

VID
EN
OM

UNDERSØGELSESBASERET UNDERVISNING

I NATURFAG I GRUNDSKOLEN

Vidensnotat



DANMARKS
EVALUERINGSINSTITUT



BØRNE- OG
UNDERVISNINGSMINISTERIET

Indhold

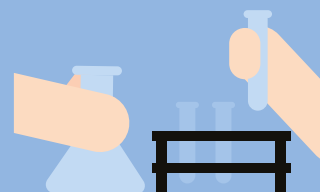
3 INTRO
Undersøgelserbaseret naturfagsundervisning har potentiale til at motivere og dygtiggøre eleverne

6 UNDERVISNINGENS ORGANISERING
Eleverne arbejder undersøgende fra hypotese til diskussion



10 LÆRERENS ROLLE
Læreren faciliterer elevernes undersøgende arbejde

15 LÆRINGSMILJØETS BETYDNING
Der skal være plads til, at eleverne tør prøve sig frem



18 Forslag til videre læsning

18 Litteraturliste

INTRO

Undersøgelserbaseret naturfagsundervisning har potentiale til at motivere og dygtiggøre eleverne

Hvad lærer eleverne, når naturfagsundervisningen er undersøgelserbaseret, og hvordan virker undervisningsformen på deres motivation? Svaret er ikke entydigt, men der er en klar tendens i forskningen til at vurdere, at tilgangen har potentiale. I vidensnotatet her kan du læse forskningens bud på, hvordan en undersøgelserbaseret naturfagsundervisning kan tage sig ud i praksis, hvis eleverne skal profitere af den.

I dette notat formidler vi forskningsbaseret viden om undersøgelserbaseret naturfagsundervisning. Vi har udvalgt en række centrale resultater og indsigter fra forskning, der beskriver, hvordan undervisningen i naturfagene kan tilrettelægges, så den er undersøgelserbaseret.

Der findes ikke én måde at tilrettelægge undersøgelserbaseret undervisning på. Men der findes flere forhold, man som lærer må være opmærksom på, for at den undersøgelserbaserede naturfagsundervisning bliver lærerig og motiverende for elever i grundskolen. Notatet her er tænkt som et grundlag for at tage hul på eller arbejde videre med at tilrettelægge undersøgelserbaseret naturfagsundervisning.

Undersøgelserbaseret naturfagsundervisning på bagsordenen

Undersøgelserbaseret naturfagsundervisning har i en årrække været et centralt begreb i reformer af science-undervisningen i både EU og OECD-landene. Det skyldes et politisk ønske om at reformere naturfagsundervisningen fra såkaldt traditionel undervisning, hvor fx dialogen i undervisningen er meget lærerstyret, til undervisning, der er mere elevcentreret og baseret på undersøgelse (Kruse, 2013). Baggrunden herfor er bl.a., at Europa-Kommissionen i 2005 nedsatte en ekspertgruppe af naturfagsdidaktiske forskere, som skulle pege på undervisning, der kunne motivere og engagere eleverne og derigennem øge deres interesse for naturfag. Ekspertgruppen konkluderede, at "undervisning, der fokuserede på centrale naturfaglige problemstillinger, og som var baseret på elevernes egne undersøgelser, eksperimenter og refleksioner, i stor grad opfyldte kriterierne" (Østergaard, Sillasen, Hagelskjær, & Bavnhøj, 2010).

Hvad er undersøgelserbaseret naturfagsundervisning?

Undersøgelserbaseret naturfagsundervisning forstås i dette vidensnotat som Inquiry Based Science Education (IBSE). Begrebet "refererer til en proces hvori eleven, eller en gruppe af elever, er den centrale, deltagende part. I IBSE er der således elever, der møder et autentisk problem eller spørgsmål [...] 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."

Kilde: Nielsen 2014, s. 11.



Også i Danmark er undersøgelserbaseret naturfagsundervisning på dagsordenen, og det er et krav i alle fire naturfag i grundskolen, at elevernes læring bl.a. sker gennem undersøgelser. Det fremgår af fagformålene for de enkelte naturfag. "Undersøgelse" udgør desuden et af de fire kompetenceområder, som er fælles for alle naturfagene i grundskolen (BEK nr. 185 ad 05/03/2018).

Ifølge Europa-Kommissionen er det dog ikke meningen, at undervisningen nu udelukkende skal være undersøgelserbaseret. Forskellige tilgange til undervisningen bør i stedet kombineres – og ikke udelukke hinanden (Michelsen, 2011). Det vil sige, at den undersøgelserbaserede tilgang ikke altid er den mest hensigtsmæssige måde at tilrettelægge undervisningen. Læreren må derfor vurdere hvilke emner og forløb, det er meningsfuldt og lærerigt for de pågældende elever at arbejde undersøgende med, og hvilke emner, der hellere skal præsenteres på andre måder.

Hvad er undersøgelserbaseret naturfagsundervisning?

Undersøgelserbaseret naturfagsundervisning er en betegnelse, der dækker over forskellige former for undervisning, der har det tilfælles, at elever kan få ny viden og naturfaglig forståelse ved at udforske eller undersøge egne hypoteser og problemstillinger (Nielsen, 2014). Elevernes arbejde tager afsæt i autentiske spørgsmål, som eleverne finder det relevant og meningsfuldt at søge svar på – hvilket sjældent er tilfældet, hvis eleverne kender svaret på forhånd og skal eftervise velkendt teori (Krogh og Andersen, 2017). Et spørgsmål kan blive autentisk ved, at det ligger i forlængelse af elevernes undren og på den måde forekommer vigtigt for dem. I autentisk undersøgende arbejde har eleverne "frihed til selv at belyse, fortolke og forstå en åben problemstilling ud fra empiri" (Krogh og Andersen, 2017 s.68).

Nogle lærere vil måske genkende elementer, der beskrives i dette notat, som noget, de allerede har prøvet eller jævnligt praktiserer i deres undervisning, fx arbejdet med at inddrage eleverne aktivt eller at gennemføre forsøg med klassen og sørge for, at det sker i et læringsmiljø, der lægger op til, at eleverne tør eksperimentere og prøve sig frem. På den måde er den undersøgelserbaserede undervisning ikke udtryk for en tilgang, hvor man skal forkaste alt det, man tidligere har praktiseret.

Det særegne ved undersøgelserbaseret naturfagsundervisning er imidlertid det større fokus på elevstyrede arbejdsprocesser, selvstændighed i elevernes praktiske arbejde og stor vægt på elevernes hypotesedannelse og italesættelse af egne idéer (Østergaard et al., 2010).

I nogle dele af litteraturen fremstår undersøgelserbaseret undervisning meget åben igennem hele undervisningsforløbet, hvor eleverne selvstændigt søger information fra andre kilder, indsamler data og formulerer forklaringer og argumenter. Her er der vægt på, at elevernes frihedsgrader skaber rum for deres egen videnskonstruktion og for, at de udvikler ejerskab til

læreprocessen. I andre dele af litteraturen fremstår undervisningsformen som mere struktureret med en højere grad af styring eller guidning fra lærerens side, fx ved at eleverne kan formulere deres spørgsmål inden for en given ramme, at de får vejledning i processen, eller at læreren henleder deres opmærksomhed på kilder til relevant viden og viser dem mulige måder at forbinde empirien med forklaring (Krogh og Andersen, 2017).

Hvilken vej, man som underviser vælger, vil i høj grad afhænge af elevernes alder, forudsætninger og hvor frie rammer, der er i forhold til at skulle arbejde inden for et fastlagt fagligt område.

I vidensopsamlingen, som dette notat bygger på, er en overvægt at studier, der taler for, at eleverne får mest ud af den undersøgelserbaserede undervisning, hvis læreren guider og støtter eleverne undervejs, alt efter deres forskellige forudsætninger og behov.

En undervisningsform med potentiale

Forskning kan ikke påvise en entydig positiv betydning af IBSE. Men læser man på tværs af den del af forskningslitteraturen, som undersøger, hvor effektive undersøgelserbaserede strategier i undervisningen er, finder man en klar positiv tendens.

Der findes en række studier, der viser en positiv effekt af undersøgelserbaseret naturfagsundervisning, og efter at have gennemgået flere metastudier konkluderer Kruse (2013, s.44), at: "lærerstøttet IBSE, der kombinerer kognitive, epistemiske (dvs. videnskabelige eller undersøgende) og sociale elevaktiviteter, giver væsentligt bedre elevresultater end traditionel undervisning". I tråd med dette peger litteraturstudiet til arbejdet med en national naturvidenskabsstrategi på, at: "undersøgelserbaseret undervisning, hvor eleverne undersøger og kritisk forholder sig til fagligt relevante forhold, kan virke motiverende for elever og kan udvikle en række centrale kompetencer, såsom innovationskompetence og kreativitet, uden at det sker på bekostning af deres begrebsmæssige faglige forståelse" (Nielsen, 2017).

