will transport work in the future?	Fysik, Teknologi	Gnidningsmodstand og tyngdekraft; funktion af motorer	15-17 år	<ul style="list-style-type: none"> Ja Ja Evaluering 	4 timer
	http://chemweb.ucc.ie/PROFILES/GettingThingsMoving.doc http://chemweb.ucc.ie/PROFILES/DataLoggingNotes/Getting%20Things%20moving.pdf				



Kemi

Titel	Fag	Emner	Målgruppe Alder / skoletrin	Vejledninger Elev / Lærer / Andre	Omfang
Waist deep in waste — necessity or irresponsibility?	Kemi	Affald	10-11	<ul style="list-style-type: none"> • Ja • Ja • Lærerguide 	4 lektioner
		Plastik	klassetrin		
https://ius.aau.at/misc/profiles/files/materials/en/Waist%20deep%20in%20waste%20-%20Students.pdf					
https://ius.aau.at/misc/profiles/files/materials/en/Waist%20deep%20in%20waste%20-%20Teachers.pdf					
https://ius.aau.at/misc/profiles/files/materials/en/Waist%20deep%20in%20waste%20-%20Teacher%20notes.pdf					
Two pints of beer, make me a criminal?	Kemi	Alkohol	11 klasse- trin	<ul style="list-style-type: none"> • Inspiration til et forløb 	3 timer
Should Vegetable Oils be used as a Fuel?	Kemi	Biodiesel som brænd- stof	10-12 sko- leår	<ul style="list-style-type: none"> • Ja • Ja • Evaluering 	5 lektioner



Titel	Fag	Emner	Målgruppe Alder / skoletrin	Vejledninger Elev / Lærer / Andre	Omfang
Where do the fizzy bubbles 'in' fizzy tablets come from?	Kemi	Bruse-tabletter	5-7 klasse-trin	<ul style="list-style-type: none"> • Ja • Ja 	3 timer
	http://www.profiles-project.eu/de/Downloads/PROFILES_Modules_FUB_English/PROFILES-LE_FUB22-Bubbles-Teachers-11-08-18.pdf?1373280955 http://www.profiles-project.eu/de/Downloads/PROFILES_Modules_FUB_English/PROFILES-LE_FUB23-Bubbles-Students-11-12-18.pdf?1373280950				
Do you need chemistry in order to be a good bone surgeon?	Kemi	Elektrokemi	11. klasse-trin	<ul style="list-style-type: none"> • Ja • Ja • Evaluering 	6 lektioner
	http://www.profiles.org.pt/wp-content/uploads/2012/09/NF-bone_surgeon.zip				
Does it give you Wings?	Kemi	Energidrikke	15-17 år	<ul style="list-style-type: none"> • Ja • Ja • Evaluering • Grundig gennemgang med erfaringer og data 	6-7 timer
	http://chemweb.ucc.ie/PROFILES/DoesItReallyGiveYouWings.doc http://chemweb.ucc.ie/PROFILES/DataLoggingNotes/Does%20it%20give%20you%20Wings.pdf				



