



Litteraturstudium til arbejdet med en national naturvidenskabsstrategi

BILAG 1: TEKNISK BILAG

Indholdsfortegnelse

FORMÅL OG AFGRÆNSNING	3
METODE	6
Søgestrategi.....	6
Analyseprocedure	10
Netværksanalyse af	11
Citationsnetværk	12
To forskellige keyword-netværk	14
Opdeling i felter	16
Netværksanalysen	17

Formål og afgrænsning

Rapporten *Litteraturstudium til arbejdet med en national naturvidenskabsstrategi* blev til i perioden 1/11 til 31/12 2016 på anledning af Ministeriet for Børn, Undervisning og Ligestilling, der udstak rammen for opgaven 4/10 2016 (sagsnummer 16/11186). I oplægget var angivet, at opgaven skulle bidrage til udformningen af en national strategi for naturfag og naturvidenskab. Opgaven var mere specifikt at skabe et solidt vidensgrundlag for strategigruppens arbejde med at identificere udfordringer og pege på løsninger ved at fremstille et systematisk litteraturstudium byggende på en kortlægning af dansk, nordisk og international forskning om indsatser, metoder og strategier, der har:

- bidraget til at styrke undervisningen i og det pædagogiske arbejde med natur og naturfag, herunder tværfaglig naturfagsundervisning.
- der har bidraget til udvikling af det pædagogiske arbejde med naturfag/naturvidenskabelige fag i dagtilbud og uddannelsessystemet samt interessen for naturvidenskab, teknologi og it,
- en særlig positiv effekt og kan understøtte forskellige børne- og elevgrupper.

I forlængelse heraf blev litteraturstudiet afgrænset til at dække erfaringer om indsatser, metoder og strategier inden for fire pædagogisk/didaktiske **genstandsfelter** i de naturfaglige/-videnskabelige fagområder i dagtilbud og uddannelsessystemet.

1. Styrkelse af undervisningen med henblik på elevers læring – i form af tilegnelse af viden, færdigheder, kompetencer og naturvidenskabelig almindelse – herunder underviseres brug af en anvendelsesorienteret og/eller undersøgende tilgang til naturvidenskabelig undervisning samt inddragelse af it og teknologi som fagområde i grundskole og ungdomsuddannelser.
2. Udvikling af pædagogisk/didaktiske kompetencer hos pædagogisk personale og undervisere herunder især kompetencer til at gennemføre anvendelsesorienteret og/eller undersøgende naturvidenskabelig undervisning.
3. Udvikling af elevers motivation og interesse for naturvidenskab, teknologi og it.
4. Styrkelse af personalisering i undervisning – ved at understøtte forskellige børne- og elevgrupper.

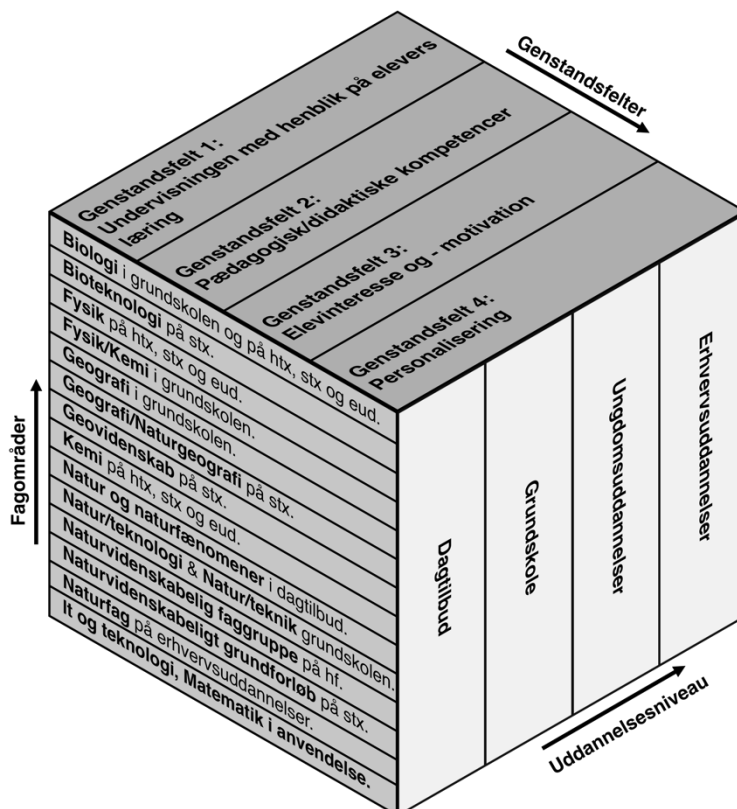
I opgavebeskrivelsen blev det understreget det, at litteraturstudiet skal være en kortlægning af dansk, nordisk og international forskning; at den danske og nordiske forskning skal inkludere både

kvalitative og kvantitative studier; samt at engelsksproget forskning kan afgrænses til meta-analyser, systematiske reviews og forskningskortlægninger.

Således blev litteraturstudiet afgrænset til at inddrage følgende litteratur som grundlag:

- Dansk forskningslitteratur i perioden 1996-2016 fra relevante fagfællebedømte tidsskrifter samt andre publikationskilder, der er brugt i feltet.
- Svensk, norsk og finsk forskningslitteratur i periode 1996-2016 fra relevante fagfællebedømte tidsskrifter, suppleret med publikationer som lokale informanter anser for relevante.
- Engelsksproget forskningslitteratur i periode 1996-2016 i form af meta-analyser, systematiske reviews og forskningskortlægninger. Herunder også ekspertudvalgte kilder, der har et mere almen pædagogisk/didaktisk fokus.

I opgaven blev det understreget, at litteraturstudiet skulle operere med de fagområder, som strategien i sidste ende skal omfatte herunder matematik i anvendelse, it og teknologi samt at litteraturstudiet skal dække bredt fra dagtilbud til ungdomsuddannelser.



Figur 1: En grafisk oversigt over de 4 genstandsfelter og hvordan disse rækker på tværs over henholdsvis uddannelsesniveauer og fagområder.

Det var således et mål for litteraturstudiet at inkludere eksisterende naturfags/-videnskabsdidaktisk forskning omkring de følgende danske fagområder (og deres internationale pendants):

- ”Biologi” i grundskolen og på htx, stx og eud.
- ”Bioteknologi” på stx.
- ”Fysik” på htx, stx og eud.
- ”Fysik/Kemi” i grundskolen.
- ”Geografi” i grundskolen.
- ”Geografi/Naturgeografi” på stx.
- ”Geovidenskab” på stx.
- ”Kemi” på htx, stx og eud.
- ”It” og ”teknologi”.
- ”Matematik” i anvendelse og samspil med andre fag
- ”Natur og naturfænomener” i dagtilbud.
- ”Natur/teknologi” og (det tidligere) ”Natur/teknik” i grundskolen.
- ”Naturvidenskabelig faggruppe” på hf.
- ”Naturvidenskabeligt grundforløb” på stx.
- ”Naturfag” på erhvervsuddannelser.

