



Rapport / December 2018

# Kortlægning af udenlandske talentprogrammer indenfor de naturvidenskabelige fag

Udarbejdet af Realize ApS for Undervisningsministeriet/STUK

# Indhold

<b>1</b>	<b>INDLEDNING OG METODE .....</b>	<b>2</b>
1.1	DEFINITION .....	2
1.2	METODE FOR KORTLÆGNINGEN .....	3
1.3	RAPPORTENS STRUKTUR .....	4
<b>2</b>	<b>SAMMENFATNING .....</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>LITTERATURKORTLÆGNING .....</b>	<b>9</b>
3.1	INDLEDNING .....	9
3.2	METODEBESKRIVELSE.....	9
<b>3.3</b>	<b>UDARBEJDELSE AF VIDENSSYNTSE.....</b>	<b>12</b>
3.4	DEFINITION AF TALENT OG TALENTUDVIKLING.....	11
3.5	DEFINITION AF NATURVIDENSKABELIGE FAG .....	12
3.6	OPSAMLING AF VIDENSSYNTESENS FEM TEMAER .....	12
<b>4</b>	<b>PROGRAM- OG PRAKSISKORTLÆGNING .....</b>	<b>28</b>
4.1	IDENTIFICERING OG SCREENING AF PROGRAMMER, MATERIALER MV.....	28
4.2	TVÆRGÅENDE KONKLUSIONER FRA PROGRAM- OG PRAKSISKORTLÆGNING .....	28
4.3	DANSKE LÆRERES VURDERING AF OVERFØRBARHED TIL DANSK KONTEKST .....	38
<b>5</b>	<b>OVERSIGT OVER DE UDVALGTE PROGRAMMER, MATERIALER MV.....</b>	<b>45</b>
<b>6</b>	<b>LITTERATURLISTE .....</b>	<b>57</b>

# 1 Indledning og metode

Realize Aps rapporterer her til Undervisningsministeriet / Styrelsen for Undervisning og Kvalitet (STUK) kortlægning af udenlandske programmer, indsatser og materialer målrettet talenter (uden for Norden) givet i opdrag i efteråret 2018.

Rapporten kortlægger programmer, indsatser, metoder og undervisningsmaterialer for talentudvikling i det, der svarer til grundskole og gymnasium i USA, Israel, Sydkorea, England og Tyskland.

Kortlægningen indeholder to dele:

1. En litteraturkortlægning
2. En program- og praksiskortlægning.

## 1.1 Definition

I denne rapport defineres talent og talentudvikling med afsæt i den gennemførte litteraturkortlægning, der peger på, at talent kan defineres således: Elever med høj intelligens, og elever med bestemte personlige kompetencer, som f.eks. at tænke innovativt. Specifikt tager vi udgangspunkt i den definition, der anvendes i studiet *National Association for Gifted Children* om talentfulde børn og unge, der ligeledes anvendes i studiet *The importance of learning strategies and how the project "Kolumbus-Kids" promotes them successful* (Wegner et al.: 2013):

*Gifted individuals are those who demonstrate outstanding levels of aptitude (defined as an exceptional ability to reason and learn) or competence (documented performance or achievement in top 10% or rarer) in one or more domains (NAGC: 2013).*

Talenter er ikke blot de indlysende dygtige eller begavede, som kan være lette at identificere. Nogle af talenterne kan også findes blandt skoletrætte og utilpassede elever.

Ifølge Astra, det nationale naturfagscenter i Danmark, kan talentfulde elever være kendetegnet ved:

- De er nysgerrige og videbegærlige
- De har en god hukommelse
- Ofte har de et højt aktivitetsniveau
- Lærer hurtigt
- Kan tænke og ræsonnere abstrakt
- Har stor almenviden
- Har et godt ordforråd
- Har stor viden inden for særlige områder.

Talenter kan også være præget af:

- Rastløshed
- Problemer med sociale relationer til jævnaldrende
- Urolig og forstyrrende adfærd
- Stille og indadvendt adfærd
- Manglende motivation for skolearbejdet.

## 1.2 Metode for kortlægningen

Kortlægningen er gennemført i 4. kvartal 2018.

Litteraturkortlægningen er gennemført med afsæt i den forskningsfunderede metode Rapid Evidence Assessment (REA) udviklet af det britiske finansministerium, som er en måde at foretage en forskningsfunderet litteraturkortlægning på, hurtigere end de almindelige forskningskortlægninger. Der benyttes samme systematik for søgning, screening og kodning af litteraturen, men i en REA søger man i litteratur indenfor en kortere årrække (i denne litteraturkortlægning har vi søgt efter litteratur publiceret i perioden 2013-2018), man søger inden for et afgrænset antal lande og sprog (i denne litteraturkortlægning har vi søgt efter engelsksproget litteratur i USA, Israel, Sydkorea, England og Tyskland), og man søger fokuseret efter studier med et højt evidensniveau. Nærværende litteraturkortlægning er gennemført i de fem landekontekster USA, Israel, Sydkorea, England og Tyskland og i perioden 2013-2018. Metoden for litteraturkortlægningen fremgår af kapitel 3, hvori litteraturkortlægningen rapporteres i form af den videnssyntese, der er resultatet af kortlægningen.

Program- og praksiskortlægningen er gennemført med følgende datakilder:

- Vi har gennemført indledende interviews med danske videns- og ressourcpersoner, herunder ASTRA, det nationale naturfagscenter i Danmark, Danske gymnasier, DEG, Skolelederforeningen, AAU
- Vi har modtaget materiale fra STUK om diverse talentprogrammer, som STUK kender til
- Vi har med bistand fra STUK sendt emails til undervisningsministerierne i de fem lande, hvori vi har bedt om at få hjælp til at identificere programmer, indsatser, metoder, forløb og materialer
- Vi har fået bistand fra Innovation Center Denmark i Seoul til at identificere programmer, materialer mv. i Sydkorea
- Vi har foretaget søgning via internettet efter programmer, indsatser, metoder, forløb og materialer, samt videnscentre og eksperter
- Vi har via alle disse kanaler identificeret eksperter og videnscentre i de fem lande og interviewet disse
- Vi har via alle disse kanaler identificeret grundskoler og gymnasier i de fem lande og interviewet ansvarlige ledere eller fagledere for naturvidenskabelige fag og talentudvikling på disse
- Vi har besøgt to folkeskoler og to gymnasier og interviewet lærere her
- Vi har i kortlægningens sidste fase forelagt udvalgte lærere og danske eksperter programmer, materialer mv., som vi via kortlægningen har identificeret som havende særligt potentiale til overførsel til en dansk kontekst til deres vurdering af relevans, egnethed, potentiale og overførbarehed.

