

Fagdidaktiske perspektiver på formativ evaluering og faglig udvikling i forskellige fagområder

Artikler skrevet på basis af indlæg på
symposium for
Sammenlignende Fagdidaktik nr. 7,
november 2021

Redigeret af Torben Spanget Christensen, Peter Hobel, Martin Niss & Helle Rørbech

Udgivet af Afdeling for fagdidaktik ved DPU, Aarhus Universitet; IMFUFA, Institut for Naturvidenskab og Miljø, RUC og Forskningsprogrammet Almendidaktik og Fagdidaktik, Institut for Kulturvidenskaber, SDU

Indholdsfortegnelse:

Indledning	1-10
<i>Torben Spanget Christensen, Peter Hobel, Martin Niss og Helle Rørbech</i>	
Hovedartikler:	
Higher order thinking in social science education – an empirical study with classroom observations from Denmark and Norway	11-36
<i>Anders Stig Christensen og Nora E. H. Mathé</i>	
Om formativ evaluering af matematiske kompetencer	37-56
<i>Tomas Højgaard og Mogens Niss</i>	
Et internationalt STM-perspektiv på evaluering	57-76
<i>Jens Dolin, Jesper Bruun og Jan Alexis Nielsen</i>	
Elevers tidlige skriveudvikling – en tekstorienteret model med potentialer for differentieret skriveundervisning	77-112
<i>Kristine Kabel, Jeppe Bundsgaard og Jesper Bremholm</i>	
Responsartikler:	
Higher order-tænkning og samtale – Respons til Anders Stig Christensens & Nora Mathés artikel “Higher order thinking in social science education – an empirical study with classroom observations from Denmark and Norway” .	113-124
<i>Marie Louise Molbæk</i>	
Højere ordens-tænkning i samfundsfag anskuet i et elevperspektiv – Respons til Anders Stig Christensens & Nora Mathés artikel “Higher order thinking in social science education – an empirical study with classroom observations from Denmark and Norway”	125-136
<i>Vibeke Christensen</i>	
Formative og summativ evaluering af matematiske kompetencer set ud fra SOLO-taksonomien	137-156
<i>Bettina Dahl</i>	
Formativ evaluering gør matematik (kultur)relevant for eleven – en kommentar til Højgaard og Niss’ artikel	157-170
<i>Bjørn Friis Johannsen</i>	
Didaktisk evaluering – Perspektiver på udvikling af en meningsfuld, evalueringsinformeret undervisningspraksis	171-186
<i>Mikkel Stovgaard</i>	

Kompetenceudviklende dybdelæring gennem design og evaluering af praktisk arbejde i geografi på læreruddannelsen 187-210
Jesper Heidemann Langhoff

Skriveudvikling, skriveridentitet og ekspansion. Respons til Kabel, Bundsgaard og Bremholm: "Elevens tidlige skriveudvikling" 211-226
Søren Nygaard Drejer

Afsluttende kommentar til symposiet:

Generelle og sammenlignende fagdidaktiske perspektiver på formativ evaluering 227-242
Martin Niss

Kompetenceudviklende dybdelæring gennem design og evaluering af praktisk arbejde i geografi på læreruddannelsen

Af: Jesper Heidemann Langhoff, Københavns Professionshøjskole, Danmark¹

Skolens bundne fælles prøve i naturfagene efter 9. klasse er udfordret af, at lærerne har svært ved at evaluere elevernes fire naturfaglige kompetencer, og at eleverne mestrer kompetencer på et overvejende overfladisk niveau og har svært ved at designe og gennemføre egne undersøgelser. Denne artikel sætter fokus på mulighederne for kompetenceudviklende dybdelæring gennem design og evaluering af praktisk arbejde i geografi på læreruddannelsen. De foreløbige resultater fra et treårigt aktionsstudie indikerer, at studerendes design, afprøvning og evaluering af egne undervisningsforløb og -aktiviteter med praktisk arbejde åbner op for kompetenceudviklende dybdelæring, lærerfaglig selvstændighed og en evalueringspraksis for undersøgende og praktisk arbejde. Men også at læringsudbyttet af problembaserede undervisningsforløb er størst, når de vekselvirker med andre undervisningsforløb, hvor færdigheder og naturvidenskabelige metoder introduceres og trænes. Endeligt kan genstandsfeltet genbesøgt, hvor eksempelvis samme lokalitet besøges mere end en gang, motivere dybdelæring, når ny læring opnået siden sidste besøg kommer i spil.

Indledning

Evaluering af den første periodes implementering af skolens bundne *Fælles prøve i fysik/kemi, biologi og geografi* efter 9. klasse vidner om, at problembaseret undervisning (PBU) motiverer eleverne positivt, og lærerne er positive overfor Børne- og Undervisningsministeriets (BUVM) intentioner bag den fælles prøve og udskolingens fællesfaglige forløb, der skal bidrage til en styrket naturfaglig kultur med øget motivation og interesse for naturvidenskab hos eleverne og i forlængelse en øget søgning mod de naturvidenskabelige fag i gymnasiet. Imidlertid viser evalueringen også, at det er svært at indfri de faglige og pædagogiske mål i praksis (BUVM, 2020, s. 5, 47-48). Særligt gør det sig gældende, at lærerne mangler kompetencer til at evaluere elevernes fire naturfaglige kompetencer, dvs. undersøgelses-, modellerings-, kommunikations- og perspektiveringskompetencen (BUVM, 2020, s. 47-48, 50); og særligt gør det sig gældende, at eleverne: "[...] mestrer kompetencerne i varierende grad og på et overvejende *overfladisk niveau*" (BUVM, 2020, s. 48, min kursivering), og at elevernes "[...] evne til selvstændigt at designe og gennemføre undersøgelser under [den fælles prøve i naturfagene] kun [opleves] i begrænset grad, ligesom eleverne har svært ved at konkludere på undersøgelser, de ikke har forberedt hjemmefra, men som laves undervejs i prøven" (BUVM, 2020, s. 48).

¹ Der henvises til denne artikel på følgende måde: Langhoff, J.H. (2023). Kompetenceudviklende dybdelæring gennem design og evaluering af praktisk arbejde i geografi på læreruddannelsen. I Christensen, T.S.; Hobel, P.; Niss, M. og Rørbeck, H. (red.). *Sammenlignende Fagdidaktik 7*, side 187-210. <https://tidsskrift.dk/sammenlignendefagdidaktik>

Alignment mellem undervisningens læringsmål, den anvendte pædagogik og den anvendte evaluering (Dolin, 2014, 2016) er med andre ord udfordret. Der er derfor behov for en opkvalificering af naturfagslærernes kompetencer og evalueringspraksis i folkeskolen, og en tilsvarende dobbeltdidaktiske praksisⁱ i naturfagsundervisningen på landets læreruddannelser, for at sikre en naturfagsundervisning i folkeskolen, som motiverer elevernes udvikling af de fire naturfaglige kompetencer frem mod den fælles prøve i de tre naturfag efter 9. klasse.

Med baggrund i et treårigt aktionsstudie i egen praksis i geografi på læreruddannelsen, vil jeg i denne artikel sammenfatte de foreløbige resultater, som relaterer sig til forskningsspørgsmålet: Hvordan kan man motivere *kompetenceudviklende dybdelæring* og en *formativ evalueringspraksis* hos lærerstuderende i geografi gennem praktisk arbejde i faget og lærerstuderendes design, afprøvning og evaluering af egne undersøgelser?

I artiklen motiveres indledningsvist teori for læring gennem praktisk arbejde i naturfagene i skolen, og dernæst en didaktik for dybdelæring gennem feltarbejde i skolen. Herefter følger metode med forskningsdesign og designprincipper for kompetenceudviklende dybdelæring gennem design og evaluering af praktisk arbejde i geografi på læreruddannelsen. Derpå en analyse af to forløb, og til sidst en samlet diskussion og konklusion.

Undersøgelseskompetencen danner i artiklen grundlag for design af praktisk arbejde, herunder andet empiribaseret arbejde, laboratoriearbejde og særligt *feltarbejde*, og artiklen forholder sig derfor primært til denne kompetence; men det skal ikke ses som et udtryk for, at de øvrige tre kompetencer vægtes mindre eller de samlede fire ikke understøtter hinanden. Artiklen forholder sig desuden til Jens Dolin, Jesper Bruun og Jan Alexis Niensens artikel ”Et internationalt STM-perspektiv på evaluering” i dette nummer (herefter Dolin et al., 2023), og særligt de anbefalinger, der dels vedrører en entydig ændring af naturfagernes praksis fra en mere traditionel lærerstyret naturfagsundervisning til PBU i form af IBSE (Inquiry Based Science Education), og dels omhandler evaluering af aktiviteter rettet mod delmål og mål for længerevarende undervisningsforløb. Artiklen af Dolin et al. (2023) er en del af EU-projektet ASSIST-ME, der ligesom BUVM søger en styrket naturfaglig og naturvidenskabelig kultur, der kan understøtte uddannelseskæden indenfor naturfagene i Danmark og resten af Europa.

Teori

Læring gennem praktisk arbejde i naturfagene i skolen

ASSIST-ME's anbefalinger om en ændring af naturfagernes praksis (Dolin et al., 2023; Dolin & Evans, 2018), der forlader en traditionel lærerstyret naturfaglig pensumstænkning (benævnt *deduktiv*ⁱⁱ) til fordel for en kompetenceundervisning båret af viden og færdigheder i form af IBSE (benævnt *induktiv*), er ikke nye, hverken i en dansk eller international sammenhæng (European Commission, 2007; Andersen et al., 2003; Busch et al., 2003). De går mange årtier tilbage, og når de i en dansk kontekst stadig ses i dag (astra, 2022), så vidner det om en reproduktiv naturfaglig praksis, der på trods af dens umiddelbare læringsstrategiske udfordringer går på tværs af generationer.