Titel	Fag	Emner	Målgruppe Alder / skoletrin	Vejledninger Elev / Lærer / Andre	Omfang
Can used oil be the next generation fuel?	Kemi	Energi-krise og biodiesel	9-10 skoleår	<ul style="list-style-type: none"> • Ja • Ja • Evaluering 	6 aktiviteter (moduler)
	<p>http://www.google.dk/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&ved=0CCwQFjAA&url=http%3A%2F%2Fstwww.weizmann.ac.il%2Fgchem%2Fprofiles%2Fdocs%2FBiodiesel for students 13 10.docx&ei=oE7Usz_E5TV4AT0y4Ao&usg=AFQjCNHRzLTTamOS6516iLVyDN_9_j5-Gg&sig2=g6CEdNBq3E-u2XBpWFscNA&bvm=bv.61190604,d.bGE</p> <p>http://www.google.dk/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=2&cad=rja&ved=0CDUQFjAB&url=http%3A%2F%2Fstwww.weizmann.ac.il%2Fgchem%2Fprofiles%2Fdocs%2FBiodiesel for teachers 13 10.docx&ei=oE7Usz_E5TV4AT0y4Ao&usg=AFQjCNEqKNekFai5_R1z8s5e02plsz99yw&sig2=oTGYZ_cugOBRsVDvbUx7ww&bvm=bv.61190604,d.bGE</p>				
How Can Experts' Reports Lead Astray?	Kemi	Fornyelige resourcer Termodynamik Kemisk ligevægt Varme	8-12 klassetrin	<ul style="list-style-type: none"> • Ja • Ja 	3 timer
	<p>http://www.profiles-project.eu/de/Downloads/PROFILES_Modules_FUB_English/PROFILES-LE_FUB52-Expert Reports-Teachers-11-08-05.pdf?1373280917</p> <p>http://www.profiles-project.eu/de/Downloads/PROFILES_Modules_FUB_English/PROFILES-LE_FUB53-Expert Reports-Students-11-12-05.pdf?1373280904</p>				



Titel	Fag	Emner	Målgruppe Alder / skoletrin	Vejledninger Elev / Lærer / Andre	Omfang
Natural Gas: A curse or a blessing?	Kemi Naturfag	Fossile brændstoffer	11 klassetrin	<ul style="list-style-type: none"> Inspiration til et forløb 	3-4 timer
	http://www2.cut.ac.cy/profiles/Learning_environments/En/Chemistry1_FV_en.pdf				
Which Soap is Best?	Kemi	Hvad er "bedst"? Test af vaskeegenskaber	10-11 klassetrin	<ul style="list-style-type: none"> Ja Ja Evaluering Lærernoter 	4 lektioner
	http://www.parsel.uni-kiel.de/cms/fileadmin/parsel/Material/Hatfield/pdf/Best_Soap_-_Overall.zip				



Titel	Fag	Emner	Målgruppe Alder / skoletrin	Vejledninger Elev / Lærer / Andre	Omfang
Water I use in Daily Life	Kemi	Hårdt og blødt vand	8-9 klassetrin	<ul style="list-style-type: none"> • Ja • Ja 	2 lektioner
	http://www.profiles.lu.lv/fileadmin/user_upload/lu_portal/projekti/profiles/2013/PROFILES_Chem_students_EN.pdf http://www.profiles.lu.lv/fileadmin/user_upload/lu_portal/projekti/profiles/2013/PROFILES_Chem_teacher_EN.pdf				
What happens to the ice cubes in my soft drink?	Kemi	Isens ke-mi/struktur	5-7 klassetrin	<ul style="list-style-type: none"> • Ja • Ja 	2 lektioner
	http://www.parsel.uni-kiel.de/cms/fileadmin/parsel/Material/Berlin/neu2/08FUB1c-Students_Ice_Cubes.pdf http://userpage.chemie.fu-berlin.de/~fachdid/site/media/PROFILES%20Materialien%20en/PROFILES-LE_FUB13-Ice_Cubes-Students-11-08-05.pdf				
What a Pizza (Kemi)!!!	Kemi	Kemiske reaktioner	9-10 klassetrin	<ul style="list-style-type: none"> • Ja • Ja • Evaluering 	7-8 lektioner
	http://www.profiles.univpm.it/sites/www.profiles.univpm.it/files/profiles/FDS/PIZZAEN.zip				



