

Måling af progressioner – Evalueringsstrukturer der underbygger en lærings- progression



Mark Wilson, University
of California, Berkeley

Originaltitel: Measuring Progressions: Assessment Structures Underlying a Learning Progression. Artiklen er oversat af Magnus Boye og Kjeld Laursen med faglig tilretning af Jens Dolin. Bringes med forfatterens tilladelse.

Abstract: Denne artikel beskriver nogle af de underliggende begrebsætninger der er indgået i BEAR-centerets arbejde med udviklingen af læringsprogressioner. Kernen i alle disse udviklinger har været progressionskemaet som er den første byggesten i BEAR Assessment System (BAS). Efter at have introduceret begrebet læringsprogression opsummerer artiklen elementerne i BAS med vægt på progressionskemaet som det centrale koncept. Artiklen beskriver derefter en række forskellige måder at se sammenhængen mellem begrebet progressionskema og begrebet progression (som jeg kalder "evalueringsstrukturen") og giver også illustrative eksempler fra nyere BEAR-projekter. Artiklen diskuterer derefter nogle styrker og begrænsninger ved disse begrebsætninger med fokus på både uddannelsesmæssige og målemæssige spørgsmål. Artiklen afsluttes med nogle generelle refleksioner.

Introduktion

Af Jens Dolin, Institut for Naturfagernes Didaktik, KU

Redaktionskomiteen har valgt at bringe en oversættelse af Mark Wilsons artikel "Measuring Progressions: Assessment Structures Underlying a Learning Progression" som et eksempel på en klassiker. Det er ikke en klassiker i den forstand at det er en gammel artikel, men forstået som at den repræsenterer en grundlæggende teoretisk basis for et centralt naturfagsdidaktisk område. Artiklen omhandler nemlig det emne som af mange anses for at rumme de pt

vigtigste naturfagsdidaktiske udfordringer (Krogh, Dolin & Petersen, 2022): Evaluering af naturfaglig viden og kompetence. Den falder således godt ind i mange af de naturfagsdidaktiske problemstillinger der aktuelt arbejdes med, såsom nationale tests, formative evalueringer, eksamensformer, karaktergivning med mere. Emnet er desuden det næste der arbejdes med i NAFA/CESE-regi (se www.nafa.nu), ligesom det næste DASERA-forskningsseminar har evaluering som tema (www.dasera.dk). Her holder Mark Wilson for øvrigt oplæg.

Der er skrevet meget om evaluering – og meget godt – men megen af litteraturen om disse emner er foreskrivende og relativt normativ, a la vi skal have mere formativ evaluering fordi forskning viser at det fremmer læring – hvilket jo er sandt og vigtigt at slå fast. Men her er Mark Wilsons ærinde i højere grad at udvikle et evalueringssystem baseret på en læringstilgang, som muliggør korrekt *måling* af elevers faglige kompetencer, som en vigtig forudsætning for en valid og pålidelig evaluering – hvorfor måling indgår i titlen.

Hans BEAR Assessment System (BAS) – efter *Berkeley Evaluation and Assessment Research Center*, som han er leder af – er baseret på fire grundlæggende principper som hver er udmøntet i en såkaldt byggesten, der så at sige operationaliserer princippet.

De fire principper er:

1. Evaluering bør baseres på et udviklingsperspektiv for elevers læring.
2. Der skal være klar alignment mellem det der undervises i, og det der evalueres.
3. Lærere er bestyrere og brugere af evalueringsdata for at kunne give relevant feedback og feedforward.
4. Klasserumsevalueringer skal opretholde sunde standarder for validitet og reliabilitet.

Pointen er at Mark Wilson kombinerer en læringsbaseret, undervisningsrelateret evalueringstilgang med et stærk psykometrisk element. Dette afspejler at projektet er udviklet i USA med dets stærke fokus på tests. Projektet havde som oprindeligt formål at sikre at disse tests var 'fornuftige' ift. såvel et 'moderne' curriculum som i forhold til en 'fornuftig' undervisning, samtidig med at de har en høj psykometrisk kvalitet.

I den bog der er forløberen for den her bragte artikel, opstilles BAS på samme måde som i artiklen (Wilson, 2005), men der er vægten i endnu højere grad på de psykometriske aspekter. Det kan virke overvældende – og noget skævt i forhold til danske traditioner – med en sådan vægt på måling. Men hvis der skal udvikles en evalueringskultur, som bygger bro mellem de formative aspekter af undervisningen, dvs. de dele som handler om at fremme elevernes læring, og de summative elementer, dvs. opgørelserne over de enkelte elevers læringsniveau, så er det nødvendigt at begge dele foretages systematisk og på baggrund af en valid beskrivelse af det der skal læres, baseret på en forståelse af hvorledes elevers læring foregår inden for det faglige område der evalueres.

Det er netop det artiklen koncentrerer sig om, idet den primært beskæftiger sig med det første trin i BAS, nemlig hvorledes evalueringer kan basere sig på en forståelse af elevers læring af det faglige område. Her spiller progressionsbegrebet en central rolle. Den ønskede progression inden for et givent fagligt emne kan bestemmes på forskellig vis, fx via en vurdering af kognitive krav til de forskellige progressionstrin eller via empiriske data. Denne progression illustreres i artiklen med såkaldte 'construct maps', som oversættes som 'progressionsskemaer', der skematisk beskriver forskellige niveauer af elevkunnen inden for området.

Disse progressionsskemaer er udviklet ud fra en forståelse af de faglige krav inden for det givne faglige område, således som det er begrebsat i et såkaldt 'construct'. Artiklens begreb 'construct' svarer til det som ofte betegnes et 'framework' (dansk: Rammeværk). Dette er et centralt begreb til at sikre validiteten af en evaluering, men det er ikke så brugt i det danske uddannelsespolitiske (og til dels naturfagsdidaktiske) miljø på trods af dets helt centrale status som det der udgør formålet med undervisningen og dermed grundlaget for evalueringen. Der er i NAFA-regi netop udgivet en tekst som omhandler hvorledes et sådant framework kan forstås og konstrueres:

"Helt generelt er et rammeværk en sammenhængende struktur over begreber og elementer, der tilsammen dækker en forståelse af et område. Rammeværket består således af en række centrale elementer og deres indbyrdes forbindelser, der tilsammen giver en repræsentation af det givne område. Rammeværket udgør herved en tolkning af hvorledes det givne område kan opfattes, hvad der er vigtigt i det og hvilke væsentlige relationer, der er mellem enkeltdele." (Dolin, Ellebæk, & Daugbjerg, 2022)

Baseret på det udviklede rammeværk for det faglige område (constructet) opstilles de progressionsskemaer af elevers læringsvej gennem området, der er grundlaget for evaluering af eleverne. De udgør de kriterier som elevvurderinger skal basere sig på. Udviklingen af sådanne progressionsskemaer, og diskussion af deres indbyrdes relationer inden for et givent curriculum, er artiklens hovedbidrag til en naturfagsdidaktisk sund evalueringskultur.

Først når dette arbejde er på plads, kan de næste byggeklodser i evalueringssystemet udvikles. Den anden byggesten drejer sig om hvilken undervisning der kan muliggøre at eleverne opnår de ønskede kompetencer, og dermed også hvilke opgavetyper der med rimelighed kan måle graden af opnået kompetence. Den tredje byggesten omhandler hvorledes opgaverne kan vurderes, og den fjerde om hvorledes resultaterne kan udregnes og kvalitets-sikres. Både den første byggekloids i BAS, som denne artikel koncentrerer sig om, og især de sidste udfoldes og operationaliseres i senere artikler. Her kan især henvises til Wilson & Lehrer (2021). Desuden kan man hente inspiration på BAS' hjemmeside (<https://bearcenter.berkeley.edu/page/bear-assessment-system>) hvor der bl.a. kan ses en video om hvorledes progressionsskemaerne kan bruges til evaluering i en konkret undervisningssituation.

