

CARTAGO som ramme om planlægning, udvikling og forskning med fokus på elevmotivation



Lars Brian Krogh, VIA



Hanne Møller Andersen,
Aalborg Katedralskole

Abstract: CARTAGO er en forskningsbaseret ramme for arbejdet med elevers motivation i diverse naturfaglige sammenhænge. I artiklen præsenteres CARTAGO-rammen og det grundlag, som den bygger på. Dernæst gives der eksempler på, hvorledes CARTAGO har været brugt til udvikling af læreres motivationspraksis i forbindelse med efteruddannelse, som redskab for undervisningsplanlægning hos lærerstuderende og til forskningsmæssig analyse af undervisningsvideoer. Artiklen indeholder yderligere et metodebidrag, idet der fremlægges en liste med internationalt validerede survey-items, som kan bruges til forskning og effektmåling i forlængelse af CARTAGO. Der er således rige muligheder for at lade CARTAGO kvalificere meget af det arbejde, som aktuelt pågår med elevmotivation som mål.

Introduktion

Elevers motivation og interesse for naturfag og naturvidenskab har i stigende grad fået opmærksomhed fra bekymrede aktører på alle niveauer igennem de seneste to årtier. Internationalt fremgår det bl.a. af en lang række policy-orienterede rapporter (OECD, 2016; Osborne & Dillon, 2008; Rocard et al., 2007). Ofte handler bekymringen da om rekruttering til STEM-studier og -karrierer, idet “den relative andel af S- og T-studerende blandt den samlede studenterbefolkning er faldende” (Global Science Forum, 2008, s. 9, egen oversættelse). Iblandt har bekymringerne et bredere perspektiv og omhandler en bredere elevgruppe, idet man ser en grundlæggende elevinteresse for naturvidenskab som en forudsætning for at engagere sig i samfundsmæssige problemstillinger med et naturvidenskabeligt indhold (fx Jenkins, 2011, Osborne & Dillon, 2008; Rocard et al., 2007).

Herhjemme er bekymringen for rekruttering til naturvidenskab udtalt i mange nyere uddannelsespolitiske beslutninger af betydning for naturfagene, fx begrundes forslaget om indførelse af den fælles prøve i fysik/kemi, biologi og geografi i grundskolen ved fremlæggelsen således:

“Det overordnede formål med forslaget er at understøtte, at flere elever bliver mere interesserede i og motiverede for at søge videre uddannelse med fokus på naturvidenskab.”
(Undervisningsministeriet, 2015)

Tilsvarende fastslår *National naturvidenskabsstrategi* som den første og vigtigste del af “udfordringsbilledet” følgende: “Der er stadig en del børn og unge, der mangler motivation for naturvidenskab og for at vælge naturvidenskabelige uddannelser.” (Undervisningsministeriet, 2018, s. 6).

En række større fonds- og interessentdrevne udviklingsprojekter, såsom SCOPE (Novo Nordisk Fonden og Villum Fonden), Playful Learning (LEGO Fonden + UC-partnere) og Engineering i skolen (Engineer the Future), adresserer på forskellig vis og ud fra forskellige perspektiver spørgsmålet om elevmotivation, med hvert deres bud på, hvad der skal til for at motivere større eller mindre elevgrupper. Dertil kommer, at formålet med det store NAFA-udviklingsprojekt (Novo Nordisk Fonden og Villum Fonden) på læreruddannelsesniveau på projektets hjemmeside deklareres på følgende måde: “Formålet med NAFA er at fremme *motiverende* og udbytterig naturfagsundervisning i grundskolen gennem styrket uddannelse af naturfagslærere.” (NAFA, 2024, vores fremhævelse).

Elevers motivation for naturfag burde vel nærmest være et overstået “issue”, når man betænker den politiske bevågenhed og de mange igangværende udviklingsprojekter med dette som omdrejningspunkt. Alligevel pegede en bredt sammensat ekspertgruppe fra det fagdidaktiske felt i en nylig Delphi-undersøgelse (Krogh et al., 2022) på, at der var stort behov for at udvikle netop området (*elevers*) *motivation, interesse og engagement*. Området var ratet i top 5 (56 % af eksperterne havde prioriteret det), og man så i næsten ligelig grad behov for mere forskning, mere udvikling og mere efteruddannelse i elevmotivation. I sammenskrivningen af ekspertbidrag blev det bl.a. pointeret:

“Der foreligger allerede mange udviklingsarbejder, som prøver at tilgodese forskellige aspekter af elevmotivation, men disse vil med fordel kunne baseres på et mere solidt grundlag af viden om motivation og evidensen for motiverende virkemidler. Der bør derfor være en væsentlig indsats i forhold til at bringe denne viden ud til de der designer udviklingsprojekterne, tillige med de praktiske naturfaglige undervisere og lærerud-

dannere – på måder som hjælper dem med at omsætte mere generel viden til praksis.”
(Krogh et al., 2022, s. 35)

Formålet med denne artikel er præcis dette – at bringe evidensen for motiverende virkemidler på en form, så den bliver brugbar for projektledere, skoleudviklere, lærere og læreruddannere. Den forskningsbaserede motivationsramme CARTAGO er udviklet med netop dette sigte. I artiklen vil CARTAGO-rammens relevans og brugbarhed som afsæt for praksisudvikling, undervisningsplanlægning og motivationsforskning samtidig blive demonstreret med empiri fra projekter fra det seneste tiår. Anderledes formuleret er artiklens hovedærinde således at besvare FoU-spørgsmålene:

1. Hvad er motivationsrammen CARTAGO – og hvordan inkorporerer den motivationsteori og evidensen for motivation i praksis?
2. Hvordan har CARTAGO været brugt – og hvad er erfaringerne med at bruge den som afsæt for udvikling af praksis (på henholdsvis lærer- og skoleniveau), undervisningsplanlægning og forskningsanalyse af læreres motivationsmæssige praksis?

CARTAGO-motivationsrammen

CARTAGO er ikke en ny “opfindelse”, idet motivationsrammen blev udviklet i den sidste fase af et større EU-FP7-projekt allerede i 2011 (Science Teacher Education Advanced Methods, S-TEAM, se fx Tsivitanidou et al., 2018). I regi af daværende Center for Science Education ved Aarhus Universitet indgik artiklens forfattere med et motivationsvinklet projekt, *Motivation i praksis*. Projektets grundidé var bl.a. inspireret af et internationalt review om “attitudes towards science” eller interesse for naturfag, som – helt i forlængelse af det tidligere omtalte Delphi-studie – påpegede: “naturfagsuddannere [“educators”] har meget at lære i den stadig voksende forskningslitteratur om motivation” (Osborne et al., 2003, s. 1073, egen oversættelse). I vores projekt blev idéen udmøntet i et workshopforløb med STX-undervisere, som selv havde meldt sig til projektet og fik et mindre antal timer for at deltage. På hver workshop introducerede vi forskellige motivationsteorier og fik deltagerne til at drøfte, hvordan de kunne bruges i praksis. Mellem workshopgangene skulle deltagerne så prøve noget af hjemme i egen praksis (inspireret af Clarke & Hollingsworth, 2002). Et par gange i hver lærers forløb overværede og filmede vi disse prøvehandling, som en del af følgeforskningen og ud fra en forestilling om, at vi kunne bruge valgte videoklip i andre efteruddannelsessammenhænge (det var før GDPR!). Der var bestemt opbyggelige situationer i videomaterialet, men som det vil fremgå nedenfor, så var der i høj grad også tale om “forspildte muligheder”. Altså situationer, hvor det blev åbenbart, at lærerne ikke i tilstrækkelig grad havde internaliseret motivationsteorien til, at de