Af nedenstående tabel fremgår antal skoler, vi har kontaktet og gennemført interviews med, fordelt på lande:

Tabel 1.1: Kontakter og interviews med skoler

Land	Antal eksperter kontaktet	Interviews gennemført m. eksperter	Skoler kontaktet	Interviews gennemført m. skoler
USA	11	3	26	4
Israel	20	2	11	4
Sydkorea	9	0	6	1
Storbritannien	6	2	17	4
Tyskland	13	0	13	1
I alt de fem lande	59	7	73	14
Danmark	14	4	4	8 interviews + 2 fokusgruppe interviews

Samlet er nærværende kortlægning funderet i et solidt datamateriale fra både en systematisk litteraturkortlægning af den nyeste forskning på området, kontakt med ministerier, videnscentre og eksperter, screening af et meget stort antal talentprogrammer, undervisningsmaterialer mv., samt interviews med skoler, der har givet kvalitativt vidensinput til den samlede analyse.

### 1.3 Rapportens struktur

Rapporten er struktureret således:

Kapitel 2 indeholder en sammenfatning af rapportens hovedkonklusioner.

Kapitel 3 indeholder litteraturkortlægningens videnssyntese.

Kapitel 4 indeholder en oversigt over programkortlægningens og praksiskortlægningens resultater.

Kapitel 5 præsenterer en oversigt over de udvalgte programmer, materialer mv., som kortlægningen har identificeret som særligt lovende for implementering i Danmark. I bilag præsenteres i skematisk oversigtsform 19 programmer, materialer mv. med vurderinger, prisestimat mv.

Kapitel 6 indeholder litteraturliste.

## 2 Sammenfatning

Realizes rapport til Undervisningsministeriet / Styrelsen for Undervisning og Kvalitet (STUK) kortlægger programmer, indsatser, metoder og undervisningsmaterialer for talentudvikling i det, der svarer til grundskole og gymnasium i USA, Israel, Sydkorea, England og Tyskland.

Kortlægningen indeholder to dele:

1. En litteraturkortlægning
2. En program- og praksiskortlægning.

### Litteraturkortlægningen

Litteraturkortlægningen identificerer fem centrale temaer for at styrke talent hos talentfulde elever. I rapporten anvender vi nogle gange betegnelsen "STEM" som synonym for "de naturvidenskabelige fag", velvidende at engineering ikke er et egentligt fag i Danmark:

#### *Læringsstrategier:*

Studierne viser, det er vigtigt, at underviserne har fokus på at lære de talentfulde elever relevante læringsstrategier. Strategierne er forudsætningen for, at eleverne kan løse komplekse opgaver, og gennem dette styrke deres kompetencer og tiltro til egne evner, hvilket sætter dem i stand til at løse opgaver med en højere sværhedsgrad selvstændigt. Ved at beherske forskellige læringsstrategier er eleverne i stand til at se mønstre og tværfaglige sammenhænge, demonstrere at de kan tænke på et abstrakt niveau, selvstændigt reflektere over udbyttet af lektionerne, samt udtænke løsninger via kreativ og innovativ tankegang, som er med til at øge de talentfulde elevers læringskapital.

#### *Succesoplevelser:*

Undervisere kan motivere talentfulde elever til at dygtiggøre sig inden for STEM-fag ved at sikre, at eleverne får succesoplevelser gennem undervisningen. Netop oplevelsen af succes er med til at opbygge elevers motivation og tro på egne kompetencer inden for STEM. Dette giver dem mod til at engagere, udvikle og dygtiggøre sig inden for STEM på kort og langt sigt.

#### *Eksperimenter, teknologi og relaterbare elementer:*

De tre tilgange til undervisning og stimulering af talentfulde elever har det samme formål: At tilrette undervisningen eller udbyde teknologier og programmer, der stimulerer de talentfulde elever fagligt. Dette via undervisning, der stiller krav til talenterne om selvstændigt at finde løsninger ud fra en eksperimenterende og innovativ tankegang og aktiviteter, der aktiverer og udfordrer talenternes evne til selvstændig tænkning og problemløsning, hvilket motiverer og engagerer de talentfulde elever. Flere indsatser har adgang til gode faciliteter som laboratorier, hvilket giver et positivt indtryk hos eleverne af at forske eller arbejde inden for STEM-fagene. Laboratorieforsøgene giver også en autentisk oplevelse og dermed en bedre forståelse af fænomener inden for STEM.

#### *Mentoring og faglige fællesskaber:*

Mentorordninger giver talentfulde elever rollemodeller, øget viden og inspiration. Gennem faglige fællesskaber oplever talentfulde unge opbakning og inspiration til at udvikle, udfordre og drive deres interesse og talent inden for STEM. Derudover oplever de at få et netværk, der kan relatere til deres personlige og faglige behov og interesser. Det bidrager til individuel motivation og refleksion over egne udfordringer og målsætninger. Faglige fællesskaber styrker dermed også elevernes uddannelseskapital.