Referencer:

- Dolin, J., Ellebæk, J. J., & Daugbjerg, P. (2022). *Model for operationelt teoretisk rammeværk*. Lokaliseret 29. juli 2022 på: <https://nafa.nu/wp-content/uploads/sites/46/2022/06/model-for-operationelt-teoretisk-rammevaerk.pdf?x18111>
- Krogh, L. B., Dolin, J., & Petersen, M. R. (2022). De vigtigste udfordringer i det danske naturfagsdidaktiske felt. *MONA*(2), 24-42.
- Wilson, M. (2005). *Constructing measures: an item response modeling approach*: Psychology Press.
- Wilson, M., & Lehrer, R. (2021). Improving Learning: Using a Learning Progression to Coordinate Instruction and Assessment. *Frontiers in Education*, 6:654212. doi:10.3389/educ.2021.654212

Opfattelsen af læringsprogression gennemgår lige nu en hurtig udvikling. Men det er i virkeligheden blot den seneste manifestation af en meget ældre idé der handler om strukturering af elevers udvikling når de lærer en bestemt viden eller professionel praksis. At udtænke midler til at måle en elevs placering inden for eller langs en læringsprogression er et afgørende skridt til at fremme den videnskabelige undersøgelse af læringsprogressioner. I denne artikel bliver én bestemt tilgang til måling kaldet BEAR Assessment System (BAS) (Wilson, 2005; Wilson & Sloane, 2000) brugt som en linse til at se de mange mulige måder hvorpå læringsprogressioner kan opfattes og måles. I denne artikel bliver den måde hvorpå målemetoden understøtter læringsprogressionen, betegnet som *evalueringsstrukturen* for læringsprogressionen. Selvfølgelig er der andre tilgange til evalueringer som man kunne vælge, men disse er uden for rammerne af dette arbejde.

Artiklen indledes med en kort bemærkning om begrebet læringsprogressioner og tilføjer nogle bemærkninger om evalueringsperspektiver på læringsprogressioner. Den opsummerer derefter elementerne i BAS med vægt på det centrale begreb progressionsskema der er fokus for resten af artiklen. Derefter beskriver artiklen en række forskellige måder at se på evalueringsstrukturen – altså forholdet mellem begreberne progressionsskema og progression – og giver eksempler fra aktuelt og nyere BEAR-arbejde. Den diskuterer derefter styrkerne og begrænsningerne ved disse begrebssættelser med fokus på både uddannelsesmæssige og psykometriske spørgsmål. Artiklen afsluttes med nogle generelle refleksioner.

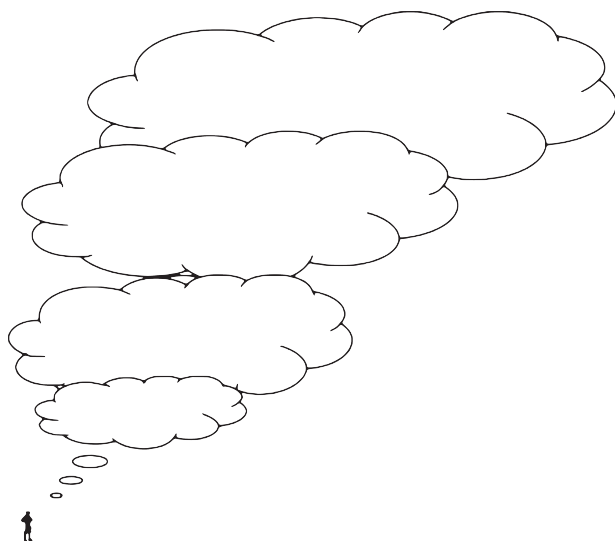
Læringsprogressioner: forbindelser til evaluering

Generelt vil denne artikel følge definitionen af læringsprogressioner som er angivet i hovedartiklen i dette nummer (Duncan & Hmelo-Silver, 2009). Formålet med denne artikel er at forsøge at opstille nogle sammenhænge mellem læringsprogressioner og begrebet progressionsskema, der er blevet udviklet inden for en måle- og evalueringsramme. Dette vil blive defineret i detaljer i næste afsnit af artiklen, men lige her er det tilstrækkeligt at nævne at et progressionsskema er beregnet til at være et noget mindre komplekst begreb end læringsprogression og er designet til at hjælpe med at gøre det begribeligt hvordan evalueringer kan konstrueres så de er forbundet til teorier om kognition.

Selvom begrebet læringsprogression har forbindelser til mange ældre og hævdevundne begreber inden for uddannelse, er historien om det specifikke udtryk "læringsprogression" i forbindelse med naturfagsdidaktik relativt kort (CCII, 2009), begyndende med offentliggørelsen af en NRC-rapport (2006). Denne rapport fokuserede på evaluering i 0. til 13. klassetrin, og derfor har forbindelserne til evaluering været der lige fra starten. Ikke desto mindre er der i det korte tidsrum siden da ikke kommet

meget litteratur om forholdet mellem de to, selvom dette meget vel kan ændre sig i den nærmeste fremtid. En anden NRC-rapport (2007) behandlede også begrebet og uddybede dets anvendelse i klasseværelset. Flere evalueringsinitiativer og perspektiver diskuteres i disse rapporter, herunder henvisninger til den skelsættende NRC-rapport fra 2001 *Knowing What Students Know*. Blandt de evalueringsprogrammer der fremhæves der, er det mest fremtrædende sandsynligvis arbejdet med progressionsvariable af de australske forskere Masters & Forster (1996) og det nært beslægtede arbejde om den noget mere uddybede BAS (Wilson, 2005). I denne artikel vil jeg trække på sidstnævnte hvad angår de centrale evalueringsperspektiver og praksisser jeg henholder til læringsprogressioner.

For at illustrere visse aspekter af forholdet mellem læringsprogressioner og evaluering vil jeg bruge en visuel metafor der overlejrer billeder af progressionskemaer på et billede af en læringsprogression. Dette billede af læringsprogressionen er vist i figur 1 hvor de successive lag af "tankeskyerne" er beregnet til at repræsentere de successive lag af forfinelse af elevens tænkning, og væksten i skyens størrelse er beregnet til at indikere at tankerne bliver mere sofistikerede senere i sekvensen (fx kan de have bredere anvendelighed senere i sekvensen). Personen på billedet er en person (en naturfagslærer, en naturfagsdidaktik-forsker, en evalueringsudvikler?) der tænker på elevernes tænkning. Under andre omstændigheder (fx Wilson, 2005) har jeg kaldt denne person "måleren", men ikke her, da de idéer der betragtes i artiklen, befinder sig på et tidligt stade af evalueringsudviklingen med fokus på de første byggesten. Det er vigtigt at huske at denne læringsprogression er i forskerens tanker, og at den repræsenterer en formodning om elevernes tankegang som det er hensigten at undersøge.



Figur 1. Et billede af en læringsprogression.

BEAR Assessment System

BAS er baseret på idéen om at en god evaluering imødekommer behovet for solid måling gennem fire principper: (1) et udviklingsmæssigt perspektiv, (2) et match mellem undervisning og evaluering, (3) generering af evidens af høj kvalitet og (4) underviseres arbejde med at muliggøre passende feedback, feedforward og opfølgning. Disse fire principper plus fire byggesten der konkretiserer dem, er vist i figur 2. Nedenfor tager vi hvert af disse principper og byggesten op igen, med vægt på det første. Se Wilson (2005) for en detaljeret redegørelse for udvikling af de enkelte trins redskaber.