kunne agere hensigtsmæssigt ud fra en motivationsoptik. Observationer og interviews med lærerne gjorde det tydeligt, at både omfanget, mangfoldigheden og selve naturen af den motivationsteori, som vi havde præsenteret dem for, havde udfordret dem mere, end godt var. Hos Anderman og Leake (2005) fandt vi en helt tilsvarende diagnose: at mangfoldigheden af motivationsteorier, de overlappende, men alligevel forskellige motivations-konstrukter og fraværet af sammenhængende syntese måske er frugtbart for motivationsforskere, men "gør, at feltet bliver tungt og uigennemtrængeligt for andre" (Anderman & Leake, 2005, s. 192, egen oversættelse). Anderman og Leake blev samtidig en første inspiration til udviklingen af CARTAGO-motivationsrammen, som først blev lanceret i forbindelse med MONA-konferencen i 2011. Siden 2013 har CARTAGO været en central del af kapitlet om elevmotivation i skiftende udgaver af værket *Gymnasiepædagogik* (Dolin et al., 2020), mens den internationalt er publiceret i Springer-bogen fra S-TEAM-projektet (Krogh & Andersen, 2020). Da disse publikationer imidlertid er ukendte eller svære at tilgå for store dele af det naturfagsdidaktiske felt, vil vi indledningsvis deklare væsentlige træk ved rammen og dens grundlag her – i en grad, så den forhåbentlig bliver både meningsfuld og brugbar. På det mere overordnede plan gælder det, at:

- *CARTAGO baserer sig på store mængder af motivationsteori* – med afsæt i et omfattende litteraturstudie. Mere end 75 bøger og artikler indgår således i videns- og evidensgrundlaget.
- *CARTAGO forholder sig pragmatisk til motivationsteori*, dvs. at der er stort fokus på anvendt og anvendelig motivationsteori. Dette kommer til udtryk på en række forskellige områder:
 - *I litteraturstudiet har der været stort fokus på forskningsbøger og artikler, hvor motivationsteoriene eksplicit kobles til anvendelse*, fx hvor motivationsteoretikere giver egne bud på praksis-implikationer af deres motivationsteorier (Ames, 1992; Pintrich, 2003). Forskningsbaserede interventioner med fokus på motivation i naturfag blev også inkluderet (Cherubini et al., 2002; Martin, 2008; Stipek et al., 1998), tillige med en række tidligere forsøg på at syntetisere motivationsteori(er) mhp. anvendelse i undervisningspraksis (fx Anderman & Leake, 2005; Palmer, 2005).
 - Resultatmæssigt identificerede litteraturstudiet en kerne af motivationsteorier, som blev omtalt eller anvendt i stort set alle bidrag: self-efficacy (den engelske betegnelse anvendes oftest også på dansk), selvbestemmelsesteori (*self-determination theory*), attributionsteori eller årsagstilskrivningsteori (*attribution theory*) og målorienteringsteori (*goal orientation theory*). Dertil nogle hyppigt omtalte og anvendte teorier i form af forventnings-værdi-teori (*expectancy-value theory*, hvortil *opgaveværdi (task value)* hører) og interes-

seteori (*interest theory*). Disse blev tilsammen et første bud på et sæt af motivationsteorier, som burde indgå i en syntese mhp. at håndtere den typiske kompleksitet i naturfaglig undervisning.

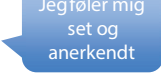
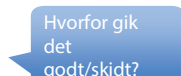
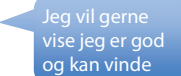
- *CARTAGO tænkes at dække alle gængse situationer i naturfagsundervisningen – med inddragelse af et minimumssæt af motivationsteorier.* En synteseramme må nødvendigvis kunne give pejlemærker i alle gængse klasserumssituationer for at opleves brugbar af brugeren. Her gav litteraturstudiet anledning til at tro, at ovenstående sæt af motivationsteorier langt hen ad vejen udgør *et dækkende sæt*. Denne hypotese blev også field-testet, idet vi samlede praksisbeskrivelser ind fra vores S-TEAM-lærere om deres bedste og værste elevmotivationsøjeblikke. Disse kunne alle diskuteres og adresseres i lyset af sættets teorier. Samtidig antydede disse case-vurderinger, at der meget vel kunne være tale om et minimalt sæt af motivationsteori. I hvert fald bidrog alle sættets teorier til forståelse eller håndtering af en eller flere cases. At minimere sættet af motivationsteorier gør det selvsagt mere overskueligt og anvendeligt i praksis.
- *CARTAGO inddrager ikke hele motivationsteorier, men ekstraherer centrale motivations-konstrukter og principper på en meningsfuld måde.*
- *CARTAGO skelner ikke mellem konstrukter fra forskellige motivationsteorier, hvis disse er nært beslægtede og leder til stort set samme anbefalinger for praksis.*
- *CARTAGO er holdt i et overskueligt ensides format – og selve akronymet CARTAGO understøtter, at de centrale konstrukter kan huskes (af engelsktalende).*
- *CARTAGO ekspliciterer en række konkrete anbefalinger for praksis – som formidler vigtige dele af evidensen på området.*

Den konkrete CARTAGO-udformning har undergået små layoutmæssige justeringer, men i den seneste udformning ser motivationsrammen ud som i figur 1.

Her bemærker man umiddelbart, at der er seks centrale motivations-konstrukter, og de engelske betegnelser for disse er angivet med røde forbogstaver. Det skulle gerne begrunde, hvorfor motivationsrammen har fået betegnelsen CARTAGO. Til trods for at den sproglige kobling mellem CARTAGO-rammen og de enkelte konstrukter bliver svagere derved, så vil vi i resten af artiklen bruge de danske konstrukt-betegnelser i skemaets venstrekolonne. I kortform vil vi dog blot henvise til konstrukterne med deres forbogstavelige bidrag til CARTAGO-akronymet, altså refererer C, A og T til *kompetencedrivkræfter*, *autonomi* og *opgaveværdi*.

Kendere af motivationsteori tænker formentlig, at de tre første konstrukter udelukkende refererer til selvbestemmelsesteori (self-determination theory, Ryan & Deci, 2000), men faktisk er det første konstrukt, *kompetencedrivkræfter*, en pragmatisk sammensmeltning af motivation med afsæt i opfyldelse af mestringsbehov (som i selvbestemmelsesteori) og fremadrettede mestringsforventninger som i A. Banduras