Tilbage i 1990 i artiklen ”Et kritisk blik på praktisk arbejde i naturfagene” afskriver Hodson traditionel praktisk arbejde i naturfagsundervisningen og vurderer, at den har en *degenerativt* uddannelsesmæssig værdi, når det resulterer i kagebogsforsøg (deduktiv videnskabsteoretisk

forståelse) og teoriløse observationer (induktiv videnskabsteoretisk forståelse) (Hodson, 1990/2008). I stedet peger Hodson på undervisningsformer, hvor eleverne opnår personaliserede erfaringer, når de: "[...] selv identificerer et problem [som de] synes er interessant og værd at undersøge, eller selv designer den undersøgelsesprocedure, som skal følges" (Hodson, 1990/2008, s. 12). Det minder om PBU og BUVM's krav til den fælles prøve i naturfagene, når eleverne undersøger egne problemstillinger indenfor et genstandsfelt (BEK nr. 1224, 2022, bilag 1 pkt. 4.14). Det er elevernes interesse og engagement i læringsopgaven, som er på spil, og Hodson peger på, at undervisningen derfor skal ske med blik for progressionstrin, stilladsering og *færdighedstræning* (Hodson, 1990/2008):

Vi skal undervise i de færdigheder som har værdi for yderligere læring, og når det er tilfældet, skal vi sikre, at disse færdigheder udvikles til et tilstrækkeligt kompetenceniveau. Hvis gennemførelsen af et eksperiment [eller andet praktisk arbejde] kræver en færdighed som børn ikke får brug for igen, eller et kompetenceniveau som de ikke hurtigt kan opnå, må der findes alternative tilgange [...]

(Hodson, 1990/2008, s. 13)

Flere internationale studier peger på, at *dybdelæring* (Sawyer, 2014; Pellegrino & Hilton, 2012; Frøyland & Remmen, 2019; Winje & Løndal, 2020; Mehta & Fine, 2019) udvikler kompetencer hos elever, når tilegnet viden og færdigheder bliver sat i spil i nye læringssituationer eller i forbindelse med problemløsning i relevante situationer (transfer) (Pellegrino & Hilton, 2012, s. 74). Det faciliteres bedst gennem didaktikker for naturfagligt praktisk arbejde, der forankrer den viden og de færdigheder eleverne allerede har lært (vertikal transfer), og i den aktuelle undervisning anvender det lærte på nye måder ved at træne i specifikke sammenhænge eller gennem gentagelse enten i eller udenfor undervisningen (horisontal transfer). Forskellen mellem dybdelæring og den overfladelæring, der foregår i en traditionel klasserumspraksis, har Sawyer (2014) samlet i oversigten i figur 1.

Dybdelæring	Overfladelæring (traditionel klasserumspraksis)
Dybdelæring kræver, at elever relaterer nye ideer og begreber til tidligere viden og erfaringer.	Elever arbejder med læremidler uden at relatere det til tidligere viden og erfaringer.
Dybdelæring kræver, at elever organiserer egen viden i begrebssystemer, der hænger sammen.	Elever behandler stoffet i læremidler som adskilte videnselementer.
Dybdelæring kræver, at elever ser efter mønstre og underliggende principper.	Eleverne memorerer fakta og udfører procedurer uden at forstå hvordan eller hvorfor.
Dybdelæring kræver, at elever vurderer nye ideer og knytter dem til konklusioner.	Elever har vanskelig ved at forstå nye ideer, som er forskellige fra det, de tidligere har mødt i læremidlet.
Dybdelæring kræver, at elever forstår, hvordan viden bliver til gennem dialog, og de kan give en kritisk vurdering af logikken bag argumentet.	Elever behandler fakta og procedurer som statisk viden fra en alvidende kilde.
Dybdelæring kræver, at elever reflekterer over sin egen forståelse og egen læringsproces (metakognition).	Elever memorerer uden at reflektere over formålet eller over egne læringsstrategier.

Figur 1: Forskellen mellem dybdelæring og overfladelæring (Sawyer, 2014, s. 5: min oversættelse).

Dybdelæring gennem feltarbejde i skolen

I geografi spiller feltarbejde en central rolle og et bud på en didaktik målrettet kompetenceudviklende dybdelæring i feltarbejde, finder man i Frøyland & Remmen's didaktik *udvidet klasserum* (Utvidet klasserom) (Frøyland & Remmen, 2019; Remmen & Frøyland, 2014, 2017). Didaktikken, som er målrettet udeskoleundervisning med feltarbejde i naturfag, er blevet udviklet og testet gennem mere end 20 år i forskellige forskning- og udviklingsarbejder i Norge og bygger grundlæggende på *Teaching for Understanding* (TfU) (Mansilla & Gardner, 1998).

Et forløb i udvidet klasserum starter med, at målet med forløbet gøres tydelig for eleverne, og læreren benytter som en del af stilladseringen en medundrende, støttende og spørgende didaktik under hensyn til elevernes forhåndsviden, færdigheder og erfaringer. Det sker alt imens feedback, feedforward og opfølgning fra lærer til elev foregår på et differentieret niveau (feedbackcyklus). Elevernes arbejde i undervisningen åbner op for diskussioner og andre handlinger, som kan danne grundlag for lærerens evaluering gennem observation af tegn på forståelse og tegn på dybdelæring. Målet er kompetenceudviklende dybdelæring, og Frøyland & Remmen sammenfatter ud fra tidligere studier fire læringsudbytter fra undervisning med udvidet klasserum:

- *Kognitiv læringsudbytte*: Eleverne får bedre forståelse for viden og færdigheder, og er i bedre stand til at genkende viden.
- *Affektiv læringsudbytte*: Dette omhandler de underliggende følelser, værdierne og holdninger. For eksempel kan elever få nye oplevelser, som kan påvirke interesser og motivation for et specifikt tema i naturfag. Det kan igen føre til positive følelser for at lære naturfag i skolen.
- *Socialt læringsudbytte*: Forudsat at eleverne får opgaver, som kræver samarbejde, udvikler eleverne også sociale færdigheder. Udeskole kan enten ændre måden elever forholder sig til hinanden, og den kan dermed ændre kommunikationsmønstre, som igen kan give grobund for social udvikling.
- *Fysisk læringsudbytte*: Et udeskole læringsmiljø kan fx ude i naturen invitere til fysisk udfoldelse, særligt hvis turen kræver lidt fysisk indsats. For eksempel at klatre op ad en stejl bakke. Sådanne oplevelser giver ikke bare fysisk træning, som er positivt for krop og sjæl - det hjælper også eleverne med at huske turen, og den viden [og færdigheder] de skulle lære.

(Frøyland & Remmen, 2019, s. 48: min oversættelse og kursivering)

Til didaktikken har Frøyland og Remmens udarbejdet et didaktisk værktøj, der i seks trin skal guide læreren i sin forberedelse af et forløb i udvidet klasserum (figur 2). Centralt for didaktikken står læringsaktiviteter i naturfag, der engagerer eleverne til at interagere med det fysiske miljø og hinanden. Indenfor et tema med et autentisk problem stilles en åben problembaseret opgave ud fra fire kriterier (figur 2A), som giver eleverne mulighed for selv at vælge problemstilling, metode og begrunde deres valg. Opgaven er forløbets faglige omdrejningspunkt og rammesættes didaktisk af aktiviteter i et før, under og efter, dvs. med forarbejde i klasserummet, feltarbejde med indsamling af data og efterbearbejdning i

klasserummet. Tydelige læringsmål for forståelse med synlige læringstrin opstilles i et taksonomisk progressionsskema og skal hjælpe eleverne til at løse opgaven.

Progressionsskemaet er afhængigt af temaet og er dermed kontekstafhængig. Læreren opstiller skemaet ud fra *forståelsens fire dimensioner* (figur 2B) samt *fire forståelsesniveauer* (figur 2C) med mindst to niveauer: tegn på overfladelæring (novice, naiv) og tegn på dybdelæring (lærling, master). Evalueringen er formativ anlagt, og foregår undervejs i forløbet og afslutningsvis, når elevernes løsning af opgaven kommunikeres. I alignment med progressionsskemaet designes aktiviteter, så de stimulerer dybdelæring hos eleverne gennem otte såkaldte *thinking moves* (figur 2D), der åbner op for, at eleverne kan demonstrere og udvide eksisterende forståelse, når de bruger og udvider deres viden og træner færdigheder.

Didaktikken for udvidet klasserum lever op til de beskrevne udfordringer og anbefalinger i ASSIST-ME-projektet for forløbs- og evalueringsdesign af en målstyret kompetenceudviklende undervisningspraksis (Dolin, et al. 2023; Dolin, 2014; Dolin, 2016; Ropohl et al., 2018; Rönnebeck et al., 2018). Ikke mindst, hvis man som i ASSIST-ME med IBSE (Rönnebeck et al., 2018, s. 29) søger en didaktik, hvor elever bliver præsenteret for problemer og spørgsmål og understøttes i, hvordan de naturfagligt kan løse disse. Det er samtidig i tråd med ASSIST-ME's forudsætning for kompetenceudvikling, når opmærksomheden ikke er afgrænset til et kognitivt læringsudbytte (Ropohl et al., 2018, s. 9).

Udvidet klasserum - et didaktisk værktøj til design af undervisningsplaner og læringsaktiviteter til udeskoleforløb og til evaluering af elevernes læringsudbytte

1. Vælg tema.
 1. Kan temaet undersøges på mange måder?
2. Find (eller udarbejd) en opgave som eleverne skal løse.
 1. Benyt de fire kriterier for en god opgave (se A).
3. Progressionsskema: Formuler læringsmål for forståelsen, som hjælper eleverne med at løse opgaven vha. synlige læringstrin fx i en 2x4 matrix:
 1. Formuler forståelsesniveauer i fire dimensioner (se B).
 2. Inddel forståelsesniveau i mindst to niveauer (se C):
 - tegn på overfladelæring (naiv og novice).
 - tegn på dybdelæring (læring og master)
4. Vurder, hvad eleverne kan lave i det valgte læringsmiljø, som ikke vil kunne lade sig gøre i klasseværelset.
5. Vælg aktiviteter som gør, at eleverne kan demonstrere og udvide eksisterende forståelse:
 1. Benyt tre faser: Forarbejde, feltarbejde, efterbearbejde.
 2. Stimulerer aktiviteterne dybdelæring hos eleverne, dvs. "thinking moves" (se D)?
6. Lærerfeedback, -forward og -opfølgning, som hjælper eleverne til at løse opgaven.
 1. Brug opgaven til at evaluere elevernes forståelsesniveau (progressionsskemaet og B og C).