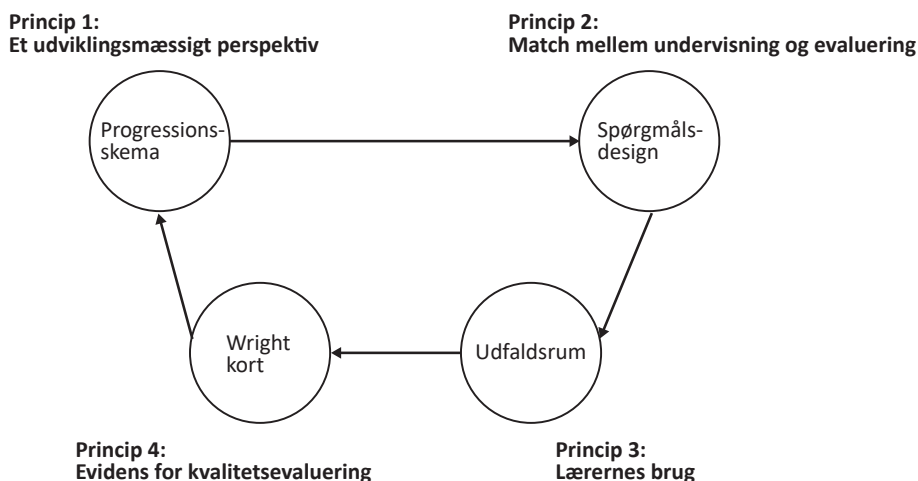
Princip 1: Et udviklingsmæssigt perspektiv

Et "udviklingsmæssigt perspektiv" på elevernes læring betyder at man evaluerer udviklingen af elevernes forståelse af bestemte begreber og færdigheder over tid, i modsætning til fx at foretage en enkelt måling til sidst eller på et bestemt tidspunkt (for tidligere perspektiver på dette, se Hewson, 1992, og Posner, Strike, Hewson & Gerzog, 1982). Det har været en udfordring for undervisere i mange år at etablere rimelige kriterier for at anlægge et udviklingsperspektiv. Hvad man skal evaluere, og hvordan man evaluerer det, hvorvidt man skal fokusere på generaliserede læringsmål eller domænespecifik viden, og implikationerne af en række undervisnings- og læringsteorier påvirker alt sammen hvilke tilgange der bedst kan præge evaluering af udvikling. Et problem er at da læringssituationer varierer og deres mål og filosofiske grundlag tager forskellig form, opfylder en "one-size-fits-all"-metode til at evaluere udvikling sjældent de uddannelsesmæssige behov. Meget af styrken ved BAS kommer i form af værktøjer til at modellere mange forskellige former for læringsteorier og læringsdomæner. Processen med at udforme evalueringerne, hvad der skal måles, og hvordan det skal vurderes, trækker i hver eneste anvendelse af BEAR-evaluering på ekspertise og læringsteorier hos de involverede lærere, curriculum-udviklere og evalueringsudviklere.

Byggesten 1: Progressionsskema

Progressionsskema (Wilson, 2005) repræsenterer det første af de fire principper: et udviklingsmæssigt perspektiv på evalueringen af elevernes præstationer og udvikling. Et progressionsskema er en velgennemtænkt og forskningsbaseret sekvens af kvalitativt forskellige præstationsniveauer med fokus på ét karakteristika. Således definerer et progressionsskema hvad der skal måles eller evalueres, i termer der er generelle nok til at kunne fortolkes inden for et curriculum og potentielt på tværs af curricula, men specifikke nok til at styre udviklingen af de andre komponenter. Når undervisningspraksis er knyttet til progressionsskemaet, indikerer det også formålet med undervisningen. Progressionsskema er én model for hvordan evalueringer kan integreres med undervisning og rapportering (eng.: accountability). De giver mulighed for at storskala-evalueringer på en principfast måde kan knyttes til det eleverne

lærer i klasseværelserne, samtidig med at de i det mindste potentielt kan opretholde uafhængighed af indholdet af et bestemt curriculum.



Figur 2. Principperne og byggestenene i BEAR Assessment System.

Denne tilgang forudsætter at elevpræstationer inden for et givent curriculum kan spores i løbet af undervisningen og dermed facilitere et mere udviklingsorienteret perspektiv på elevlæring. Evaluering af udviklingen af elevernes forståelse af bestemte begreber og færdigheder kræver en model for hvordan elevlæring udvikler sig over en bestemt periode af (undervisnings)tid. Et udviklingsperspektiv hjælper med at bevæge en væk fra enkeltstående testsituationer og væk fra en opdelt tilgang til at definere elevpræstationer – mod en tilgang der fokuserer på læringsprocessen og på individets fremskridt gennem denne proces. Klare definitioner af hvad eleverne forventes at lære, såvel som en teoretisk ramme for hvordan denne læring forventes at udfolde sig efterhånden som eleven arbejder sig igennem undervisningsmaterialet (specifikt med hensyn til læringspræstationer), er nødvendige for at fastlægge validiteten (eng: the construct validity) af et evalueringssystem.

Idéen om at bruge progressionsskemaer som grundlag for evalueringer åbner mulighed for betydelig effektivitet i evalueringen: Selvom hvert nye curriculum bryster sig af at bringe noget nyt til emnet, er de fleste curricula i virkeligheden sammensat af et fælles lager af indhold. Og efterhånden som indflydelsen fra nationale og statslige standarder vokser, bliver dette mere sandt og også lettere at kodificere. Således kan vi nok forvente at et innovativt curriculum har én eller sågar to variable der ikke overlapper med det typiske curriculum, men resten vil danne et ret stabilt variabelsæt der går igen i mange curricula.

Progressionsskemaer udledes dels fra forskning i det pågældende områdes underliggende kognitive strukturer og dels ud fra faglige vurderinger af hvad der udgør højere og lavere præstations- eller kompetenceniveauer, men de er også præget af empirisk forskning i hvordan eleverne reagerer på undervisning, eller hvordan de præsterer i praksis (NRC, 2001). For bedre at forstå hvad en progressionsvariabel er, kan vi betragte følgende eksempel.

Eksemplet der udforskes i denne korte introduktion, er en test der især fokuserer på naturfaglig viden inden for området "Jorden og solsystemet" (JS). Spørgsmålene i denne test er distinkte, da de er ordnede multiple choice-spørgsmål (OMC) som forsøger at gøre brug af kognitive forskelle indbygget i valgmulighederne med henblik på at give en mere valid og reliabel måling (Briggs et al., 2006). Standarder og benchmarks for "Jorden og solsystemet" findes i appendiks A i artiklen af Briggs et al. (2006). I henhold til disse standarder og den underliggende forskningslitteratur forventes eleverne i 8. klasse at forstå tre forskellige fænomener inden for JS-domænet: (1) døgnets cyklus, (2) Månens faser og (3) årstiderne – i relation til bevægelserne af solsystemets legemer. En fuld naturfaglig forståelse af disse tre fænomener er det øverste niveau i vores progressionsskema. For at definere de lavere niveauer i vores progressionsskema har Briggs og hans kolleger gennemgået litteraturen om elevers misforståelser i forhold til JS. De derved afdækkede forklaringer på elevmisforståelser i forhold til døgnets cyklus, Månens faser og årstiderne kan ses i appendiks A i artiklen af Briggs et al. (2006).

Målet var at skabe et enkelt kontinuum der kunne bruges til at beskrive typiske elevforståelser af tre fænomener inden for JS-domænet. Det er i modsætning til meget af den eksisterende litteratur der dokumenterer elevernes forståelse af et bestemt JS-fænomen uden at forbinde hver forståelse med elevernes forståelser af andre relaterede JS-fænomener. Ved at undersøge elevernes forestillinger på tværs af de tre fænomener og bygge videre på de fremskridt der er beskrevet af Vosniadou & Brewer (1994) og Baxter (1995), etablerede Briggs et al. (2006) til at begynde med en generel oversigt over progressionsskemaet for elevers forståelse af JS. Denne generelle beskrivelse satte dem i stand til at fastlægge en i det mindste delvis hierarkisering af de forskellige elev-idéer der var repræsenteret i litteraturen. Niveauerne kunne dog først fuldt defineres når den typiske elevtænkning på hvert niveau var specificeret. Denne typiske elevforståelse er repræsenteret i JS-progressionsskemaet i figur 3 med (a) generelle beskrivelser af hvad eleven forstår, og (b) begrænsninger for denne tænkning i form af misforståelser, mærket som "almindelige fejl". Almindelige fejl, der bruges til at definere niveau 1, omfatter at elevens forklaring på døgnets cyklus og Månens faser involverer noget der dækker henholdsvis Solen og Månen.