CARTAGO

Motivationsbegreber	Essens af begrebet	Motivationsmæssigt fokus og centrale teoribaserede anbefalinger
Kompetence-drivkræfter (Competence/Self-efficacy)	 	■ Tilpas de stillede opgaver til elevernes faglige niveau, så de alle jævnligt oplever sig selv som fagligt kompetente ■ Formuler individuelle mål, der er moderat udfordrende, men opnåelige ■ Opdel større opgaver i mindre og mere håndterbare elementer ■ Giv formativ feedback ■ Anvend forskellige evalueringsformer ■ Modeller og lad kammeraterne modellere centrale kompetencer
Autonomi (Autonomy)		■ Giv eleverne meningsfulde valg ift. opgaver, laboratoriearbejde, samarbejdspartnere, produktformer osv. ■ Involver eleverne i beslutningsprocessen ■ Stimuler elevernes selvstyring samt oplevelse af kontrol og indflydelse
Tilhørsforhold (Relatedness)	 	■ Anerkend og behandl eleverne som enkeltpersoner ■ Skab et inkluderende læringsmiljø med gensidig respekt og anerkendelse af den enkeltes bidrag ■ Formuler opgaver, der kræver interaktion og gensidig afhængighed ■ S sammensæt grupper med øje for inklusion, relationer og mulighed for at den enkelte bliver hørt
Opgave-værdi • Attainment • Utility • Interest • (Cost) (Task Value)		■ Afdæk, hvilket indhold eleverne værdsætter og finder interessant ■ Planlæg temaer og opgaver som inddrager elevernes livsverden og giver mulighed for, at eleverne oplever personlig relevans ■ Stimuler elevernes nysgerrighed ■ Introducer aktiverende/dynamiske elementer i undervisningen ■ Planlæg med henblik på overraskelse og variation
Årsags-tilskrivning (Attributions)	 	■ Tydeliggør at succes/fiasco i stor udstrækning afhænger af parametre, der kan kontrolleres af eleven f.eks. indsats og særlige teknikker ■ Tydeliggør at læring er en trinvis proces og at viden i stor udstrækning er domænespecifik ■ Giv eleverne feedback på opgaver og præstationer i enrum – især overraskende og negativ feedback
Målorienteringer • mestring, • performance-approach • performance-avoidance) (Goal Orientations)	  	■ Lad eleverne opstille selv-refererende mål ■ Giv feedback på den personlige fremgang (kriteriebundet) ■ Vær fleksibel med tid og opmærksomhed – nogle elever har behov for mere tid end andre for at lære tingene ■ Etabler et læringsmiljø, hvor fejl opfattes som en naturlig del af læringsprocessen ■ Undgå konkurrence og social sammenligning (undlad unødvendig karaktergivning)

Figur 1. CARTAGO-motivationsrammen – med danske og engelske betegnelser for konstrukterne.

begreb self-efficacy (Bandura, 1997). Dette er et eksempel på to overlappende begreber, som viser sig at have beslægtede anbefalinger for praksis og derfor slås sammen i CARTAGO. Nærlæsere, som måtte fundere over, hvorvidt interesse-teorier har fundet plads, kan med fordel hæfte sig ved, at de naturligt indgår som en del af *opgaveværdi*-konstruktet.

I CARTAGOs midterkolonne ses talebobler med simple udsagn, som indfanger essensen af det pågældende konstrukt. Af pladshensyn er det umuligt her at gå i større detalje med de enkelte konstrukter, endsige de mere omfattende motivationsteorier, de udspringer af. Interesserede henvises til en af de tidligere omtalte publikationer for større udfoldning. I denne sammenhæng er det vigtigt også at pointere, at CARTAGO som hjælpemiddel for lærere, læreruddannere/-efteruddannere eller forskere ikke er tiltænkt at skulle stå alene. Tanken er, at brugere af værktøjet får en introduktion til konstrukterne gennem workshopinput og bearbejdninger (og evt. tekstlæsning) – for først derefter at bruge CARTAGO-rammen til behovsafdækning, planlægning og analyse af undervisningssituationer.

CARTAGOs højrekolonne samler et udvalg af de vigtigste praksisanbefalinger, som er afdækket i litteraturstudiet. Udvalget er naturligt begrænset af ønsket om at holde CARTAGO i et overskueligt og håndterbart ensides format.

Denne lidt overordnede beskrivelse af CARTAGO-motivationsrammen og dens grundlag skulle gerne være nok til, at man som læser får et indtryk af dens teoretiske grundlag og kan se perspektivet i at have den til rådighed. Ellers skulle relevansen og nytteværdien af CARTAGO gerne fremgå af anvendelseseksemplerne i det følgende.

CARTAGO-rammens relevans og brug til forskellige formål – eksempler og empiri fra forskellige FoU-projekter

I dette afsnit vil der blive givet eksempler på brug af CARTAGO som 1) diagnostisk redskab i forbindelse med praksisudvikling på lærer- og skoleniveau, 2) planlægningsredskab for læreren samt 3) analyseramme for forskning i læreres motivationsmæssige praksis. Eksemplerne kommer i den angivne rækkefølge.

CARTAGO – som redskab til at indkredse behov for praksisudvikling

Projektet *Skolebaseret Udvikling i Naturfag* (SUN) er tidligere omtalt i en MONA-artikel (Krogh et al., 2019). I projektets andet år (2016-2017) var der et dobbelt sigte: dels at udvikle en mere motiverende undervisningspraksis hos de deltagende lærere, dels at udvikle kapacitet til at arbejde empiridrevet med undervisningsudvikling i fagteams på den enkelte skole.

For at komme i gang med begge perspektiver på eksemplarisk vis blev der udviklet en motivationssurvey, som blev givet til elever i de deltagende læreres klasser ved pro-

jektårets start. Surveyen var udarbejdet, så den indfangede C-A-R-T-aspekterne af CARTAGO, som nemmest lader sig afdække i spørgeskemaform. I tabel 1 nedenfor er vist eksempler på items knyttet til hver af C-A-R-T-dimensionerne. Eleverne skulle angive, hvor enige de var i hvert item på en skala fra 1 til 5 (fra *Helt uenig* til *Helt enig*). I alt 455 elever besvarede surveyen – og deres gennemsnitlige scorer fremgår også af tabellen.

De gennemsnitlige scorer på tværs af klasser og skoler var selvfølgelig af begrænset værdi for den enkelte lærer, så lærerne fik også tilbageleveret de sammentalte data for deres egne klasser – med mulighed for at sammenligne. Ud fra en motivationsbetragtning er gennemsnitstal for et item heller ikke det mest informative, fx fortæller et gennemsnit på 3,4 i ratingen af *Jeg lærer nemt nye ting i dette fag* jo intet om den underliggende fordeling af elevsvar, ikke mindst hvor mange som faktisk har svært ved at lære tingene. En nærmere analyse viser, at der i en klasse typisk vil sidde én elev, som erklærer sig *Helt uenig* i, at det er nemt, og tre-fire, som er *Ret uenige*. Så i datatilbageføringen fik lærerne svarfordelinger på enkeltspørgsmålene. I første omgang til egen brug og efterfølgende til sammenligning og drøftelse: Hvor ser I udfordringerne i jeres egen undervisning? Og hvor ser der ud til at være tværgående og fælles udfordringer, som I kan tackle i fællesskab? Mange nåede gennem fagteamdrøftelsen frem til en konklusion, som tydeligvis overraskede dem: at der selvfølgelig er forskelle på motivationssvar fra forskellige årgange og faglige niveauer – men lighederne er faktisk større. Fælles udviklingstiltag i forhold til elevmotivation er faktisk både relevante og mulige!

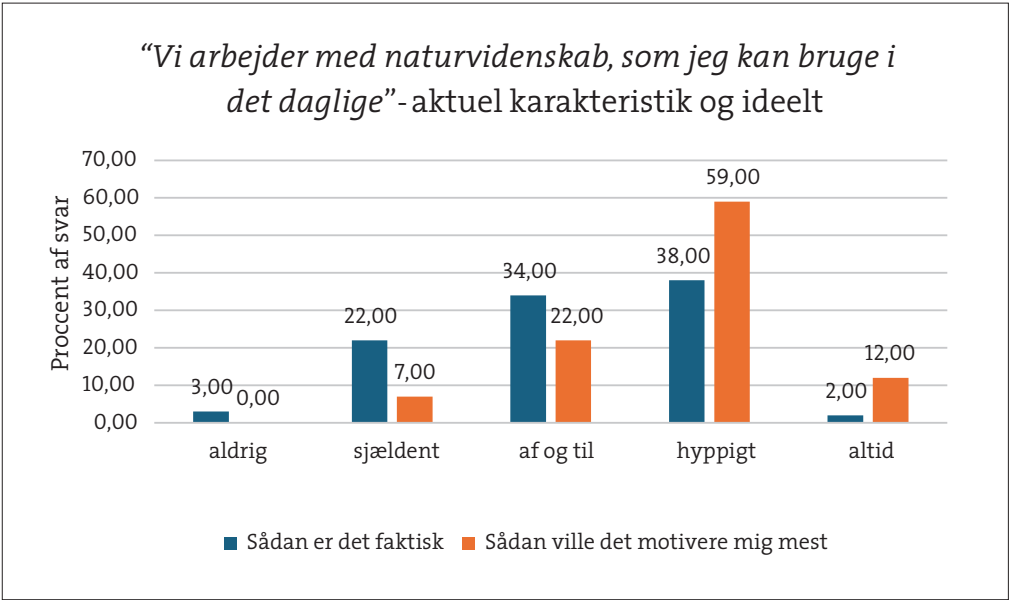
Mere generelt er det vanskeligt at identificere udviklingsbehov ud fra tal som dem i tabel 1, både fordi tallene er relativt ens, og fordi man kun har et svagt billede af, hvor små tallene skal være for at udtrykke et væsentligt udviklingsbehov. For at foregribe disse problemer blev der i surveyen også anvendt C-A-R-T-relaterede items med en dobbelt-struktur, hvor hvert item bedømmes henholdsvis faktuel-deskriptivt (“Sådan er det faktisk”) og efter præference (“Sådan ville det motivere (mig) mest”). Figur 2 viser et CARTAGO-T-eksempel med svarfordelinger fra to klasser med samme lærer.