Nogle af de resultater og virkninger for eleverne, som undersøgelserbaseret naturfagsundervisning ifølge forskning kan medføre, er:

- At eleverne bliver motiverede og engagerede i undervisningen (Ellebæk og Østergaard, 2012)
- At eleverne får en positiv holdning til og større interesse for naturen og naturfagene (Walan m.fl., 2015)
- At elevernes læring og naturfaglige viden øges (Minner m.fl., 2010; Østergaard m.fl., 2014; Walan m.fl., 2015)
- At eleverne øger deres kompetencer til at argumentere, træffe beslutninger og styre processer (Walan m.fl., 2015).

God undersøgelserbaseret undervisning i praksis

Læser man på tværs af forskning i undersøgelserbaseret naturfagsundervisning, tegner der sig et billede af et begreb, der udfolder sig på forskellige måder i praksis. Så hvad kender de læreres praksis, som ser ud til at være virksomhedsfuld? Kort fortalt peger forskning på, at det har positiv betydning, når lærernes praksis er kendetegnet ved følgende:

Eleverne arbejder undersøgende fra hypotese til diskussion

Lærerne arbejder med at:

- Organisere og stilladse undervisningen, så eleverne ikke overlades til sig selv i det undersøgende arbejde
- Opsætte rammer og støttestrukturer, der er tilpasset elevernes selvstændighed, faglige niveau og erfaring med den undersøgelserbaserede tilgang, og giver løbende feedback i undervisningen, så alle elever støttes og udfordres
- Opbygge forløb i faser, der giver eleverne erfaring med alle elementer af det undersøgende arbejde.

Læreren faciliterer elevernes undersøgende arbejde

Lærerne arbejder med at:

- Undersøge elevernes faglige og personlige forudsætninger og tager udgangspunkt heri, når undervisningen tilpasses elevgruppen, så alle elever kan få en aktiv, undersøgende og reflekterende rolle i undervisningen
- Trække tråde mellem forskellige begreber og faglige områder for at give eleverne en forståelse af det naturvidenskabelige område på tværs af emner og fag
- Stimulere elevernes refleksion gennem en konstruktiv dialog baseret på åbne spørgsmål, feedback og fokus på at træne fagsprog og faglige begreber.

Der skal være plads til, at eleverne tør prøve sig frem

Lærerne arbejder med at:

- Skabe tryghed omkring arbejdsformen. Det kræver et positivt læringsmiljø med plads til at undre sig og begå fejl.
- Rammesætter gruppearbejdet. Det vil sige, at læreren sammensætter grupper, alt efter om det skal være homogene eller heterogene grupper, og tydeliggør den opgave, grupperne skal løse.
- Øve de faglige diskussioner, så eleverne træner at argumentere fagligt og øver sig i at give hinanden konstruktiv feedback.

Ingen lette løsninger

At tilrettelægge undersøgelserbaseret naturfagsundervisning er langt fra simpelt. Der kan opstå dilemmaer undervejs, og det kan være udfordrende for både lærere og elever. Når man læser de kommende sider, er det derfor vigtigt at have den kompleksitet for øje, som kendetegner undervisningen og den kontekst, arbejdet foregår i.

Notatet her skal ikke ses som et udtryk for, at man som lærer let og enkelt kan arbejde med en undervisningsform, man ikke har prøvet kræfter med før. Pointer fra forskning på området kan derimod være med til at inspirere til det fortsatte arbejde med at afprøve og udvikle en undersøgelserbaseret undervisning og få erfaringer med, hvornår og hvordan den undersøgelserbaserede tilgang kan være velfungerende.

Godt at vide, når du læser

.....

Dette vidensnotat er en del af en samlet pakke kaldet *Viden om undersøgelserbaseret undervisning i naturfag*, der indeholder en række forskellige produkter til praksis. Notatet er baseret på en systematisk vidensopsamling gennemført for Børne- og Undervisningsministeriet af Danmarks Evalueringsinstitut (EVA) i 2020. Vidensopsamlingens metode findes på eva.dk/viden-om. I dette første kapitel, hvor området introduceres, henvises til litteratur, fx baggrundsmateriale og lovtekster, der ikke indgår i vidensopsamlingen. De følgende tre kapitler bygger på litteratur fra vidensopsamlingen. Listen over litteraturen findes bagest i notatet. Derudover findes en liste over den litteratur, der er anvendt i det introducerende kapitel, kaldet *Anden litteratur*.

Vidensnotatet bidrager til at give læseren et lettilgængeligt overblik over viden og resultater fra forskning om undersøgelserbaseret naturfagsundervisning. Notatet giver i mindre grad viden om, hvordan lærere kan omsætte resultater og pointer fra forskningen til praksis. Det kan man finde inspiration til i de øvrige produkter i *Viden om undersøgelserbaseret undervisning i naturfag*. Den forskningsbaserede viden suppleres i notatet af små eksempler, der giver læseren billeder på undervisningen. Eksemplerne er fiktive og udarbejdet med inspiration fra praktikere og online tilgængelige undervisningsforløb.

De forskningsfund, som præsenteres i notatet, er udvalgt, fordi de kan være med til at kvalificere og inspirere læreres undervisningspraksis. Men de fortæller ikke det hele. Brug derfor gerne notatet som afsæt for videre læsning. Forslag til litteratur er anført bagest i notatet.

UNDERVISNINGENS ORGANISERING

Eleverne arbejder undersøgende fra hypotese til diskussion

Undersøgende undervisning skal udvikle elevernes naturfaglige forståelse og kompetencer. Læreren kan sikre, at eleverne kommer gennem de videnskabelige undersøgelsesprocesser ved at organisere undervisningen i forskellige faser.



I natur/teknologi i 4.B skal klassen i gang med et forløb om magnetisme. Læreren Lasse har en kasse med rød-hvide stangmagneter og jernspåner med. Han fortæller eleverne, at de i dag skal lave deres egne undersøgelser af, hvordan magneter virker. "Vi skal blandt andet bruge de her magneter, jeg har med, og så skal I rundt på skolen og undersøge hvilke materialer, der er magnetiske. Vi skal også sammen udvikle et skema, hvor I kan notere det, I finder ud af, dvs. jeres observationer, så vi på den måde får indsamlet en masse data, vi kan analysere her i klassen," forklarer Lasse. Men først har Lasse planlagt, at eleverne skal tale sammen i bordgrupperne om, hvor de allerede kender magneter fra, og hvad de ved om magneter, for at spore dem ind på emnet magnetisme. Snakken går ved bordene, og Lasse noterer elevernes pointer på tavlen, da han lidt efter beder dem byde ind med det, de ved i forvejen. Lasse konstaterer, at det er et rigtig godt udgangspunkt for at blive endnu klogere på, hvordan magneter egentlig virker.

Når eleverne stifter bekendtskab med den undersøgelsesbaserede tilgang til undervisningen, har læreren en vigtig opgave i at organisere og stilladsere undervisningen. I det følgende beskrives, hvad vi ved fra forskning om vigtigheden heraf, og hvordan man som lærer kan tilrettelægge undervisningen i faser, som understøtter den undersøgende tilgang.

Læreren har en vigtig opgave i at skabe struktur

I undersøgelsesbaseret naturfagsundervisning bør der være en vis form for struktur, styring og organisering fra lærerens side (Furtak, Seidel, Iverson, & Briggs, 2012). Når eleverne selv

kommer meget på banen og fx forfølger egne hypoteser og problemstillinger, bliver lærerens arbejde med at skabe struktur og guide eleverne vigtigt. Og denne struktur og guidning må tage udgangspunkt i lærerens viden om elevernes forudsætninger og følges op af den løbende feedback, der foregår i undervisningen. Læreren må altså hjælpe eleverne med at blive på sporet, når de arbejder med deres undersøgelser. Læreren kan gøre brug af forskellige former for struktur og organisering og på den måde give plads til, at eleverne kan agere udforskende. Rammer og støttestrukturer er væsentlige greb i den forbindelse (Knain, Bjønness, & Kolstø, 2011). Med rammer og støttestrukturer kan læreren lede eleverne fra start til slut i deres undersøgende arbejde, dvs. være med til at guide dem fra deres indledende undren eller gæt, over det at formulere spørgsmål og generere hypoteser, til at gennemføre undersøgelser eller eksperimenter for endelig at kunne drage konklusioner og reflektere over disse. Hvordan man griber dette arbejde an, afhænger selvfølgelig også af hvilken aldersgruppe, man som lærer arbejder med.