Ud over at definere elevernes forståelse på hvert niveau af kontinuummet hjælper de viste 'almindelige fejl' med at klarlægge forskellen mellem niveauer. Misforståelser, repræsenteret som almindelige fejl på et niveau, afklares i progressionsskemaets

næste niveau. Fx tror elever på niveau 3 at det bliver mørkt om natten fordi Jorden går rundt om Solen en gang om dagen – en almindelig fejl på niveau 3 – mens elever på niveau 4 ikke længere tror at Jorden kredser om Solen dagligt, men i stedet forstår at dette sker på årsbasis. Det øverste niveau i JS-progressionsskemaet repræsenterer den forståelse der forventes af 8. klassetrin i nationale dokumenter for standarder. Fordi elevernes forståelse af JS udvikler sig gennem hele deres skolegang, er det vigtigt at det samme kontinuum bruges til at beskrive forståelsen hos både 5.- og 8.-klasseselever. Det øverste niveau forventes dog ikke af 5.-klasseselever, og ligeledes forventer vi ikke at mange elever i 8. klasse falder ned på de laveste niveauer i kontinuummet.

Princip 2: Match mellem undervisning og evaluering

Hovedmotivationen for de progressionsvariable der er udviklet indtil nu, er at de tjener som et rammeværk (eng.: framework) for evaluering og en metode til at muliggøre måling. Dette andet princip fastslår at rammeværket for evalueringerne og rammeværket for curriculum og undervisning skal være det samme.

Byggesten 2: Design af spørgsmål

Designet af OMC-spørgsmål styrer matchet mellem klasseundervisning og de forskellige typer af evalueringer. Det der i BAS sikrer dette, er at hver enkelt evalueringsopgave og typiske elevsvar matches med bestemte niveauer inden for mindst ét progressionsskema. I JS-eksemplet blev OMC-spørgsmålene formuleret ud fra det underliggende progressionsskema, hvilket er centralt for både design og fortolkning af OMC-spørgsmålene. Spørgsmålsformuleringer blev bestemt dels af domænet som defineret i progressionsskemaet og dels af kanoniske spørgsmål (dvs. dem der er op-listet i standarddokumenter og almindeligt anvendt i forsknings- og evalueringssammenhænge). JS-progressionsskemaet fokuserer på elevernes forståelse af himmellegemernes bevægelse i solsystemet og forklaringer på observerbare fænomener (fx døgnets cyklus, Månens faser og årstiderne) i relation til disse bevægelser. Derfor er OMC-spørgsmålenes formuleringer fokuseret på elevernes forståelse af himmellegemernes bevægelse i solsystemet og de tilhørende observerbare fænomener. Formuleringen af de forkerte svar (eng.: distractors) blev udformet til at repræsentere a) forskellige niveauer i progressionsskemaet baseret på beskrivelsen af både forståelser og almindelige fejl der forventes af en elev på et givent niveau, og b) elevsvar der var hentet fra en version af spørgsmålet med mulighed for åbent svar. To eksempler på OMC-spørgsmål der viser overensstemmelsen mellem svarmuligheder og niveauer på progressionsskemaet, er vist i figur 4. Hver svarmulighed er knyttet til et bestemt niveau i progressionsskemaet. I stedet for at indsamle oplysninger der udelukkende er relateret til elevernes forståelse af den specifikke kontekst der er beskrevet i spørgsmålet, giver OMC-spørgsmål os mulighed for at forbinde elevernes svar til det større

Niveau	Beskrivelse
5 8. klasse	<p>Eleven er i stand til at sætte Jordens og Månens bevægelser ind i en komplet beskrivelse af bevægelse i solsystemet som forklarer:</p> <ul style="list-style-type: none"> • døgnets cyklus • Månens faser (herunder Solens oplysning af Månen) • årstiderne.
4 5. klasse	<p>Eleven er i stand til at koble himmellegemernes tilsyneladende og faktiske bevægelse. Eleven ved at:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Jorden både kredser om Solen og roterer om sin akse • Jorden kredser om Solen en gang om året • Jorden roterer om sin akse en gang om dagen hvilket skaber døgnets cyklus og indtrykket af at Solen bevæger sig over himlen • Månen kredser om Jorden en gang hver 28. dag hvilket skaber Månens faser. <p>ALMINDELIG FEJL: Årstider skyldes den skiftende afstand mellem Jorden og Solen. ALMINDELIG FEJL: Månens faser er forårsaget af at skygge fra planeterne, Solen eller Jorden falder på Månen.</p>
3	<p>Eleven ved at:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Jorden kredser om Solen • Månen kredser om Jorden • Jorden roterer om sin akse. <p>Eleven har dog ikke sat denne viden sammen med en forståelse af de tilsyneladende bevægelser for at formulere forklaringer, og eleven ved måske ikke at Jorden både roterer og kredser samtidig.</p> <p>ALMINDELIG FEJL: Det bliver mørkt om natten fordi Jorden går rundt om Solen én gang om dagen.</p>
2	<p>Eleven ved at:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Solen ser ud til at bevæge sig over himlen hver dag • Månens observerbare form ændres hver 28. dag. <p>Eleven tror måske at Solen bevæger sig rundt om Jorden.</p> <p>ALMINDELIG FEJL: Al bevægelse på himlen skyldes at Jorden roterer om sin akse. ALMINDELIG FEJL: Solen rejser rundt om Jorden. ALMINDELIG FEJL: Det bliver mørkt om natten fordi Solen går rundt om Jorden en gang om dagen. ALMINDELIG FEJL: Jorden er universets centrum.</p>
1	<p>Eleven genkender ikke den systematiske karakter af udseendet af objekter på himlen. Eleven ved måske ikke at Jorden er sfærisk.</p> <p>ALMINDELIG FEJL: Det bliver mørkt om natten fordi noget (fx skyer, atmosfæren, "mørket") dækker Solen. ALMINDELIG FEJL: Månens faser er forårsaget af skyer der dækker Månen. ALMINDELIG FEJL: Solen går under Jorden om natten.</p>
0	Ingen evidens eller galt afsporet

Figur 3. Progressionsskema over elevers forståelse af Jorden og solsystemet.

JS-domæne der er repræsenteret i progressionskemaet. Samlet set giver en elevs svar på et sæt OMC-spørgsmål mulighed for at lave et skøn over elevens forståelsesniveau såvel som at give diagnostiske oplysninger om de specifikke misforståelser.

Princip 3: Lærernes brug

Hvis oplysninger fra evalueringsopgaverne og BEAR-analysen skal være brugbare for undervisere og elever, skal de formuleres så de er direkte relateret til undervisningsmålene bag progressionsvariablene. Benyttes åbne spørgsmål, skal disse kunne evalueres umiddelbart, hurtigt og pålideligt.

Byggesten 3: Udfaldsrummet

Udfaldsrummet er det sæt af resultat kategorier som elevpræstationerne er inddelt i for alle testspørgsmål knyttet til en bestemt progressionsvariabel. I praksis er disse udformet som vejledninger til bedømmelse af elevsvar på evalueringsopgaver. Dette er den primære måde hvorpå den essentielle faglige vurdering fra læreren inddrages i BAS. Vejledningerne suppleres med "eksemplarer": eksempler på elevarbejde på hvert bedømmelsesniveau for hver opgave og kombination af variable og "blueprints" som giver lærerne et overblik over passende tidspunkter at evaluere eleverne på i forhold til de forskellige variable.

Princip 4: Evidens for kvalitetsevaluering

Tekniske spørgsmål om pålidelighed (reliabilitet) og gyldighed (validitet), retfærdighed, konsistens og bias kan hurtigt sabotere ethvert forsøg på at måle langs en progressionsvariabel som beskrevet ovenfor eller endda på at udvikle et rimeligt rammeværk der kan understøttes af evidens. For at sikre sammenlignelighed af resultater på tværs af tid og kontekst er der behov for procedurer til at a) undersøge sammenhængen i de oplysninger der indsamles ved hjælp af forskellige formater, b) kortlægge elevernes præstationer på progressionsvariablene, c) beskrive de strukturelle elementer i vurderingssystemet – både opgaver og bedømmende instanser – ved hjælp af præstationsvariablene og (d) fastlægge ensartede standarder for systemets evne til at fungere i form af kvalitetsmærker som fx reliabilitet.