A. Opgavens fire kriterier:

1. Opgaven skal stilles af en fagperson (fiktiv eller ægte), som kommer uden for skolen.
2. Autentisk problem, som fagfolk (indenfor naturvidenskab) normalt arbejder med.
3. Forudsætter, at eleverne skal anvende naturvidenskabelig viden og færdigheder.
4. Giver eleverne mulighed for at vælge problemstilling og metoder og begrunde valget.

B. Forståelsens fire dimensioner:

1. **Viden:** Kende til fakta, begreber og teorier central for temaet og kunne anvende dem i sammenhæng.
2. **Metode:** Hvordan viden er blevet til og skabt af mennesker i fællesskab. Herunder en kritisk distance til viden, og hvordan den er blevet til.
3. **Relevans:** Hvilken betydning viden har for individ og samfund. Desuden at udvise ejerskab til viden og bruge den selvstændigt og fleksibelt i forskellige sammenhænge.
4. **Form:** Kommunikation af viden, metode og relevans under hensyn til målgruppe og genre (regler og symboler).

C. Tegn på forståelse - fire niveauer:

1. **Naiv forståelse:** eleven bruger udelukkende intuitiv og erfaringsbaseret viden. Ny viden mødes på en ukritisk og ureflekteret måde uden at se den i sammenhæng med dagligdagslivet eller situationer udenfor skolen. De forstår ikke formålet med viden og kan ikke kommunikere den.
2. **Noviceforståelse:** eleven forstår nogle fagbegreber baseret på overfaldestrategier som udenadslære, og følger opskrifter trin for trin. Eleven kan også begynde at udvise forståelse for hensigten med viden, og hvordan den kommunikeres. Eleven har behov for at få viden bekræftet af fx lærer eller lærebøger.
3. **Lærlingeforståelse:** Elevens forståelse bygger på tænke måder og færdigheder i faget. Eleven kan bruge fagbegreber og ideer på en fleksibel måde, og anerkender, at viden er resultatet af komplekse processer og udviklet af fageksperter. Elevens kommunikation af viden er faglig funderet og fleksibel.
4. **Mesterforståelse:** Eleven kan bruge viden fleksibelt, dvs. forholde sig kritisk til den, bruge den kreativt og integrere den med andre vidensområder og færdigheder. Eleven er også bevidst om hensigten med metoderne og viden indenfor faget, og hvordan viden er blevet til. Forståelsen sætter også eleven i stand til at handle i givne situationer og kommunikere forståelse på kreative måder. Eleven kan også anvende viden fra faget i fællesfaglige studier og problemstillinger.

D. Tegn på dybdelæring - otte thinking moves som eleven skal igennem for at opnå dybdelæring:

1. Observer omhyggeligt og beskriv præcist.
2. Opstil forklaringer og fortolkninger.
3. Begrund ud fra evidens.
4. Lav koblinger til eksisterende viden og sammenhænge.
5. Overvej forskellige synspunkter og perspektiver.
6. Afdæk kompleksitet og gå i dybden.
7. Undre sig og stiller spørgsmål.
8. Forstår essensen og formulerer egne konklusioner.

Figur 2: Udvidet klasserum - et didaktisk værktøj til design af undervisningsplaner og læringsaktiviteter i udeskoleforløb og til evaluering af elevernes læringsudbytte. I værktøjet ændres "elever" til "studerende" på læreruddannelsen, når sigtet er den studerendes egen læring på et lærerfagligt niveau. (Min sammenfatning og oversættelse; for en udvidet beskrivelse se Remmen & Frøylund, 2017; Frøylund & Remmen, 2019).

Metode

Forskningsdesign

Udviklingsprojektets metodiske ramme er et aktionsstudie (Cohen et al., 2011, s. 344-361) i egen praksis som underviser på læreruddannelsen i geografi. I en treårig periode har jeg udviklet en række undervisningsforløb med et dobbeltdidaktisk fokus på design og evaluering af praktisk arbejde, som er blevet afprøvet først på ét hold og sidenhen tilpasset og afprøvet på andre hold. Det er den seneste afprøvning af de enkelte undervisningsforløb, der danner grundlag for artiklen.

Tilgangen er eksplorativ med elementer fra *læreruddannelsen som udviklingslaboratorium for god undervisning* (LULAB), hvor undervisere og studerende fælles eksperimenterer med, undersøger og evaluerer nye indsigter i iterative processer indenfor pædagogik, didaktik og læring (VIA, 2020; Danske Professionshøjskoler, 2018; Nielsen & Nielsen, 2017). På de enkelte hold blev en *uforment* LULAB-kontrakt udarbejdet og vedtaget. På det seneste hold kan kontrakten beskrives med følgende dobbeltdidaktiske mål, som er gennemgående for alle tre semestre i uddannelsen til geografilærer (30 ECTS):

- Målet er en kompetenceudviklende dybdelæring hos de studerende gennem design, afprøvning og evaluering af undersøgelser og praktisk arbejde.
- PBU i geografi skal understøtte den fælles prøve i fysik/kemi, biologi og geografi efter 9. klasse. Det skal ske med blik for en overfaglighed indenfor de fire naturfaglige kompetencer og de naturvidenskabelige metoder.
- Underviser og studerende bidrager sammen til et trygt og positivt læringsmiljø, der i kombination med god tid (tre semestre) og en formativ evaluerings- og feedbackkultur (Lauvås & Bruun, 2021, s. 79-82) åbner op for udvikling af den enkelte lærerstuderendes egen praksisteoriⁱⁱⁱ. Det skal ske med blik for, at den studerende reflektivt og analytisk møder sin egen praksis (Meyer, 2005).
- Undervisningen og dens aktiviteter skal åbne op for udvikling af den lærerstuderendes kreativitet, åbenhed, faglig selvsvurdering, mestringsorientering og en stigende grad af mestringsforventning til egen praksis (Ryan & Deci, 2000; Skaalvik & Skaalvik, 2015).

På baggrund af erfaringer gjort over aktionsstudiets treårige periode med dataindsamling fra observation, feedbackcykluser, evalueringscykluser (se nedenfor) og spørgeskemaundersøgelser ved semestrenes afslutning, har jeg opstillet en række designprincipper for *kompetenceudviklende dybdelæring gennem design og evaluering af praktisk arbejde i geografi på læreruddannelsen*.

Når studerende skal lære noget i dybden og opnå kompetencer i forbindelse med undersøgelser og praktisk arbejde i geografi på læreruddannelsen, så er det afgørende, at undervisning og -aktiviteter motiverer dybdelæring. Ud over læringsprogression, metodisk overfaglighed og evalueringsdesign, som gennemgås nedenfor, så har aktionsstudiet ført til følgende designprincipper for kompetenceudviklende dybdelæring gennem praktisk arbejde i geografi på læreruddannelsen:

- Målet er kompetenceudviklende dybdelæring med mestringsoplevelser gennem design og evaluering af praktisk arbejde i såvel feltarbejde, laboratoriearbejde og andet empiribaseret arbejde.

- Udarbejd en kontrakt sammen med de studerende om synlige mål for praktisk arbejde i undervisningen.
- Planlæg undervisningen og tilpas om nødvendigt undervisningen i situationen, så der er god tid til undervisningens aktiviteter.