Idealkurvens forskydning i forhold til den aktuelle oplevelse burde være en rigtig god indikator for et oplevet udviklingsbehov. I workshopsammenhængen med lærerne blev det en hurtig tommelfingerregel at kigge på “plus-minus”-balancen i forhold til midterkategorien. I eksemplet her er svarkategorierne hyppigt og altid tilsammen 15 procentpoint større end kategorierne aldrig og sjældent i beskrivelsen af de faktiske forhold. I elevernes idealforestilling om et naturfag, som de kan bruge til noget, er forskellen på 64 procentpoint. Der synes virkelig at være muligheder for at forbedre elevmotivationen i disse klasser ved at arbejde mere med ting, som eleverne kan opleve som brugbare og relevante i deres hverdag.

Det hører med til CARTAGO i SUN-historien, at én af skolerne valgte at lade alle deres 1. g’ere udfylde motivationssurveyen ved slutningen af naturvidenskabeligt

Tabel 1. Eksempler på items og gennemsnitlige elevratings.

CARTAGO-aspekt	Item-eksempler	Gennemsnitlig tilslutning (1-5)
C	Jeg klarer mig bedre end de fleste andre i dette fag	2,9
	Jeg lærer nemt nye ting i dette fag	3,4
A	I dette fag har man som elev indflydelse på, hvordan der arbejdes med tingene	3,0
	I dette fag undersøger vi idéer og spørgsmål, som vi selv er kommet med	2,8
R	Jeg kan mærke, at vores faglærer interesserer sig for, hvem jeg er som person	3,3
	Jeg føler mig som en del af elevfællesskabet i timerne i dette fag	4,0
T	Det er vigtigt for mig at klare mig godt i dette fag	4,2
	Det, jeg lærer i faget, kan jeg bruge i det daglige	3,1



Figur 2. Dobbelt T-item med elevsvar fra to klasser med samme lærer.

grundforløb (NV). Dataene blev efterfølgende brugt til empiridrevet udvikling af det kommende års NV-undervisning. Som et eksempel på, at man også på skoleniveau kan have gavn af et forskningsinformeret redskab til afdækning af motivationsbehov.

På nationalt niveau har (dele af) CARTAGO været indarbejdet i elevsurveys i følgeforskningen vedrørende den fælles prøve i naturfagene. Der blev CARTAGO-aspekterne C-A-T afdækket, tillige med elevernes overordnede indre motivation. Dele af resultaterne er rapporteret i MONA (Krogh et al., 2021). Elevernes responser udtrykker generelt pæn motivation, omend de ikke oplever den store *autonomi* i undervisningen, og indholdet ikke opleves vigtigt for dem i deres hverdag (*opgaveværdi*). Den kønsopdelte C-A-T-analyse viser bl.a., at drengene er *mindst* lige så motiverede for den fællesfaglige undervisning som pigerne. Når man ser pigerne rykke fra drengene karaktermæssigt til den afsluttende prøve, så er det i hvert fald *ikke*, fordi drengene demotiveres af den nuværende fællesfaglige undervisning.

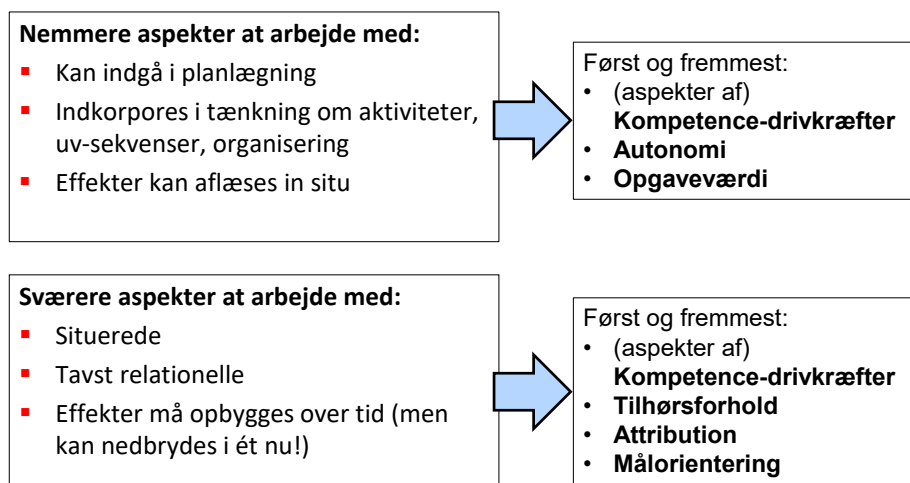
CARTAGO som planlægningsredskab for lærere og lærerstuderende

CARTAGO har været brugt både i efteruddannelsen af lærere og i uddannelsen af nye naturfagslærere. I efteruddannelsessammenhæng har lærerne på forhånd visse forestillinger om og strategier for at skabe elevmotivation, som kommer til udtryk i deres best case-narrativer fra opstarten. Tabel 2 viser en CARTAGO-analyse af 15 gymnasielæreres narrativer.

Af denne fremgår det, at lærernes erfaringsbaserede motivationstænkning i høj

Tabel 2. Læreres erfaringsbaserede motivationsstrategier.

Motivationsstrategi	Primært CARTAGO-konstrukt bag strategien	Pct. af lærerne
Velvalgte emner/temaer/indhold	Opgaveværdi	73 %
Undersøgelser og spændende aktiviteter	Opgaveværdi	73 %
Varierede arbejdsformer	Opgaveværdi	47 %
Brug af lærerrollen	Tilhørsforhold	33 %
Arbejde med klasserumsmiljøet	Tilhørsforhold	33 %
Særlige organiseringsformer, fx projektorganisering	Autonomi	33 %
Fremme elevernes self-efficacy	Kompetencedrivkræfter	20 %
Små konkurrencer	Målorientering	20 %



Figur 3. Motivationsaspekter, som det er nemmere henholdsvis sværere at arbejde med.

grad handler om, at de har oparbejdet et repertoire af emner, undersøgelser og aktiviteter, som “plejer at virke motiverende”. Disse spiller – bevidst eller ubevidst – på *opgaveværdi*.