Byggesten 4: Wright-kort

Wright-kort repræsenterer princippet om evidens af høj kvalitet. Wright-kort er grafiske og empiriske repræsentationer af et progressionskema der viser hvordan det udfolder sig eller udvikler sig i form af stadig mere sofistikerede elevpræstationer.

Spørgsmål passende til 5. klasse:	
Det er højest sandsynligt koldere om natten fordi A. Jorden er længst væk i sin bane omkring Solen B. Solen er rejst til den anden side af Jorden C. Solen er under Jorden og Månen ikke udsender så meget varme som Solen D. det sted hvor det er nat på Jorden, er roteret væk fra Solen. © WestEd, 2002	Niveau 3 Niveau 2 Niveau 1 Niveau 4
Spørgsmål passende til 8. klasse:	
Hvilken er den bedste forklaring på hvorfor vi oplever forskellige årstider (vinter, sommer osv.) på Jorden? A. Jordens bane omkring Solen bringer os tættere på Solen om sommeren og længere væk om vinteren. B. Jordens bane omkring Solen vender os mod Solen om sommeren og væk fra Solen om vinteren. C. Jordens hældning får Solen til at skinne mere direkte om sommeren end om vinteren. D. Jordens hældning bringer os tættere på Solen om sommeren end om vinteren. © WestEd, 2002	Niveau 4 Niveau 3 Niveau 5 Niveau 4

Figur 4. Udvalgt OMC-spørgsmål baseret på progressionsskemaet over Jorden og solsystemet.

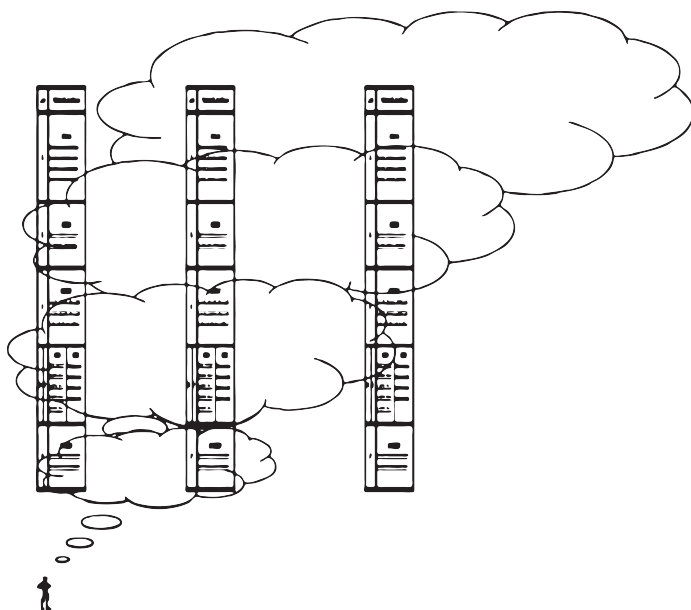
Kortlægning af en læringsprogression ved hjælp af progressionsskema

Resten af denne artikel koncentrerer sig alene om den første af de byggesten der er beskrevet ovenfor – progressionsskema – og dens potentiale i forhold til begrebet læringsprogression, også beskrevet ovenfor. Jeg har betegnet dette som evalueringsstrukturen. Det kan forekomme som spild af tid at beskrive alle fire byggesten når kun den første bruges i resten af artiklen, men hensynet er at medmindre progressionsskemaets placering i hele BAS-tilgangen forstås, vil dets relevans og betydning blive misforstået i den efterfølgende diskussion. På relevante punkter i diskussionen vil spørgsmål vedrørende OMC-spørgsmål, udfaldsrummet og målemodellen også blive nævnt. Men hovedfokus for denne artikel er på det begrebsmæssige forhold mellem progressionsskemaet og en læringsprogression, og derfor vil disse andre forhold, selvom de er af stor betydning for enhver egentlig realisering af et progressionsskema, ikke blive udforsket fuldt ud.

En ligetil måde at betragte forholdet mellem progressionsskema og en læringsprogression på er at se læringsprogression som sammensat af flere progressionsskemaer der hver indeholder en "dimension" af læringsprogressionen, og hvor niveauerne i progressionsskemaet (på en eller anden måde) relaterer sig til niveauerne i læringsprogressionerne. Jeg vil kalde dette en *intern* evalueringsstruktur for en lærings-

progression (fordi niveauerne af progressionsvariablene er knyttet til niveauerne på progressionsskemaet). Bemærk at det psykometriske syn på disse dimensioner sandsynligvis vil være at de er positivt korrelerede og derfor kan illustreres i et tredimensionelt rum, med akser udgående fra en fælles kilde, som det er almindeligt i geometriske fortolkninger af psykometriske modeller.

For at illustrere denne evalueringsstruktur bruger jeg en meget forenklet illustration af et progressionsskema som et ikon i senere figurer til at repræsentere et specifikt (men generisk) progressionsskema. Dette ikon bruges (flere gange) i figur 5, overlejret på det tidligere billede af en læringsprogression, for at illustrere idéen at læringsprogressionen kunne "kortlægges" af et (mindre) samling progressionsskemaer. I denne illustration er niveauerne af progressionsskemaerne alle på linje, og det kan faktisk være tilfældet konceptuelt, men behøver ikke at være påkrævet, da de kan variere mellem progressionsskemaerne. Men det er vigtigt at *niveauerne* i læringsprogressionen er relateret til *niveauerne* i progressionsskemaet.



Figur 5. Et muligt forhold – niveauerne i læringsprogressionen svarer til niveauerne i flere progressionsskemaer.

Et eksempel på en læringsprogression om emnet kulstofkredsløb er blevet udviklet under ledelse af Andy Anderson fra Michigan State University (Mohan, Chen & Anderson, 2008).

Figur 6 viser et arbejdsdokument fra dette projekt der illustrerer to af de progressionsskemaer der er en del af emnet. I dette eksempel er niveauerne klart forskellige

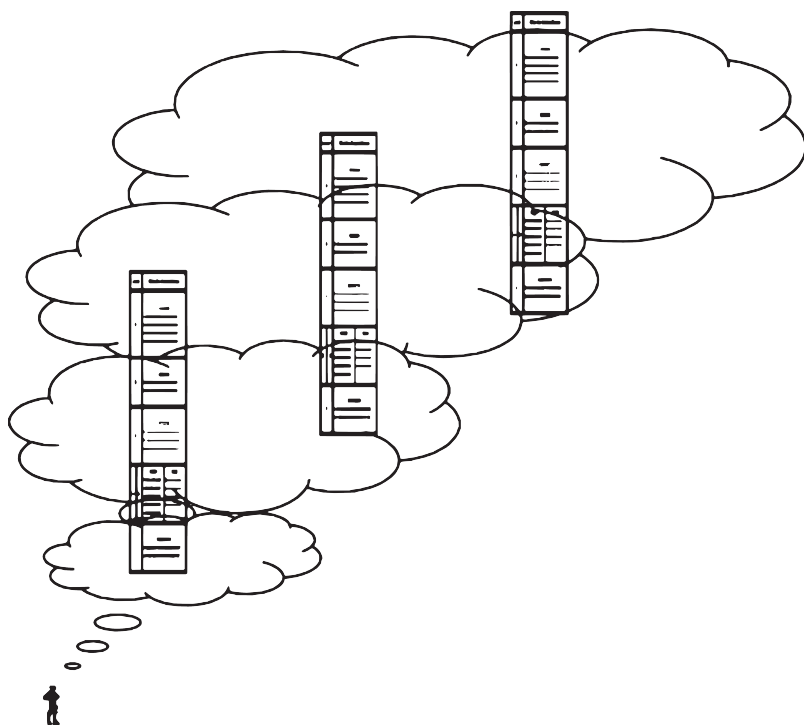
på de to progressionsskemaer, men beskrivelserne af niveauparrene udviser imidlertid også en vis grad af konsistens, hvilket faktisk var et aspekt ved deres udarbejdelse. I niveauernes bevægelse opad er der en analogi mellem de to progressionsskemaer med hensyn til hvordan forfinelsen stiger fra niveau til niveau. En kompleksitet der ikke er illustreret i dette diagram, er at OMC-spørgsmålene er designet således at hvert spørgsmål relaterer til et niveau af hvert af de to progressionsskemaer (så spørgsmålene kan udlægges i et tovejsgitter i henhold til niveauerne på hvert af progressionsskemaerne). Dette er et interessant og vigtigt aspekt af spørgsmålsdesignet og er afgørende for spørgsmålsdesign og -implementering, men bør ikke påvirke fortolkningen af selve progressionsskemaerne.