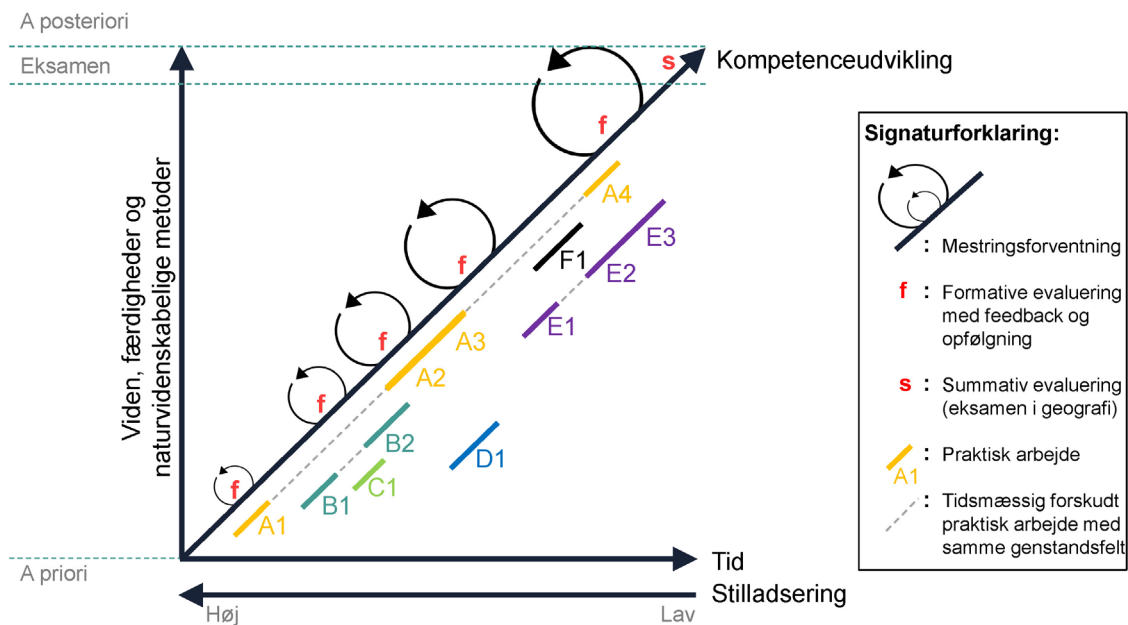
Læringsprogression

En model for læringsprogression i kompetenceudviklende dybdelæring ses i figur 3. Her understøttes kompetenceudviklingen af en progression i viden, færdigheder og naturvidenskabelige metoder, der trænes i forløb og aktiviteter med praktisk arbejde gennem hele uddannelsen til geografilærere. Praktisk arbejde er i figuren symboliseret med et tal og et bogstav, fx "A1". Her henviser "A" til et bestemt genstandsfelt fx en lokalitet, et fænomen eller en proces, og "1" henviser til, at det er første gang, genstandsfeltet bliver besøgt. *Genbesøgte* genstandsfelter markeres numerisk, fx "A1", "A2", "A3" osv. Figuren viser også positioner for formativ feedback (f) i forbindelse med obligatoriske studieprodukter og summativ feedback (s) til eksamen. I de studerendes første møde med geografi designes aktiviteter med praktisk arbejde udelukkende af underviser. Men i takt med de studerendes mestringsoplevelser, mestringsforventninger og læring øges (Ryan & Deci, 2000; Skaalvik & Skaalvik, 2015), så aftager stilladseringen (van de Pol et al., 2010), og i studiegrupper udvikler de studerende egne undervisningsforløb og aktiviteter, der afprøves og evalueres formativt af medstuderende og underviser før, under og efter eksempelvis et feltarbejde. Undervejs motiveres de studerende til at arbejde med PBU. Her står det de studerende frit for at vælge didaktik, så længe de forholder sig dobbeltdidaktisk til kompetenceudviklende dybdelæring med brug og udvidelse af viden samt færdigheds- og metodetræning, der omfatter praktisk arbejde, herunder feltarbejde. Det kan eksempelvis være Frøylund og Rømmens udvidet klasserum, 5E-modellen (astra, u.å. a), 6F-modellen (Madsen et al., 2020), EDP-modellen (EtF, u.å.) eller en kombination heraf.

Erfaringen fra undervisningen er her, at læringsudbyttet øges, når undervisningen løbende veksler mellem undervisningsformer, dvs. mellem en art *hands on* (fx Dewey, 1903/2012; Dewey, 1933/2009; Jensen, 2021) og PBU med *minds on* (fx Hodson, 1990/2008; Frøylund & Rømmen, 2019; Dolin et al., 2023; Dolin & Evans, 2018). Det er som i Jensen (2021), når han argumenterer for, at nogle færdigheder og kompetencer: "[...] skal trænes forud for, at man kan arbejde problembaseret – og al god naturfagsundervisning er ikke nødvendigvis problembaseret" (s. 52). I et dobbeltdidaktisk perspektiv er det til en vis grad i tråd med ASSIST-ME (Rønnebeck et al., 2018), når en sådan vekslen i arbejdsformer bidrager til erfaringer med, hvor motiverende, tidskrævende og svært PBU kan være, hvis læringsprogression og stilladsering ikke understøtter de faglige og pædagogiske mål for undervisningen.

Undervejs i undervisningen er det vigtigt at være opmærksom på, at viden, færdigheder og naturvidenskabelige metoder løbende kommer i spil. Det kan genstandsfeltet genbesøgt være med til at understøtte. Eksempelvis tilbyder gentagende feltarbejde ved samme lokalitet, at første besøg kan gennemføres med mindre teoretisk og metodisk forforståelse, øget differentieringspotentialer, mindre progressionstrin og realiserbare delmål samt et øget transferpotentialer. Læringsudbyttet herved kan imidlertid også reduceres, hvis der går for lang tid mellem, at genstandsfeltet bliver genbesøgt, og tilsvarende, hvis færdigheds- og metodetræning bliver for diskontinueret. Det kan afhjælpes med pædagogiske

koblingsdannelser (se Rocksén & Olander, 2016; Scott et al., 2011) samt synlige mål og delmål.



Figur 3: Læringsprogression i kompetenceudviklende dybdelæring med undersøgende og praktisk arbejde.

Metodisk overfaglighed

Når bekendtgørelsens krav til eksamen siger, at eleverne skal kunne: "[...] forklare og begrunde valg af undersøgelser og designe, udføre og drage konklusioner af naturfaglige undersøgelser [...]" (BEK nr. 1224, 2022, bilag 1 pkt. 4.14), så kalder det åbenlyst på en lærerfaglig *metodisk overfaglighed*. Det ligger udenfor denne artikel at tilbyde en generel introduktion til metoder (se eksempelvis Hansen, 2007; Minnameier, 2010; Hansen, 2000; Sjøberg, 2012; Clifford et al., 2010) eller kvalificere mulige tilgang til en metodisk pluralisme. Men for at kunne imødekomme BUVM's anbefalinger, til det de på astra.dk benævner "Naturvidenskabelig arbejdsmetode" (astra, u.å. b) og deres "Fire typer af undersøgelser" (astra, u.å. c), så er det afgørende at forholde sig til de naturvidenskabelige metoder. I figur 4 har jeg listet de naturvidenskabelige metoder, der eksemplarisk kan danne grundlag for udvikling af en metodisk overfaglighed på et lærerfagligt niveau i geografi på læreruddannelsen.

De klassiske naturvidenskabelige metoder (i udvalg)

1. Overmetoder
 1. Ideografisk metode
 2. Nomotetisk metode
2. Metoder
 1. Begrundelsesmetoder
 1. Induktiv metode
 2. Deduktiv metode
 3. Hypotetisk-deduktiv metode
 4. Abduktiv metode
 2. Eksperimentel metode
(kontrollerede forsøg, ikke kontrollerede forsøg, modelforsøg og forsøg med computersimuleringer)
 3. Naturhistorisk metode
(superpositions- og aktualitetsprincippet)
3. Undermetoder
(specifikke teknikker til indsamling af empiri)

Abduktiv metode (forsimplet)

- A. Intuitiv abduktion
 1. Være (handle instinktivt, ureflekteret, uviljet)
 2. Sanser (handle bevidst)
 3. Undre (reflektere over indtryk)
- B. Analytisk abduktion
 1. Indsamling af empiri
 2. Spørge (Hvad er det? Har jeg set det før?)
 3. Bedste gæt (*arbejdshypotese*)
 4. Teste arbejdshypotesen induktivt, deduktivt eller sandsynligt
 5. Bekræfte arbejdshypotesen gennem forudsigelse af ny empiri / afkræfte ved hjælp af kendt empiri
- C. Konklusiv abduktion
 1. Vurdere arbejdshypotesens sandsynlighed
 2. Erklære arbejdshypotesen og ophøje den til en *hypotese* og/eller gå iterativt til A3, B1, B2, B3 eller B4.

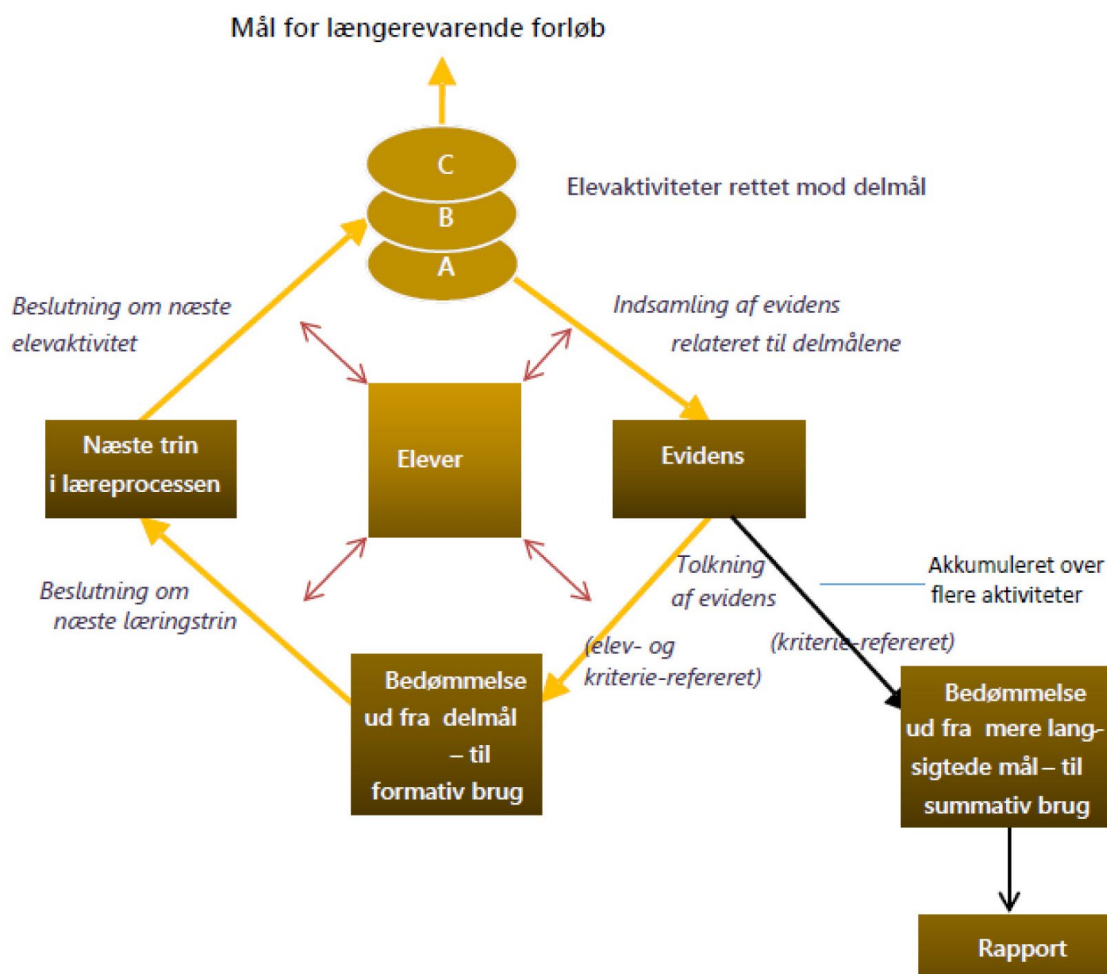
Figur 4: De klassiske naturvidenskabelige metoder på et lærerfagligt niveau i geografi, biologi og fysik/kemi. Abduktiv metode er forsimplet (Abduktiv metoder efter Hansen, 2007, s. 52)

Evalueringsdesign

Til evaluering af de enkelte undervisningsforløb og -aktiviteter benytter jeg ASSIST-ME's model for evaluering (figur 5). Mål for længerevarende forløb følger designprincipperne og LULAB-kontrakten (eller tilsvarende kontrakt), mens evalueringscykluser og delmål følger de enkelte undervisningsforløb. I forbindelse med en evalueringscyklus evalueres de studerendes arbejde løbende formativ i feedbackcykluser.