Titel	Fag	Emner	Målgruppe Alder / skoletrin	Vejledninger Elev / Lærer / Andre	Omfang
Should we do more to save monuments from corrosion?	Kemi	Korrosion af bronze	8-9 klasse-trin	<ul style="list-style-type: none"> • Ja • Ja • Evaluering • Lærernoter 	4 lektioner
	http://www.parsel.uni-kiel.de/cms/fileadmin/parsel/Material/Hatfield/pdf/Sculpture_-_Overall.zip				
Plastic: Reduce the use!	Kemi	Miljø og plast	10-11 skoleår	<ul style="list-style-type: none"> • Ja • Ja • Evaluering 	5 aktiviteter (moduler)
	http://stwww.weizmann.ac.il/g-chem/profiles/docs/Plastics for students 13 10.docx http://stwww.weizmann.ac.il/g-chem/profiles/docs/Plastic for teachers 13 10.docx				
Toxic Fish?	Kemi	Miljøvidenskab		<ul style="list-style-type: none"> • Ja • Ja 	3-5 timer
	https://files.itslearning.com/File/Download/GetFile.aspx?FileName=Environmental+toxins+in+Balticfish_Eng.pdf&Path=jYNqCLob8jy3bZiQMehcliM%2f%2ff2QGpUzW9rbsTneODpnko04Smj0fwzKK52egJODNt0rBAWhSYJgyu83XFeVphyhMHjhCNXR-naNDFlnpR8JOH52SS9YJpzcCedee9wH1Mnu9AW5CPikbubl%2fjPwvMQgnRN7RIhWS%2b5kE822%2f0%3d&MimeType=application%2fpdf&Domain=www.itslearning.com&TimeStamp=635278199487719261&Unicode=True&Signature=AvFbkPWWjGrZpRu0L08vINV8R%2blk%2bXLBNiH9%2bnDSkrZXgn4X4JxjYMjyf3cOoif%2fmx6GxzRuQifwk5t9ai2E0OGFwUseY6ybd82l3IBd8OvAkGZEGme9N6gZwPUMQePkWIPZWQw%2fi0LTk7%2fexeF%2fyHr0bAKrVbYvPDNzlsHrwZU%3d				



Titel	Fag	Emner	Målgruppe Alder / skoletrin	Vejledninger Elev / Lærer / Andre	Omfang
Which Antacid Remedy Is the Most Effective In Dealing with Excess Stomach Acid?	Kemi	Neutralisering (mavesurhed)	14-16 år	<ul style="list-style-type: none"> • Ja • Ja • Evaluering • Grundig gennemgang med erfaringer og data 	4 timer
	http://chemweb.ucc.ie/PROFILES/WhichAntacidRemedyIsTheMostEffective.doc http://chemweb.ucc.ie/PROFILES/DataLoggingNotes/Which%20Antacid%20Remedy%20Is%20the%20Most%20Effective%20In%20Dealing%20with%20Excess%20Stomach%20Acid.pdf				
Which Soap is Best?	Kemi	Opløselighed i vand	?	<ul style="list-style-type: none"> • Ja • Ja 	4 lektioner
	http://www.parsel.uni-kiel.de/cms/fileadmin/parsel/Material/Hatfield/pdf/Best_Soap_-_Overall.zip				
Are We Overusing Plastics?	Kemi	Plast og genbrug	10-11 klassetrin	<ul style="list-style-type: none"> • Ja • Ja • Evaluering 	5 lektioner
	http://www.lote.ee/wp-content/uploads/2013/12/Are-We-Overusing-Plastic_.pdf				
How Best to Maintain a Metal Bridge?	Kemi	Rust Korrosion	8-9 klasse	<ul style="list-style-type: none"> • Ja • Ja • Evaluering 	8 lektioner
	http://www.parsel.uni-kiel.de/cms/fileadmin/parsel/Material/Hatfield/pdf/Best_Soap_-_Overall.zip				