I mødet med CARTAGOs udvidede perspektiv anerkender lærerne imidlertid relevansen og vigtigheden af samtlige konstrukter. Dette er tydeligt af de skrivninger, som de lavede om CARTAGO-konstrukterne og deres oplevede vigtighed, fx disse:

- “Autonomi og tilhørsforhold (Tilhørsforhold) er vigtigst – fordi der har jeg de største mangler i min undervisning”
- Attribution: “da der ligger en kæmpe indsats for at få elever fra folkeskolen omvendt til at forstå, at de faktisk kan flytte sig i matematik og naturvidenskab”
- Målorientering: “bare for at forstå elevtyper”.

En del lærerudsagn i skrivningerne pointerer, at et bestemt konstrukt er væsentligt, men samtidig også *vanskeligt* at arbejde med og udvikle. Det gælder især *opgaveværdi*, *attribution* og *målorientering*. Det er ikke overraskende, at visse CARTAGO-konstrukter er sværere at lære sig at bruge, først og fremmest når de ikke handler om afgrænsede aktiviteter, der kan planlægges, og hvor man hurtigt og relativt ubesværet kan afkode, om de virker. Når der i stedet skal handles i situationen, og når det er svært at aflæse effekten, fordi denne kun kan oparbejdes over tid. Efteruddannelses-erfaringerne med, hvor svære konstrukterne er at arbejde med, er indikeret i figur 3.

I alle sammenhænge, hvor CARTAGO er brugt til undervisningsplanlægning, er det sket i kombination med oplæg og drøftelser om elevmotivation. Efter et teoretisk oplæg og diverse drøftelser og bearbejdninger har lærere eller lærerstuderende fået til opgave

at designe og evt. implementere undervisningssekvenser eller aktiviteter med fokus på elevmotivation. For at gøre den enkelte opgave mere uoverskuelig har opgaven ofte været fokuseret på nogle få CARTAGO-konstrukter. En nylig opgave til lærerstuderende i fysik/kemi var således at designe et forløb om stofkredsløb med "sekvenser/aktiviteter m.m., hvor I prøver at fremme elevernes motivation ved at spille på tre af CARTAGO-modellens konstrukter: Kompetencedrivkræfter, Autonomi henholdsvis Opgaveværdi." En illustrativ gruppebesvarelse beskrev et ottetimers forløb om carbonkredsløbet og havde bl.a. indlagt en undersøgelse af CO₂ i dansk vand samt en "stormesterudfordring", hvor eleverne fik udleveret to isterninger, som de skulle smelte hurtigst henholdsvis langsomst muligt. Som det fremgår af gruppens uddybende tekst, så er det især disse to aktiviteter, som på godt og ondt tænkes at bære deres motivationsovervejelser:

Kompetencedrivkræfter: "kan først og fremmest beskrives gennem undervisningens elevstyrede fokus, med gode muligheder for differentiering. Eleverne vil have mulighed for i deres undersøgelser af CO₂ i dansk vand selv at arbejde ud fra deres eget faglige niveau og individuelle mål, i design af undersøgelsen. [Der] blev ligeledes indlagt formativ feedback af designprocessen af deres undersøgelse, både i ovenstående [CO₂-]undersøgelse, men ligeledes under Stormester opgaven."

Autonomi: "eleverne skal modellere deres egen undersøgelse, og har styring over hvordan de netop vil lave forsøget, og ligeledes hvordan de vælger at løse ovenstående beskrevne stormester opgave. Denne tilgang giver i motivations sammenhæng eleverne meningsfulde valg i forhold til opgaver, med et stort fokus på samarbejde i grupperne, om løsning af opgaverne. Her er især fokus på træning af elevernes evne til selvstyring, samt beslutningstagen, om løsning af en opgave."

Opgaveværdi: "... ses især ved Stormester opgaven, hvor eleverne skal forsøge at smelte en isterning på kortest tid, og efterfølgende bevare den i længst tid, og eleverne engageres dermed gennem en opgave som skaber interesse hos dem. Dette ses ligeledes, da eleverne til sidst skal formidle carbonkredsløbet efter eget valg af medie (video, model forklaring, spil m.m.), og de skal her bruge deres egen forståelse til at videreformidle dette. Her ses indhold og opgaver som inddrager elevernes livsverden, og der opstår en form for personlig relevans, da eleverne netop skal videregive information, ud fra deres nuværende forståelse."

Uden at gå for meget i detaljer, så har de studerende her fat i centrale aspekter af alle tre konstrukter, men argumenterne for *opgaveværdi* er utilstrækkelige eller tvivlsomme. Feedbacken til de studerende gik på, at aktiviteten givetvis er sjov og kan fremme situeret *interesse* (et tilløb til *opgaveværdi*), men at den næppe opleves som personligt relevant, vigtig eller nyttig af eleverne. Det gælder typisk for lærerstillede

opgaver, som er fagligt indrammede og uden kobling til elevernes hverdag. Så hjælper det næppe stort, at eleverne tildeles en smule autonomi ved at få lov til at fremlægge deres forståelse i et selvvalgt format. Når det kommer til lærerstuderendes motivationsplanlægning, så er det generelt et opmærksomhedspunkt at få dem til at koble motivationskonstrukter og deres aktivitetsdesign så konkret og tydeligt som muligt.

I længerevarende efteruddannelsesforløb eller i større opgaver om motivation i praksis vil man ofte kunne nå både længere og dybere. Der vil være mulighed for gentagne afprøvninger i praksis – med mulighed for både at skærpe motivationsblikket, at zoomer ind og at optimere. For at anskueliggøre, hvor mange konkrete handlemuligheder man har i forhold til et enkelt konstrukt, er oversigten “25 tiltag til gavn for kompetencedrivkræfter i undervisningen” (se <https://bit.ly/3KPqX6r>) blevet brugt i forskellige sammenhænge.

Et andet værdifuldt workshop-tiltag, som kan hjælpe lærerne med at optimere deres motivationsplanlægning, er, at de faktisk *undersøger*, hvordan et bestemt aktivitetsdesign opleves af eleverne. Når eleverne har gennemført en aktivitet, får de mulighed for at vurdere denne ud fra et mindre antal CARTAGO-relevante motivationsspørgsmål (se bud på forskningsvaliderede spørgsmål nedenfor). Når man som lærer ændrer sit setup, så vurderer eleverne på ny og ud fra de samme spørgsmål. På denne måde får man skærpet lærerblikket for elevernes motivation og reelt motiverende faktorer i undervisningen.

CARTAGO anvendt som analyseramme

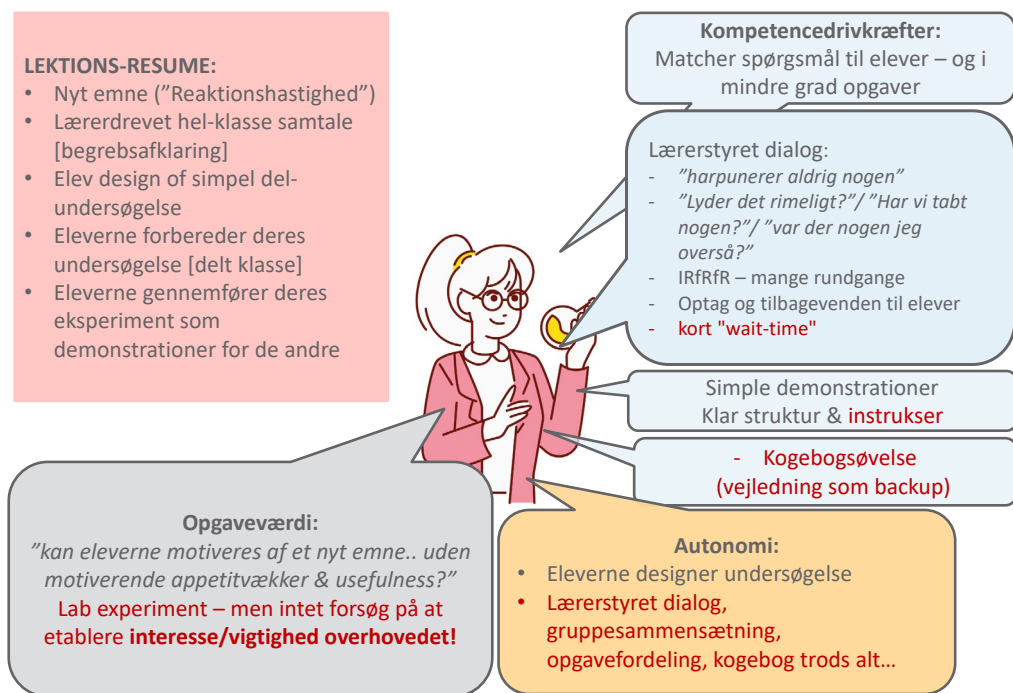
CARTAGO har været brugt som opmærksomhedsskaber og refleksionsværktøj i workshop- og praksissammenhænge, hvor lærere eller lærerstuderende har medbragt videoklip fra deres praksisafprøvninger, fx ritualiseret i form af video clubs (Sherin, 2007). Reelt er der her tale om (indirekte) observation, og CARTAGO-refleksionerne og analysen foregik mere eller mindre on-the-spot.