Fem faser udgør tilsammen en undersøgelsescyklus

Forskningslitteraturen beskriver på forskellig vis en række specifikke faser, som undervisningen (som både kan være kortere og længere forløb) kan bygges op omkring.

En gruppe forskere har undersøgt de mange forskellige bud på og betegnelser for undersøgelsesbaseret naturfagsundervisning, og hvordan den bygges op. De når frem til fem generiske faser, dvs. faser som skal forstås som grundlæggende for mange af de modeller, der findes for konkrete undersøgelsesbaserede undervisningsforløb.

Forskerne har identificeret de fem faser ved at læse på tværs af forskellige modeller med det formål at reducere dem til et antal håndterbare og generiske faser. De fem faser er:

- **Orientering**, hvor elevernes nysgerrighed vækkes og en problemstilling identificeres
- **Begrebsliggørelse**, hvor eleverne bliver fortrolige med begreber, der er relevante for problemstillingen og formulerer deres spørgsmål eller hypoteser
- **Udforskning**, hvor eleverne gennemfører undersøgelser og analyserer data fra egen eller andres undersøgelse
- **Konklusion**, hvor eleverne vender tilbage til deres indledende undersøgelsesspørgsmål eller hypotese med henblik på at formulere en besvarelse
- **Diskussion**, hvor eleverne kommunikerer, reflekterer og perspektiverer undersøgelsen.

Rammer og støttestrukturer

Rammerne beskriver mål med undervisningen, de temaer og metoder, eleverne skal arbejde med, og hvordan arbejdet evalueres.

Støttestrukturer er de hjælpsomme elementer, der undervejs skal lede eleverne på rette spor og støtte dem i deres arbejdsproces hen imod det mål, der er med undervisningsforløbet. Det kan fx være vejledning i at lave et forsøg eller i at indsamle data eller en fælles diskussion i klassen om et emne (Knain et al., 2011).

Det er vigtigt, at læreren tilpasser sin brug af rammer og støttestrukturer til elevernes selvstændighed og faglige niveau og ikke mindst til elevernes erfaring med en undersøgelsesbaseret tilgang, så undervisningen differentieres, og alle elever udfordres.



Model over faserne

I en dansk grundskolesammenhæng anvendes især modellen 5E for planlægning, gennemførelse og evaluering af undersøgelsesbaseret naturfagsundervisning. Modellen er en konkretisering af de generiske faser beskrevet i dette notat.

5E-modellen er udviklet i USA i 1987 af Biological Sciences Curriculum Study (BSCS). Modellen består af faserne *Engage, Explore, Explain, Elaborate og Evaluate* (Bybee, 2006). Find evt. yderligere viden om modellen hos Det nationale naturfagscenter i Danmark, ASTRA.

Hver fase bidrager med noget forskelligt til elevernes faglige udvikling. Og hver fase har fokus på en specifik del af det at arbejde undersøgende. Det vil sige, at ingen faser er overflødige eller kan skæres væk, men der kan være stor forskel på hvor lang tid, det enkelte forløb og de forskellige faser tager. Nogle forløb vil kunne afvikles over en enkelt undervisningslektion, og andre forløb vil løbe over en længere periode. Eleverne kan godt vende tilbage til en tidligere fase undervejs, afhængig af hvilken type undersøgelse, der foretages. Faserne udfoldes og beskrives i det følgende.

Orientering

I denne indledende fase fanger man elevernes interesse og rammesætter, hvad der skal undersøges, fx magnetisme og hvad man kan bruge magneter til i vores hverdag. Og det er her, læreren kan vække elevernes nysgerrighed ved at præsentere fænomenet eller problematikken på en måde, hvor eleverne inspireres eller kommer til at undre sig. Måske får læreren eleverne til at undre sig over, hvordan magneter virker, og hvad det fx er, der gør, at man kan bruge magneter, når man udvikler så forskellige ting som højhastighedstog, køleskabe, strøm og betalingskort.

Det kan også være, at læreren peger på nogle aktuelle problemstillinger i samfundet, eller problemstillingen kan udspringe af noget, som optager eleverne, og som stammer fra deres egne erfaringer og fra deres livsverden (Pedaste et al., 2015). Orienteringsfasen fører til formulering af det problem eller det fænomen, der skal undersøges (Pedaste et al., 2015).

Begrebsliggørelse

Her arbejder eleverne med at forstå de emner, der knytter sig til det valgte problem eller fænomen, de udforsker. Fx kan man tale om, at magneter kan tiltrække eller frastøde, og videre arbejde med de faglige begreber om feltlinjer og poler.

Denne fase kan yderligere opdeles i to underfaser: spørgsmåls-generering og hypotesegenerering. Afhængig af hvilken problemstilling, klassen arbejder med, formulerer eleverne enten spørgsmål eller opstiller hypoteser, som de kan teste og afprøve i praksis (Pedaste et al., 2015). Arbejdet med begrebsliggørelse fortsætter igennem hele forløbet, hvor man løbende udbygger forståelsen af de faglige begreber, men er særligt vigtig her, for at eleverne kan formulere deres spørgsmål eller hypoteser.

Udforskning

I udforskningsfasen omdannes elevernes nysgerrighed til naturfaglig handling. Eleverne undersøger eller eksperimenterer med det formål at blive i stand til at svare på deres egne spørgsmål eller hypoteser (Scanlon et al., 2011).

Når eleverne befinder sig i udforskningsfasen, designer de fx forskellige eksperimenter ved at ændre variable værdier, forudsige og fortolke resultater (Pedaste et al., 2015). Fx kan de designe en undersøgelse, hvor eleverne i grupper afprøver hvordan forskellige materialer, de finder i klassen eller på skolen, reagerer med magneter. Gruppernes observationer noteres systematisk, så de bliver i stand til at analysere på de indsamlede data.

At foretage undersøgelser involverer både at kunne designe og implementere. Eleverne kan fx både designe en plan for et eksperiment og selv indsamle beviser til at teste deres hypotese.

Foruden de undersøgende aktiviteter indeholder udforskningsfasen også tolkning af de data, der er fremkommet gennem elevernes undersøgelser og eksperimenter eller gennem andres undersøgelser. Eleverne skal gennem tolkningen forsøge at skabe mening ud fra de indsamlede data, formulere sammenhænge mellem variable og evt. danne synteser af ny viden (Pedaste et al., 2015). Læreren kan fx guide eleverne i deres analytiske arbejde ved at tale med dem om forskellige overflader, og hvad det er, der karakteriserer de overflader, magneten kan hæfte på.

Konklusion

I konklusionsfasen arbejder eleverne med de grundlæggende konklusioner, de kan drage på baggrund af undersøgelserne. I denne fase vender eleverne tilbage til deres indledende undersøgelsesspørgsmål eller hypotese og overvejer, om resultaterne af deres undersøgelse kan besvare spørgsmålet eller understøtte hypotesen (Pedaste et al., 2015). Det kan føre til nye teoretiske indsigter om den problemstilling eller det fænomen, de har beskæftiget sig med.

Diskussion

Diskussionsfasen indeholder to underfaser: refleksion over og kommunikation om undersøgelsen. Forskning peger på, at det er vigtigt, at eleverne reflekterer over deres arbejde, så de ikke kun lærer at udføre undersøgelser, men også lærer at reflektere over og vurdere resultaterne af deres undersøgende arbejde. Refleksion over undersøgelsen henviser til alt det, der kan fylde hos eleverne i relation til processen, fx hvorvidt de er lykkedes med undersøgelsen eller refleksion over selve processen. Hvorfor gjorde jeg, som jeg gjorde? Hvilke andre muligheder havde jeg? I den forbindelse kan fx logbog eller vejledende spørgsmål hjælpe refleksionen på vej. Refleksionspauser, hvor lærer og elever i et afgrænset tidsrum sammen reflekterer over det faglige indhold, kan også være et vigtigt element (Johansen, 2013).

Kommunikation om undersøgelsen er en udadrettet proces, hvor eleverne formidler undersøgelsens resultater og konklusioner og samtidig modtager feedback og kommentarer fra andre.

Selvom diskussionsfasen er særlig oplagt at dvæle ved i sidste del af undersøgelsen, bør både kommunikation og refleksion foregå løbende og ikke kun som afslutning på et forløb. Forskning viser, at der er en tendens til at bruge mest tid på at forberede og gennemføre undersøgelserne og mindre tid på at kommunikere og reflektere over undersøgelserne. Men det er vigtigt også at bruge tid på dette og prioritere det løbende, hvis eleverne skal koble deres undersøgende arbejde til faglige begreber og forståelse, viser forskning (Ødegaard, Haug, Mork, & Sørvik, 2014). Læreren kan løbende eller som opsamling være opmærksom på at udvikle elevernes sprog og begrebsbrug, så de går fra hverdagsprog til fagsprog og fx ikke længere siger, at magneter sætter sig fast, men at magneter kan tiltrække.