Titel	Fag	Emner	Målgruppe Alder / skoletrin	Vejledninger Elev / Lærer / Andre	Omfang
Mining for rare earth elements in Norra Kärr (Sweden)	Kemi Naturgeografi	Sjældne mineraler		<ul style="list-style-type: none"> • Ja • Ja 	3-5 timer
	https://files.itslearning.com/File/Download/GetFile.aspx?FileName=Mining+for+REEs+in+Norra+k%c3%a4rr.pdf&Path=qeOCT4ctQlgs91jEim5kSBEJe7bljUL0xOPAHiDEIqPBkRoSWxBjOBeySyzVY%2befsWJi%2fCP%2bfXOch4UBRRCP9CiEFuMKmrhawZr%2bZqxKQKntS6AHkFGOxKfGlxPPKbcvU0AA0iobKH2RLcfqKXrFaqVpdtLIVSMSzYagLCf5C9k%3d&MimeType=application%2fpdf&Domain=www.itslearning.com&TimeStamp=635278203334454373&Unicode=True&Signature=bhUBKpMriXuC0f1oCqE10ZQUyMUVxBoX3nIV2FzSDJWzCwODs9x9sx4BhPEC3H4wx8cSiZXKQSNwFLEXm2gUK2OsZXi6OiGTbl780BehytJ05h%2bxtbljrzKvzOwInu4760zdg%2fcTuNMZMXq2YD37xKUzbJxtJsFPJLQ%2fG5Z6%2b0o%3d				
Brushing up on chemistry	Kemi	Tandpasta		<ul style="list-style-type: none"> • Ja • Ja 	
	http://www.parsel.uni-kiel.de/cms/fileadmin/parsel/Material/loannina/neu1/Toothpastes_3_Teacher.pdf http://www.parsel.uni-kiel.de/cms/fileadmin/parsel/Material/loannina/neu1/Toothpastes_1_coverpage.pdf				
Preventing holes in teeth	Kemi	Tandpasta		<ul style="list-style-type: none"> • Ja • Ja 	5 lektioner
	https://ius.aau.at/misc/profiles/files/materials/en/Preventing%20Holes%20in%20Teeth%20-%20Teaching%20guide.pdf https://ius.aau.at/misc/profiles/files/materials/en/Preventing%20Holes%20in%20Teeth%20-%20Student%20activities.pdf https://ius.aau.at/misc/profiles/files/materials/en/Preventing%20Holes%20in%20Teeth%20-%20Teacher%20notes.pdf				



Titel	Fag	Emner	Målgruppe Alder / skoletrin	Vejledninger Elev / Lærer / Andre	Omfang
My iPod Works with Energy from Bull Shit	Kemi	Termodynamik Kemisk ligevægt Varme	8-12 klassetrin	<ul style="list-style-type: none"> • Ja • Ja 	3 timer
Sweaty Betty - Which is the best antiperspirant/ deodorant?	Kemi Biologi		15-17 år	<ul style="list-style-type: none"> • Ja • Ja • Evaluering 	3 dobbelt-lektioner
How much alcohol do you drink?	Kemi Matematik	Alkohol	8-9 klassetrin	<ul style="list-style-type: none"> • Ja • Ja • Evaluering 	2-3 timer
How much can you drink if you are going to drive?	Kemi Matematik	Alkohol	10-12 klassetrin	<ul style="list-style-type: none"> • Ja • Ja • Evaluering 	2-3 timer



Matematik, Naturfag, Naturgeografi, Naturvidenskab, Samfundsfag, Teknologi

Titel	Fag	Emner	Målgruppe Alder / skoletrin	Vejledninger Elev / Lærer / Andre	Omfang
How much are you costing me!	Matematik	Model- ler, rette linjer, funktio- ner	10 klasse- trin	<ul style="list-style-type: none"> • Ja • Ja • Evaluering 	8 timer
How much alcohol do you drink?	Matema- tik Kemi	Alkohol	8-9 klasse- trin	<ul style="list-style-type: none"> • Ja • Ja • Evaluering 	2-3 timer
How much can you drink if you are going to drive?	Matema- tik Kemi	Alkohol	10-12 klassetrin	<ul style="list-style-type: none"> • Ja • Ja • Evaluering 	2-3 timer
Natural Gas: A curse or a blessing?	Naturfag Kemi	Fossile brænd- stoffer	11 klasse- trin	<ul style="list-style-type: none"> • Inspiration til et forløb 	3-4 timer
How to insulate you classroom?	Naturfag	Opvarm- ning og isolering	6 klasse- trin	<ul style="list-style-type: none"> • Inspiration til et forløb 	5-6 timer