#### *Læreren som mentor og guide:*

Studierne viser, at det er nødvendigt at underviserne overvejer, hvordan de underviser de talentfulde elever, da de har behov for at blive stimuleret på anden vis end normale elever. Lærere skal fungere som mentor, supervisor og guide, der hjælper og understøtter talentfulde elever i deres egen læringsproces. Talentfulde elever har ikke nødvendigvis mest behov for en underviser, da de hurtigt kan lære stoffet selv, men de har i stedet behov for én til at guide dem i den retning, der matcher deres kompetencer og ønsker. Derudover kan underviserne via forskellige former for opkvalificerende kurser og træning om den gode undervisning og/eller rådgivning af talentfulde elever, lære at bringe talentfulde elevers innovative tankegang ind i klasseværelset.

### **Program- og praksiskortlægningen**

Nedenfor præsenteres opsummerende hovedpointer fra program- og praksiskortlægningen.

#### *Eksp eksperimenterende læringsformer:*

I alle fem lande, USA, Israel, Sydkorea, England og Tyskland, arbejder man med at lære eleverne læringsstrategier til accelereret læring, man benytter projektbaserede arbejdsformer, man aktiverer laboratorieundervisning og håndværksmæssig kunnen, man stimulerer samarbejde mv. Det er en "I learn what I do" tilgang, og pædagogik, organisering og undervisningsmateriale skal understøtte, at eleverne tager nye læringsstrategier i anvendelse. I alle fem lande fremhæves disse elementer som noget særligt i talentundervisning i STEM-fagene.

Talentudvikling trækker således i høj grad på fagligheder og tilgange, hvor viden anvendes, afprøves og udvikles i praksis, hvor eksperimenteren og arbejde med og sammensætning af materialer og materier er i centrum, hvor forsøg foretages, og viden udvikles via erfaringer med fysisk afprøvning.

Flere af indsatserne har adgang til gode faciliteter som laboratorier, hvilket giver eleverne et positivt indtryk af at forske eller arbejde inden for STEM-fagene. Laboratorieforsøgene giver også en autentisk oplevelse og dermed en bedre forståelse af fænomener inden for STEM.

#### *Lærerens rolle som mentor og coach:*

I alle fem lande angives, at lærerens rolle er anderledes end i almindelig undervisning. Læreren skal give mentoring og coaching, stimulere andre læringsformer baseret på nysgerrighed og afprøvning, fremfor udenadslære og ren boglig, tekstlig læring. På en skole i San Francisco har man omdøbt lærerrollen til "collaborators" netop for at understrege, at lærere skal stimulere og understøtte elevernes udvikling som hjælpere for elevers egen læring gennem en projekt- og problembaseret arbejdsform. Denne tilgang til læreren som hjælper og støtte for elevers udvikling nævnes af mange af de interviewede skoler i de fem lande.

Program- og praksiskortlægningen viser, at talentudvikling i de fem lande generelt kræver mere af lærerne, både i pædagogisk tilgang og i tid end almindelig undervisning. De her nævnte undervisningsformer og tilgange er generelt mere ressourcekrævende end almindelig undervisning. Det skyldes, at lærer-elev-ratioen er lavere, der indgår mere individuelt fokus, mentoring, laboratoriearbejde med afprøvning og udforskning, der kan kræve en mere lærer-superviseret tilstedeværelse. Endvidere skal lærerrollen understøtte mere samarbejde mellem eleverne, mere gruppearbejde, og understøttelse af fællesskaber.

#### *ABC-modellen:*

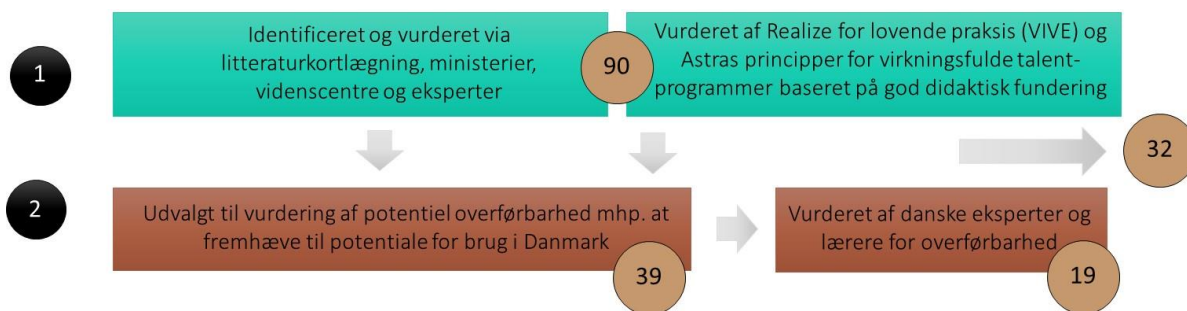
I flere lande fremhæves ABC-modellen som grundlag for undervisningsdifferentiering, der tilgodeser talenter. ABC-modellen betyder, at undervisningsmaterialet er differentieret til tre grupper af elever: Materiale på A-niveau gives til grundlæggende undervisning. Materiale på B-niveau gives til elever, der skal have et lidt højere niveau. Og materiale på C-niveau gives til talentfulde elever, der skal have et endnu højere niveau. I England er skolenetværket NACE baseret på ABC-modellen, så undervisningsmaterialet er helt overvejende baseret på denne model. På stx-uddannelsen i Danmark er taksonomien i ABC-modellen i omvendt rækkefølge, dvs. C-niveau er det laveste niveau, mens A-niveau er det højeste niveau.

## Udvælgelse af programmer, materialer mv. og metode herfor

Kortlægningen gennemført ved brug af en screeningsmodel, hvor vi har identificeret programmer, indsatser, metoder, forløb og materialer og herefter screenet dem i flere trin med forskellige kriterier. Samlet har dette ført frem til identificering af de 19 programmer og materialer, som Realize fremhæver til inspiration til, hvad der kan overføres til Danmark.

Nedenstående figur viser screeningens to trin:

Figur: 2.1: Screening af programmer, indsatser, metoder, forløb og materialer



Vi har via en bred research identificeret 90 programmer, indsatser, metoder, forløb og materialer (trin 1). Det er sket via litteraturkortlægningen, via henvendelser til og interviews med ministerier, videnscentre, eksperter og skoler i de fem lande, og via bredt fokuserede søgninger på internettet.