I forlængelse af den ovenstående afgrænsning blev der arbejdet ud fra de følgende fire reviewpørgsmål for litteraturstudiet:

- **Reviewspørgsmål 1:** Hvilke indsatser, metoder og strategier kan ifølge eksisterende forskning styrke *undervisningen med henblik på elevernes læring* – i form af tilegnelse af viden, færdigheder, kompetencer og naturvidenskabelig almendannelse – herunder underviseres brug af en anvendelsesorienteret og/eller undersøgende tilgang til naturvidenskabelig undervisning samt inddragelse af it og teknolog, i forhold til de naturfaglige/-videnskabelige fagområder i dagtilbud og uddannelsessystemet?
- **Reviewspørgsmål 2:** Hvilke indsatser, metoder og strategier kan ifølge eksisterende forskning udvikle de *pædagogisk/didaktiske kompetencer* hos pædagogisk personale og undervisere herunder især kompetencer til at gennemføre anvendelsesorienteret og/eller undersøgende naturvidenskabelig undervisning, i forhold til de naturfaglige/-videnskabelige fagområder i dagtilbud og uddannelsessystemet?
- **Reviewspørgsmål 3:** Hvilke indsatser, metoder og strategier kan ifølge eksisterende forskning udvikle *elevernes motivation og interesse* for naturvidenskab, teknologi og it i dagtilbud og uddannelsessystemet?

- **Reviewspørgsmål 4:** Hvilke indsatser, metoder og strategier kan ifølge eksisterende forskning tilgodese *personalisering* – ved at understøtte forskellige børne- og elevgrupper i forhold til de naturfaglige/-videnskabelige fagområder i dagtilbud og uddannelsessystemet?

Metode

Litteraturstudiet er designet i tre overordnede faser:

1. Identificering af relevant litteratur (Produkt: Et systematisk overblik over den for opgaven relevante litteratur for hvert af de fire genstandsfelter)
2. Analyse af den relevante litteratur (Produkt: Identificering af tematikker og tendenser i den viden, der foreligger i kraft af den identificerede litteratur)
3. Formidling af resultater (Produkt: Tematisk fokuseret beskrivelse af viden om indsatser, metoder og strategier der har været virksomme inden for de fire genstandsfelter).

Dette afsnit beskriver arbejdet i de tre faser.

Søgestrategi

Et solidt vidensgrundlag vil ikke umiddelbart kunne skabes alene igennem søgninger på søgestrengene i anerkendte forskningsdatabaser (såsom SCOPUS, Web of Science eller Den Danske Forskningsdatabase).¹ Det vil typisk være sådan, at søgninger i anerkendte forskningsdatabaser ikke giver et dækkende billede af dansk forskning på det nærværende område. Samtidig vil søgninger i bredere databaser give for mange ikkespecifikke resultater. Et eksempel er den omfattende danske forskning inden for udvikling af elevers interesse for naturvidenskab. I bredere databaser såsom Google Scholar vil man på søgestrengen ”biologi AND interesse” i perioden 1996-2016 opnå 16.100 resultater (her er det ikke muligt at fravælge kilder, der ikke er fagfællebedømt). Med en så omfattende liste af forskningsgenstande, som ligger inden for opgavens umiddelbare beskrivelsesområde, er det urealistisk at evaluere kvaliteten af de kilder, der findes ved søgninger i

¹ Selv inden for klinisk medicinsk forskning vil protokol-drevne søgninger i database ikke være tilstrækkelige for at få en valid dækning af feltet. Jf. Greenhalgh, T., & Peacock, R. (2005). Effectiveness and efficiency of search methods in systematic reviews of complex evidence: audit of primary sources. *BMJ*, 331, 1064-1065.

brede databaser, inden den endelige rapport skal foreligge. På den anden side vil en søgning på søgestrengen "biologi AND interesse" i perioden 1996-2016 på Den Danske Forskningsdatabase kun give syv resultater, hvoraf to umiddelbart kan udelukkes, da de åbenlyst falder uden for feltet. Den relativt omfattende danske forskning inden for netop elevers interesse i biologiundervisningen er ikke tilnærmelsesvist dækket af de fem resterende kilder.

Specielt inden for uddannelsesforskningen hvor forskellige studier ofte har meget heterogene forskningsgenstande og -fokuser er disse udfordringer med at lave systematiske litteraturstudier særdeles velkendte.² Derfor var tilgangen i det nærværende litteraturstudie at kombinere ekspertvalidering¹ og en søgestrategi, der kaldes 'foreward and backward snowballing' ud fra citationer i og af forskningspublikationer.³ Ved at danne datagrundlaget ud fra citationer opnås en mere fordomsfri sampling af litteraturen; og ved at lade danske og internationale eksperter validere datagrundlaget og frem for alt ved at lade forskere med omfattende erfaring omkring netop deres genstandsfelt analysere og syntetisere forskningen opnås en informeret beskrivelse af forskningen inden for genstandsfelterne.

Litteratursøgningen bestod af 5 skridt (se figur 2):

Skridt 1:

Identificering af relevante **danske** og **nordiske** tidsskrifter og publikationer i samarbejde med udpegede nordiske og internationale eksperter (kerneforskere) inden for hvert af de fire genstandsfelter. Dette ledte til etableringen af en *kernesamling* bestående af væsentlige kilder for hvert af de fire genstandsfelter.

De udpegede eksperter blev specifikt foreslået at følge disse principper i deres udvælgelse:

² MacLure, M. (2005). 'Clarity bordering on stupidity': where's the quality in systematic review? *Journal of Education Policy*, 20(4), 393-416.

³ Webster, J., & Watson, R. T. (2002). Analyzing the past to prepare for the future: Writing a literature review. *MIS quarterly*, 26(2), xiii-xxiii.