Titel	Fag	Emner	Målgruppe	Vejledninger	Omfang
			Alder / skoletrin	Elev / Lærer / Andre	
When should we arrange our field trip?	Naturfag	Vejret Meteorologi	4-6 klassetrin	<ul style="list-style-type: none"> Inspiration til et forløb 	5-6 timer
	http://www2.cut.ac.cy/profiles/Learning_environments/En/dimotiki2_FV_en.pdf				
How can we avoid global climate change?	Naturgeografi	Vejret	8-10 klassetrin	<ul style="list-style-type: none"> Ja Ja 	7,5 time
	http://www.profiles-project.eu/de/Downloads/PROFILES_Modules_FUB_English/PROFILES-LE_FUB32-Climatologists-Teachers-11-08-18.pdf?1373280942 http://www.profiles-project.eu/de/Downloads/PROFILES_Modules_FUB_English/PROFILES-LE_FUB33-Climatologists-Students_11-09-05.pdf?1373280937				
Mining for rare earth elements in Norra Kärr (Sweden)	Naturgeografi Kemi	Sjældne mineraler		<ul style="list-style-type: none"> Ja Ja 	3-5 timer
	https://files.itslearning.com/File/Download/GetFile.aspx?FileName=Mining+for+REEs+in+Norra+k%c3%a4rr.pdf&Path=qeOCT4ctQlgs91jEim5kSBEJe7bljUL0xOPAHiDElqPBkRoSWxBjOBeySyzVY%2befsWJi%2fCP%2bfXOch4UBRRCP9CiEFuMKmrhawZr%2bZqxKQNktS6AHkFGOxKfGlXPPKbcvU0AA0iobKH2RLcfqKXrFaqVpdtLIVSMSzYagLCf5C9k%3d&MimeType=application%2fpdf&Domain=www.itslearning.com&TimeStamp=635278203334454373&Unicode=True&Signature=bhUBKpMriXuC0f1oCqE10ZQUyMUVxBoX3nIV2FZsDJWzCwODs9x9sx4BhPEC3H4wx8cSiZXKQSNwFLEXm2gUK2OsZXi6OiGTbl780BehytJ05h%2bxtbljrzKvzOwInu4760zdg%2fcTuNMZMXq2YD37xKUzbJxtJsFPJLQ%2fG5Z6%2b0o%3d				



Titel	Fag	Emner	Målgruppe Alder / skoletrin	Vejledninger Elev / Lærer / Andre	Omfang
Finger labyrinth: How do we learn?	Naturvidenskab	Den naturvidenskabelige metode		<ul style="list-style-type: none"> • Meget detaljeret lektionsplan og vejledning 	2-3 timer
	http://blogs.fhnw.ch/profiles/files/2014/02/S_Fingerlabyrinth_Student_en.pdf http://blogs.fhnw.ch/profiles/files/2014/02/L_Fingerlabyrinth_Teacher_en.pdf				
How and where does Fifth Grader Veijo find reliable Information about a Home Cure for Flu?	Naturvidenskab	Influenza	4. – 7. klassetrin	<ul style="list-style-type: none"> • Ja • Ja • Evaluering 	3 timer
	http://www.uef.fi/documents/1347231/1410149/PROFILES-LE_UEF_FLU.pdf/aa40c9d4-dcd0-42a7-9361-fe09d3b4e1bc				
Would you allow the cultivation of genetically modified (GM) soybeans in your country?	Samfundsfag Biologi		8-11 klassetrin	<ul style="list-style-type: none"> • Inspiration til et forløb 	5-6 timer
	http://www2.cut.ac.cy/profiles/Learning_environments/En/CPD2_FV_en.pdf				



Titel	Fag	Emner	Målgruppe Alder / skoletrin	Vejledninger Elev / Lærer / Andre	Omfang
Keeping Society Moving - How will transport work in the future?	Teknologi Fysik,	Gnidningsmodstand og tyngdekraft; funktion af motorer	15-17 år	<ul style="list-style-type: none"> • Ja • Ja • Evaluering 	4 timer
<p>http://chemweb.ucc.ie/PROFILES/GettingThingsMoving.doc</p> <p>http://chemweb.ucc.ie/PROFILES/DataLoggingNotes/Getting%20Things%20moving.pdf</p>					