De 90 programmer, materialer mv. er blevet screenet med følgende tilgang:

- Programmet, materialet mv. er anbefalet af eksperter i litteraturen, af ministerier eller videnscentre, eller af eksperter i udlandet eller i Danmark
- Programmet, materialet mv. er af Realize vurderet med kriterier for, at det indeholder lovende praksis (efter VIVEs model herfor), og at det hviler på Astras principper for virkningsfulde talentprogrammer baseret på god didaktisk fundering (se kapitel 5 for uddybning af VIVEs model og Astras principper)
- Programmet, materialet mv. er vurderet af Realize at have en god potentiel overførbarehed til dansk kontekst, baseret på alle datakilder samt dialog med danske eksperter og lærere om materialet.

Af de 90 programmer, materialer mv. er de 58 på denne baggrund blevet vurderet at have en god potentiel overførbarehed til Danmark. 32 er blevet frasorteret for ikke at have dette (trin 1 i ovenstående figur).

Af de tilbageværende 58 programmer, materialer mv. (markeret i ovenstående figur som 39+19 i trin 2) har Realize aktivt udvalgt de 19 af disse, som vi har vurderet repræsenterer det største potentiale af de 58 programmer, materialer mv. og forestået en vurdering af disse 19 programmer, materialer mv. med tre danske eksperter og fire danske lærere. Det er vores vurdering, at alle 19 programmer, materialer mv. vil kunne være nyttige i Danmark og har en god potentiel overførbarehed til Danmark.

De øvrige 39 programmer, materialer mv. vurderer vi endvidere har en god potentiel overførbarehed til Danmark. De har gennemgået hele vores screeningsproces, bortset fra vurderingen fra danske eksperter og lærere, og de har samme karakteristika som de 19 programmer, materialer mv., der er blevet vurderet af danske eksperter og lærere.



## Input fra praksis i relation til talentudvikling

I afsnittet nedenfor sammenfatter vi nogle af de pointer, vi har fået fra de danske lærere, vi har talt med i forbindelse med kortlægningen. Pointerne kan eventuelt være en inspiration til det videre arbejde med talentudvikling i Danmark.

*Talenterne spottes ikke:* Ifølge nogle af de lærere, vi har talt med, er en af de største udfordringer med talentudvikling i Danmark p.t., at talenterne ikke nødvendigvis spottes af deres lærere. Lærerne mangler blik for, at de elever, der er urolige, forstyrrende og måske virker dovne og demotiverede, eller har en indadvendt adfærd, måske i virkeligheden ikke bliver stimuleret nok fagligt. Der er behov for et nyt mindset hos lærerne, som i højere grad er vant til at have meget fokus rettet mod de svagere elever. Lærerne må gerne have høje forventninger til eleverne for det gør, at de får høje forventninger til dem selv.

*Der er ikke tid til rigtige eksperimenter i den daglige undervisning:* De lærere vi har talt med fortæller, at det er udfordrende at nå pensum i eksempelvis fysiktimerne i udskolingen. Det betyder bl.a., at der ikke er megen tid til at eksperimentere. Eleverne arbejder hovedsageligt med forsøg, som lærerne på forhånd ved virker. Men hvis talenterne skal udvikles, kræver det bl.a., at de får lov til at eksperimentere, lave fejl og lære af fejlene. Nogle skoler gennemfører en mere eksperimenterende undervisningsform i valgfagene og om eftermiddagen. Her er det også muligt at forfølge de emner, som talenterne især er interesserede i.

*Der mangler undervisningsmaterialer til talenterne:* Ifølge lærerne er udfordringen med det meste eksisterende undervisningsmateriale, at de sværeste opgaver blot bliver "mere af det samme". De dygtigste elever "knækker koden" hurtigt. For at de skal udvikle sig, skal der noget andet undervisningsmateriale til, som ikke bare bygger oven på og stiger i sværhedsgrad inden for det samme emne, for så kommer de hurtigt til at kede sig. Dygtige elever skal i stedet udfordres og i højere grad arbejde med, hvad den nye viden kan anvendes til. I den forbindelse mangler der bl.a. opgaver på det sværeste "C-niveau" i ABC-modellen. Lærerne mangler både tid og en guide til, hvordan de kan udvikle opgaver ud fra ABC-modellen koblet op på Fælles Mål.

*Talentfulde elever skal have læringsstrategier:* I forbindelse med talentudvikling er der behov for at lærerne i højere grad guider og hjælper talentfulde elever med at udvikle egne læringsstrategier. Strategierne er en forudsætning for, at eleverne kan lære at løse komplekse opgaver, der kræver en høj grad af selvstændig tænkning. Ved at løse komplekse opgaver får de talentfulde elever en række faglige og personlige kompetencer samt en tiltro til egne evner, som gør dem i stand til selvstændigt at løse opgaver med en højere sværhedsgrad.

## 3 Litteraturkortlægning

### 3.1 Indledning

Realize har foretaget en kortlægning af eksisterende viden om programmer og indsatser målrettet talenter indenfor de naturvidenskabelige fag (STEM) i fem landekontekster: USA, Israel, Sydkorea, England og Tyskland og i perioden 2013-2018. Kortlægningen tager afsæt i metoden Rapid Evidence Assessment, som sikrer en systematik for hhv. søgning, screening og kodning af litteraturen. Metoden fordrer en afgrænset søgeprofil med kortere årrække, færre databaser mv. end en egentlig litteraturkortlægning, som gør det muligt indenfor en relativ snæver tidsramme systematisk at indfange relevant viden bredt, men hvor vi kun inkluderer den del af litteraturen, der indeholder metoder eller indsatser, som lever op til de evidens- og relevanskriterier, vi sætter. Fremgangsmåden er illustreret i figuren nedenfor:

Figur 3.1: Komponenter i kortlægning af forskning



Med udgangspunkt i analyse og kodning af studierne har vi udarbejdet en enkel og overskuelig syntese af den tilvejebragte viden, som har fokus på at udlede tværgående viden om tiltag, metoder og/eller indsatser, der har vist sig virkningsfulde. Syntesen er foretaget med afsæt i teorien om realistisk syntese udviklet af teoretikeren Ray Pawson. Realistisk syntese er velegnet til at foretage en syntetisering af større mængder litteratur og viden, idet den bygger på en antagelse om, at der kan findes en række kausale sammenhænge iboende i interventioner og indsatser, når man åbner de såkaldte 'black boxes'. Det gør det muligt at skitsere en tværgående syntese af sammenhængen mellem, hvad der virker, for hvem og under hvilke omstændigheder indenfor en række typologier af indsatser.