- Kernepublikationerne skulle ideelt set både referere tilbage til tidligere forskning og selv blive refereret af nyere forskning. Derfor blev eksperterne bedt om i første omgang udelukkende at se på perioden 2001-2011.
- De publikationer, eksperterne skulle identificere, skulle have en udsigelseskraft (i bredeste forstand) om praksis. Det betød, at der blev givet forrang til publikationer, som enten rapporterer om forsøg i praksis, eller som har konklusioner, der umiddelbart kan danne ramme for fremtidige forsøg i praksis.
- Eksperterne blev bedt om at ramme bredest muligt fagligt set (for at dække den forskning der eksisterer på alle naturvidenskabelige fag, matematik, teknologi og it) og i forhold til niveau (for at dække den forskning der eksisterer fra dagtilbud, grundskole, udskoling, gymnasialeuddannelser og erhvervsrettede ungdomsuddannelser).
- Ekspertener blev bedt om udelukkende at fokusere på danske/nordiske forhold, men disse kunne være publiceret i internationale tidsskrifter. Eksperterne blev opfordret til, såfremt det var relevant, udover de danske/nordiske publikationer at inddrage et par engelsksprogede publikationer, som de vurderer kunne være hjælpsomme til at identificere dansk/nordisk forskning som refererer tilbage til de engelsksprogede publikationer.

Skridt 2:

Etablering af en *referencesamling* ved at gennemse de kilder, som refereres af kilder i kernesamlingen. (Det vil sige en 'backward snowball sampling'). Her blev der foretaget en udvælgelse på baggrund af geografisk relevans: Kun publikationer *om nordiske* (herunder danske) *forhold* blev inddraget.

Skridt 3:

Etablering af en *referentsamling* ved at gennemse de kilder, som refererer til kilderne i kernesamlingen. (Det vil sige en 'backward snowball sampling'). Her blev der også foretaget en udvælgelse på baggrund af geografisk relevans: Kun publikationer *om nordiske* (herunder danske) *forhold* blev inddraget.

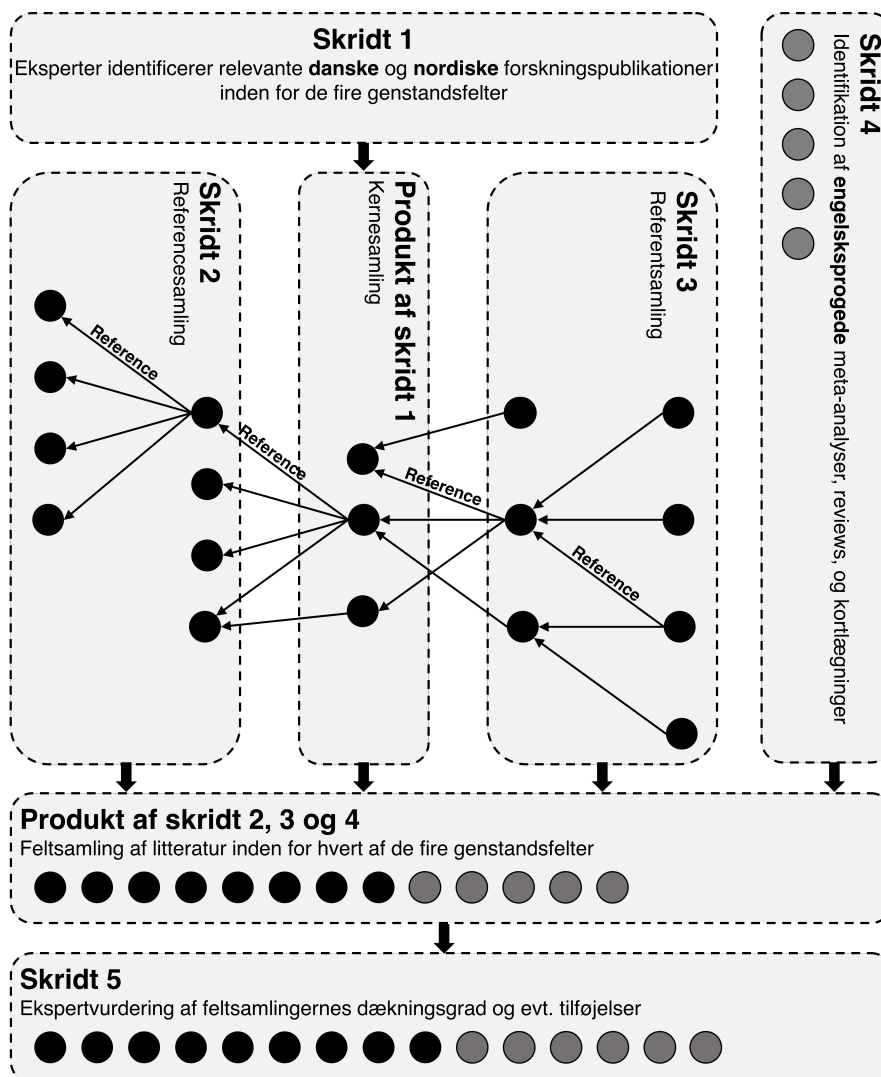
Skridt 4:

Identificering af væsentlige engelsksprogede meta-analyser, reviews og forskningskortlægninger. Herunder også ekspertudvalgte kilder, der havde et mere almen pædagogisk/didaktisk fokus med substantiel relevans for de fire genstandsfelter.

Skridt 5:

Samling af alle relevante fundne kilder til en *feltsamling* inden for hvert af genstandsfelterne. Ekspertterne inden for hvert genstandsfelterne gennemgik nu de respektive feltsamlinger og vurderer, om de identificere kilder dækker genstandsfelt. I dette skridt blev der tilføjet en række nye publikationer. Der blev for udvalgte af disse publikationer foretaget en iterationer af skridt 2 og 3. Dette skete i de tilfælde hvor det blev vurderet i samarbejde med de(n) pågældende ekspert(er) ville give en bedre dækning af genstandsfeltet.

De skrivende parter identificerede i løbet af deres analyse- og skriveproces relevante danske, nordiske og internationale publikationer som med fordel kunne føjes til feltsamlingerne ud fra et princip om at dække deres respektive genstandsfelt bedst muligt.



Figur 2: En grafisk illustration af de 5 skridt i litteraturstudiets søgestrategi. Cirklene illustrerer forskningskilder, men repræsenterer ikke et endeligt antal af forskningskilder.

Analyseprocedure

Den systematiske søgning (søgeskridt 1-5) resulterede i fire ekspertvaliderede feltsamlinger der i alt bestod af **1223** publikationer inden for STEM didaktisk forskning om nordiske forhold og **48** centrale engelsksprogede meta-reviews, oversigter, og feltanalyser. Disse tal dækker over datagrundlaget *inden* eventuelle tilføjelser i løbet af analyse- og skriveprocessen. Disse publikationer er gengivet i Bilag 2 (*Litteraturstudium til arbejdet med en national naturvidenskabsstrategi: Ekspertvalideret datagrundlag på baggrund af snowballing*)

Netværksanalyse af

For at strukturere det omfattende datagrundlag blev der foretaget en lingvistisk netværksanalytisk kortlægning af den identificerede litteratur.⁴ Der blev således opbygget en database der kunne angive og visualisere emnesammenfald, overlap og andre relationer mellem enkeltkilder i det samlede datagrundlag. I denne sammenhæng er lingvistisk netværksanalyse sammenligneligt med det der typisk kaldes computerdreven 'text-mining', som er et meget effektivt redskab til at skabe struktur i omfattende og ofte ustruktureret tekst⁵ - som fx abstracts og keywords i store mængder litteratur. I analysen blev der anvendt en klynge-algoritme⁶ med henblik på at finde underliggende strukturelle mønstre i litteraturen.