Niveau	Hierarki af systemer	Materialetyper og stofegenskaber
7	Beskriver stoffers bevægelse gennem flere processer og på flere skalaer.	Karakteriserer korrekt reaktanter og produkter af processer med hensyn til hvordan de påvirker organiske kulstof-forbindelser.
6	Følger grundstoffer eller atomer gennem en enkelt livsproces i relation til flere skalaer.	Identificerer korrekt reaktanter og produkter i en enkelt livsproces.
5	Beskriver stoffers bevægelse i simple kemiske forandringer på atomar og molekylær skala.	Identificerer korrekt reaktanter og produkter i simple kemiske forandringer.
4	Beskriver stoffers bevægelse på makroskopisk skala.	Identificerer korrekt nogle reaktanter og produkter i simple kemiske forandringer. Identificerer faste og flydende stoffer, men ikke gasser involveret i kemiske eller fysiske forandringer.
3	Er opmærksom på skjulte mekanismer. Beskriver hændelser som forandringer i materialer.	Er opmærksom på skjulte mekanismer, men kan ikke identificere nogen materialetyper.
2	Beskriver forandringer som begivenheder (på en makroskopisk skala).	Identificerer forandringer gennem almindelig forståelse af naturfænomener, men ikke som forandringer i materialer.
1	Egocentrisk/naturalistisk ræsonnement: Respondenterne bruger menneskelige analogier til at forklare forandringer i materialer.	Egocentrisk/naturalistisk ræsonnement: Respondenterne bruger menneskelige analogier til at forklare forandringer i materialer.

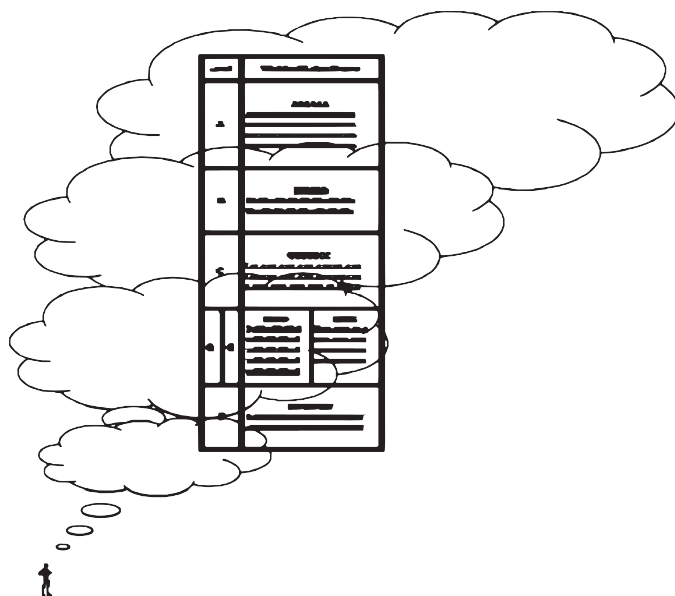
Figur 6. Et eksempel fra kulstofkredsløb-projektet.

Situationen repræsenteret i figur 5 kan være for “skematisk” – det kan fx være at konsistensen af de niveauer der er vist i figur 5, er baseret på analogier i deres struktur og konstruktion, men at de ikke kræver at niveauerne faktisk er konsistente på tværs af konstruktionerne på det tidspunkt hvor eleverne normalt møder dem i undervisningen (alternativt i form af emnernes sværhedsgrad). Det kan fx være at nogle af konstruktionerne i sagens natur er mere komplekse end andre. Denne situation er illustreret i figur 7 hvor progressionskemaerne er “forskudte”.

Det kan være at progressionskemaet er et “stort” skema konceptuelt, eller at læringsprogressionen er relativt kompakt. I dette tilfælde kan det være at et enkelt progressionskema kan spænde over (måleaspekterne af) læringsprogressionen. Dette er illustreret i figur 8 og blev eksemplificeret i figur 3. Bemærk at dette eksempel ikke blev brugt om læringsprogression indledningsvis, da jeg ikke ønskede at antyde at en læringsprogression “normalt” kan repræsenteres af et enkelt progressionskema.



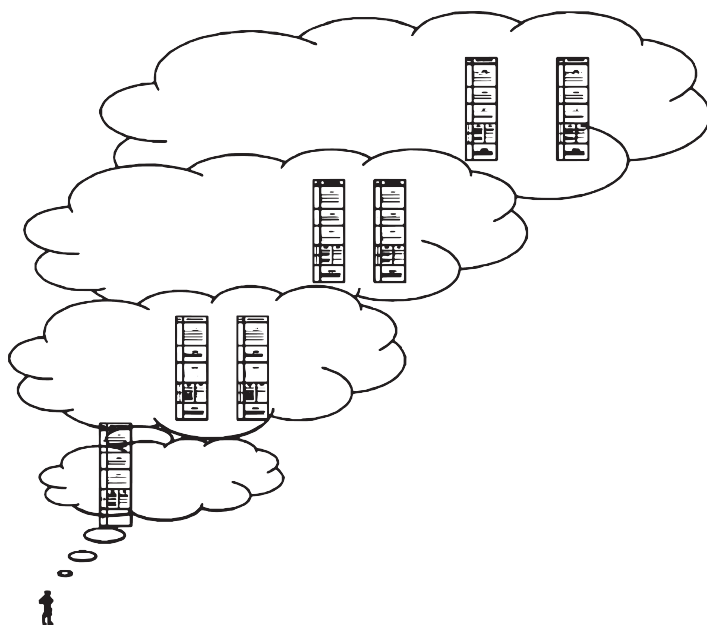
Figur 7. En noget anderledes version af figur 5 – niveauerne er forskudte.



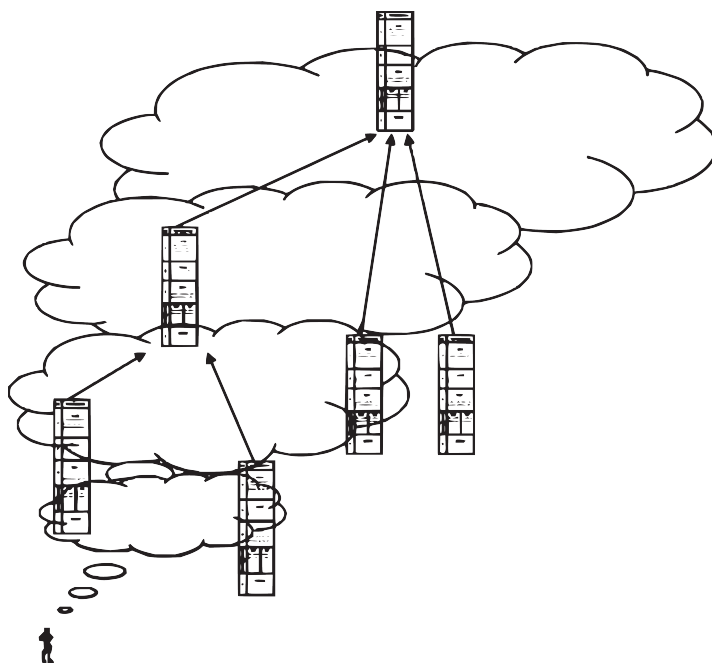
Figur 8. En ekstrem version af situationen i figur 5: Niveauerne i læringsprogressionen svarer til niveauerne i et enkelt progressionsskema.