CARTAGO er imidlertid også blevet brugt til mere forskningsmæssig analyse af videoer af undervisningslektioner, hvor gymnasielærere forsøger at bedrive motiverende undervisning. I det tidligere omtalte projekt *Motivation i praksis* valgte vi *ikke* at kode direkte i vores lektionsvideoer, hvad vi godt kunne have gjort i NVivo eller Atlas.ti. Før vi skred til kodning, valgte vi i stedet at lave en motivationel tekstlig genbeskrivelse af den enkelte lektion, på en måde som fastholder *motivationsmæssigt relevante dele* af kontekst og aktiviteter, lærerhandlinger samt elevhandlinger. Genbeskrivelsen er reelt en første dataproccesering, som letter den efterfølgende databehandling samt ikke mindst mulighederne for at formidle analysen og resultaterne på rimelig transparent vis. Tabel 3 nedenfor viser et udsnit af en genbeskrevet lektion.

I sammenhængen var videooptagelserne lavet med to kameraer og flere mikrofoner, så både lærer- og elevhandlinger kunne følges rimelig tæt. Genbeskrivelsens

Tabel 3. Uddrag af genbeskrivelse af undervisningsvideo med CARTAGO-analytiske kommentarer.

Tid	Aktivitet	Lærerhandlinger (observerede)	Elevhandlinger (observerede)	CARTAGO-relateret analysekommentar
8:21	Tænkpause + skrivning	L: "Hvilke faktorer har indflydelse på reaktionshastigheden?" Åbner opgave i PowerPoint: "Overvej, hvordan man kan tilrettelægge nogle eksperimenter, som viser, om de der faktorer har indflydelse." L resumerer – med lidt andre ord: "Hvis det er for abstrakt, så må I gerne bede om et eksempel, men hvis I kan tænke abstrakt, så fint ... ellers så bed om et eksempel ... fx metal, der reagerer med syre." L går rundt og stilladserer, men får også indført mere uformelle slagfærdige kommentarer.	Elev beder da også om at få opgaven genudlagt. Hørbart, at eleverne lynhurtigt har taget metal + syre-eksemplet til sig. Elev1 sidder yderst, ved siden af en dreng, som arbejder individuelt. Hun udstråler at savne medspil. Efter et par minutter får hun dog involveret sidemanden i en slags faglig samtale. Generelt er eleverne aktivt involveret i faglig samtale. Bagerste rækkes drenge ser i perioder fjerne ud.	C: Umiddelbart forekommer første punkt overkommeligt og matchet til elevgruppen. Det sidste spørgsmål er imidlertid svært. A: Til gengæld er der frihedsgrader nok at tage af. C: L er hurtig til at indse, at kravet er vel abstrakt – og udvikler (in situ?) en måde at håndtere det på: "bed om et eksempel." R: Læringsmiljøet kunne være mere inkluderende – gensidigt ansvar for fælles forståelse ikke en internaliseret norm. R: Hvor meget betyder denne type social-teacher-talk for elevernes tilhørsforhold?
27:00	Opsamling på faktorer (lynhurtig omstilling)	"Er I klar til at byde på et par faktorer?" "Er der andre, der har tænkt på den?" L skriver faktoren ind på computer, så det ses på projektor-skærm.	"Jeg tænker ... på temperatur." "Er dem, du skriver ... er det dem, der er rigtige?" Elev vil gerne sikre sig.	C: (L lyn-udpeger den første, der melder sig ...). Kun få får tid til at bidrage og føle sig kompetente. C: Opfølgningsspørgsmålet "Er der andre ...?" er mere retorisk end en reel åbning.



Figur 4. Opsamling af CARTAGO-analysen for case-lektion.

kvalitet blev sikret ved forskertrianglering, idet begge forskere uafhængigt gennemså og beskrev videoen, hvorefter den endelige version blev forhandlet på plads. CARTAGO blev derefter brugt som analyseramme, idet genbeskrivelsen blev holdt op mod CARTAGO. I analysen var der opmærksomhed på både positivt udnyttede og tydeligt forspildte muligheder for at bringe CARTAGO-aspekter i spil. Tabel 3 viser et uddrag af analysen for en specifik lektion i kemi, hvor kolonnerne med tid, aktivitet, lærer- og elevhandlinger udgør den motivationsmæssigt relevante genbeskrivelse af lektionen. Analysen for forspildte muligheder fremgår af yderste kolonne til højre.

Resultaterne fra CARTAGO-analysen af *hele* den pågældende lektion er opsummeret i figur 4.

Den grønne firkant oplister lektionens *aktiviteter*, overordnet og med en fremadskridende tidsudvikling nedad. Observationer, som kan relateres til hver af de tre vigtige C-A-T-dimensioner, vises med forskellig farve i talebobler (lyseblå, orange og grå for henholdsvis C-, A- og T-aspekter). Inden for den enkelte boble angiver sort tekst, at observationen i lyset af CARTAGO burde bidrage positivt til elevernes motivation. Rød tekst indikerer omvendt en observation, som indfanger en forspildt motivationsmæssig mulighed. Altså en *forspildt mulighed*. Læser man på tværs af de røde tekstbidder,

så ser man, at de forspildte muligheder i denne specifikke case især kan henføres til, at elevernes forsøg på selv at designe en undersøgelse ultrahurtigt blev underkendt til fordel for en kgebogsvejledning, som allerede var kopieret og lå klar til udlevering. Dette på bekostning af såvel *kompetencedrivkræfter* som oplevet *autonomi* hos eleverne. Autonomioplevelsen blev samtidig undergravet af den stærke lærerstyring af kommunikation, opgaver, gruppedannelse m.m. Endelig havde læreren på forhånd besluttet ikke at ville bruge tid på at fremme oplevelsen af nytte og vigtighed – hvilket især undergravede oplevelsen af *opgaveværdi* hos et par drengegrupper.

En analyse på tværs af de analyserede cases ledte til følgende konklusioner:

- Man behøver ikke have alle CARTAGO-konstrukter i spil i den samme lektion for at holde eleverne motiverede. Et veludnyttet under-sæt af konstrukter kan godt være tilstrækkeligt.
- Vi ser praktisk taget aldrig lærere forsøge at arbejde med *attributioner* og *målorienteringer*.
- Alle observerede lærere missede en række motivationsmuligheder ud fra en CARTAGO-optik.