Det konkrete produkt af den lingvistiske netværksanalyse var en detaljeret kortlægning af litteraturen, hvor der inden for hvert af de fire genstandsfelter kunne identificeres klyngegrupper (clusters), der angav at de kilder, der er i en klyngegruppe, har et fælles **tema** (emne- eller resultatmæssig sammenhæng). Det primære formål med netværksanalysen var et udgangspunkt til en faglig diskussion. Visualiseringer af netværk kan i denne sammenhæng ikke stå alene, derimod bidrog de identificerede temaer inden for hvert af de fire genstandsfelter til at skabe en struktur for den endelige skriveproces

Hver publikation har fået et unikt publikationID, en optagelsen over forfattere, årstal, udgiver, eventuelle keywords og abstract. Derudover blev der for hver publikation lavet en liste over, hvilke relevante publikationer publikationen citerer. Se Figur 3.

⁴ Inspireret af: van de Wijngaert, L., Bouwman, H., & Contractor, N. (2014). A network approach toward literature review. *Quality & Quantity*, 48(2), 623-643.

⁵ Bodin, M. (2012) *Computational problem solving in university physics education - Students' beliefs, knowledge, and motivation*. (Ph.D.-afhandling) Umeå Universitet.

⁶ Rosvall, M., & Bergstrom, C. T. (2008). Maps of random walks on complex networks reveal community structure. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105(4), 1118-1123.

PublikationsID	APA reference	Keywords	Abstract (Verbatim)
A00003	Jess, K. (2005). Konsekvenser af evaluering i matematikundervisning. <i>MONA</i> , 2005(2), 22-39	Matematik, evaluering, test, grundskolen	Diskussionen om test/evaluering i matematik i folkeskolen er blevet meget aktuell i Danmark, hvor vi er på vej ind i en evalueringsskole. Erfaringer fra udlandet og fra testningens historie viser imidlertid at vejen frem er fyldt med mulige faldgruber. Efter en begrebsafklaring ses der på testningens oprindelse og på negative virkninger af test/evaluering. Det påvises derefter at hensigtsmæssige evalueringsformer kan støtte reformer af matematikundervisningen på grundskoleniveau. Den vigtigste faktor i denne forbindelse er den ofte undervurderede tilbagevirkende effekt af test/evaluering der både kan have positive og negative konsekvenser for undervisningen.
A00004	Sølbjerg, J. (2006). Den lokale naturfaglige kultur - et fokus for udvikling. <i>MONA</i> , 2006(1), 7-22	kultur, naturfag, grundskolen	Der er stigende fokus på begrebet "den lokale naturfaglige kultur" i forbindelse med udvikling af den naturfaglige praksis i grundskolen. Der er imidlertid behov for redskaber til at stille skarpt på hvordan den lokale naturfaglige kultur kan udvikles. I artiklen fremlægges et bud på et sådant redskab. Begrebet udfoldes, og der peges på tre vigtige dimensioner der kan bruges både analytisk og operationelt: den eksisterende naturfaglige praksis, de sociale og organisatoriske forhold og de praktiske rammer på skolen. Desuden gives der konkrete eksempler fra et igangværende udviklingsprojekt på hvordan den lokale naturfaglige kultur på en skole kan udvikles.
A00005	Magnussen, R. & Jessen, C. (2006). Naturfaglig praksis og spil-lignende læring. <i>MONA</i> , 2006(2), 7-26	IT, naturfag, spil, grundskolen	Inden for de seneste år er der forsket i hvordan man ved hjælp af nye medier som computerspil eller it-støttede rollespil kan skabe nye typer af læringsmiljøer til skolens naturfagsundervisning. Artiklen præsenterer det it-støttede læringsrollespil <i>Drabssag/Melved</i> og de første erfaringer med brug af spillet i to 8.-klasser. Beskrivelsen præsenterer et eksempel på hvordan spil-lignende læringsrum kan understøtte læring af centrale elementer i naturvidenskabelig praksis.
A00006	Sinding, A. B. (2007). Når kulturen ekskluderer - piger i fysikfaget. <i>MONA</i> , 2007(1), 18-31	Køn, fysik, grundskole	Med udgangspunkt i et kvalitativt forskningsprojekt i 8.- og 9.-klasser peges der i artiklen på mulige sammenhænge mellem danske pigers manglende interesse og motivation for fysikfaget og tilstedeværelsen af kulturelle opfattelser som ekskluderer piger fra fysik. Tillige argumenteres der for at anvendelsesområdet med det faglige indhold i fysikundervisningen kan have vital betydning for pigernes motivation. Sluttelig peges der på implikationer for fysikundervisningen hvis man vil imødegå de kulturelle opfattelser og udvikle pigerne i fysikfaget, såvel som der peges på relevansen af yderligere undersøgelser af problemfeltet.
	Ulriksen, L. & Holmegaard, H. (2007). Rigtige piger går ikke på htx, men piger er glade for at gå der. <i>MONA</i> , 2007(2), 29-46	Køn, gymnasiet, naturvidenskab, interesse	Artiklen præsenterer de første resultater fra en landsdækkende spørgeskemaundersøgelse blandt htx-elever. Undersøgelsen viser at drengenes valg af htx frem for alt er begrundet i en interesse for naturvidenskab. Mens pigerne har flere