Hvad skal læreren gøre?

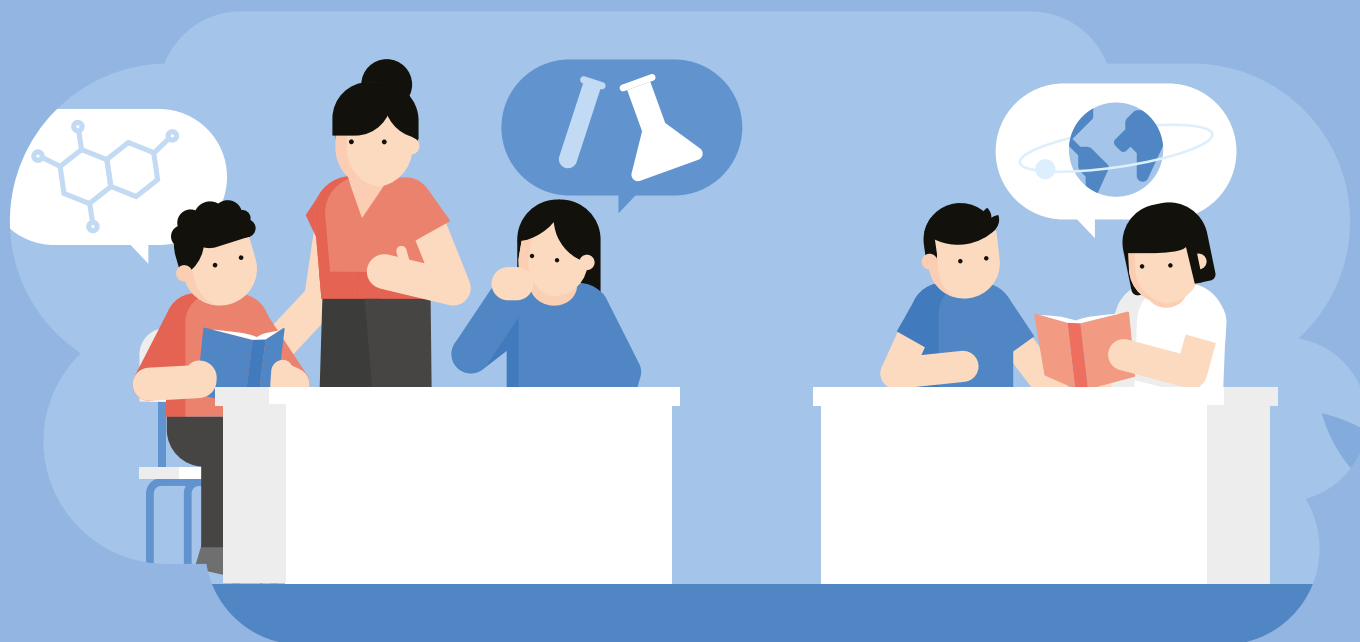
Når eleverne skal arbejde undersøgende fra hypotese til diskussion, er det især vigtigt, at læreren:

- Organiserer og stilladserer undervisningen, så eleverne ikke overlades til sig selv i det undersøgende arbejde
- Opsætter rammer og støttestrukturer, der er tilpasset elevernes selvstændighed, faglige niveau og erfaring med den undersøgelsesbaserede tilgang, og giver løbende feedback i undervisningen, så alle elever støttes og udfordres
- Opbygger forløb i faser, der giver eleverne erfaring med alle elementer af det undersøgende arbejde.

LÆRERENS ROLLE

Læreren faciliterer elevernes undersøgende arbejde

Når læreren går fra at være formidler til i højere grad at støtte og vejlede eleverne, er det afgørende, at læreren med blik for elevernes forskellige forudsætninger stimulerer eleverne til at være aktive og reflekterende. Det kan ske gennem en åben og konstruktiv dialog.



I 7.B er de i gang med et forløb om klimaforandringer, og i dag skal de arbejde med CO₂. Læreren Ole har planlagt et modul, hvor eleverne først skal brainstorme for at bringe deres egen viden i spil, så skal de lave et forsøg, og til sidst skal de samle op og koble faglige forklaringer på forsøgene. Eleverne er blevet delt op i mindre grupper, og i den første fase går Ole rundt mellem grupperne og stiller spørgsmål, så eleverne får bragt deres egen viden om CO₂ i spil. Nogle grupper har brug for at få forklaret de grundlæggende processer igen, mens Ole i andre grupper kan udfordre eleverne mere og stille supplerende spørgsmål.

Herefter laver grupperne et forsøg med CO₂, hvor de skal undersøge varmeudvikling i to sorte baljer med husholdningsfilm over, hvor den ene balje er tilsat CO₂. Når eleverne har gennemført forsøget og noteret udvikling i temperatur i de to baljer, samler de op i fællesskab. De starter med en fælles diskussion i klassen af, hvorfor den ene balje var varmere end den anden, og Ole bringer diskussionen videre til begrebet atmosfære. Han forklarer, hvad atmosfæren indeholder og beder om elevernes bud på, hvilken betydning atmosfæren har for vores liv på jorden.

Den undersøgelsesbaserede undervisning lægger op til, at eleverne får mere autonomi og indflydelse. Det betyder dog ikke, at læreren får en mindre vigtig rolle i undervisningen. Læreren må hele tiden tage udgangspunkt i elevernes faglige forudsætninger og vurdere, hvad der kan bringe eleverne videre i læreprocessen, og hvordan læreren løbende kan korrigere elevernes hverdagsforestillinger. I det følgende uddybes, hvad vi ved fra forskningen om lærers rolle.

Undervisningen tilpasses elevernes forskellige interesser og forudsætninger

Elever, der undervises i naturfag, vil, som i al anden undervisning, have forskellige forudsætninger, behov og motiver for deltagelse i undervisningen. Noget af det, der kan gøre, at undervisningen opleves som relevant og vedkommende for eleverne, er, når det faglige indhold har en kobling til elevernes hverdag eller interesser. Læreren har derfor en afgørende rolle som den, der tilpasser undervisningen, så den både henvender sig til de elever, der i forvejen er motiverede og har stærke forudsætninger for naturfag, og samtidig formår at fange de elever, der oplever, at naturfagene er svært tilgængelige, eller at det faglige stof er vedkommende.

For nogle elever vil en undersøgelsesbaseret tilgang med en meget aktiv elevrolle passe godt til deres måde at tilegne sig viden. Ifølge forskning kan fx højtbegavede elever trives med en undersøgende tilgang, fordi de kan få lov til at være nysgerige, udfolde usædvanlige idéer og forfølge deres spørgsmål og undren (Trna, 2014). Også elever, der er mindre bogligt orienterede, kan opleve at blive motiverede, når de har mulighed for at arbejde undersøgende (Ellebæk og Østergaard, 2012). Men for nogle elever kan det være svært at tackle en undervisning, hvor spørgsmål og svar er knyttet op på egne undersøgelser og ikke er givet af læreren (Ellebæk og Østergaard, 2012). For andre elever kan manglende tillid til egne faglige evner og negative skoleerfaringer præge deres tilgang til undervisningen og faget, og det må læreren tage med i sin planlægning af undervisningen (Erstad & Klevenberg, 2011), fx ved at være opmærksom på at skabe et læringsmiljø, hvor eleverne trygt kan gå undersøgende til værks.

Hvis du vil vide mere om undervisningsdifferentiering

Du kan bl.a. læse mere om undervisningsdifferentiering i *Viden om undervisningsdifferentiering i grundskolen* (EVA, 2018), som du finder på ww.eva.dk.

Udvalgte centrale pointer er:

- At undervisningen må organiseres, så den tilgodeser elevernes forskelligheder
- At læreren må overveje, hvordan eleverne kan arbejde differentieret med indhold og materialer
- At læreren formulerer mål for læring og følger op med løbende evaluering
- At læringsmiljø og differentiering er tæt forbundne.



Læreren giver eleverne plads

Den undersøgelsesbaserede undervisning lægger op til, at eleverne spiller en mere aktiv rolle, og at læreren i højere grad vejleder og støtter eleverne undervejs. Eleverne skal blandt andet lære at arbejde aktivt med anvendelse af begreber i de faglige diskussioner, ligesom de skal lære at træffe og begrunde beslutninger relateret til deres undersøgelser (Albrechtsen & Qvortrup, 2017).