Syntesen er bl.a. afrapporteret som en forandringsteori, der skitserer indsatserne, og de mekanismer (Astbury and Leeuw, 2010), der antages at aktivere sammenhængen mellem en given indsats og indsatsens effekter, samt de resultater og effekter disse fører med sig.

### 3.2 Metodebeskrivelse

Som et første led i videnssyntesen udviklede vi en søgestrategi, der sikrede en systematisk og fokuseret søgning med afsæt i den rette geografiske, tidsmæssige og sproglig afgrænsning. Søgestrategien indeholdt også undersøgelsesspørgsmålet og en række søgestrengte, der specificerede søgningen i de to databaser, hvori vi vurderede det mest væsentligt at foretage søgningerne. Den konkrete søgestrategi er vedlagt som bilag.

I søgningen af litteratur stiledede vi efter studietyper med høj evidensvægt, dvs. metareviews, systematiske reviews, eksperimentelle design, kvasi-eksperimentelle designs, tværsnitsstudier, systematiske før- og eftermålinger (kvantitative studier) og i særtilfælde kvalitative studier. Søgningerne gav 489 såkaldte hits (studier), foruden 15 studier søgt frem via håndsøgning. Nedenfor er inklusionsstrengen illustreret.

Figur 3.2: Et overblik over screenings- og søgningsprocessen



### 3.2.1 Screening- og vurderingsprocessen (proces 1 og 2)

Efter søgningen var næste skridt screeningsprocessen, der foregik i to vurderende trin:

1. Det første trin var at udvælge de mest relevante artikler ud af 489 studier. Her blev der udvalgt 39 artikler på baggrund af en screening af de 489 studiers titel og abstract med afsæt i simple inklusionskriterier som: geografi, tidsperiode og relevans, hvor de studier, der åbenlyst faldt udenfor scope, blev screenet fra. De 39 studier udgjorde en nettoliste af litteratur, som vi vurderede relevant at tage med videre i en systematisk kvalitetsvurdering af de enkelte studier.
2. Det andet trin var at vurdere studierne ud fra deres emnemæssige og metodiske relevans og deres emnemæssige tyngde inden for det pågældende tema: Talentprogrammer indenfor STEM i Tyskland, England, Israel, USA og Sydkorea. Her blev det vurderet om studierne havde en stor, mellem eller lille evidensvægt. Evidensvægten blev vurderet indenfor tre kategorier: Studiets metodiske kvalitet, studiets metodiske relevans og studiets emnemæssige relevans. De tre kategorier er udfoldet i boksen nedenfor.

**Evidensvægt A** vedrører studiets metodiske kvalitet og relaterer sig derved til en vurdering af pålideligheden af primærstudiets resultater på baggrund af de videnskabeligt accepterede normer for det anvendte undersøgelsesdesign.

**Evidensvægt B** vedrører studiets metodiske relevans og indebærer derved en vurdering af hensigtsmæssigheden af det anvendte undersøgelsesdesign i primærstudiet i forhold til det undersøgelsesspørgsmål, som studiet ønsker at besvare - her udsagnskraft af studiet for hvilke programtyper, indsats typer, metoder, og evt. undervisningsforløb og -materialer, der virker for talentudvikling.

**Evidensvægt C** vedrører studiets emnemæssige relevans og indebærer derved en vurdering af hensigtsmæssigheden af studiets fokus i forhold til de problemstillinger og undersøgelsesspørgsmål, der er i fokus i syntesen. Det handler om at vurdere, om syntesens undersøgelsesspørgsmål, her indsatserne der virker ift. at øge talentudvikling, berøres perifert eller centralt i primærstudiet.

Nettolisten af studier, der blev kvalitetsvurderet, fremgår af bilag. Af de 39 studier blev fire studier fra hhv. Israel og USA vurderet til at have en høj evidensvægt, mens 17 studier blev vurderet til at have en mellem evidensvægt og fem studier med en lav evidensvægt. De fem studier med lav evidensvægt og yderligere 13 studier blev sorteret fra i kvalitetsvurderingsprocessen. Det skyldtes følgende tre faktorer:

- De ikke var emnemæssigt relevante
- De var uden for den geografiske afgrænsning
- Der var en anden og bedre artikel om det samme studie.

Det betød, at 21 studier var tilbage til det tredje og sidste trin i processen, som var nærlæsnings- og genbeskrivelsesprocessen. Som det fremgår af boksen til højre, kommer de 21 studier primært fra Tyskland og USA. Vi fandt ingen studier fra England, der kunne karakteriseres med høj eller mellem evidensvægt.

### 3.2.2 Nærlæsnings- og genbeskrivelsesprocessen (proces 3)

Det tredje trin var at vurdere studierne dybdegående, både emnemæssigt og metodisk. I den metodiske vurdering var screeningen fokuseret på studiernes metodiske kvalitet på en skala fra et til fem. De blev konkret vurderet på følgende parametre:

- 1) **Vurdering af studiets pålidelighed og gennemsigtighed**, derved om dataindsamlingen, de anvendte metoder, analysetilgangen og det empiriske grundlag er beskrevet grundigt.
- 2) **Vurdering af studiets validitet**, derved om undersøgelsesdesignet og analysemetoden er velegnet i forhold til undersøgelsesspørgsmålet, og om der er en sammenhæng mellem resultater og konklusioner i studiet.
- 3) **Overførbarhed til en dansk kontekst**, derved om resultaterne i studiet kan generaliseres statistisk og analytisk, og om studiet forholder sig til dette.