Hvad angår konstrukt-relaterede udfordringer, så pegede analysen på, at samplets (gymnasiale) undervisere i naturvidenskabelige fag havde uudnyttede motivationsmuligheder på følgende punkter:

- **Kompetencedrivkræfter:** Især (men ikke kun) de yngre undervisere i samplet havde visse vanskeligheder ved at ramme elevernes niveau og udviklingszoner. I forlængelse af det sidste var der ingen differentierende tiltag. Der var meget lidt formativ feedback og feedback til støtte for selvregulering. Lærerne udnyttede ikke mulighederne for at fremme motivation gennem andenhåndserfaringer, hverken i form af selv at modellere opgaveløsning eller ved at lade eleverne fremvise for hinanden.
- **Autonomi:** Generelt var der få frihedsgrader til eleverne og meget lidt involvering af eleverne i beslutninger i klasserummet. Generelt ikke forsøg på at styrke elevernes evne til selvreguleret læring.
- **Tilhørsforhold:** Klasserne og klasserumskulturen var langt hen ad vejen velfungerende og almindeligvis også inkluderende. Formentlig som udtryk for, at lærerne jævnt hen har lært sig klasserumsledelse. Til gengæld kom de ofte til kort i forhold til at understøtte hensigtsmæssige gruppeprocesser. Det var også synligt, at nogle lærere nemmere relaterede sig til nogle elever end til andre.
- **Opgaveværdi:** Lærerne var sjældent opmærksomme på, hvad der var interessant og vigtigt for klassens elever – og de udnyttede det i hvert fald ikke i fastlæggelsen af undervisningens temaer og perspektiveringer. De prøvede heller ikke at etablere

upfront engagement i forhold til timen eller bestemte aktiviteter i timen. Der var aktiverende elementer i mange lektioner (typisk i form af undersøgelsesindslag), men ellers var der ikke meget dynamik eller undren-skabelse.

CARTAGO-relateret empiriindsamling

De forskningsmæssige studier af elevmotivation betjener sig langt overvejende af surveys, interviews og observationer. Umiddelbart forekommer surveys og interviews at være de bedst egnede metoder til at indkredse *elevernes indre motivation*, som kun vanskeligt lader sig observere. Generelt er interviews bedre til at belyse elevernes *motiver og begrundelser*, for at dette eller hint i undervisningen motiverer. Hvis man betjener sig af åbne spørgsmål i en motivationssurvey, vil man dog kunne få et vist indblik i disse ting også. Med rent kvantitative surveys vil man typisk kunne fastslå, *at* (bestemte grupper af) elever har en bestemt oplevelse af undervisningen, *hvad* der motiverer, og *at* der synes at være en (statistisk) sammenhæng mellem motivation og bestemte undervisningstræk. *På trods af disse relative styrker og begrænsninger er der ingen tvivl om, at den internationale forskningslitteratur om elevmotivation i naturfag først og fremmest betjener sig af kvantitative surveymetoder.* Positivt udlagt indebærer det bl.a., at der til hvert af CARTAGO-rammens konstrukter faktisk foreligger forskningsbaserede måder at spørge ind til konstruktet på, som kan sikre både validitet og reliabilitet i en motivationssurvey.

De surveys, som er omtalt i første eksempel-afsnit i artiklen her, har alle været inspireret af den internationale forskning, men uden at denne er brugt skarpt og systematisk. Imidlertid kunne tiden være inde til nu at skærpe den almindelige praksis i dansk naturfagsdidaktik og drage fordel af den internationale forskningsviden til gavn for både validiteten, reliabiliteten og kommunikerbarheden af de kvantitative motivationsundersøgelser. Hvis flere studier udmålte elevmotivation med de samme items, så ville det samtidig være nemmere at sammenligne studier og kumulere indsigter. For at inspirere til en metodisk styrkelse af de kvantitative motivationsstudier har vi nyligt lavet et større litteraturstudie mhp. at identificere forskningsvaliderede motivationsspørgsmål, som dækker alle CARTAGO-konstrukter og skønnes brugbare i en dansk naturfagskontekst. Tabel 4 viser et uddrag af resultaterne, hvor der gives konkrete forslag til danske items i tilknytning til hvert af CARTAGO-rammens konstrukter. Det fulde skema kan tilgås på <https://bit.ly/4cpXR9v>.

I henhold til forskningslitteraturen er de fleste CARTAGO-konstrukter multidimensionelle, hvorfor det ikke er givet, at man kan lave meningsfulde og mere pålidelige skala-scorer for det enkelte konstrukt ved blot at lægge scorer for de relaterede spørgsmål sammen. Det må komme an på en faktoranalyse af respondentsvar i den konkrete sammenhæng.

Tabel 4. Uddrag af skema med validerede motivationsspørgsmål i forlængelse af CARTAGO.

Konstrukt	Forslag til danske items	Originale items	Reference til originale items
Kompe- tence-driv- kræfter	Jeg er sikker på, at jeg nok skal klare de udfor- dringer og opgaver, som jeg møder i X-fag	Fra Motivated Lea- rning Strategies Quest., item 29/44 I am sure I can do an excellent job on the problems and tasks assigned for this class	Pintrich, R. R., & DeGroot, E. V. (1990). Motivational and self- regulated learning components of classroom academic performance, <i>Journal of Educational Psycho- logy</i> , 82, 33-40. Dette item perfekt i overensstem- melse m. Banduras guidelines (Bandura, 2006)
	Jeg er i stand til at for- stå og forklare ting i hverdagen ved hjælp af min naturfaglige viden	Fra Science Learning Self-efficacy: I am able to explain everyday life using scientific theories.	Wang, Y., Liang, J.-C., & Tsai, C.-C. (2018). Cross-cultural comparisons of university students' science learning self-efficacy: Structural relationships among factors wi- thin science learning self-efficacy. <i>International Journal of Science Education</i> , 40(6), 579–594.
	Jeg kan forstå og belyse samfundsmæssige problemstillinger vha. naturfag/X-fag	Fra Science Learning Self-efficacy: I can understand and interpret social issues related to science (for example nuclear power usage and genetically modified foods) in a scientific manner	Som ovenfor
	Jeg har det fint med at diskutere et naturfag- ligt indhold med mine klassekammerater	Fra Science Learning Self-efficacy: I feel comfortable discussing science content with my clas- smates.	Som ovenfor
	Jeg synes, at jeg klarer mig godt i sammenlig- ning med andre, når der er aktiviteter i naturfag	Fra Intrinsic motiva- tion inventory (IMI) I think I did pretty well at this activity, compared to other students.	
Autonomi	Jeg oplever, at jeg har mulighed for at forfølge mine egne mål og ideer i X-fag	Fra students self-de- termination scale: I felt I was pursuing goals that were my own.	Reeve, J., Nix, G., & Hamm, D. (2003). Testing Models of the Experience of Self-Determination in Intrinsic Motivation and the Conundrum of Choice. <i>Journal of Educational Psychology</i> , 95(2), 375–392.

Afsluttende bemærkninger

Det første formål med denne artikel har været at gøre opmærksom på CARTAGO-motivationsrammen som et forskningsbaseret redskab til udvikling af motiverende undervisning i naturfag. Et redskab, som er udviklet i samspil med naturfaglige undervisere og afprøvet i en række naturfaglige praksiskontekster. I forlængelse heraf har det været vigtigt at give konkrete eksempler på, hvorledes CARTAGO kan styrke læreres og skolars empiridrevne udvikling af praksis og tilføre motivationstækning til lærernes undervisningsplanlægning samt bruges som analyseramme i klasserumsforskning. Som et ekstra element giver artiklen bud på forskningsmæssigt validerede måder at spørge ind til samtlige CARTAGO-konstrukter på – hvilket anses for et vigtigt selvstændigt bidrag til dansk motivationsforskning og til interventioner, hvor man gerne vil dokumentere motivationseffekter.