Der er i forskningen bred enighed om, at når eleverne starter med at arbejde undersøgelsesbaseret, skal læreren være relativt styrende i undervisningen. Men målet er på sigt at overlade en større del af ansvaret for opgaveløsningen til eleverne, efterhånden som eleverne bliver mere erfarne i at være udforskende (Furtak et al., 2012; Albrechtsen & Qvortrup, 2017).

At der både skal være en tydelig struktur i det faglige forløb, og at der skal være plads til elevernes input skal ikke ses som modsætninger, men som to greb, der skal tilpasses den konkrete undervisningssituation (Bjønness & Kolstø, 2015; Dobber, Zwart, Tanis, & Oers, 2017). Det afgørende er, som det tidligere er beskrevet, at læreren løbende finder en balance mellem den åbne og den mere styrede undervisning med udgangspunkt i elevernes faglige formåen og de emner, man skal arbejde med (Munkeby, 2012).

Eleverne skal forstå sammenhængen i faget

Et af de elementer, læreren ifølge forskning bør have særligt i fokus, er at støtte elevernes metarefleksion, dvs. deres refleksion over egen læring og egen læreproces og hermed deres mulighed for at forstå sammenhængen i faget.

En af de centrale udfordringer ved undersøgelsesbaseret undervisning er, at de undersøgende elementer for eleverne kan opleves som løsrevne fra den naturfaglige viden, de har i forvejen (Nielsen, 2017). Det kan derfor være svært for eleverne at mestre stoffet eller bruge det lærte i andre sammenhænge. Eleverne bliver heller ikke nødvendigvis bedre til de naturvidenskabelige arbejdsmetoder, selvom de har gentaget dem i forskellige kontekster. Derfor skal læreren ikke kun støtte eleverne i, *hvordan* en opgave skal løses, men også forklare *hvorfor* den skal udføres på netop den måde. Netop spørgsmålet *hvorfor* er centralt for, at eleverne kan bruge det lærte i andre sammenhænge (Bjønness & Kolstø, 2015; Johansen, 2013).

Hvis eleverne, som i introduktionen til kapitlet, undersøger varmeudvikling i en balje, har læreren en opgave i at koble den konkrete undersøgelse til faglige begreber som *atmosfære*

og perspektivere til jordens klima og forandringer i klimaet, og fx betydningen af at anvende forskellige energikilder. Det giver mulighed for, at eleverne får reflekteret over det, de lærer, forstår den større sammenhæng til de overordnede naturfaglige emner og skaber forbindelser til anden naturfaglig viden.

Dialog stimulerer elevernes refleksion

Når eleverne får en aktiv og udforskende rolle, bliver læreren opgave at støtte og vejlede, så eleverne guides i en hensigtsmæssig retning med deres undersøgelser. Derfor er der brug for andre former for dialog, end når læreren står som hovedformidler af det faglige stof (Ellebæk & Østergaard, 2012). Dialogen, som er central i alle undervisningens faser, ser forskellig ud alt efter, hvor eleverne er i deres arbejdsproces, faglige niveau og forståelse. Dialogen mellem lærer og elever giver desuden læreren et vigtigt indblik i elevernes forståelse af faget og danner på den måde afsæt for, at læreren kan tilpasse undervisningen til elevernes forskellige faglige forudsætninger.

Forskning peger på, at den vigtige dialog mellem lærer og elever foregår løbende igennem undervisningen og har mange forskellige former, som fx vejledning, feedback, fælles evaluering og åbne dialoger om de faglige emner, der er i fokus.

Fire vigtige elementer i konstruktive dialoger

Her stiller vi skarpt på fire vigtige elementer i konstruktive dialoger mellem lærer og elever:

- At stille spørgsmål
- At have udforskende samtaler
- At træne brugen af faglige begreber
- At give feedback.

At stille spørgsmål

Når læreren stiller spørgsmål til eleverne, kan læreren både danne sig et tydeligt billede af elevernes faglige forståelse og samtidig sætte gang i deres aktive deltagelse. Formår læreren at stille inviterende og åbne spørgsmål, kan det være med til at guide eleverne i deres arbejde.

Når læreren Ole i starten af kapitlet går rundt mellem grupperne og spørger ind til elevernes viden om CO₂, er han med til at invitere til, at elevernes viden og forforståelser kommer i spil og på den måde skabe et fælles grundlag for videre diskussioner. De inviterende og åbne spørgsmål kan også stilles undervejs i en arbejdsproces som løbende støtte til elevernes egen faglige refleksion (Ellebæk & Østergaard, 2012).

At have udforskende samtaler

At stille gode spørgsmål kan være starten på det, som kaldes udforskende samtaler, hvor lærer og elever sammen kan undre sig og udforske et emne gennem samtale. Flere studier peger på, at udforskende samtaler er en måde at understøtte elevernes refleksion (Munkeby, 2012; Kolstø, Bjønness, Klevenberg, & Mestad, 2011).

Udforskende samtaler giver læreren indblik i elevernes tænkning og fremmer elevernes bevidsthed om, at denne form for undervisning kan kræve et andet syn på faget og deres egen læring, end de er vant til (Kolstø, Bjønness, Klevenberg, & Mestad, 2011).

Sådan bliver samtalen udforskende

Læreren kan tale med eleverne ud fra følgende struktur:

- Åbnings spørgsmål, fx "hvad finder I ud af?"
- Opfølgningsspørgsmål, fx "hvad mener I, det kan skyldes?"
- Indgående spørgsmål, fx "hvorfors det, hvordan kan I forklare det?"
- Tavshed, så man giver eleverne plads til at reflektere
- Fortolkende spørgsmål fx "kan der være andre forklaringer, hvordan kan det hænge sammen?"

I en udforskende samtale kan læreren fx opsøge eleverne og spørge ind til deres fund og arbejdsproces og til den måde, de fagligt argumenterer for deres analyser. Det kræver både tid, og at læreren er interesseret i og åben over for eleveres faglige bidrag.

Kilder: Kolstø, Bjønness, Klevenberg & Mestad, 2011; Munkeby, 2012.

At træne brugen af faglige begreber

Færdigheder i de naturfaglige arbejdsmetoder er i høj grad påvirkede af forståelse for teorier og begreber (Øyehaug & Holt, 2013). En del af lærerenes opgave er derfor at hjælpe eleverne til at sætte ord på deres faglige læring og derefter koble til et fagligt sprog- og begrebsbrug (Johansson, 2012; Lysne & Hoveid, 2013). Dvs. at læreren skal hjælpe eleverne til både at kende til fagsproget, dvs. den særlige måde man taler i faget, og til fagbegreber, dvs. betydningen af de fagspecifikke ord, som anvendes i fagene.

For nogle elever kan det være mere tilgængeligt at bruge hverdagsproget i det undersøgende arbejde. Det kan være et godt udgangspunkt, men det er afgørende, at elevernes hverdags-sprog udvikler sig til naturfagligt sprog, hvor de lærer den sproglige genre at kende og forstår at bruge fagets begreber. Det er nemlig koblingen mellem erfaring og naturvidenskabeligt sprog og begreber, der gør det lærte anvendeligt i andre naturfaglige sammenhænge.

Lærerenes opgave er at anerkende elevernes brug af hverdags-sprog og derefter træne eleverne i at udvikle et fagsprog, der kan støtte deres tænkning (Lysne & Hoveid, 2013). Eksempelvis viser et studie, at eleverne i starten af forløbet taler om et materiale som "blødt", hvorefter læreren i dialogen understøtter og udvikler elevernes forståelse og sprogbrug ved at vise, hvordan man kan klassificere følelsen af et materiale. Ved at tale om hårdhed som overordnet kategori, hvor der kan være grader af hårdhed fra fx "meget lidt hårdt" til "meget hårdt", kan eleverne begynde at arbejde med kategoriseringer. På den måde løftes eleverne fra hverdagsproget, hvor de ting, de undersøger, er enten bløde eller hårde, til med læreren hjælp systematisk at kunne beskrive et materiale inden for en skala (egenskaber ved et stof) (Johansson, 2012). På samme måde øver læreren Ole i starten af kapitlet de faglige begreber med eleverne, når de går fra at tale i hverdagsprog om, at noget holder på varmen til at bruge det faglige begreb *atmosfære*.

At give feedback

Feedback kan både handle om at vejlede eleverne til næste skridt i deres arbejdsproces og om at samle op på, hvordan eleverne har løst opgaven. Det kaldes henholdsvis formativ og summativ feedback.

Forskning anbefaler at øge brugen af formativ feedback i forhold til at styrke elevernes refleksion over det lærte både på kort og lang sigt (Nielsen, 2017).

Forskning peger også på, at den summative feedback er vigtig, for at læreren kan følge med i elevernes faglige formåen, men at fokus må være på både de faglige kompetencer og de mere generelle kompetencer, der arbejdes med i den undersøgelses-baserede naturfagsundervisning (Nielsen, 2017; Albrechtsen og Qvortrup, 2017).