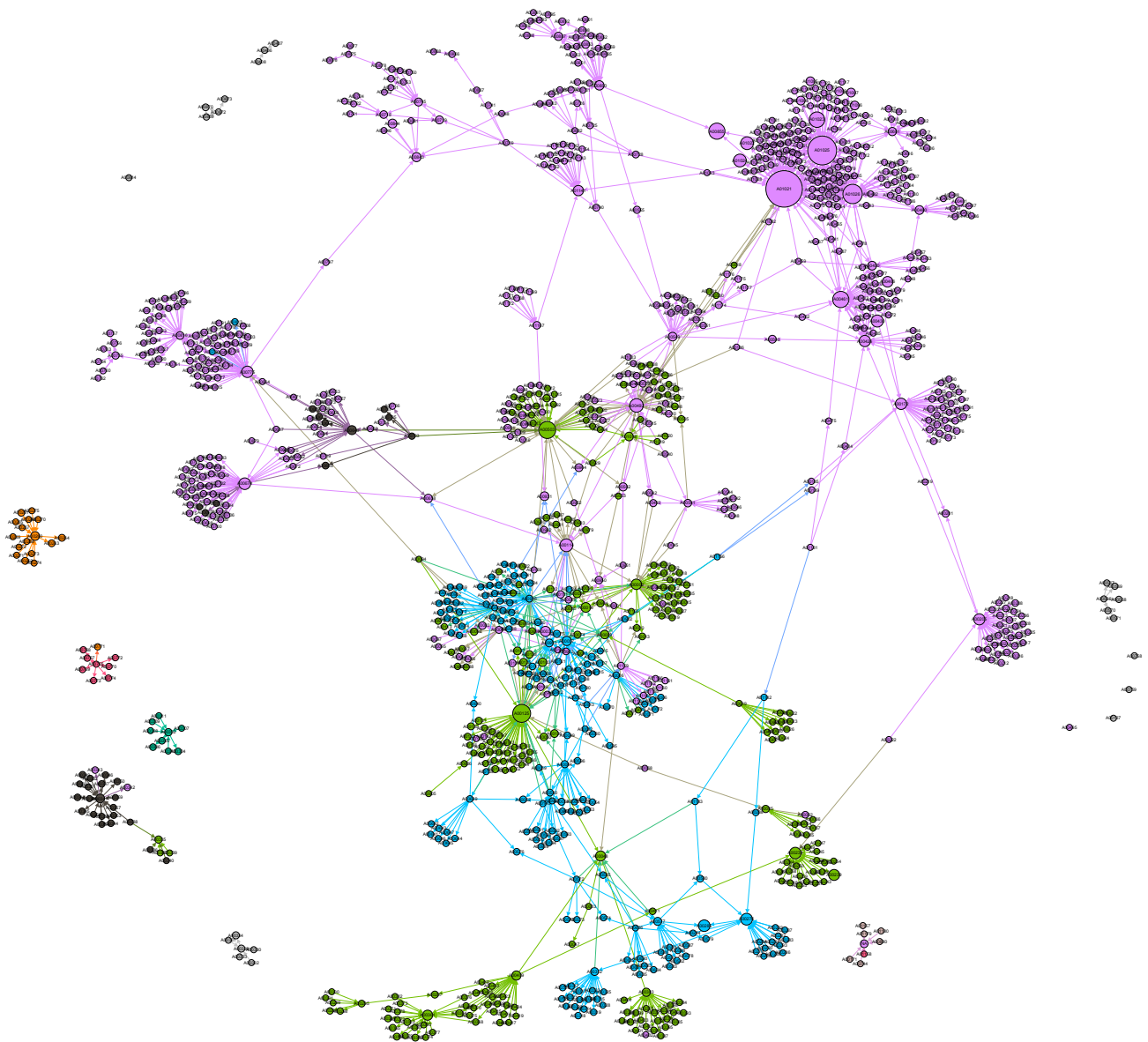
Figur 3: Udsnit af informationer i den etablerede database

Citationsnetværk

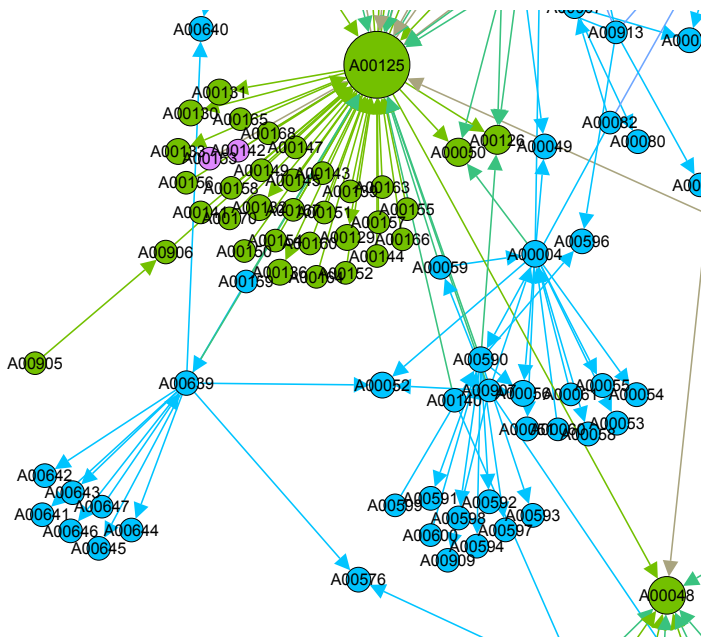
Vi illustrerer dannelsen af dette netværk med et eksempel. Publikationen med ID A00001 citerer publikationerne A00009 og A00950. Det illustrerer vi ved at tegne en pil fra A00001 til A00009 og fra A00001 til A00950. A00001 citerer også en masse andre publikationer, men dem har vi vurderet ikke var relevante for studiet. Denne procedure har vi udført for hver af de knap 2000 publikationer vi har indekseret og kodet. Det giver et netværk med 2000 *nodes*⁷, som hver repræsenterer en publikation, og *X links* som repræsenterer citeringer.

Værktøjerne fra netværksanalyse giver os mulighed for at tildele hver node attributter. For eksempel har hver node fået tildelt attributten "Felt 1". Denne attribut har værdien 1 hvis den korresponderende publikation er med i Felt 1 og værdien 0 hvis publikationen *ikke* er med i Felt 1.

⁷ Sprogbrugen omkring netværk er mangeartet. Det vi kalder *nodes* kaldes på engelsk *vertices*, *egos* og *alters* alt efter feltet og på dansk *knuder*. Det vi kalder links kaldes på engelsk *edges* eller *arcs* i dele af litteraturen, mens det danske ord er *kanter*. Vi har valgt *nodes* og *links* da vi lægger os op ad den fysik-faglige del af litteraturen.



Figur 4: Det samlede citationsnetværk på tværs af alle genstandsfelter, se Figur 4 for et nærbillede. Nodes (cirkler) er individuelle publikationer og links (streger) indikerer en citering (i pilens retning). Farver indikerer klynger af citationsammenhænge, som er genereret ud fra analysen – fx vil der overordnet set være en tættere sammenhæng (citationsmæssigt) internt mellem de lilla publikationer end mellem de lilla publikationer og de lyseblå publikationer.