Ved at udvide anvendelsen af Frøylund og Remmens evalueringsdesign i *udvidet klasserum* fra feltarbejde til også at omfatte andet empiribaseret arbejde og laboratoriearbejde, så etableres der en ensartet evalueringsstandard for dybdelæring i undervisningen. Det gør feedbackcykluser og evalueringscykluser lettere at kommunikere, når der løbende anvendes de samme kriterier for evaluering af *tegn på forståelse* (figur 2B og 2C) og *tegn på dybdelæring* (figur 1 og 2D).

Med afsæt i designprincipperne er undervisningsforløb blevet designet, afprøvet og tilpasset ud fra indsamlet empiri fra observationer, feedbackcykluser og semestervise spørgeskemaer.



Figur 5: Model for evalueringsproces med formativ og summativ evaluering af elevaktiviteter rettet mod delmål og mål for længerevarende forløb. I modellen ændres "Elever" til "Studerende" på læreruddannelsen, når sigtet er den studerendes egen læring på et lærerfagligt niveau. (Dolin et al., 2017, s. 12, efter Dolin et al., 2018, s. 57)

Analyse

I det følgende præsenteres to eksempler på undervisningsforløb med hver sine aktiviteter og feltarbejder. I forløbet *Introduktion til feltarbejde og genstandsfeltet genbesøgt*, der ligger i starten af første semester, er det underviseren, der har designet feltarbejdet og her er stilladseringsgraden høj, og mestringsmålet er at opnå erfaring med gennemførelse af feltarbejde, og reflektere over feltarbejde såvel fagdidaktisk (udeskole) som geografifagligt (autentisk problem i geografi). Forløbet er designet til at kunne afvikles lokalt, dvs. i området ved Amager Strandpark, der ligger i cykelafstand af Københavns Professionshøjskole. I forløbet *Studierejse til Geopark Odsherred* er stilladseringsgraden lav, alle feltarbejder er designet af de studerende, og målet med forløbet er en sidste mestringsoplevelse i design og evaluering af praktisk arbejde inden eksamen i geografi på tredje semester. De to undervisningsforløb er udvalgt for at repræsentere forskellige stilladseringsgrader og de muligheder og udfordringer, der ligger i kompetenceudviklende dybdelæring med undersøgende og praktisk arbejde i faget. Først præsenteres eksemplerne og derefter resultater.

Eksempel: Introduktion til feltarbejde og genstandsfeltet genbesøgt

Feltarbejde på Amager Strandpark (figur 6) benytter sig af genstandsfeltet genbesøgt, og lokaliteten besøges derfor mere end én gang. Første gang de studerende møder lokaliteten, er i tredje lektion i første semester, og anden gang er i andet semester, efter de studerende har opnået ny viden om havet og introduktion til og træning i brug af naturvidenskabelige metoder (figur 4).



Figur 6: Feltarbejde på Amager Strand fra havstok over strand til klit. (Foto: Jesper Heidemann Langhoff; Ortofoto: Google Earth Pro)

Første besøg på lokaliteten

Delmål for undervisningsforløbet er dels et affektivt og et socialt læringsudbytte, hvor de studerende skal lære hinanden at kende og få en naturoplevelse på Amager Strandpark; og dels et kognitivt læringsudbytte, hvor de studerende skal introduceres til feltarbejde både som en fagdidaktisk metode (udeskole) og som en geografisk metode, hvormed man løser autentiske problemer. Derfor er der også fokus på *brugen* af naturvidenskabelige metoder, men for ikke at forgribe sig på næste trin i læreprocessen, så formaliseres metoderne ikke i selve feltarbejdet. Det sker først i efterarbejdet, hvor læsning om de naturvidenskabelige metoder kobler feltarbejderne fra Amager Strandpark til den naturhistoriske metode (kronologikriterierne), abduktiv metode (bedste gæt) og kvalitativ metode til indsamling af empiri (observation og interview). Endelig er det ambitionen, at feltarbejdet skal åbne op for, at de studerende erfarer, at det ikke alene er lokaliteten og konteksten, men mestringsmål i viden, færdigheder og naturvidenskabelige metoder, der bør være styrende for design af praktisk arbejde i skolen.

Planlægning af undervisningsforløbet og -aktiviteten følger værktøjet for udvidet klasserum. Her skal de studerende løse tre forskellige åbne autentiske opgaver, hvor de studerende selv skal vælge problemstilling og finde en løsning på problemet. Opgaverne har titlerne "Giv et bud på den bedste kystsikring af Amager Strandpark og dens nærområde", "Hvordan ændres menneskers adfærd på stranden afhængig af vejr og årstid?", og "Hvorfor ser stranden ud som den gør – fra havstok over strand til klit?" (figur 6).

Før feltarbejdet er de studerende i geografilokalet blevet introduceret til lokaliteten i GIS'en Google Earth Pro, hvor de på ortofotos har nærstuderet området. Her er de også blevet introduceret til de fagdidaktiske overvejelser bag genstandsfeltet genbesøgt og kompetenceudviklende dybdelæring gennem praktisk arbejde. Endelig er de blevet

introduceret til et observations-og-tolkningsværktøj (Frøyland & Remmen, 2019, s. 121-136), der er udarbejdet af underviser, og som de studerende skal bruge, når de undersøger strandens opbygning ud fra overvejelser om løse sedimenters tekstur og struktur.

Inden feltarbejdet går i gang og afslutningsvis, når alle feltarbejder er gennemført, samles holdet og reflekterer over betydningen af metakognitive læringsstrategier, dvs., at dybdelæring kræver, at man reflekterer over sin egen forståelse og egen læringsproces (figur 1), samt hvilken læring dagens feltarbejder indtil videre har bidraget til, såvel geografifagligt som fagdidaktisk.

Efterbearbejdning af feltarbejderne finder sted i geografilokalet, hvor studiegrupperne til de enkelte opgaver præsenterer deres valgte problemstillinger og løsning. Herefter kobles de naturvidenskabelige metoder til erfaringerne gjort i feltarbejderne. Afslutningsvis evalueres undervisningsforløbets delmål og aktiviteter på holdet. Ud fra modellen for evalueringsproces (figur 5) aftales næste delmål og aktiviteter på holdet.

Inden andet besøg på lokaliteten

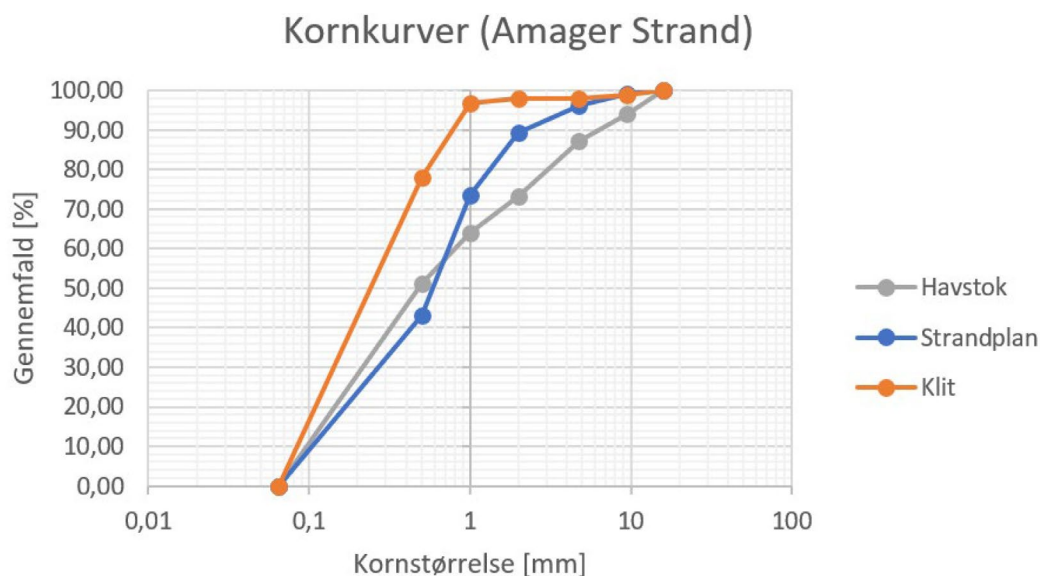
I perioden frem til andet besøg på Amager Strandpark møder de studerende en række undervisningsforløb og -aktiviteter med praktisk arbejde i form af andet empiribaseret arbejde, laboratoriearbejde og feltarbejder bl.a. ved Farum og Mølleåen, hvor de studerende første gang designer, afprøver og evaluerer egne undervisningsforløb med praktisk arbejde (ikke nødvendigvis PBU). Med andre ord har de studerende inden næste besøg på Amager Strandpark færdighedstrænet og trænet brugen af de naturvidenskabelige metoder i figur 4. De har også etableret ny viden om havet, kystmorfologi og sedimenttransport. I et casebaseret forløb om Sumatra-jordskælvet den 26. december 2004 og den efterfølgende tsunami, har de studerende arbejdet med kysttyper og, i et kontrolleret eksperiment i geografilaboratoriet, opstillet en empirisk model for bølgehastigheden af grundtvandsbølger. Med den empiriske model og viden om sedimenttransport i vand (Hjulstrøms diagram) er de klar til genbesøget på Amager Strand.