Didaktisk bredde og faglig ballast

Når læreren har forskellige didaktiske greb til at organisere undervisningen og støtte eleverne der, hvor de er, og samtidig har en dybdegående viden om det faglige stof, bliver det muligt at bevæge sig mere frit rundt i emner og lade elevernes idéer få indflydelse på undervisningen (Alake-Tuenter, Biemans, Tobi, Wals, Oosterheert, & Mulder, 2012).

For lærere, der har været vant til en anden undervisningspraksis, kan det kræve tid og tilvænning at finde sig til rette i en rolle, hvor de skal facilitere elevernes undersøgelser og indgå i udforskende dialoger (Munkebye, 2012). For nogle lærere kan det være uvant og betyde, at de oplever at skulle opgive noget af kontrollen med deres undervisning. Samtidig vil det stille nye krav til undervisningens struktur, indhold og organisering.

Forskning peger på, at åben dialog med eleverne om arbejdsformen og sparring med kollegaerne kan være vigtige elementer i at opøve kompetencer i at undervise undersøgelser baseret:

- *Åben dialog om arbejdsformen:* Det er vigtigt at tale åbent med eleverne om den anderledes form, undervisningen tager, og om hvordan både lærer og elevs roller ændrer sig i den undersøgelsesbaserede undervisning (Dobber et al., 2017).
- *Faglig sparring:* Lærere kan med fordel bruge hinanden i faglige fællesskaber, hvor faglige overvejelser og didaktiske valg kan drøftes, og hvor der samtidig kan drages fordel af fælles organisering af den undersøgelsesbaserede undervisning (Albrechtsen og Qvortrup, 2017).

Hvad skal læreren gøre

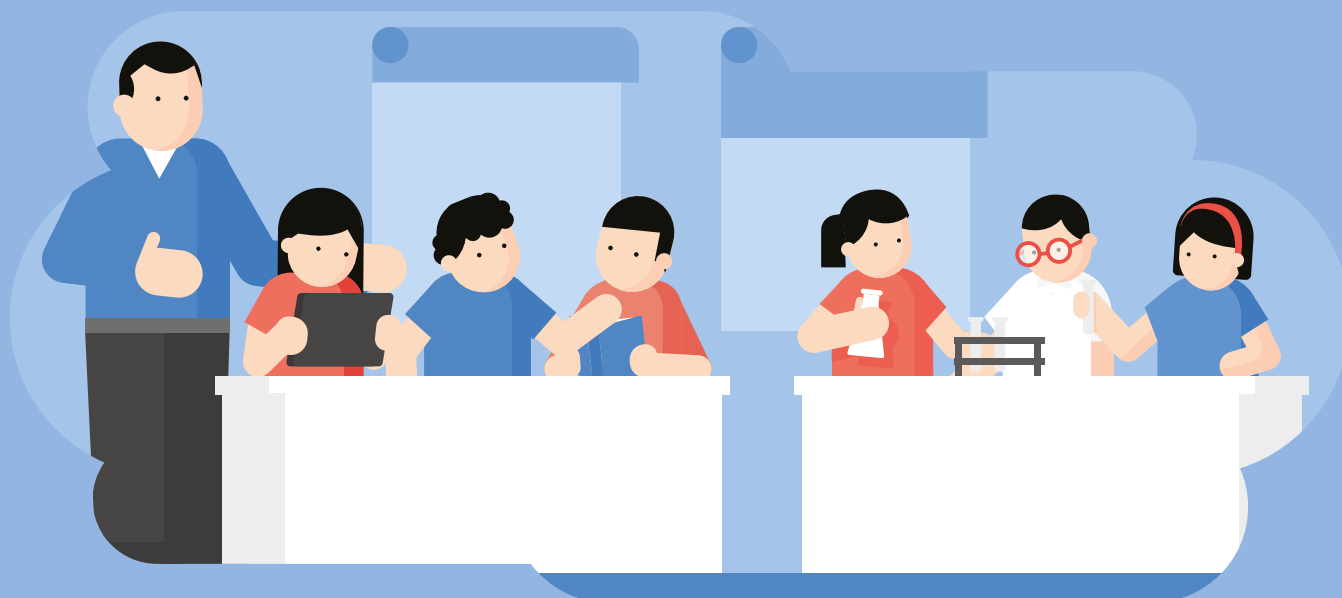
Når læreren faciliterer elevernes arbejde, er det især vigtigt, at læreren:

- Undersøger elevernes faglige og personlige forudsætninger og tager udgangspunkt heri, når undervisningen tilpasses elevgruppen, så alle elever kan få en aktiv, undersøgende og reflekterende rolle i undervisningen
- Trækker tråde mellem forskellige begreber og faglige områder for at give eleverne en forståelse af det naturvidenskabelige område på tværs af emner og fag
- Stimulerer elevernes refleksion gennem en konstruktiv dialog baseret på åbne spørgsmål, feedback og fokus på at træne fagsprog og faglige begreber.

LÆRINGSMILJØETS BETYDNING

Der skal være plads til, at eleverne tør prøve sig frem

Interaktionen i klasserummet er afgørende for, at undersøgelsesbaseret undervisning fungerer. Læreren må skabe et læringsmiljø, hvor eleverne får gode muligheder for at samarbejde og tør prøve sig frem i alle undervisningens faser.



1. klasse sidder ude på græsset og taler om de blade, de har samlet i dag. Klassen er startet op på et forløb i Natur/teknologi, hvor de skal undersøge, hvad der kendetegner vejret og naturen i de fire forskellige årstider. Det er efterår, og de er rykket udenfor for at iagttage, hvordan naturområdet ved siden af skolen har ændret sig siden i sommer. Læreren Mette beder eleverne lægge deres blade på græsset, så de kan se alle de forskellige farver og former, bladene har. Pludselig udbryder Robert: "Det er da egentlig mærkeligt, at bladene skifter farve om efteråret." "Ja," siger Mette, "hvad mon der sker? Hvad tror du, Robert?" "Det må være noget med varmen. Det bliver jo koldere om efteråret," siger Robert spørgende. "Ja. Har I andre idéer til, hvad det handler om? Hvorfor mon bladene skifter farve?" spørger Mette. "Hvad med lyset?" foreslår Elvira, "det bliver mørkere. Måske er det derfor, bladene også bliver mørkere?" Mette siger, at det er nogle gode bud, de har, og at hun er glad for, at de kommer med mange forskellige gætt. De aftaler at undersøge det nærmere og lave en planche, der illustrerer bladenes forvandling.

Hvis eleverne skal udvikle sig fagligt og trives med at arbejde undersøgende, må læringsmiljøet støtte op om det. I det følgende beskrives, hvad vi ved fra forskning om læringsmiljøets betydning for den undersøgelserbaserede naturfagsundervisning, og hvordan man som lærer kan være med til at etablere et læringsmiljø, der understøtter den undersøgende tilgang.

Eleverne må lære at udforske

Når eleverne deltager i undersøgelserbaseret naturfagsundervisning, skal de lære at mestre det at udforske. Det er en proces, som løber gennem hele grundskolen og udvikler sig, jo mere erfaring eleverne bliver med arbejdsformen. At være udforskende fordrer både, at eleverne kan bringe deres viden i spil, har mod på at prøve sig frem og kan diskutere med hinanden i respekt for forskellige opfattelser. Er klassen i gang med et forløb om årstiderne, som i starten af kapitlet, er det fx vigtigt, at eleverne engagerer sig i at give deres bud på, hvorfor bladene visner om efteråret, uden at de oplever det som ubehageligt at begå fejl eller komme med forkerte svar. Der må med andre ord være tryk til at gå eksperimenterende til værks og til at fejle undervejs. Når eleverne er trygge i den undersøgende undervisning og taler med om et emne, betyder det ikke kun, at de får mulighed for at bidrage. Det betyder også, at læreren kan bruge elevernes for forståelse som afsæt for den støtte, differentiering og feedback, læreren sætter ind med i det undersøgende arbejde.