#### Studier fordelt på følgende lande efter proces 2:

- Tyskland: 8
- USA: 7
- Israel: 3
- Sydkorea: 3
- England: 0

I den emnemæssige vurdering er hver tekst blevet kodet i form af genbeskrivelser, hvor hovedpointer i teksten i forhold til de centrale undersøgelsesspørgsmål og temaer er blevet trukket frem.

### 3.3 Udarbejdelse af videnssyntese

Genbeskrivelserne og de forskningsfunderede analyser og konklusioner er blevet brugt til at udarbejde rapportens syntese, der er illustreret i en forandringsteori, som udgør den analytiske ramme for beskrivelsen af syntesens temaer. Forandringsteorien skal ses som et visuelt kort, der i en simplificeret form illustrerer, hvilke resultater de identificerede indsatser skaber, og hvilke mekanismer i indsatserne, der kan siges at medvirke til dette.

Syntetiseringen af viden på tværs af de 21 studier genererede fem temaer. De fem temaer dækker over forskellige former for indsatser til talentfulde børn og unge inden for de naturvidenskabelige fag (i udlandet kaldt STEM), der indenfor hvert tema har det til fælles, at de indeholder de samme virkende mekanismer. En mekanisme er det, der antages at aktivere sammenhængen mellem en given aktivitet eller kerneelementerne i en indsats og indsatsens effekter. Den virkende mekanisme er ikke identisk med selve aktiviteten, men er den respons, som aktiviteten iværksætter og kan derfor komme til udtryk i forskellige indsatser, som fører til forskellige resultater, men alle med samme langsigtede mål om at stimulere og øge talentfulde børns interesse og udvikling inden for STEM-fagene i folkeskolen og gymnasiet. Nedenfor fremgår fordelingen af studier indenfor de fem temaer:

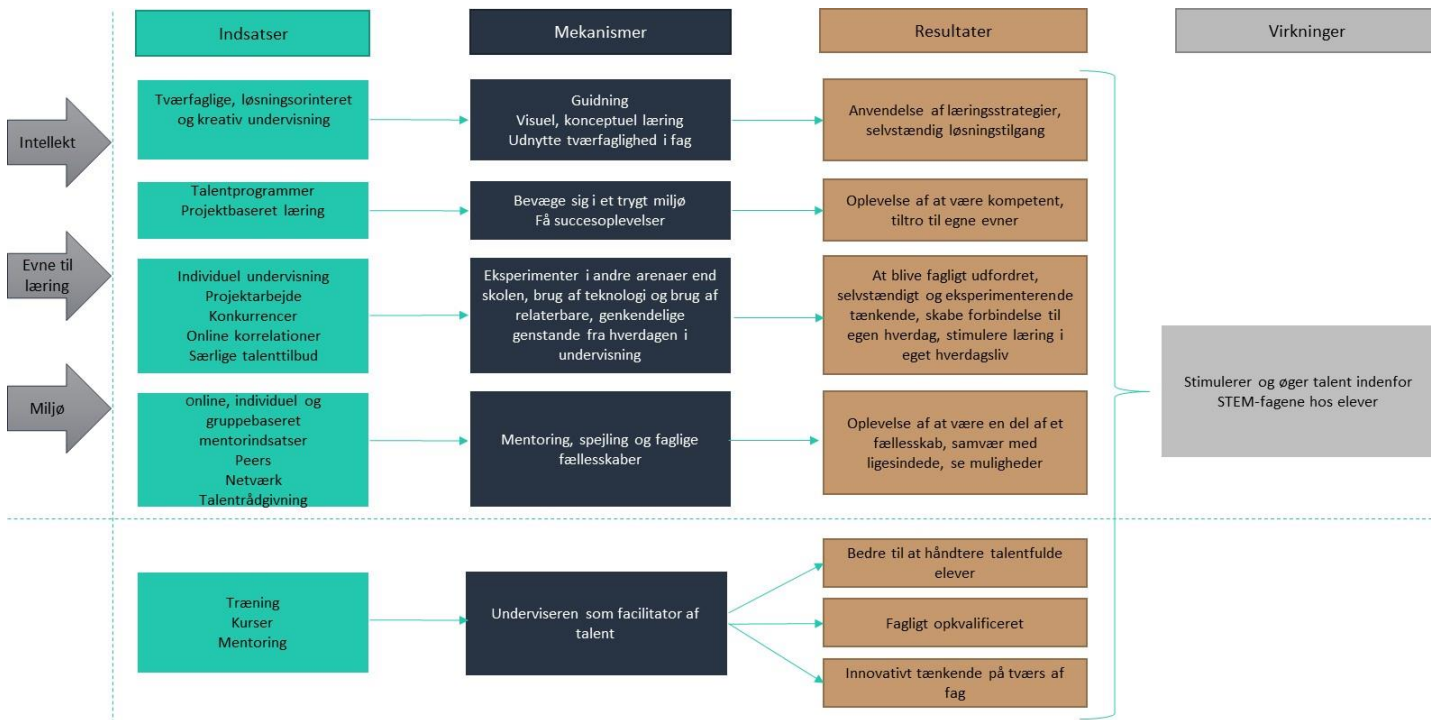
Tabel 3.1: Antallet af studier fordelt på de fem temaer

<b>Indsatserne til talentfulde børn og unge (direkte indsats)</b>	<b>Studier</b>
1. Læringsstrategier og understøttende læringsgreb	7
2. Succesoplevelser	5
3. Eksperimenter, teknologi og relaterbare elementer i undervisningen	10
4. Mentoring, spejling og faglige fællesskaber	7
<b>Indsatser til underviserne (indirekte indsats)</b>	<b>Studier</b>
5. Underviseren som facilitator af talent	5
	<b>I alt</b>
	34

Note: Flere af studierne indeholder flere temaer, hvorfor antallet af studier summerer til flere end de inkluderede studier i syntesen.