Øvrige generelle henvisninger til læringsforløb

EU projekter

EU's **Fibonacci** projekt har resulteret i de nedenstående IBSE læringsforløb:

- I matematik (på engelsk): <http://fibonacci.uni-bayreuth.de/resources/examples-of-activities/in-mathematics.html>
- I science (på engelsk): <http://fibonacci.uni-bayreuth.de/resources/examples-of-activities/in-science.html>

EU's **PARSEL** projekt har resulteret i nedenstående IBSE læringsforløb:

- På dansk: <http://www.parsel.uni-kiel.de/cms/index.php?id=143>
- På engelsk: <http://www.icaseonline.net/suppl.pdf> (sidetal 32 printet på siden, men scroll til side 56 på scrollbar til højre)

Inspirerende hjemmesider

- Kemi: <http://www.inquiryinaction.org/classroomactivities/>
- Alle fag: http://ed.ted.com/lessons#lessons_url
<http://www.cii.illinois.edu/InquiryPage/index.html> (hundredevis af forslag til forløb og emner)
- Astronomi/fysik: <http://www.smithsonianeducation.org/idealabs/universe/index.html>
- Simulationer matematik, kemi, fysik: <http://phet.colorado.edu/>



- Astronomi/fysik:
<http://www.universetoday.com/110060/if-themoon-were-only-one-pixel-a-scale-model-ofthe-solar-system/>
- Geofysik:
http://serc.carleton.edu/quantskills/teaching_resources/activities.html
- Naturfag på norsk:
<http://www.viten.no/nob/>
- Naturfag på dansk - folkeskole:
<http://formidlingsagenter.wikispaces.com/Samlet+oversigt>
- Mange videoer af eksperimenter til inspiration – primært fysik:
<http://vimeo.com/irelandscienceonstage/videos>



Litteratur

- **Andersen 2003**, N. O., Busch, H., Horst, S., Troelsen, R; Fremtidens naturfagligeuddannelser Naturfag for alle - vision og oplæg til strategi. København, Undervisningsministeriet.
- **Anderson 2002**, R. D; Reforming Science Teaching: What Research Says About Inquiry. Journal of Science Teacher Education, 13(1), 1-12. doi: 10.1023/A:1015171124982
- **Bell 1998**, B; Teacher Development in Science Education. In Fraser, B. J. and Tobin, K. G. (eds.). International handbook of Science Education, 681-693.
- **Bilsted 2013**, Erik; En dansk superlektion. MONA-Matematik-og Naturfagsdidaktik 2.
- **Christensen 2013**, Thor; Lektionsstudier som redskab til indførelse af undersøgelsesbaseret naturfagsundervisning i fysik. Speciale ved Institut for Naturfagenes Didaktik. Kan rekvireres ved henvendelse.
- **Dalskov 2013**, Tine; Aktionslæring giver mening; Artikel bragt her: <http://nynordiskskole.dk/Dit-indspark/Indspark-om-dagtilbud> den 1/8 2013. Direkte link: http://www.google.dk/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=5&cad=rja&ved=0CGYQFjAE&url=http%3A%2F%2Fnynordiskskole.dk%2FDit-indspark%2FIndspark-om-dagtilbud%3FSuggestion%3D339%26Download%3D1&ei=dFzvUt7NCobh4wTlzoDAAQ&usg=AFQjCNGfoWs-nemqjVS3piO5qEs_EhHGpfw&sig2=5WQj1Sjwf8xH34sN1r0DPA&bvm=bv.60444564,d.bGE
- **Damberg 2013**, Erik; Jens Dolin, Gitte Holten Ingerslev, Peter Kaspersen; Gymnasiepædagogik En grundbog (2. udgave); Hans Reitzels Forlag.
- **Danmarks Evalueringsinstitut 2011**, Gymnasiet efter reformen, Viden og debat; Danmarks Evalueringsinstitut http://www.google.dk/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&frm=1&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0CCsQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.eva.dk%2Feva%2Fprojekter%2F2010%2Fmagasin-om-gymnasiereformen%2Fudgivelse%2Fgymnasiet-efter-reformen.-viden-og-debat-2011%2Fdownload&ei=Efw7U_GLHsXTPMGlgcAI&usg=AFQjCNHqQ5DVUiM1a8Qp43uHssjpyDmlQQ