Tre ting, læreren kan gøre for at gøre eleverne trygge

For mange elever vil det at være udforskende være en ny måde at arbejde på. Og hvis eleverne ikke er særlig erfarne i at arbejde undersøgelserbaseret, peger forskning på, at det kan være svært for dem at løsrive sig fra deres sædvanlige måder at gå til undervisning og opgaveløsning på (Erstad & Klevenberg, 2011). Det kan fx vise sig ved, at eleverne har svært ved at skulle prøve sig frem og begå fejl og hellere vil have det faglige indhold fremlagt af læreren. Som lærer har man derfor en opgave i at hjælpe eleverne til at blive udforskende og derigennem lære faget. Det vil sige, at læreren både skal gøre det tydeligt for eleverne, hvordan de skal gå til de faglige opgaver, hvad den konkrete opgave skal føre til, og hvordan eleverne kan løse opgaven i samarbejde med andre elever (Albrechtsen & Qvortrup, 2017). Det er i den forbindelse særligt vigtigt, at læreren er opmærksom på, at:

- Udforskende undervisning har afsæt i et trygt læringsmiljø
- Gruppearbejdet skal rammesættes
- Øvelse gør mester i de faglige diskussioner.

Udforskende undervisning har afsæt i et trygt læringsmiljø

Den interaktion, der foregår i klasserummet, har stor betydning for den undersøgelserbaserede naturfagsundervisning (Dobber et.al., 2017). Hvis klasserummet er et trygt læringsmiljø, hvor der er plads til at tale sammen, prøve sig frem og begå fejl, skaber læreren et afsæt for, at eleverne kan lære at være udforskende. Og det er vigtigt, at lærerne bliver ved med at opfordre eleverne til at være undersøgende og agere som forskere (Dobber et.al., 2017). På den måde understøtter læreren, at eleverne kan få positive erfaringer med at mestre den nye arbejdsform (Albrechtsen & Qvortrup, 2017).

Samtidig må læreren fastholde elevernes engagement ved at finde den rigtige balance mellem at udfordre eleverne og samtidig ikke udfordre så meget, at det fagligt bliver for svært tilgængeligt for eleverne. Eleverne motiveres, når læreren netop formår at imødekomme deres forskellige forudsætninger.

Gruppearbejdet skal rammesættes

Undersøgelser baseret på arbejde foregår ofte i grupper. Det betyder, at eleverne skal kunne samarbejde godt med deres klassekammerater om et undersøgelsesbaseret forløb. Her er det vigtigt, at eleverne ikke bare lærer igennem læreren, dvs. at de kun forholder sig til det, læreren siger, eller følger en bestemt fremgangsmåde uden selv at reflektere over den. Eleverne skal derimod udvikle kompetencerne til at lykkes med deres gruppearbejde, så de kan lære af hinanden i gruppen (Johansen, 2013). Det kan både handle om, hvordan man i fællesskab kan reflektere og sammen nå til faglige forklaringer og om konstruktive måder at bruge hinandens forskelligheder på. Et studie peger fx på, at det kan være godt at sammensætte heterogene grupper, hvor eleverne får mulighed for at øve sig i at bruge hinandens forskellige kompetencer til at arbejde med opgaverne. Særligt for elever, der kan have vanskeligt ved at løse de faglige opgaver, peger forskning på, at de i højere grad tør at spørge om hjælp, hvis de arbejder sammen i en gruppe, end hvis de sidder alene med en opgave (McGrath & Hughes, 2018).

Øvelse gør mester i de faglige diskussioner

Det at være uenig med sine klassekammerater og diskutere forskellige faglige positioner eller forståelser kan være en uvant situation for eleverne. At kunne argumentere og give konstruktiv feedback til hinanden i klassen er kompetencer, der skal læres og øves. Forskning peger på, at netop de forskellige faglige forståelser, som skaber reelle faglige diskussioner mellem eleverne, er noget, som gør stort indtryk på dem (Erstad & Klevenberg, 2011).

For at hjælpe eleverne på vej i de faglige i diskussioner og i deres feedback til hinanden kan læreren opstille tydelige rammer for elevernes arbejde, fx ved at have nogle skabeloner eller faste spørgsmål, som eleverne kan tage udgangspunkt i, hvis de skal give hinanden mundtlig eller skriftlig feedback. Med tiden vil eleverne blive så øvede, at de kan løsrive sig fra de faste fremgangsmåder og selv mestre den faglige tilbagemelding (Erstad & Klevenberg, 2011).

Hvad skal læreren gøre?

I den undersøgelsesbaserede undervisning er det især vigtigt, at læreren:

- Skaber tryghed omkring arbejdsformen. Det kræver et positivt læringsmiljø med plads til at undre sig og begå fejl.
- Rammesætter gruppearbejdet. Det vil sige, at læreren sammensætter grupper, alt efter om det skal være homogene eller heterogene grupper, og tydeliggør den opgave grupperne skal løse.
- Øver de faglige diskussioner, så eleverne træner at argumentere fagligt og øver sig i at give hinanden konstruktiv feedback

Forslag til videre læsning

Vil du læse mere, anbefaler vi følgende udgivelser om undersøgelsesbaseret undervisning

Harlen, W. (2011). Udvikling og evaluering af undersøgelsesbaseret undervisning. *MONA - Matematik- Og Naturfagsdidaktik*, (3). Lokaliseret 8.12.20 på <https://tidsskrift.dk/mona/article/view/36100>

Harlen, W., Guldager, I. & Auning, C. (2012). Inquiry i naturfagsundervisningen. Thea Fibonacci Project.

Krogh, L. B., & Andersen, H. M. (2016). Fagdidaktik i naturfag. Frydenlund.

Litteraturliste

Litteratur, som vidensnotatet bygger på

Alake-Tuenter, E., Biemans, H., Tobi, H., Wals, A., Oosterheert, I., & Mulder, M. (2012). Inquiry-Based Science Education Competencies of Primary School Teachers: A literature study and critical review of the American National Science Education Standards. *International Journal of Science Education*, 34, 2609–2640. <https://doi.org/10.1080/09500693.2012.669076>

Albrechtsen, T. R. S., & Qvortrup, A. (2017). *Undersøgelsesbaseret undervisning: et review over nyere forskningslitteratur fra et almenlærdidaktisk perspektiv*. Lokaliseret 7.10.20 på <https://laeremiddel.dk/viden-og-vaerktoejer/rapporter/undersoegelsesbaseret-undervisning/>

Andrée, M., & Lager-Nyqvist, L. (2012). “What do you know about fat?” Drawing on Diverse Funds of Knowledge in Inquiry Based Science Education. *NorDiNa*, 178, 178–193. <https://doi.org/10.5617/nordina.526>

Bjønness, B., & Kolstø, S. D. (2015). Scaffolding open inquiry: How a teacher provides students with structure and space. *Nordina: Nordic studies in science education 2015*, 11(3):223-237 <https://bora.uib.no/handle/1956/11767>

Bjønness, B., Johansen, G. & Byhring, A. K. (2011). Lærerens rolle ved utforskende arbeidsmåter. I: Kolstø, S. D. & Knain E. (Red.), *Elever som forskere i naturfag*. Oslo: Universitetsforlag.

Bungum, B. (2013). Making it work: How students can experience authentic science inquiry in design and technology projects. I: Hoveid, M. H. & Gray, P. (Red), *Inquiry in science education and science teacher education: research on teaching and learning through inquiry based approaches in science (teacher) education*. Trondheim: Akademika Forlag.

Dobber, M., Zwart, R., Tanis, M., & Oers, B. (2017). Literature review: The role of the teacher in inquiry-based education. *Educational Research Review*, 22. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2017.09.002>

Ellebæk, J. J., & Østergaard, L. D. (2012). Inquiry Based Science Education og den sociokulturelt forankrede dialog i naturfagsundervisningen. *NorDiNa*, 8(2), 162-177.

Erstad, O. & Klevenberg, B. (2011). Kunnskapsbygging, teknologi og utforskende arbeidsmåter. I: Kolstø, S. D. & Knain E. (Red.), *Elever som forskere i naturfag*. Oslo: Universitetsforlag.