Andet besøg på lokaliteten

Delmålet med genbesøget af Amager Strand er tredelt: dels at få ny viden og færdigheder i spil på en geografisk lokalitet man allerede kender, dels at opnå erfaring med fordele og ulemper ved at *genbesøge et genstandsfelt*, og endeligt ved at opnå erfaring med brug af kvalitativ metode og kvantitativ metode på samme genstandsfelt.

Feltarbejdet skal motivere to abduktive arbejdshypoteser (bedste gæt) på baggrund af to typer empiri. Dels ved kvalitativ observation, som ved første besøg; og dels ved kvantitative data, hvor sedimentprøver fra havstok, stranden og klitten efterbearbejdes i laboratoriet med sigteanalyser og tolkning af kornkurver (figur 7).

Før feltarbejdet forbereder de studerende sig som til første besøg, og selve feltarbejdet udføres på lignende vis. Efterbearbejdningen skal derimod kvalificere, hvornår man med fordel kan benytte sig af den kvalitative hhv. den kvantitative metode eller et mix af de to.



Figur 7: Gruppe 2, Kornkurver fra Amager Strand

Eksempel: Studierejse til Geopark Odsherred

Delmålet for studierejsen var en sidste mestringsoplevelse i design, afprøvning og evaluering af egne undervisningsforløb med praktisk arbejde inden eksamen i geografi. Aktiviteterne op til studierejsen, under og efter havde derfor til formål at understøtte de studerendes arbejdsproces med underviser som vejleder. Selve studierejsen til Geopark Odsherred blev planlagt og afviklet af de studerende i fællesskab, og det var samtidig præmissen for studierejsen. Den skulle fungere som et sidste lejrskole-laboratorie i uddannelsen til geografilærere.

På baggrund af en stillet opgave formulerede de studerende gruppevis en lærerfaglige problemstilling og designede undervisningsforløb og -aktiviteter med et feltarbejde målrettet elever i skolen. Den stillede opgave lød:

Design et casebaseret undervisningsforløb og et feltarbejde i Geopark Odsherred, der skal afprøves og evalueres af dine medstuderende. Tidsrammen for feltarbejdet er tre timer, og casen skal forholde sig til både natur- og kulturgeografi, men ikke nødvendigvis ligeligt. Underviser observerer, evaluerer og giver feedback til både det skriftlige produkt og feltarbejdet før, under og efter studierejsen til Geopark Odsherred.


Gruppe 3 er et godt eksempel på en gruppe, der har anvendt Frøyland & Remmens didaktik for udvidet klasserum (figur 2) og lavet en undervisningsplan (figur 8) samt et handout til feltarbejdet (figur 9). Deres lærerfaglige problemstilling er målrettet en 7. klasse i geografi, og de har designet en kultur- og naturgeografisk case om sandflugt ved Rørvig Strand og Rørvig Sandflugtsplantage, som benytter: "[...] observations- og tolkningsværktøj til at styrke elevernes observationsevner, og multimodale tekster, så eleverne får mulighed for at omsætte teorien til praksis" (Gruppe 3's studieprodukt). Undervisningsforløbet har et tydeligt før-under-efter med delmål for elevernes læring som fx "Kan overføre den eksisterende teoretiske viden til praksis" og "Rodfæste de centrale pointer fra ekskursionen" (figur 8). Det peger på en bevidst brug af didaktik for kompetenceudviklende dybdelæring.

Det kom tilsvarende til udtryk under feltarbejdet, hvor gruppens medlemmer stillede medundrende, støttende og spørgende spørgsmål, mens de efter behov vejledte de afprøvende gruppers kortlægning af fænomenet. Under feltarbejdet vidnede dialogen i de afprøvende grupper samtidig om, at handoutets kort med målepositioner og observations- og tolkningsværktøjerne (figur 9) potentielt set kan åbne op for en dybdelæring af gammel viden og færdigheden observation hos elever i skolen – og dermed en kompetenceudvikling.

Ved endt feltarbejde fik gruppe 3 peer-feedback af deres medstuderende. Dialogen er et godt eksempel på geografiholdets evalueringspraksis. Med et kritisk fagfagligt og didaktisk blik på feltarbejdets design, det udleverede handout og afprøvningen blev aktiviteten formativt evalueret. Feltarbejdet havde udvist en tydelig rød tråd mellem tre aktiviteter, og den lærerfaglige problemstilling blev realiseret. Dog vurderede nogle også, at QR-kodens baggrundsviden (se figur 9), måske kan demotivere det kognitive læringsudbytte hos eleverne og dermed dybdelæring, da videoen direkte og indirekte gav en del af de svar, som feltarbejdet skulle kortlægge.

Lektioner	Emner	Mål	Materialer
5-6	Klitdannelse Sandflugt Bepantning på klitten	Viden omkring klitdannelse Viden omkring sandflugt og dens problematik Kendskab til forskellige beplantningstyper	Video modeller Sandflugts Kort
7-8	Eksklusion til Odsherred	Kan benytte handout til at besvare arbejdsspørgsmålene og undersøge feltet Kan overføre den eksisterende teoretiske viden til praksis	Komplet handout Skriveblok Lineal Blyant + viskelæder Mobil/Kamera/GPS/Lom meregner
9-10	Bearbejdelse af eksklusion til Odsherred	Rodfæste de centrale pointer fra eksklusionen. Evaluering af eksklusion Refleksion af feltarbejdet	Handout med elev skrevne noter Evaluerings og refleksionsskema


Figur 8: Gruppe 3, Udsnit af undervisningsplan til forløb om "Rørvig Strand og sandflugtsbekæmpelse". I lektion 7-8 afvikles feltarbejdet ved Rørvig Strand og Rørvig Sandflugtsplantage

A. 

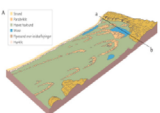
Kilde: Google Earth

B. **Felt område 1 → Flyvesand**


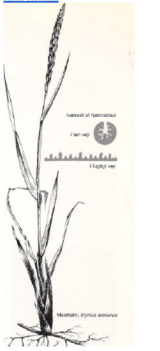
Arbejdsspørgsmål 1:
Scan denne QR-kode med jeres mobiltelefoner og se videoen i jeres grupper. Videoen kan også tilgås ved at indtaste dette link:
<https://www.youtube.com/watch?v=m5lea0SOSiA>



C.

Hvordan ser det ud?	Hvad skal du se efter?	Hvad betyder observationen?	Geografisk begreb
 (Kuhlmann, 2016)	Formet som et kæmpe U. Vinden blæser med midten af U'et, hvor sandet fragtes mod bagsiden. Parabelklitten er ofte lang (flere km.) og med stejle sider (Binderup, 2013).	Forekommer: 1) Klitten bliver ikke holdt fast af beplantning eller lægiver (planter, sten, skov mm.) (Binderup, 2013). 2) Vindkuler bliver over en længere periode blæst så meget i en retning, at de dannet en U form - en parabelklit (Binderup, 2013). Hvis parabelklitten ikke standes af noget, kan den vandre (bevæge sig) langt ind i landet (Binderup, 2013).	Parabelklit

D.

Hvordan ser det ud?	Hvad skal du se efter?	Hvad betyder observationen?	Geografisk begreb
 https://denstoredanske.lex.dk/marehalm 	Lange, flade, brede, gråblå skarpe strå, med aks (der hvor frø sidder) bliver de op til 50 - 100 cm høj og 20 - 40 cm brede. Marehalm har 8 brede blade. Disse har en kort skedehinde.	Blev plantet på de danske klitter i 1700-tallet for at undgå klitvandring og flyvesand. De stærkt forgrenede rødder holder sammen på sande. (Naturcenterfosdalen, u.å.) Marehalmen har behov for mere næring end hjemmen og findes derfor ofte længere mod havet, hvor næring hele tiden bliver tilført (Naturcenterfosdalen, u.å.)	Marehalm. <i>Leymus arenarius</i> (latin)

Figur 9: Gruppe 3, udsnit af handout til feltarbejdet om "Rørvig Strand og sandflugtsbekæmpelse".

A. Transekt fra havstok til fossil vandreklit i Rørvig Sandflugtsplantage. **B.** QR-kode med introduktion til sandflugt langs danske kyster. **C.** Udsnit af observations- og tolkningsværktøj til bestemmelse af klittyper. **D.** Udsnit af observations- og tolkningsværktøj til bestemmelse af kystvegetation

Resultater fra de to eksempler

Aktionsstudiets dataindsamling fra første og andet besøg på Amager Strand indikerer, at praktisk arbejde og genstandsfeltet genbesøgt understøtter en kompetenceudviklende dybdelæring. Det ses, når de studerende før, under og efter feltarbejdet på Amager Strand opnår ny læring og udviser tegn på dybdelæring, mens de opstiller abduktive arbejdshypoteser om sedimenttransport på stranden og i efterarbejdet reflekterer over deres læringsstrategier. Samtidig er det et eksempel på, hvordan PBU kan understøttes af undervisningsforløb med deduktive aktiviteter. Endvidere vidner studierejsen til Geopark Odsherred om, at det er muligt at udvikle kompetenceudviklende dybdelæring og selvstændighed hos lærerstuderende gennem design, afprøvning og evaluering af egne undervisningsforløb med praktisk arbejde. Men også at tid til fordybelse er helt fundamental for dybdelæring.

Når de studerende i afslutningen af deres uddannelse til geografilærer bliver spurgt til deres oplevelse af praktisk arbejde i geografiundervisning på læreruddannelsen, så svarer de blandt andet:

S1: "Feltarbejde på Amager strandpark, den første gang, har givet mig ret meget, når jeg tænker tilbage på det. Det var en fed åbning til faget med forskellige former for feltarbejde med videoer, analyse af kystlandskab mm."