En anden mulig forbindelse mellem progressionsskema og læringsprogression er hvor hvert niveau af progressionsvariablen er repræsenteret af et (eller flere) progressionsskemaer. Dette er illustreret i figur 9. Denne slags situationer ville måske opstå ved en temmelig langvarig læringsprogression hvor evalueringer var nødvendige for at placere elevernes udvikling inden for niveauerne (af progressionen). Jeg vil kalde dette en *mellem* progressionsskemastruktur for læringsprogressionen eftersom niveauerne i læringsprogressionen svarer til forskellige progressionsskemaer.

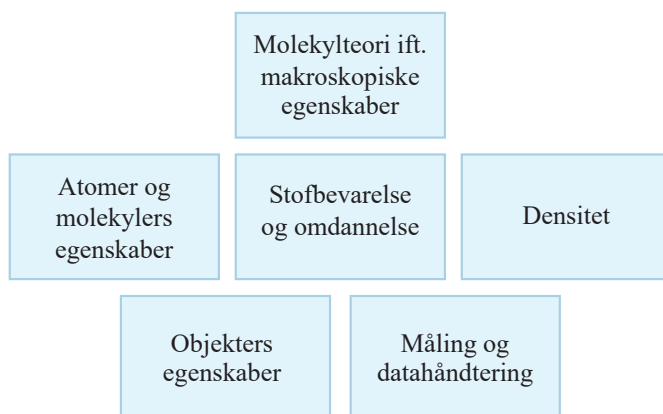
Som en yderligere kompleksitet kan de forudsatte forbindelser mellem progressionsskemaer være mere komplekse end dem der er foreslået i figur 9. Fx kan der være en antagelse om at visse af skemaerne leder videre til et bestemt skema snarere end et andet. Dette kunne illustreres som i figur 10. Her kan opnåelsen af niveauer i ét skema betragtes som værende afhængig af opnåelsen af høje niveauer i specifikke "forløber"-skemaer. Et eksempel på en sådan tænkning, denne gang i form af Molekylær Stofteori til mellemskolen under udvikling med Paul Black fra King's College London, er vist i figur 11 (Wilson & Black, 2007). I dette eksempel kan hver af kasserne betragtes som et progressionsskema (baseret på hvert sit rammeværk), men forholdet mellem dem er ikke specificeret i dette diagram. Særligt skemaerne for densitet og måling og datahåndtering kan anses for at tilvejebringe vigtige ressourcer til de centrale konstruktioner, som består af: Objektets egenskaber, atomer og molekylers egenskaber, stofbevarelse og omdannelse samt molekylteori i forhold til makroskopiske egenskaber.



Figur 9. Et andet muligt forhold – mellem progressionsskemastrukturen – forskellige progressionsskemaer på hvert niveau af læringsprogressionen.



Figur 10. I denne situation er der et kompliceret afhængighedsforhold mellem progressionsskemaerne i læringsprogressionen.



Figur 11. En gruppe konstruktioner der hypotetisk udgør molekylteori.

En mere kompliceret måde at betragte det på er at antage at der er forbindelser mellem specifikke niveauer inden for et skema og specifikke niveauer af andre skemaer (snarere end “top til bund”-forholdet vist i figur 10). I så fald ville pilene fra “top til bund” i figur 10 være utilstrækkelige til at formidle de subtile forbindelser mellem indholdet i den fulde vision af læringsprogressionen. Selvfølgelig ville det også være muligt at have strukturer af progressionsskemaer der deler funktionerne i både intern- og mellem-strukturerne – disse muligheder er strukturer der er mere komplekse end jeg ønsker at forfølge på dette tidspunkt.

De muligheder der er beskrevet ovenfor, udtømmer langt fra hele det mulige felt. Fx er det klart at vi ved at lave sondringen mellem intern- og mellem-evalueringsstrukturer også kunne bygge evalueringsstrukturer der var kombinationer af de to slags, hvor nogle progressionsskemaer krydser over niveauer i en læringsprogression og andre forbliver inden for et niveau af læringsprogressionen – disse kan kaldes *blandede* evalueringsstrukturer. En meget stor og vigtig gruppe af idéer, der ikke er nævnt ovenfor, er potentialet i at bruge en cyklus-model som kernen i et progressionsskema og dermed som strukturen af en læringsprogression. Mange pædagogiske idéer udtrykkes som cyklusser, og de åbner op for et andet og meget interessant udvalg af mulige måder at tænke om en læringsprogression på. Dette emne er værd at undersøge og vil blive genstand for yderligere arbejde.

Diskussion

Nu har vi fremlagt nogle grundlæggende mulige strukturer for hvordan progressionsskemaer kan anskues som et “skelet” for en læringsprogression, og vi har dermed fået et udgangspunkt til at overveje hvad der ville være en ønskelig måde at skaffe sådan

en til veje på. Således kan vi gå over til at stille spørgsmålet “Hvordan skal vi bruge et progressionsskema-konceptet til at strukturere en læringsprogression?” Dette spørgsmål besvares bedst fra et bestemt emneområdes perspektiv og med læringsmålene i tankerne. Men nogle generelle observationer kan gøres. Fx vil nogle blive tiltrukket af enkelheden i figur 8 – en tilgang som denne kunne give en vis mulighed for at gøre brug af en enkel måde at tænke over og vurdere en læringsprogression på.

Nogle kan dog være bekymrede over den manglende kompleksitet i denne model og i stedet blive tiltrukket af figur 5 der repræsenterer en mere kompleks redegørelse for læringsprogressionen. Faktisk kan det være tilfældet at *begge* disse modeller kan være gældende for en enkelt læringsprogression. Det kan fx være at situationen i figur 5 er god til at udtrykke det rimelige niveau for evalueringer i klasseværelset, hvilket giver mulighed for interessant undervisningsplanlægning og solide diagnostiske vinkler på elevernes fremskridt. Men for summative formål giver det måske ikke mening at arbejde på det detaljeniveau, og derfor kan man overveje at samle de tre progressionsskemaer i figur 5 til et sammenfattende progressionsskema, som i figur 8, og bruge det til slutrapportering eller til andre summative formål. Således kan progressionsskemamodellerne repræsenteret i disse figurer meget vel være logisk og uddannelsesmæssigt kompatible selvom de præsenteres ovenfor som forskellige valg. Men uddannelsesmæssigt og evalueringsmæssigt er pointen at vi kan vælge forskellige måder at opbygge vores læringsprogressioner på, afhængigt af de uddannelses- og evalueringsformål vi har i tankerne, og denne tilfredsstillelse af forskellige formål behøver ikke at kræve forskellige evalueringssystemer – det samme system kan være bygget til at afspejle disse forskellige formål.

For mellem-strukturens vedkommende melder der sig andre bemærkninger. Her kan den detaljerede version af strukturerne, som dem der er vist i figur 10, muligvis evalueres ved hjælp af en enklere struktur som den i figur 9. Evalueringerne kan udformes så de svarer til denne enklere designtype (svarende til de strukturer der er illustreret i figur 10, men uden forbindelserne mellem progressionsskemaerne), og særskilt kan disse evalueringer anvendes til (statistisk) at teste eksistensen og styrken af de forbindelser som er antaget i disse figurer.

Den valgte type evalueringsstruktur vil have væsentlig indflydelse på udformningen af OMC-spørgsmålene. Fx vil spørgsmål i situationer med enkle progressionsskemaer ofte blive konstrueret til at spænde over niveauerne af læringsprogressionen (selvom de selvfølgelig også kan være knyttet til et bestemt niveau). Men i situationer med flere progressionsskemaer er det nok mere sandsynligt at spørgsmålene hovedsageligt vil være placeret inden for en bestemt konstruktion og dermed inden for et enkelt niveau af en læringsprogression. Det kan være at nogle spørgsmål består af sæt af underspørgsmål, og disse kunne godt have mere komplicerede forhold til læringsprogressionen.