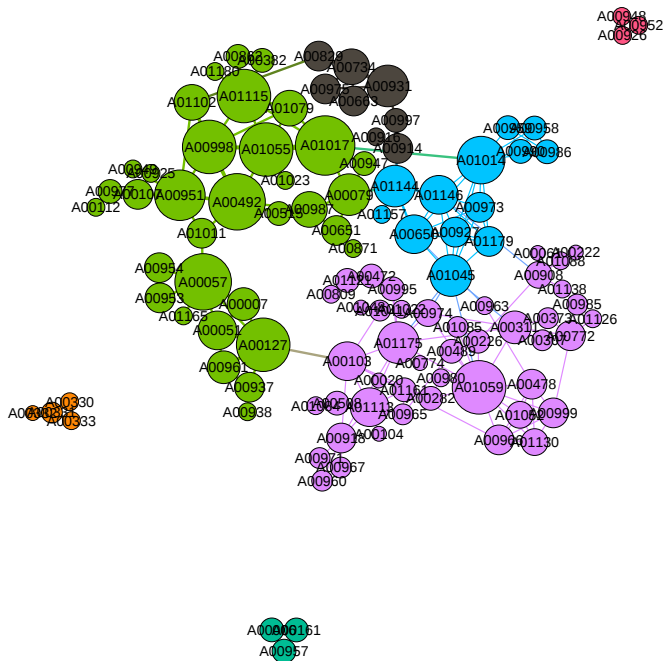


Figur 5: Nærbillede af Figur 4. Nodes (cirkler) er individuelle publikationer og links (streger) indikerer en citering (i pilens retning).

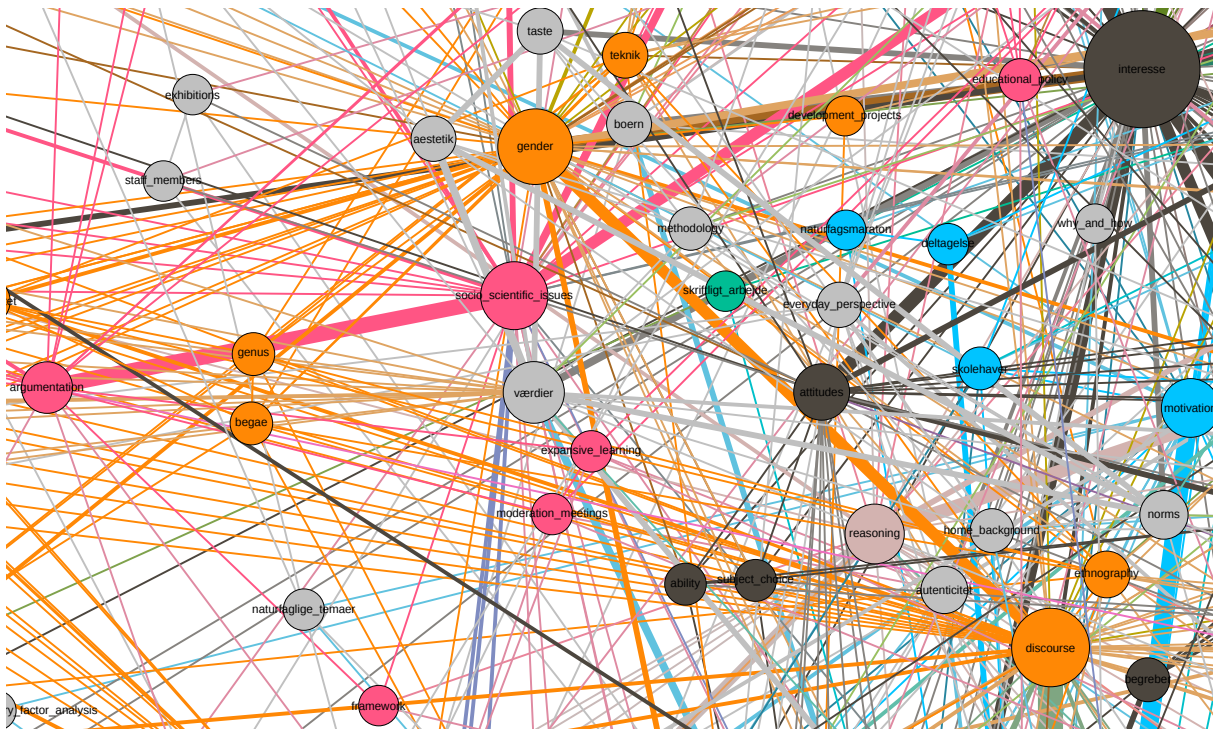
To forskellige keyword-netværk

På præcis samme måde som vi har lavet forfatter-publikationsnetværket har vi også lavet keyword-publikationsnetværket. Det har givet anledning til et keyword-netværk. Men man kan også lave et publikationsnetværk baseret på keywords. Så er to publikationer forbundet, hvis de deler keywords, og jo flere keywords de deler desto mere forbundne er de. Vi har dog valgt at vægte forbindelserne på en lidt anden måde i dette tilfælde. Det viser sig nemlig at nogle keywords er meget anvendte. Det betyder at to publikationer kan blive kunstigt meget lig hinanden blot fordi de anvender nogle generelle og meget anvendte keywords. Det tager vi hensyn til her på følgende måde: Hvis to publikationer deler et meget anvendt keyword, f. eks. *science_education*, tæller det mindre til deres forbindelse end hvis de begge anvender et lidt brugt keyword, f. eks. *radical_empiricism*.