S2: ”At afprøve, analysere og diskutere praktisk arbejde har for mig været meningsfuldt, det at komme i dybden i genbesøg og udvikle ens praksisarbejde har styrket mit eget perspektiv på, hvordan man kan tilrettelægge sin undervisning således, at eleverne vil kunne opleve samme proces.”

S3: ”Feltarbejde har været med til at give en god forståelse for, hvordan man kan arbejde praktisk med folkeskoleklasser, og dertil, hvordan man kan bearbejde feltarbejdets fund i laboratoriearbejde efterfølgende.”

S4: ”Feltarbejdet har været det klart mest givende til min læring, det hjælper meget at kunne se, hvordan tingene fungerer i praksis og stå i elementerne!”

S5: ”Jeg kan bedre se nu, hvordan praktisk arbejde er muligt, uden at det kommer til at være en besværlighed i hverdage. Jeg har modet til at inddrage praktisk arbejde i min undervisning.”

S6: ”Odsherred gav et stærkt indblik i, hvor meget forskelligt man kan undersøge på et relativt lille geografisk område. Det er gået op for mig, hvor langt man kan nå med laboratorieforsøg for ganske få midler.”

Citaterne peger på, at læreringsprogression, som skitseret i figur 3, kan bidrage positivt til, at de lærerstuderende i geografi i løbet af deres uddannelse kan opnå mestringsoplevelser og mestringsforventninger gennem praktisk arbejde i undervisningen. Endvidere, at det kan påvirke deres blik på egen praksis og præge deres individuelle praksisteorier.

Diskussion og konklusion

Modellen for den opstillede læringsprogression (figur 3) beskriver, hvordan undervisningsforløb og -aktiviteter med praktisk arbejde kan tilrettelægges sådan, at viden, færdigheder og naturvidenskabelige metoder løbende kommer i spil og kompetenceudviklende dybdelæring kan finde sted. Her skal undervisningen åbne op for den studerendes mestringsoplevelser og en stigende grad af mestringsforventninger til egen praksis. Dybdelæring opstår, når tilegnet viden og færdigheder bliver sat i spil i nye læringsituationer eller i forbindelse med problemløsning i relevante situationer. I geografi spiller feltarbejde en central rolle, og i aktionsstudiet har Frøylund og Remmens (2019) didaktiske værktøj *udvidet klasserum* løbende dannet grundlag for design af forløb og aktiviteter rettet mod dybdelæring i feltarbejder. I udvidet klasserum er det en stille opgave, der er forløbets faglige omdrejningspunkt, og rammesættes didaktisk af aktiviteter i et før, under og efter, dvs. med forarbejde i klasserummet, feltarbejde med indsamling af empiri og efterbearbejdning i klasserummet. Når de studerende arbejder med den stillede opgave, så åbner det op for diskussioner og andre handlinger, som kan danne grundlag for underviserens evaluering gennem observation af *tegn på forståelse* og *tegn på dybdelæring*. Ved at udvide anvendelsen af Frøylund og Remmens evalueringdesign fra feltarbejde til også at omfatte andet empiribaseret arbejde og laboratoriearbejde, så etableres der en ensartet evalueringstandard for dybdelæring i undervisning med praktisk arbejde. Det gør feedbackcyklusser og evalueringscyklusser lettere at kommunikere, når der løbende anvendes de samme kriterier for evaluering.

Evaluering af de enkelte undervisningsforløb og -aktiviteter benytter ASSIST-ME's model for evaluering (Dolin et al., 2017). Mål for længerevarende forløb følger designprincipperne

og LULAB-kontrakten (eller tilsvarende kontrakt), mens evalueringscyklusser og delmål følger de enkelte undervisningsforløb. I forbindelse med en evalueringscyklus evalueres de studerendes arbejde løbende formativ i feedbackcyklusser.

Undervejs i undervisningen er det vigtigt at være opmærksom på, at viden, færdigheder og naturvidenskabelige metoder løbende kommer i spil. Det kan genstandsfeltet genbesøgt være med til at understøtte. Eksempelvis tilbyder gentagende feltarbejde ved samme lokalitet, at første besøg kan gennemføres med mindre teoretisk og metodisk forforståelse, øget differentieringspotentiale, mindre progressionstrin og realiserbare delmål samt et øget transferpotentiale. Erfaringen fra undervisningen er her, at læringsudbyttet øges, når undervisningen løbende veksler mellem undervisningsformer, dvs. mellem en art *hands on* og PBU med *minds on*. Det bryder med ASSIST-ME's anbefalinger (Dolin et al., 2023; Dolin & Evans, 2018).

Sammenfattet, så vidner aktionsstudiet om, at det er muligt at udvikle kompetenceudviklende dybdelæring, selvstændighed hos lærerstuderende og en evalueringspraksis gennem design, afprøvning og evaluering af egne undervisningsforløb med praktisk arbejde. Men også, at tid til fordybelse er helt fundamental for dybdelæring.

I evalueringen af egen praksis, så har Sawyer's (2014) og Frøyland & Remmens (2019) evalueringskriterier for tegn på dybdelæring og tegn på forståelse vist sig operationelle. Man kan på trods stille sig kritisk overfor aktionsstudiets datagrundlag, der beror på observation, feedbackcyklusser og semestervise spørgeskemaundersøgelser. Her kunne evalueringdesignet styrkes ved også at omfatte fx fokusgruppeinterviews med de studerende og en ikke-deltagende ekstern observatør (Fangen, 2000).

Det er i forlængelse op til senere studier at evaluere den dobbeltdidaktiske effekt af kompetenceudviklende dybdelæring gennem praktisk arbejde i geografi på læreruddannelsen hos kommende og allerede uddannede geografilærere, når de i egen praksis i folkeskolen skal motivere kompetenceudviklende dybdelæring hos eleverne i geografiundervisningen og i fællesfaglige PBU i og udenfor naturfagene.

Referencer

- Andersen, N.O., Busch, H., Horst, S. & Troelsen, R. (2003). *Fremtidens naturfaglige uddannelser. Naturfag for alle – vision og oplæg til strategi* [rapport]. Uddannelsesstyrelsens temahæfte nr. 7 – 2003.
- Undervisningsministeriet. <https://static.uvm.dk/publikationer/2003/naturfag/pdf/indhold.pdf>
- astra (u.å. a). *Uddybning af 5E-modellen*. <https://astra.dk/didaktiske-ressourcer/uddybning-af-5e-modellen/>
- astra (u.å. b). *Naturvidenskabelig arbejdsmetode*. <https://testoteket.dk/hvad-er-en-undersogelse/6-trin-i-en-undersogelse/>
- astra (u.å. c). *Fire typer af undersøgelser*. <https://testoteket.dk/hvad-er-en-undersogelse/fire-typer-undersogelser/>

- astra (2022). *NaNO 2021. Naturfagsundervisning – nationalt overblik*. <https://astra.dk/vidensressourcer/nano-2021-naturfagsundervisning-nationalt-overblik/>
- BEK nr. 1224 (2022). Bekendtgørelse om folkeskolens prøver. Børne- og Undervisningsministeriet. <https://www.retsinformation.dk/eli/ta/2022/1224>
- Busch, H., Horst, S., Troelsen, R. (red.) (2003). *Inspiration til fremtidens uddannelser. En antologi*. Uddannelsesstyrelsens temahæfte nr. 8 – 2003. Undervisningsministeriet. <https://static.uvm.dk/publikationer/2003/naturfag2/pdf/indhold.pdf>
- BUVM (2020). *Statusnotat. Evaluering og følgeforskning. Indførelse af den fælles prøve i fysik/kemi, biologi og geografi – prøvens betydning for elevernes motivation og læring* [rapport]. <https://www.uvm.dk/-/media/filer/uvm/publikationer/2020/juni/200616-statusrapport-endelig-juni2020.pdf>
- Clifford, N., French, S., & Valentine, G. (2010). *Key Methods in Geography* (2. udg.). SAGE.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2011). *Research Methods in Education* (7. udg.). Routledge.
- Danske Professionshøjskoler (2018). *Handleplan til en bedre læreruddannelse - 10 ambitioner*. <https://xn--danskeprofessionshjskoler-xtc.dk/wp-content/uploads/2022/01/Handleplan-til-en-bedre-laer Ruddannelse-159772.pdf>
- Dewey, J. (1902/2012). Barnet og lærerplanen. I Illeris, K. (red.), *49 tekster om læring* (s. 377-391). Samfundslitteratur. (Originalt værk fra Dewey, J. (1902). *The Child and the Curriculum*. The University of Chicago Press.)
- Dewey, J. (1933/2009). Hvordan vi tænker. Forlaget Klim. (Originalt værk fra Dewey, J. (1933). *How We Think: A Restatement of The Relation of Reflective Thinking To the Educative Process*. I *The Collected Works of John Dewey: Later Works, bind 8*, 105-352.).
- Dolin, J. (2014). Naturfaglige kompetencer – om kompetencetænkning i nye Forenklede Fælles Mål. I Tougaard, S. & Kofoed, L. H. (red.), *Metoder i Naturfag – en antologi* (2. udg.) (s. 49-66). Experimentarium. https://www.experimentarium.dk/wp-content/uploads/2017/06/antologi_2014_kap_1-6.pdf
- Dolin, J. (2016). Idealer og realiteter i målorienteret undervisning. *Cursiv 19*, 67-87.