Udfaldsrummet vil med sin tætte forbindelse til progressionsskemaet have en tendens til at få sit indhold bestemt af et specifikt progressionsskema. De situationer hvor dette kan ændres, er tilfælde som dem der er afbildet i figur 5, hvor der er mulige fællestræk på tværs af progressionsskemaer. Dette kan give mulighed for at spørgsmål kan konstrueres og bedømmes på ens måder til forskellige progressionsskemaer. Men det kan også føre til mulige forvirringer, hvor præcis den netop nævnte ensartethed kan blive et problem der tilslører ægte forskelle mellem skemaerne og deres respektive niveauer. Afvejning af disse spørgsmål er en vigtig designopgave.

Med hensyn til de målemodeller som man vil bruge til at modellere de data der stammer fra evalueringer baseret på en af de progressionsskemastrukturer der er beskrevet ovenfor, vil meget afhænge af arten af disse strukturer. Statistisk set består tilgangene i figur 5 og 9 i det væsentlige begge af korrelerede dimensioner, således at en flerdimensionel spørgsmål-respons-model (Adams, Wilson & Wang, 1997) ville være passende. Fremgangsmåden i figur 10 vil imidlertid udgøre en variant af en såkaldt structural equation model (SEM), dvs. at hvert af progressionsskemaerne ville være en enkelt SEM-variabel, og pilene imellem ville være SEM-stierne. I modsætning hertil ville tilgangen hvor pilene peger ind i boksene, udgøre en mere kompliceret form for SEM, som jeg ville kalde en "Structured Constructs Model" (SCM). I dette tilfælde løber "SEM-stierne" ikke mellem boksene (dvs. mellem SEM-variable), men fra specifikke niveauer inden for disse variable.

Konklusion

I denne artikel har jeg forsøgt at skitsere nogle mulige underliggende evalueringsstrukturer som man kunne opbygge for at understøtte en læringsprogression. Dette er sket ud fra et meget specifikt målingsmæssigt perspektiv i form af progressionsskemaet, der udgør hjertet af BAS. Jeg vil ikke undskylde dette fokus, da diskussionen ovenfor viser at selv med en specifik tilgang er der rigtig mange måder hvorpå progressionsskema-begrebet kan anvendes til at give struktur og form til evalueringer for at understøtte en læringsprogression. Andre målingstilgange kunne være ligeså anvendelige, men disse ville kræve særskilt udvikling i separate artikler. At fremlægge disse muligheder er nyttigt til at tænke over hvad problemerne og begrænsningerne ved en sådan tilgang kan være.

En ting der fremgår af rækken af de mulige progressionsskemastrukturer der er blevet vist, er at der er mange mulige måder hvorpå progressionsskemaerne kan implementeres for at understøtte en læringsprogression. Denne fleksibilitet er vigtig, da man ikke ønsker at få den potentielle nytte af en læringsprogression begrænset af den underliggende evalueringsstruktur.

Det er også klart at der er nogle vigtige beslutninger der skal træffes når man vur-

derer hvilken evalueringsstruktur der er bedst egnet til en given læringsprogression. At være opmærksom på rækkevidden af muligheder beskrevet her, og muligheder ud over disse, vil hjælpe udviklerne af en læringsprogression med at tænke over hvilken form de ønsker en læringsprogression skal tage, og hvordan de vil relatere den til evalueringer.

At overveje spørgsmål såsom om man foretrækker en kompleks eller enkel evalueringsstruktur, vil være et vigtigt skridt i udviklingen af en ny læringsprogression eller i at ændre en eksisterende.

Lige så klart er det at disse valg også vil have vigtige konsekvenser for de andre byggesten: spørgsmålsdesignet, udfaldsrummet og målemodellen. Til sidstnævnte vil det være nødvendigt at tage andre vigtige beslutninger om arten af målemodel, uanset om det er en traditionel en- eller flerdimensionel model, eller om den omfatter elementer af structural equation modeling eller sågar endnu mere komplekse modeller som fx de ovennævnte SCM-modeller.

Ser man på emnet evalueringsstrukturer i sig selv, har denne artikel egentlig blot ridset i overfladen af et vigtigt aspekt af anvendelsen af måleidéer navnlig inden for naturfagsdidaktikken og potentielt på tværs af hele spektret af uddannelser. En- og flerdimensionelle skala test (eng: item response models) har været en grundpille i målinger af præstationer inden for uddannelsessektoren i de seneste årtier. At se på hvordan disse kan udvides til de komplekse områder der er muliggjort af SEM-lignende tilgange og de mere subtile SCM-tilgange beskrevet ovenfor, vil være en interessant og udfordrende opgave i fremtiden.

Referencer

- Adams, R.J., Wilson, M. & Wang, W.-C. (1997). The Multidimensional Random Coefficients Multinomial Logit Model. *Applied Psychological Measurement*, 21, 1-23.
- Baxter, J. (1995). Children's Understanding of Astronomy and the Earth Sciences. I: S.M. Glynn & R. Duit (red.), *Learning Science in the Schools: Research Reforming Practice* (s.155-177). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Briggs, D., Alonzo, A., Schwab, C. & Wilson, M. (2006). Diagnostic Assessment with Ordered Multiple Choice Items. *Educational Assessment*, 11(1), 33-63.
- Center for Continuous Instructional Improvement (CCII). (2009). *Report of the CCII Panel on Learning Progressions in Science*. CPRE Research Report, Columbia University, New York.
- Duncan, R.G. & Hmelo-Silver, C. (2009). Learning Progressions: Aligning Curriculum, Instruction, and Assessment. *Journal for Research in Science Teaching*.
- Hewson, P.W. (1992). *Conceptual Change in Science Teaching and Teacher Education*. Præsenteret på møde ved National Center for Educational Research, Documentation and Assessment, Ministry for Education and Science, Madrid, Spain.

- Masters, G. & Forster, M. (1996). *Progress Maps. Assessment Resource Kit*. Victoria, Australia: Commonwealth of Australia.
- Mohan, L., Chen, J. & Anderson, C.W. (2008). *Developing a K-12 Learning Progression for Carbon Cycling in Socio-Ecological Systems*. Center for Curriculum Materials in Science Research Report, Michigan State University.
- National Research Council. (2001). *Knowing What Students Know: The Science and Design of Educational Assessment*. Committee on the Foundations of Assessment. J. Pellegrino, N. Chudowsky & R. Glaser (red.). Washington, D.C.: National Academy Press.
- National Research Council. (2006). *Systems for State Science Assessment. Committee on Test Design for K-12 Science Achievement*. M. Wilson & M. Bertenthal (red.), Board on Testing and Assessment, Center for Education. Division of Behavioral and Social Sciences and Education. Washington, D.C.: National Academy Press.
- National Research Council. (2007). *Taking Science to School: Learning and Teaching Science in Grades K-8*. Committee on Science Learning, Kindergarten through Eighth Grade. R.A. Duschl, H.A. Schweingruber & A.W. Shouse (red.). Washington, D.C.: National Academy Press.
- Posner, G.J., Strike, K.A., Hewson, P.W. & Gertzog, W.A. (1982). Accommodation of a Scientific Conception: Toward a Theory of Conceptual Change. *Science Education*, 66(2), 211-227.
- Vosniadou, S. & Brewer, W.F. (1994). Mental Models of the Day/Night Cycle. *Cognitive Science*, 18, 123-183.
- Wilson, M. (2005). *Constructing Measures: An Item Response Modeling Approach*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Wilson, M. & Black, P. (2007). *The Idea of a Learning Progression as a Core for Both Instruction and Assessment*. Præsenteret på årsmøde i American Educational Research Association, Chicago.
- Wilson, M. & Sloane, K. (2000). From Principles to Practice: An Embedded Assessment System. *Applied Measurement in Education*, 13(2), 181-208.

English abstract

This article describes some of the underlying conceptualizations that have gone into the work of the BEAR Center in the development of learning progressions. The core of all of these developments has been the construct map, which is the first building block in the BEAR Assessment System (BAS). After introducing the concept of a learning progression, the article summarizes the elements of the BAS, emphasizing the central concept of a construct map. The article then describes a series of several different ways to see the relationship between the idea of a construct map and the idea of a progression (which I call the "assessment structure"), and also gives illustrative examples from recent BEAR projects. The article then discusses some strengths and limitations of these conceptualizations, focusing on both educational and measurement issues. The article concludes with some general reflections.