Furtak, E., Seidel, T., Iversen, H., & Briggs, D. (2012). Experimental and Quasi-Experimental Studies of Inquiry-Based Science Teaching: A Meta-Analysis. *Review of Educational Research*, 82, 300–329. <https://doi.org/10.3102/0034654312457206>

Johansen, G. (2013). ‘Science for all’: A mission impossible? : a multimodal discourse analysis of practical work and inquiry in Norwegian upper secondary school. I 350. Norwegian University of Life Sciences, Ås. <https://nmbu.brage.unit.no/nmbu-xmlui/handle/11250/2497579>

- Johansson, A.-M. (2012).** *Undersökande arbetssätt i NO-undervisningen i grundskolans tidigare årskurser.* Institutionen för matematikämnet och naturvetenskapsämnenas didaktik, Stockholms universitet. Lokaliseret 12.10.20 på: <http://urn.kb.se/resolve?urn=urn:nbn:se:su:diva-78835> urn:nbn:se:su:diva-78835
- Knain, E., Bjønness, B. & Kolstø, S. D. (2011).** Rammer og støttestrukturer i utforskende arbeidsmåter. I: Kolstø, S. D. & Knain E. (Red.), *Elever som forskere i naturfag.* Oslo: Universitetsforlag.
- Kolstø, Stein Dankert & Knain, Erik (2011).** Hvordan lykkes med utforskende arbeidsmåter. I: Kolstø, S. D. & Knain E. (Red.), *Elever som forskere i naturfag.* Oslo: Universitetsforlag.
- Kolstø, S. D., Bjønness, B., Klevenberg, B. & Mestad, I. (2011).** Vurdering ved bruk av utforskende arbeidsmåter. I: Kolstø, S. D. & Knain E. (Red.), *Elever som forskere i naturfag.* Oslo: Universitetsforlag.
- Lazonder, A. W., & Harmsen, R. (2016).** Meta-Analysis of Inquiry-Based Learning: Effects of Guidance. *Review of Educational Research*, 86(3), 681-718. <https://doi.org/10.3102/0034654315627366>
- Löfgren, R., Schoultz, J., Hultman, G., & Björklund, L. (2013).** Exploratory talk in science education: Inquiry-based learning and communicative approach in primary school. *Journal of Baltic Science Education*, 12, 482–496.
- Lunde, T., Rundgren, C.-J., & Chang Rundgren, S.-N. (2015).** När läroplan och tradition möts – hur högstadielärare bemöter yttre förväntningar på undersökande arbete i naturämnesundervisningen. *Nordic Studies in Science Education*, 11, 88-101. <https://doi.org/10.5617/nordina.783>
- Lysne, D.A., & Hoveid, H. A (2013).** Practical approach in technology and design in a school for all. I: Hoveid, M. H. & Gray, P. (Red.), *Inquiry in science education and science teacher education: research on teaching and learning through inquiry based approaches in science (teacher) education.* Trondheim: Akademika Forlag.
- McGrath, A. L., & Hughes, M. T. (2018).** Students With Learning Disabilities in Inquiry-Based Science Classrooms: A Cross-Case Analysis. *Learning Disability Quarterly*, 41(3), 131–143. <https://doi.org/10.1177/0731948717736007>
- Mestad, I., Knain, E. & Kolstø, S. D. (2011).** Begrepslæring gjennom snakk og skrivning. I: Kolstø, S. D. & Knain E. (Red.), *Elever som forskere i naturfag.* Oslo: Universitetsforlag.
- Minner, D., Levy, A., & Century, J. (2010).** Inquiry-based science instruction—What is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching*, 47, 474–496. <https://doi.org/10.1002/tea.20347>
- Munkebye, Eli. (2012).** *Dialog for læring : den utforskende naturfaglige samtalen i uteskole.* Det utdanningsvitenskapelige fakultet, Universitetet i Oslo.
- Nielsen, J. A. (red.) (2017).** *Litteraturstudium til arbeidet med en national naturvidenskapsstrategi.* København: Institut for Naturfagenes Didaktik, Københavns Universitet.
- Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L. A., de Jong, T., van Riesen, S. A. N., Kamp, E. T., Manoli, C. C., Zacharia, Z. C., & Tsourlidaki, E. (2015).** Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational Research Review*, 14, 47–61. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.02.003>
- Slavin, R. E., Lake, C., Hanley, P., & Thurston, A. (2014).** Experimental evaluations of elementary science programs: A best-evidence synthesis. *Journal of Research in Science Teaching*, 51(7), 870–901. <https://doi.org/10.1002/tea.21139>
- Slavin, R. E., Lake, C., Hanley, P., & Thurston, A. (2012).** Effective Programs for Elementary Science: A Best-Evidence Synthesis. I *Center for Research and Reform in Education.* Center for Research and Reform in Education.
- Taylor, J., Therrien, W., Kaldenberg, E., Watt, S., Chanlen, N., & Hand, B. (2013).** Using An Inquiry-based Teaching Approach to Improve Science Outcomes for Students with Disabilities: Snapshot and Longitudinal Data. *Journal of Science Education for Students with Disabilities*, 15(1). <https://doi.org/10.14448/jesed.04.0003>
- Trna, J. (2014).** IBSE and Gifted Students. *Science Education International* 2077-2327, 25, 19–28.
- Walan, S. (2016).** *From doing to learning inquiry- and context-based science education in primary school.* Fakulteten för hälsa, natur- och teknikvetenskap, Biologi, Karlstads universitet.
- Walan, S., McEwen, B., & Gericke, N. (2015).** Enhancing primary science: An exploration of teachers' own ideas of solutions to challenges in inquiry- and context-based teaching. *Education 3-13*, 44. <https://doi.org/10.1080/03004279.2015.1092456>
- Ødegaard, M., Haug, B., Mork, S., & Sørvik, G. O. (2015).** Budding Science and Literacy. A Classroom Video Study of the Challenges and Support in an Integrated Inquiry and Literacy Teaching Model. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 167, 274–278. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.12.674>
- Ødegaard, M., Haug, B., Mork, S. M., & Sørvik, G. O. (2014).** Challenges and Support When Teaching Science Through an Integrated Inquiry and Literacy Approach. *International Journal of Science Education*, 36(18), 2997–3020. <https://doi.org/10.1080/09500693.2014.942719>

Øyehaug, A. B., & Holt, A. (2013). Sammenhengen mellom naturvitenskapelig produkt og prosess—En studie av dialoger fra utforskende arbeid i naturfag relatert til stoffer og stoffers endringer. *Nordic Studies in Science Education*, 9(1), 33–49. <https://doi.org/10.5617/nordina.625>

Øyehaug A. B. (2014). Små forskere lærer naturfag : en longitudinell studie av 10-13 åringers naturfagkompetanse i en utforskende kontekst. . Institutt for lærerutdanning og skoleforskning, Det utdanningsvitenskapelige fakultet, Universitetet i Oslo.

Anden litteratur

Bybee, R.W., Taylor, J.A., Gardner, A., Van Scotter, P., Powell, J.C., Westbrook, A. & Landes, N. (2006). The BSCS 5E instructional model: Origins and effectiveness. Colorado Springs: BSCS.

EVA (2018). *Viden om undervisningsdifferentiering*. Lokaliseret 9.11.20 på <https://www.eva.dk/viden-om-undervisnings-differentiering>

Kruse, S. (2013). Hvor effektive er undersøgelser baserede strategier i naturfagsundervisningen? *MONA - Matematik- Og Naturfagsdidaktik*, (2). Lokaliseret 12.10.20 på <https://tidsskrift.dk/mona/article/view/36033>

Michelsen, C. (2011). IBSME – inquiry-based science and mathematics education. *MONA - Matematik- Og Naturfagsdidaktik*, (3). Lokaliseret 9.11 på <https://tidsskrift.dk/mona/article/view/36101>

Nielsen, J.A. (2014). Baggrunden for et kompendie om IBSE. I: Frisdahl, K. (Red.) (2014). *Kompendium: Inquiry Based Science Education – IBSE, Termer, metoder, tankegange og erfaringer*. Institut for Naturfagenes Didaktik, Københavns Universitet, Danmark. Lokaliseret 9.11.20 på: https://www.ind.ku.dk/publikationer/inds_skriftserie/2014-36/Kompendie-IBSE_ny_web2.pdf

Østergaard, L., Sillasen, M., Hagelskjær, J., & Bavnhøj, H. (2010). Inquiry-based science education – har naturfagsundervisningen i Danmark brug for det? I: *MONA - Matematik- Og Naturfagsdidaktik*, (4). Lokaliseret 9.11.20 på <https://tidsskrift.dk/mona/article/view/36140>

Find hele materialet på:
www.eva.dk/viden-om
www.emu.dk

Denne publikation formidler i kort form viden om **Undersøgelserbaseret undervisning i naturfag i grundskolen**. Vi har valgt at kalde publikationen et vidensnotat.

Vidensnotatets formål er at gøre den aktuelle og mest relevante forskning tilgængelig for praktikere. Viden er vigtig, når man vil udvikle og forbedre uddannelse og undervisning. Men viden udvikler ikke i sig selv praksis. Viden fra litteraturen skal oversættes og omsættes for at give mening.

Det kræver først og fremmest en kultur på skolen, som gør det vigtigt og legitimt at opsøge viden – fra litteraturen, fra kolleger og fra egen praksis. Det kræver desuden en kultur, hvor de professionelle egne erfaringer og faglighed bringes i spil, og hvor det er betydningsfuldt løbende at undersøge og afprøve nye vidensbaserede praksisformer. Først da bliver de fund fra litteraturen, som fx præsenteres her i vidensnotatet, et aktiv i forhold til at skabe stærke uddannelsesinstitutioner og professionel pædagogisk praksis af høj kvalitet.