- **Dolin 2001**, J. V., Bangsgaard, T., Rasmussen, A. B., og Trinhammer, O. Autentisk fysik. København: Undervisningsministeriet. Download: <https://dcwww.fysik.dtu.dk/~trinham/Xdrev/slutrapport/autfys.html>
- **Dolin 2011**, J., & Evans, R. H.; Initial teacher education and continuing professional development for science teachers: A review of recent research results. I A. Delhaxhe (ed.). Science Education in Europe. Brussels: Education, Audiovisual and Culture Executive Agency. 10.2797/7170, 103-110, 122-123, 131-142.
- **Dolin 2013**, J., Undervisning og læring. I: Damberg, Dolin, Ingerslev og Kasperen (red.). *Gymnasiepædagogik* s- 131-143. København: Hans Reitzels Forlag.
- **Dolin 2014**, J., Naturvidenskabelige kompetencer. I: Kofoed, L. H. og Tougaard, S. (red.). *Metodelab2*. København: Eksperimentarium.
- **Elipane 2012**, Levi Esteban; Integrating the essential elements of lesson study in pre-service mathematics teacher education. Ph.d.-afhandling ved Institut for Naturfagernes Didaktik.
- **Furtak 2012**, Erin Marie; Tina Seidel, Heidi Iverson and Derek C. Briggs; Experimental and Quasi-Experimental Studies of Inquiry-Based Science Teaching: A Meta-Analysis; *REVIEW OF EDUCATIONAL RESEARCH*; August 2012; DOI: 10.3102/0034654312457206 <http://rer.sagepub.com/content/82/3/300>
- **Harlen 2011**, Wynne; Udvikling og evaluering af undersøgelsesbaseret undervisning; Originaltitel: EVALUATING INQUIRY-BASED SCIENCE DEVELOPMENTS – A PAPER COMMISSIONED BY THE NATIONAL RESEARCH COUNCIL IN PREPARATION FOR A MEETING ON THE STATUS OF EVALUATION OF INQUIRY-BASED SCIENCE EDUCATION. Artiklen er oversat af redaktionen på MONA. Bragt I MONA 2011-3 med forfatterens tilladelse. Originalen kan ses på http://www7.nationalacademies.org/bose/wharlen_inquiry_mtg_paper.pdf
- **Harlen 2013**, Wynne; Assessment & Inquiry-Based Science Education: Issues in Policy and Practice; Published by the Global Network of Science Academies (IAP) Science Education Programme (SEP); 2013; ISBN: 978-1-291-33214-8