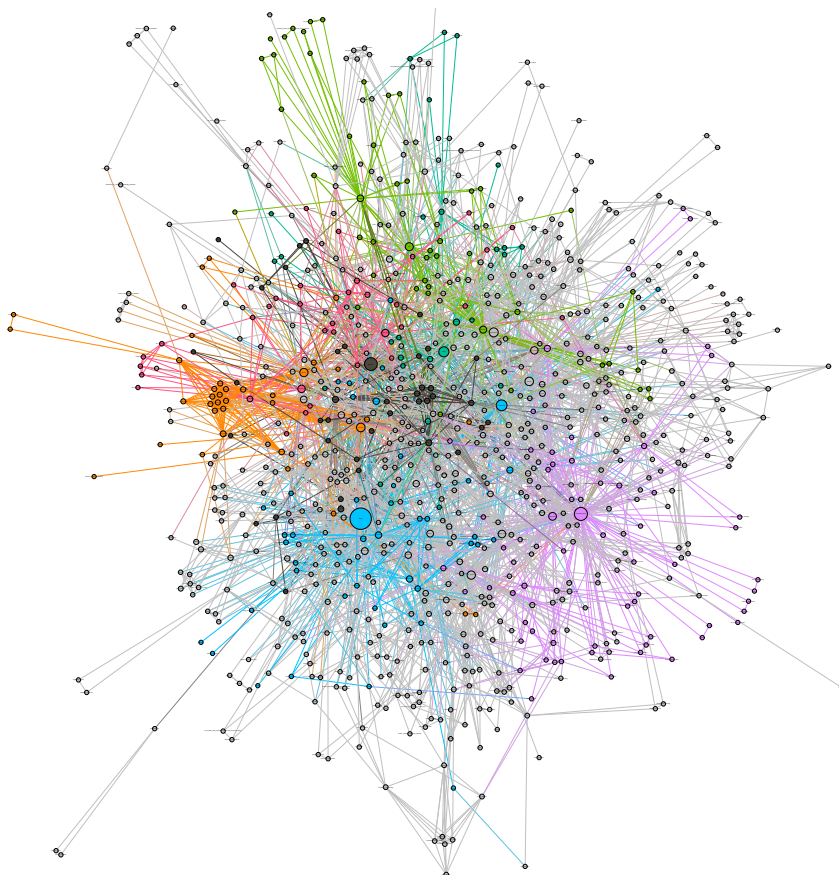
Vi har lavet ændringer i publikationernes oprindelige brug af netværk. Efter en første gennemlæsning fandt vi ud af at der var for mange keywords, og vi lavede derfor en omkodning, hvor vi slog keywords sammen (og opdelte enkelte). Netværkene er lavet på baggrund af vores reviderede keywords. For hvert felt har vi fjernet de et til to mest åbenlyse keywords. I felt 1 har vi for eksempel fjernet *undervisning* og *læring* - dels fordi feltet handler om dette og dels fordi de var så brugte blandt publikationerne i felt 1 at de overskyggede de andre keywords. I felt 4 har vi fjernet *gender*, men ikke *køn*. Årsagen til dette var at *gender* var overskyggende, men *køn* ikke var.



Figur 6: Udsnit af et publikationsnetværk baseret på keywords inden for felt 4. Nodes er individuelle publikationer og links angiver at publikationerne har samme keywords. Farverne angiver klynger som analysen har identificere. Publikationer med samme farve er så at sige mere ens (i forhold til keywords) end publikationer på tværs af farver.



Figur 7: Nærbillede af det samlede keyword-netværk. To nodes (keywords) er forbundet, hvis de optræder på samme publikation. Tykkelsen på linket angiver, hvor ofte de to forbundne keywords optræder på samme publikation.



Figur 8: Det samlede keyword-netværk. To nodes (keywords) er forbundet, hvis de optræder på samme publikation. Tykkelsen på linket angiver, hvor ofte de to forbundne keywords optræder på samme publikation.

Opdeling i felter

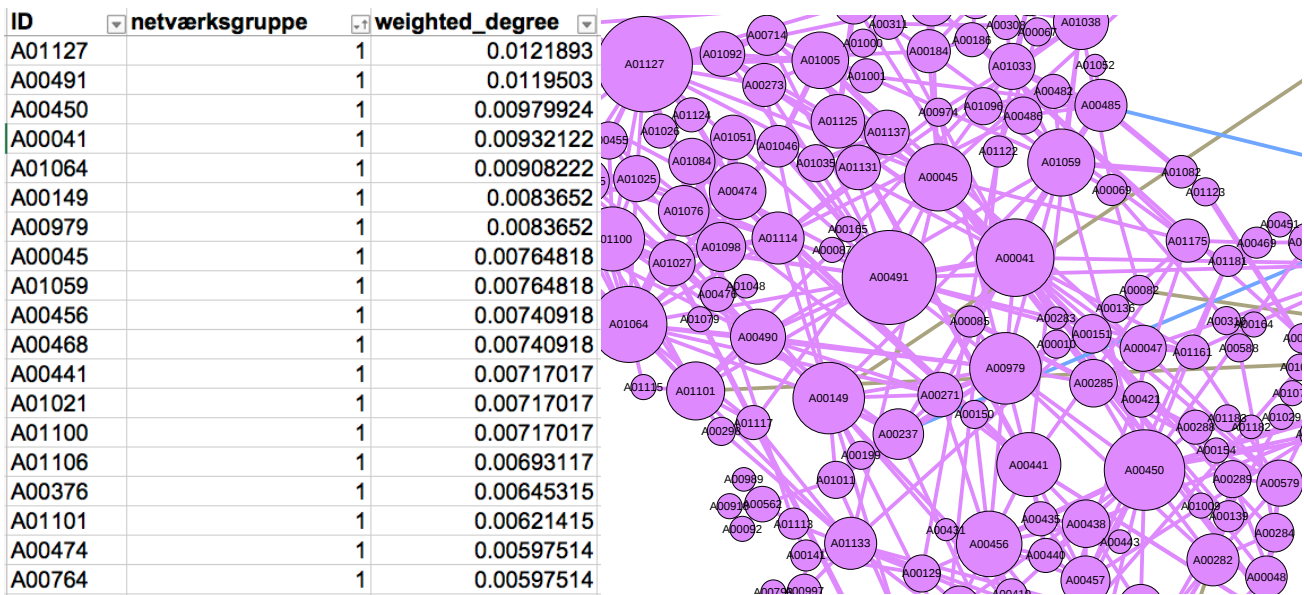
For hver af de tre typer netværk har vi dels lavet det samlede billede og dels lavet felt-specifikke netværk. Tabel 1 viser en oversigt. For eksempel er der i Felt 1's citationsnetværk 745 publikationer repræsenteret ved nodes med 778 links.

	Alle	Felt 1	Felt 2	Felt 3	Felt 4
Citation	1116/1437	745/778	326/200	287/232	178/76
Keyword (publikation)	903/3419	660/2390	353/1209	341/1202	262/876
Publikation (keyword)	824/953	500/1282	217/401	220/675	130/204

Tabel 1: Nodes/links i de forskellige netværk. Datagrundlaget var 1223 publikationer, hvoraf en række publikationer ikke havde relevante citationer, og hvoraf der var en række publikationer uden keywords som det ikke var muligt at tildele relevante keywords, da kun referencen var tilgængeligt online på søgetidspunktet.