Det ultimative mål må være, at eleverne gennem naturfagsundervisningen motiveres til at beskæftige sig med naturvidenskabelige spørgsmål, hvor som helst det er relevant for dem (i hverdagen, på samfundsniveau og evt. professionelt). Rocard-rapporten peger i den forbindelse på undervisningens kvalitet som det største båndspænd i forhold til at realisere målet: "årsagen til den faldende interesse blandt unge for naturfag skal i høj grad findes i den måde, der undervises i naturfag på i skolerne" (Rocard, 2007. s. 2, egen oversættelse). Undervisningen kan klart blive mere motiverende, men læreplanerne i naturfagene insisterer samtidig på, at eleverne skal udvikle naturfaglige kompetencer og begrebsforståelse. Den australske interesseforsker D. Palmer balancerer disse hensyn, når han formulerer: "ideale undervisningsstrategier vil være dem, som ikke udelukkende bidrager til udvikling af naturfaglig begrebsforståelse, men som tillige har motiverende potentiale" (Palmer, 2005, s. 1874). Han insisterer på, at elevmotivation skal fylde lige så meget som faglig læring, når undervisningen planlægges og afvikles ("dual purpose teaching"). For at realisere en sådan undervisning kræver det omfattende indsatser og kvalificerede redskaber rettet mod efteruddannelse, design af interventioner og følgeforskning udi motivation. CARTAGO byder sig til som et godt startsted i alle henseender. Så for at parafrasere Cato den Ældre lyder opfordringen: "I øvrigt mener vi, at CARTAGO bør *udnyttes!*"

Referencer

- Ames, C. (1992). Classrooms: Goals, structures, and student motivation. *Journal of Educational Psychology*, 84, 261-271. <https://psycnet.apa.org/buy/1993-03487-001>
- Anderman, L. & Leake, V. (2005). The ABCs of motivation: An alternative framework for teaching preservice teachers about motivation. *The Clearing House*, 78(5), 192-196. <https://www.jstor.org/stable/30189907>
- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. W.H. Freeman.

- Cherubini, G., Zambelli, F. & Boscolo, P. (2002). Student motivation: An experience of inservice education as a context for professional development of teachers. *Teaching and Teacher Education*, 18(3), 273-288. [https://doi.org/10.1016/S0742-051X\(01\)00069-5](https://doi.org/10.1016/S0742-051X(01)00069-5)
- Clarke, D. & Hollingsworth, H. (2002). Elaborating a model of teacher professional growth. *Teaching and Teacher Education*, 18(8), 947-967. [https://doi.org/10.1016/S0742-051X\(02\)00053-7](https://doi.org/10.1016/S0742-051X(02)00053-7)
- Dolin, J., Ingerslev, G.H. & Jørgensen, H.S. (2020). *Gymnasiepædagogik – en grundbog* (4. udg.). Hans Reitzels Forlag.
- Global Science Forum. (2008). *Encouraging student interest in science and technology studies*. OECD.
- Guba, E. & Lincoln, Y. (1995). Emerging criteria for quality in qualitative and interpretive research. *Qualitative Inquiry*, 1(3), 275-289. <https://doi.org/10.1177/107780049500100301>
- Jenkins, L. (2011). Using citizen science beyond teaching science content: A strategy for making science relevant to students' lives. *Cultural Studies of Science Education*, 6, 501-508. <https://doi.org/10.1007/s11422-010-9304-4>
- Krogh, L.B. & Andersen, H.M. (2020). Motivation. I J. Dolin, G.H. Ingerslev & H.S. Jørgensen (red.), *Gymnasiepædagogik – en grundbog* (4. udg., s. 250-267). Hans Reitzels Forlag.
- Krogh, L.B., Dolin, J. & Petersen, M.R. (2022). De vigtigste udfordringer i det danske naturfagsdidaktiske felt. *MONA*, 2022(2), 24-42. <https://tidsskrift.dk/mona/article/view/132756/177878>
- Krogh, L.B., Elgaard, J.F., Secher, A. & Daugbjerg, P. (2021). Pigerne stikker af fra drengene i karakterer til den fællesfaglige prøve. *MONA*, 2021(1), 6-26. <https://tidsskrift.dk/mona/article/view/125070/171870>
- Krogh, L.B., Waadegaard, N. & Nielsen, K. (2019). SUN-projektet: Skolebaseret udvikling af naturfag og kapacitet i gymnasiet. *MONA*, 2019(3), 47-67. <https://tidsskrift.dk/mona/article/view/115582/163891>
- Martin, A.J. (2008). Enhancing student motivation and engagement: The effects of a multidimensional intervention. *Contemporary Educational Psychology*, 33(2), 239-269. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2006.11.003>
- NAFA. (2024). Om NAFA. Lokaliseret d. 11.12.2024 fra <https://nafa.nu/om-nafa/>
- OECD. (2016). *PISA 2015 results (volume II): Policies and practices for successful schools*. OECD. <https://doi.org/10.1787/9789264267510-en>
- Osborne, J. & Dillon, J. (2008). *Science education in Europe: Critical reflections*. King's College London.
- Osborne, J., Simon, S. & Collins, S. (2003). Attitudes towards science: A review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25(9), 1049-1079. <https://doi.org/10.1080/0950069032000032199>
- Palmer, D. (2005). A motivational view of constructivist-informed teaching. *International Journal of Science Education*, 27(15), 1853-1881. <https://doi.org/10.1080/09500690500339654>

- Pintrich, P.R. (2003). A motivational science perspective on the role of student motivation in learning and teaching contexts. *Journal of Educational Psychology*, 95(4), 667-686. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.95.4.667>
- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henriksson, H. & Hemmo, V. (2007). *Science education now: A renewed pedagogy for the future of Europe*. Office for Official Publications of the European Communities.
- Ryan, R.M. & Deci, E.L. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American Psychologist*, 55(1), 68-78. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.55.1.68>
- Sherin, M.G. (2007). The development of teachers' professional vision in video clubs. I R. Goldman, R. Pea, B. Barron & S. Derry (red.), *Video research in the learning sciences* (s. 383-395). Erlbaum.
- Stipek, D., Givvin, K.B., Salmon, J.M. & Macgyvers, V.L. (1998). Can a teacher intervention improve classroom practices and student motivation in mathematics? *The Journal of Experimental Education*, 66(4), 319-337. <https://doi.org/10.1080/00220979809601404>
- Tsivitanidou, O.E., Gray, P., Rybska, E., Louca, L. & Constantinou, C. (red.). (2018). *Professional development for inquiry-based science teaching and learning*. Contributions from science education research, volume 5. Springer.
- Undervisningsministeriet. (2015). Forslag til Lov om ændring af lov om folkeskolen (Indførelse af fælles prøve i fysik/kemi, biologi og geografi, ændring af bedømmelsesordning ved folkeskolens skriftlige prøver m.v.). <https://www.retsinformation.dk/api/pdf/169127>
- Undervisningsministeriet. (2018). *National naturvidenskabsstrategi*. <https://www.uvm.dk/-/media/filer/uvm/aktuelt/pdf18/180313-national-naturvidenskabsstrategi.pdf>

English abstract

CARTAGO is a research-based framework for enhancing students' motivation in a variety of science-related contexts. In this article, the framework is presented along with its evidence-base in motivational theories. We also exemplify how CARTAGO has been used as development tool in teacher professional development, as tool for pre-service teachers in planning tasks, and as research tool in analysis of classroom-videos. As a contribution to motivational survey-research in Denmark, we also provide a translated list of internationally validated items and scales for research along CARTAGO-dimensions. CARTAGO has rich potential to improve state-of-the-art in efforts to improve students' motivation in Denmark.