- Dolin, J., Nielsen, J. A. & Tidemand, S. (2017). Evaluering af naturfaglige kompetencer. *Acta Didactica Norge*, 11(3) <http://dx.doi.org/10.5617/adno.4702>
- Dolin, J. & Evans, R. (red.) (2018). *Transforming Assessment. Through an Interplay Between Practice, Research and Policy*. Contributions from Science Education Research, bind 4. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-63248-3_5
- Dolin, J., Black, P., Harlen, W. & Tiberghien, A. (2018). Exploring Relations Between Formative and Summative Assessment. I Dolin, J. & Evans, R. (red.), *Transforming Assessment. Through an Interplay Between Practice, Research and Policy* (s. 53-80). Contributions from Science Education Research, bind 4. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-63248-3_5
- Dolin, J.; Bruun, J.; Nielsen, J.A. (2023). Et internationalt STM-perspektiv på evaluering. I dette nummer, side 57-76.
- EtF (u.å.). *Engagerede elever der brænder for naturfag. Engineering i skolen*. <https://engineerthefuture.dk/engineering-i-skolen/>
- European Commission (2007). *Science Education Now: A Renewed Pedagogy for the Future of Europe*. Brussels, European Commission: 22. <https://www.eesc.europa.eu/en/documents/rocard-report-science-education-now-new-pedagogy-future-europe>
- Fangen, K. (2010). *Deltagende observasjon*. Fagbokforlaget.
- Frøyland, M. & Remmen, K.B. (2019). *Utvidet klasserom i naturfag*. Universitetsforlaget.
- Handel, G. & Lauvås, P. (2002). *På egne vilkår – en strategi for vejledning af lærere*. Pædagogik til tiden, bind 17. Klim.
- Hansen, J. M. (2000). *Stregen i sandet, bølget på vandet. Stenos teori om naturens sprog og erkendelsens grænser*. Fremad.
- Hansen, J. M. (2007). Hvad adskiller geologi fra anden naturvidenskab og metafysik? *Geologisk Tidsskrift*, 27-56.
- Hodson, D. (1990/2008). Et kritisk blik på praktisk arbejde i naturfagene. *MONA*, 2018(3), 7-20. (Originalt værk udgivet som Hodson, D. (1990). A Critical Look at Practical Work in School Science. *School Science Review*, 71(256), 33-40).

- Iskov, T. (2020). *Læreruddannelsens andenordensdidaktik. Studier i læreruddannelse og -profession*, 5(1), 92-114.
- Jensen, L.R. (2021). Naturvidenskabens væsen og den problemorienterede undervisning. I Elmose, S. (red.), *Naturfag i et spændingsfelt. Kritiske perspektiver på aktuelle tendenser* (s. 41-54). DAFOLO.
- Lauås, P. & Bruun, J. (2021). *Ren formativ evaluering i skolen*. Klim.
- Madsen, L. M., Evans, R., & Bruun, J. (2020). Undersøgelser baseret undervisning: 6F-modellen – dens tilblivelse og udvikling i Danmark. *MONA - Matematik- Og Naturfagsdidaktik*, 2020(1), 19.
<https://tidsskrift.dk/mona/article/view/118890>
- Mansilla, V.B. & Gardner, H. (1998). What are the qualities of understanding? I M.S. Wiske (red.), *Teaching for Understanding: Linking Research with Practice* (s. 161-196). Jossey-Bass.
- Mehta, J. & Fine, S. (2019). *In Search of Deeper Learning. The Quest to Remake the American High School*. Harvard University Press.
- Meyer, H. (2005). *Hvad er god undervisning?* Gyldendal.
- Minnameier, G. (2010). The Logicality of Abduction, Deduction and Induction. I Bergman, M., Paavola, S., Pietarinen, A.-V., & Rydenfelt, H. (red.) *Ideas in Action: Proceedings of the Applying Peirce Conference* (s. 239-251). Nordic Studies in Pragmatism, *bind 1*. Helsinki: Nordic Pragmatism Network.
- Nielsen, B. L. & Nielsen, K. (2017). Kompetenceudvikling for undervisere/pædagogisk personale. I Nielsen, J. A. (red.). *Litteraturstudium til arbejdet med en national naturvidenskabsstrategi* (s. 50-72) [rapport]. København: Institut for Naturfagernes Didaktik.
- Park, W. (2017). *Abduction in Context. The Conjectural Dynamics of Scientific Reasoning*. Springer.
- Pellegrino, J.W. & Hilton, M.I. (2012). *Education for Life and Work: Developing Transferrable Knowledge and Skills in the 21st Century* [rapport].
https://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal%20Sebrae/Anexos/Education_for_Life_and_work.pdf
- Remmen, K. B., & Frøyland, M. (2014). Implementation of guidelines for effective fieldwork designs: Exploring learning activities, learning processes, and student engagement in the classroom and the field. *International Research in Geographical and Environmental Education*, 23(2), 103–125.

- Remmen, K.B. & Frøyland, M. (2017). "Utvidet klasserom" – Et værktøj for å designe uteundervisning i naturfag. *NorDiNa*, 13(2), 218-229.
- Rocksén, M. & Olander, C. (2016). A Topical Trajectory on Survival: an Analysis of Link-Making in a Sequence of Lessons on Evolution. *Research in Science Education*, 47, 451–472.
- Ropohl, M., Nielsen, J.A., Olley, C., Rönnebeck, S. & Stables, K. (2018). The Concept of Competence and Its Relevance for Science, Technology and Mathematics Education. I Dolin, J. & Evans, R. (red.), *Transforming Assessment. Through an Interplay Between Practice, Research and Policy* (s. 3-25). Contributions from Science Education Research, *bind 4*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-63248-3_5
- Rönnebeck, S., Nielsen, J.A., Olley, C., Ropohl, M. & Stables, K. (2018). The Teaching and Assessment of Inquiry Competences. I Dolin, J. & Evans, R. (red.), *Transforming Assessment. Through an Interplay Between Practice, Research and Policy* (s. 27-52). Contributions from Science Education Research, *bind 4*. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-63248-3_5
- Ryan, R.M. & Deci, E.L. (2000). Self-Determination Theory and the Facilitation of Intrinsic Motivation, Social Development, and Well-Being. *American Psychological Association*, 55 (1), 68-78.
- Sawyer, K.R. (2014). Introduction: The Science of Learning. I Sawyer, K.R. (red.), *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences* (2. udg.). Cambridge University Press.
- Scott, P., Mortimer, E. & Amettler, J. (2011). Pedagogical link-making: a fundamental aspect of teaching and learning scientific conceptual knowledge. *Studies in Science Education*, 47(1), 3-36.
- Skaalvik, E. M. & Skaalvik, S. (2015). *Motivation for læring. Teori og praksis*. Dafolo.
- Sjøberg, S. (2012). *Naturfag som almindannelse. En kritisk fagdidaktik* (2. udg.). Klim.
- van de Pol, J., Volman, M., & Beishuizen, J. (2010). Scaffolding in Teacher–Student Interaction: A Decade of Research. *Educational Psychology Review*, 22, 271-296.
- VIA (2020). *LULAB - Lærerruddannelsen som udviklingslaboratorium for god undervisning*. <https://www.via.dk/-/media/VIA/samarbejde/lulab/dokumenter/lulab-beskrivelse-2020.pdf>

Winje, Ø. & Løndal, K. (2020). Bringing deep learning to the surface: A systematic mapping review of 48 years of research in primary and secondary education. *Nordic Journal of Comparative and International Education (NJCIE)*, 4(2), 25-41.

English summary

It is a challenge for the Danish schools' mandatory joint exam in physics/chemistry, biology and geography that the teachers find it difficult to assess the students' four science competences; and the students master competences on a predominantly superficial level, and find it difficult to design and carry out their own investigations. This article focuses on competence development and deep learning through practical work in geography in teacher education. The preliminary results from a three-year action study indicate that students' who design, test and assess their own teaching courses and activities with practical work increase competence development and deep learning together with an assessment practice for investigative and practical work. Moreover, the study indicate that the learning yield of problem-based teaching is enhanced when other types of teaching methods introduce skills and scientific methods. Finally, the article introduces an didactic for revisiting object fields more than once e.g. when the same location is revisited multiple times it can motivate deep learning.

Nøgleord

Dybdelæring, naturfaglige kompetencer, formativ evaluering, problembaseret læring, geografisk naturfagsdidaktik, naturvidenskabelige metoder, geografi på læreruddannelsen.

Keywords

Deep learning, science competences, formative assessment, problem-based learning, geographical didactics in science, scientific methods, geography in teacher education.

Forfatteroplysninger

Jesper Heidemann Langhoff

Adjunkt i geografi og naturfagsdidaktik, ph.d., cand.scient. og fotojournalist, Institut for Læreruddannelse, Københavns Professionshøjskole.

Forsker, fagudvikler og underviser i geografi, naturfagsdidaktik og bæredygtig dannelse.

jhof@kp.dk

<https://www.ucviden.dk/da/persons/jesper-heidemann-langhoff>

ⁱ Med et dobbeltdidaktisk blik for undervisningen på læreruddannelsen søger underviseren didaktisk at tilrettelægge sin undervisning sådan, at de lærerstuderende kan lære at undervise i folkeskolen og lære at forholde sig didaktisk reflektivt og analytisk til sin egen praksis (se Iskov, 2020).

ⁱⁱ Om end det ikke er denne forfatters ærinde at søge en længere videnskabsteoretisk afgrænsning eller filosofisk diskussion af naturvidenskabelige ræsonnementer mv. (se Sjøberg, 2012; Park, 2017; Minnameir, 2010), så kan en læringsteoretisk deduktiv og induktiv benævnelse føre til forkerte konnotationer og forenkede antagelser. Ikke mindst indenfor naturfag og naturfagsdidaktik, hvis de videnskabsteoretisk sidestilles eller forveksles med gængse definitioner af begrundelsesmetoder som (logisk) deduktiv metode, (logisk) induktiv metode eller (logisk) abduktiv metode.

ⁱⁱⁱ Praksisteori er den enkelte persons private og sammenvævede, men stadig foranderlige system af viden, færdigheder, erfaring (private og andres teorier) og værdier (filosofiske, politiske og etiske), der til hver en tid har betydning for personens undervisningspraksis (se Handal & Lauvås, 2002).