Nedenfor er forandringsteorien for syntesen illustreret visuelt. Det skal understreges, at der ikke er en en-til-en kausalitet i forandringsteorien mellem indsatser, mekanismer, resultater og virkninger. Virkeligheden er kompleks, og resultater skabes af en flerhed af faktorer og mekanismer i spil. Forandringsteorien illustrerer de i litteraturen identificerede sammenhænge.

Figur 3.3: Forandringsteorien for videnssyntesen



### 3.4 Definition af talent og talentudvikling

Talent og talentudvikling er breddebegreber, der har mange betydninger (Wegner et al. :2013). I videnssyntesen lægger vi os op af den forståelse, der kan ses på tværs af studierne, hvor begrebet talent anvendes om:

- 1) elever med høj intelligens (ni artikler)
- 2) elever med bestemte personlige kompetencer, som fx at tænke innovativt (syv artikler).

Specifikt har vi taget udgangspunkt i den definition, der anvendes i studiet *National Association for Gifted Children* om talentfulde børn og unge, der ligeledes anvendes i studiet *The importance of learning strategies and how the project "Kolumbus-Kids" promotes them successful* (Wegner et al. :2013).

*Gifted individuals are those who demonstrate outstanding levels of aptitude (defined as an exceptional ability to reason and learn) or competence (documented performance or achievement in top 10% or rarer) in one or more domains (NAGC:2013).*

**Talentudvikling** defineres på tværs af studierne som at fremme eller udvikle en elevs talent. Det kan være elever, som man ved har et talent, eller elever som man endnu ikke ved har et talent. Flere studier peger på, at der kan findes tre bagvedliggende faktorer, der kan siges at være moderatorer og dermed styrkende for at udvikle eller stimulere elevens talent. Disse er intellekt, evne til at lære og miljø, som simpelt skitseret betyder, at elever med et højt intellekt, som har høj evne til at lære, og som befinder sig i et miljø og en kontekst, som kan medstimulere og understøtte eleven i at dyrke sit talent, har bedre forudsætninger for at styrke og stimulere sit talent (fem artikler). Et studie påviser, at ressourcerstærke børn har lettere ved at dyrke eller fremme deres talent end ressourcetsvage børn, idet de har bedre forudsætninger for at styrke deres i forvejen høje intellekt og deres evne til at lære qua det miljø, de vokser op i (Paz-Baruch: 2017).

De mekanismer, der fremhæves i videnssyntesen som effektfulde, er alene mekanismer indeholdt i indsatser rettet mod talentfulde elever med henblik på yderligere at stimulere og styrke deres talent indenfor STEM-fagene. Der er altså ikke tale om indsatser til at opspore eller spotte talent generelt hos elever.

### 3.5 Definition af naturvidenskabelige fag

I videnssyntesen anvendes STEM som en samlet betegnelse for de naturvidenskabelige fag. STEM står for science, technology, engineering og math og anvendes i studierne både om naturvidenskabelige fag i folkeskolen og på gymnasier. I Danmark benyttes STEM som begreb ikke af alle i uddannelsessektoren. I dansk kontekst består STEM af fagene natur/teknik og matematik på de små klassetrin i folkeskolen og af fagene biologi, kemi, fysik og matematik på de større klassetrin i folkeskolen og gymnasiet. STEM er et vigtigt fokusområde, fordi fagene indenfor STEM opbygger de kompetencer, der i høj grad præger og formentligt fortsat vil præge udviklingen af samfund og arbejdsmarked i flere lande.

*Science, technology, engineering, and mathematics (STEM) are domains with a high potential for innovation and offer good career and earnings perspectives. As such, they should offer ideal career options for individuals talented in STEM (Stroeger & Balestrini: 2017).*

I Tyskland går STEM-fag under betegnelsen MINT. MINT står for Mathematik, Informatik, Naturwissenschaft og Technik og dækker ligeledes over naturvidenskabelige fag.

### 3.6 Opsamling af videnssyntesens fem temaer

Elever, der er talentfulde inden for STEM-fagene, har generelt et særligt behov for akademisk stimulering. De oplever ofte, at de ikke bliver udfordret fagligt eller personligt i den normale undervisning, og det er derfor centralt at gøre brug af tiltag og miljøer, der giver eleverne mulighed for at styrke deres talent. Studierne viser, at en styrkelse af talent kræver, at underviserne tidligt lærer de talentfulde elever læringsstrategier, hvoraf de fleste af disse vil være egnet for elever på universitetsniveau. Strategierne gør dem i stand til at agere selvstændigt, problemknusende og tænke løsningsorienteret og eleverne kan derved præsenteres for komplekse problemstillinger med høj sværhedsgrad, som udfordrer dem på anden vis end den normale undervisning.

Studierne viser også, at talent indenfor STEM-fagene kan styrkes ved at gøre brug af miljøer, der giver mulighed for at eksperimentere og tænke innovativt, f.eks. laboratorier, og ved at bringe elementer ind i undervisningen, som er relaterbare fra hverdagen, og som derved kan anvendes til at visualisere eller tydeliggøre forståelsen for komplekst materiale og for sammenhængen mellem undervisningen og virkelighedens fænomener. Talent styrkes også gennem dét at være i faglige fællesskaber, både virtuelle og fysiske, med andre talentfulde elever, som de kan spejle sig i og lade sig inspirere af, ligesom at en oplevelse af at lykkes og få succesoplevelser kan fremme talent, da det styrker de talentfulde elevers tiltro til egne evner og giver dem en øget bevidsthed om deres talent.