- **Hattie, J. 2009.** Visible Learning – A Synthesis of over 800 Meta-Analyses Relating to Achievement. London: Routledge.
- **Holmegaard 2008**, Henriette T., Lars Ulriksen og Birgitte Simonsen – samt Vibeke T. Johnsen (Erhvervsskolen Nordsjælland) og Ulla Eriksen; Læringsmiljø og naturvidenskab på htx – kvaliteter og udfordringer; 1. udgave 2008; Erhvervsskolernes Forlag 2008;
- <http://www.gymnasieforskning.dk/wp-content/uploads/2013/09/Læringsmiljø-og-naturvidenskab-på-htx.pdf>
- **Illeris 2000**, Knud; Læring - aktuel læringsteori i spændingsfeltet mellem Piaget, Freud og Marx; Roskilde Universitetsforlag, 2000.
- **Kruse 2013**, Søren; Hvor effektive er undersøgelsesbaserede strategier i naturfagsundervisningen? MONA; 2013 side 24-48
- **Michelsen 2011**, Claus; IBSME – inquiry based science and mathematics education, MONA; 2011-3 side 72-77
- **Nielsen 2012**, Jan Alexis; Gymnasieelevers sociovidenskabelige argumentation; MONA; 2012-3 side 21-40
- **Persson 2013**, Morten C. B.; Kvantekemi i gymnasiet – Tilrettelæggelse, udførelse og evaluering af et undervisningsforløb, Bachelorprojekt, Institut for Naturfagernes Didaktik (IND); INDs studenterserie nr. 29; April 2013
<http://www.ind.ku.dk/publikationer/studenterserien/studenterserie29/29-Morten-Persson.pdf/>
- **Rienecker 2013**, Lotte (m. fl.); Universitetspædagogik; Samfundslitteratur
- **Rønn 2013**, Eva, and Birgitte Henriksen, 2013; Lektionsstudier i læreruddannelsen. MONA-Matematik-og Naturfagsdidaktik 2.
- **Spronken-Smith 2010**, R., & Walker, R; Can inquiry-based learning strengthen the links between teaching and disciplinary research? Studies in Higher Education, 35(6), 723-740.
- **Tonsberg 2013**, Signe; FORSKNING, juni 2013 side 12-15, bupl.dk
[http://www.bupl.dk/iwfile/BALG-99BGQ3/\\$file/19%20aktionslaeringrykkerved.pdf](http://www.bupl.dk/iwfile/BALG-99BGQ3/$file/19%20aktionslaeringrykkerved.pdf)



- **Tosev 2007**, Julian; Forskningslignende situationer - En empirisk didaktisk undersøgelse af et eksperimentelt matematikforløb for danske gymnasielever; Specialerapport; INDs studenterserie nr. 5; 2007
<http://www.ind.ku.dk/publikationer/studenterserien/studenterserie5/SPECIALEJULIANTOS EVmedforside.pdf/>
- **Ulriksen 2013**, Lars; Sofie Birch Jensen, Lene Møller Madsen, Henriette Tolstrup Holmegaard; Forstå, fange og fastholde Rapportsammenfatning; 1. udgave, 1. oplag 2013; Erhvervsskolernes Forlag
http://www.ind.ku.dk/projekter/interesseskabendenaturfagsundervisning/131035-1_Forst_fange_og_fastholde.pdf/
- **Undervisningsministeriet 2013**; Bekendtgørelse om uddannelsen til studentereksamen; Juni 2013; <https://www.retsinformation.dk/Forms/R0710.aspx?id=152507#Bil13>
- **Wessel 2013**, Henrik Egholm; Smartphones as Scientific Instruments in Inquiry Based Science Education; Kandidatspeciale; INDs studenterserie nr. 32; 2013
<http://www.ind.ku.dk/publikationer/studenterserien/studenterserie32/32-Henrik-Egholm-Wessel.pdf/>
- **Østergaard 2010**, Lars Domino; Martin Sillasen, Jens Hagelskjær, Henrik Bavnthøj; Inquiry-based science education – har naturfagsundervisningen i Danmark brug for det; MONA, 2010-4 side 25-43
- **Østergaard 2012**, Lars Domino; Inquiry Based Science Education og den sociokulturelt forankrede dialog I naturfagsundervisningen; NorDiNa 8(2), 2012 side 162-177;
<http://www.naturfagsenteret.no/binfil/download2.php?tid=1995090>
- **Winsløw 2009**, Carl; Et mysterium om tal–og japanske lektionsstudier. MONA-Matematik og Naturfagsdidaktik 1.





IND's skriftserie

Nr. 31 Undervisningsportfolio - erfaringer og veje frem (2014)

Nr. 32 Geovidenskab p vej - En undersøgelse af geovidenskab A p stx og htx (2014)

Nr. 33 Fysikkandidaters overgang til arbejdsmarkedet (2014)

Nr. 34 "Det ene projekt afløser det andet.." - En virkningsevaluering (2014)

Nr. 35 Praksisnær Pædagogisk Kompetenceudvikling (2014)

Nr. 36 Kompendium: Inquiry Based Science Education - IBSE (2014)

Øvrige <http://www.ind.ku.dk/skriftserie/>