Netværksanalysen

Vi har anvendt tre netværksanalytiske redskaber til at identificere trends i de fire felter. Det første begreb er *degree*. Dette er antallet af forbindelser en node har. I citationsnetværket betyder det antallet af publikationer der citerer en given publikation (*indegree*) og antallet af publikationer en publikation citerer (*outdegree*). Dette giver en simpel indikation på vigtighed. I forfatternetværket er en publikation *degree* lig med antallet af forfattere på publikationen, mens en forfatters *degree* er lig med antallet af publikationer vedkommende har deltaget i. I dette netværk mener vi ikke at man kan sidestille *degree* med vigtighed. Det andet mål for vigtighed vi har anvendt er PageRank. Dette er det mål Google's populære søgemaskine bruger til at rangere websider. Ideen bag PageRank er at man ved at følge links kan "gå" rundt i netværket. Ved at følge links vil man så lande på nogle nodes mere end andre. Det svarer til at hvis man i citationsnetværket følger citeringer vil man komme frem til nogle publikationer mere end andre. Vigtighed bliver her til et spørgsmål om hvor mange procent af tiden man lander på en bestemt publikation. PageRank virker ved at hver node modtager vigtighed gennem indgående forbindelser og distribuerer vigtighed gennem de udgående forbindelser. Det betyder at en publikation som har mange indgående citeringer, men kun citerer 1 anden publikation giver sin vigtighed videre. Således kan en publikation som *ikke* har så mange citeringer stadig spille en vigtig rolle. Det sidste redskab vi har anvendt er en computeralgoritme, der kan finde grupperinger. Den specifikke algoritme vi har valgt til dette kan illustreres med citationseksemplet ovenfor. Når man følger citeringer kan man forestille sig, at man kan "køre i ring". Det vil sige, at man ved at følge citeringer har en øget sandsynlighed for at "vandre rundt" i en specifik del af litteraturen. Algoritmen Infomap er lavet til at identificere sådanne dele som grupperinger. I et netværk hvor alle er forbundet med alle, vil Infomap kun finde én gruppe. Men andre netværk kan udvise en kompliceret gruppestruktur.



Figur 9: Udsnit fra et resultat fra netværksanalysen i forhold til publikationer forbundet gennem keywords. I listen i venstre del af figuren er publikationer grupperet efter deres forbindelse i keyword-netværket, og der er angivet en vægtet *degree* score indenfor den gruppe som publikationen tilhører. I højre side af figuren ses det relevante udsnit af den grafiske visualisering, størrelsen på Nodes korresponderer til deres vægtede *degree*. Udsnittet her er fra genstandsfelt 1.

Figur 9 og Tabel 2 illustrerer hvordan de netværksanalytiske produkter kunne bruges til at strukturere og skabe overblik over de fire genstandsfelter ved at gruppere publikationer efter sammenhænge – gennem citationer, og keywords (både keywords forbundet gennem publikationer og publikationer forbundet gennem keywords).

Netværksanalysen blev således brugt til at stabilisere de skrivende eksperters tematiske opdeling af de respektive genstandsfelter. Denne tematiske opdeling er gengivet i selve rapportens opbygning idet de enkelte afsnit under hvert genstandsfelt er et resultat af denne proces.

Gruppe-niveau 1	Gruppe-niveau 2	Fortolket tematik	Primære referencer
1	1	ROSE undersøgelsen	(Albrechtsen, 2009; H Busch, 2005; Schreiner, 2006; Schreiner & Sjøberg, 2012)
1	3	Uddannelsesvalg og IRIS undersøgelsen	(S. Andersson & Chronholm, 2012; Bøe, 2012; Holmegaard, Madsen, & Ulriksen, 2014; Ryder, Ulriksen, & Bøe, 2015)
1	4	Undervisningsmetoder og tegn på interesse	(Anderhag, 2014; Anderhag, Wickman, & Hamza, 2015; Lavonen & Laaksonen, 2009; Olsen & Lie, 2011)
1	5	Sanseindtryk og bevægelse	(Bruun, 2009; Dahlgren & Szczepanski, 2001; Wistoft & Stovgaard, 2012)
1	6	Socio-videnskabelige emner og argumentation	(Ekborg, Ideland, & Malmberg, 2009; Ekborg, Nyström, & Ottander, 2009; Näs & Ottander, 2008)
1	7	Drenge og pige emner i naturfag	(Andersen et al., 2001; Egelund & Hulvei, 2002; S Sjøberg & Busch, 2005; R. Troelsen, 2005)
1	8	Holdninger til naturfag	(C Angell, Guttersrud, Henriksen, & Isnes, 2004; Lars Brian Krogh & Andersen, 2013; Uitto, 2014)
1	9	Holdninger til naturfag	(Lindahl, 2003; Sundberg & Ottander, 2013; Uitto, Juuti, Lavonen, Byman, & Meisalo, 2011)
1	10	Praktisk arbejde	(Hamza & Wickman, 2013; Quennerstedt, 2006; Wickman & Östman, 2001)
1	11	Begrebsudvikling i undervisningen	(Carl Angell, Henriksen, & Isnes, 2003; Berland & Hammer, 2012; Halldén et al., 2002)
1	12	Forventninger til arbejdslivet	(Pless, 2001; Simonsen & Katznelson, 2000; Zeuner & Linde, 1997)
1	13	Natur og Teknik	(Broch & Egelund, 2001, 2002a, 2002b)
2	1	Uddannelsesvalg og rekruttering	(Andrée & Hansson, 2015; Jensen, 2006; Lossius, 2014)
2	2	Uddannelsesvalg i grundskolen	(Hoff, 2001; Pless & Katznelson, 2005; Ramberg & Kallerud, 2000)
2	3	Indsatsen i undervisningen	(Broman, Ekborg, & Johnels, 2011; Serder & Jakobsson, 2015; Säljö & Bergqvist, 1997)
2	4	Læring i fysikfaget	(Dolin, 2002; L. Krogh & Thomsen, 2000)
2	5	Overgange i uddannelsessystemet	(Misfeldt, 2010; Pless & Katznelson, 2007; Serder, Sörensen, & Jakobsson, 2011)
2	6	Undervisningspraksis og scripts	(Juuti & Lavonen, 2016; Skovsmose, 2001; Virtanen, Lerkkanen, Poikkeus, & Kuorelahti, 2015)
2	7	Naturvidenskab i samfundet	(Eilks, Nielsen, & Hofstein, 2014; Kaae & Madsen, 2003; Nielsen, 2002)
2	8	Undervisningsdesign og IT	(E. Andersson & Öhman, 2016; Jessen, 2001; Ørngreen, 2015)
2	9	Læreplaner og naturfagskulturer	(Christiansen, 2014; Sølberg, 2006; Thelin, 2012)

Tablet 2: Eksempel på en gruppering ud fra netværksanalysen her i genstandsfelt 3 (Elevs motivation og interesse i STEM; udarbejdet af Morten Rask Petersen). Der er to grupperingsniveauer. Der er større sammenhæng mellem publikationer inden for gruppe 1 og inden for gruppe 2 end i mellem gruppe 1 og gruppe 2 på gruppeniveau 1. På gruppeniveau to er de to overordnede grupper fra gruppeniveau 1 underinddelt i mere specifikke grupperinger.