Som illustreret i forandringsteorien, kan der på tværs af de inkluderede studier peges på fem mekanismer, der i studierne fremhæves som centrale for at styrke talent hos talentfulde elever. I det følgende vil vi benævne dem temaer. De fem temaer er: 1) læringsstrategier og understøttende læringsgreb, 2) succesoplevelser, 3) eksperimenter, teknologi og relaterbare elementer i undervisningen, 4) mentoring,

spejling og faglige fællesskaber, og 5) underviseren som facilitator af talent. I de følgende afsnit uddybes fundene indenfor hvert af de fem temaer.

**Tema 1: Læringsstrategier og understøttende læringsgreb** omhandler hvordan underviserne kan guide eller tilrettelægge en undervisning, hvor elever lærer at tage nye læringsstrategier i brug i løsningen af opgaver. Det handler kort sagt om at udvikle børns faglige og personlige kompetencer, hvilket gør dem i stand til at lære. En læringsstrategi kunne være at lære elever at turde eksperimentere og fejle, for så at lære af deres fejl. Derved styrker man eleverne i at turde satse og tænke kreativt. Ved hele tiden at udvikle de talentfulde elevers læringsstrategier, lærer de grebene til selv at dyrke og udvikle deres talent, bl.a. ved i højere grad at have forudsætningerne for at løse mere komplekse opgaver med en højere sværhedsgrad. Elever, der mestrer læringsstrategierne, vil også have en høj læringskapital, altså høj evne til at lære mere. Syv studier beskæftiger sig med tema 1.

**Tema 2: Succesoplevelser** omhandler succesoplevelser som en mekanisme, der kan være med til at fremme talent blandt elever, der har et talent, men som ikke er bevidste om eller har selvtillid til at se deres kunnen af forskellige årsager. Indsatserne har fokus på at give de talentfulde elever en højere tiltro til egne evner og styrke deres bevidsthed om eget talent. Forskningen sætter fokus på, hvordan succesoplevelser i STEM-fagene kan fremme talent og få talentfulde elever til at interessere sig for STEM-fagene. Via succesoplevelsen oplever eleverne, at det er sjovt og spændende at bruge egne kompetencer og ideer til at finde/lave/bygge løsninger, som har en værdi. Fem af studierne omhandler tema 2.

**Tema 3: Eksperimenter, teknologi og relaterbare elementer i undervisningen** har fokus på at bringe eksperimenter, teknologi og relaterbare elementer ind i undervisningen for at engagere og motivere talentfulde elever til at udforske og blive optaget af fænomener inden for STEM-fag. Ved at give talentfulde elever muligheden for at eksperimentere, styrkes deres evne til at tænke løsningsorienteret og innovativt, og giver dem en dybdegående forståelse af STEM-fænomener. Gennem teknologien bliver det muligt dels at sikre differentieret undervisning i et fysisk miljø eller gennem onlinelæring, så de talentfulde elever bliver stillet overfor opgaver med højere sværhedsgrad end deres klassekammerater, dels at opsøge og udforske dybdegående viden i laboratorier, på hjemmesider mv., dels at forene talentfulde elever i online faglige fællesskaber. Brug af relaterbare redskaber i undervisningen skaber sammenhæng mellem undervisningen og hverdagen og gør, at eleverne får en større forståelse for STEM-fagenes betydning i virkelighedens verden. De bliver de trænet i at tænke i flere kontekster og forstå komplekse sammenhænge. Derudover kan brugen af relaterbare redskaber gøre undervisningen relevant og vedkommende og få undervisningsindholdet til at virke mindre abstrakt, idet undervisningen drejer sig om noget, de kender fra sig selv eller miljøet omkring dem. Derudover forstår elever, *hvorfor* de skal lære om et givent fænomen, hvilket har en motiverende effekt for deres vilje til at lære. Ti studier har fokus på tema 3.

**Tema 4: Mentoring, spejling og faglige fællesskaber** omhandler indsatser, der har til formål at støtte talentfulde elever gennem mentoring og give dem mulighed for at spejle sig i andre ligesindede og være en del af faglige fællesskaber med andre talentfulde elever. Studierne peger på, at personlige og sociale interaktioner understøtter talentfulde elever inden for STEM-fagene i styrkelsen af deres talent og i at udnytte deres talent på bedst mulig vis. At være en del af faglige fællesskaber med andre talentfulde elever, både online og i fysisk form, har en motiverende og inspirerende effekt på de talentfulde elever. Motiverende fordi de bliver bekræftet i, at deres interesse inden for STEM-fag både er vigtig og meningsfuld. Inspirerende fordi de får inspiration til, hvordan de kan styrke deres talent via forskellige



tilbud inden for STEM-fagene og drive deres talent i en retning, de kan se andre gøre. Syv af studierne beskæftiger sig med tema 4.

**Tema 5: Underviseren som facilitator af talent** har karakter af at være et tværgående tema i videnssyntesen og omhandler undervisernes rolle i at understøtte de talentfulde elevers læring, og på den måde sikre at de bliver fagligt stimuleret og får dyrket deres talent. Studierne peger på at underviserne skal være opmærksomme på at understøtte de talentfulde elever i den normale undervisning. Udover at understøtte dem via læringsstrategier, succesoplevelser, innovativ undervisning og talentrådgivning, kan de understøtte de talentfulde elever i undervisningen ved at opfordre dem til at prøve deres ideer af og bruge de talentfulde elevers spørgsmål som udgangspunkt for diskussioner i plenum. Fem af studierne beskæftiger sig med tema 4.

Nedenfor uddyber vi fundene fra litteraturen indenfor hvert af de fem temaer.

### 3.6.1 Tema 1: Læringsstrategier og understøttende læringsgreb

Tema 1 omhandler, hvordan underviserne kan guide og lære talentfulde elever de læringsstrategier, som er en forudsætning for, at de kan løse komplekse opgaver, der kræver en høj grad af selvstændig tænkning. Ved at kunne løse komplekse opgaver får de talentfulde elever en række faglige og personlige kompetencer og en tiltro til egne evner, som gør dem i stand til at løse opgaver med en højere sværhedsgrad selvstændigt. Ved at mestre disse læringsstrategier får talentfulde elever en højere læringskapital.

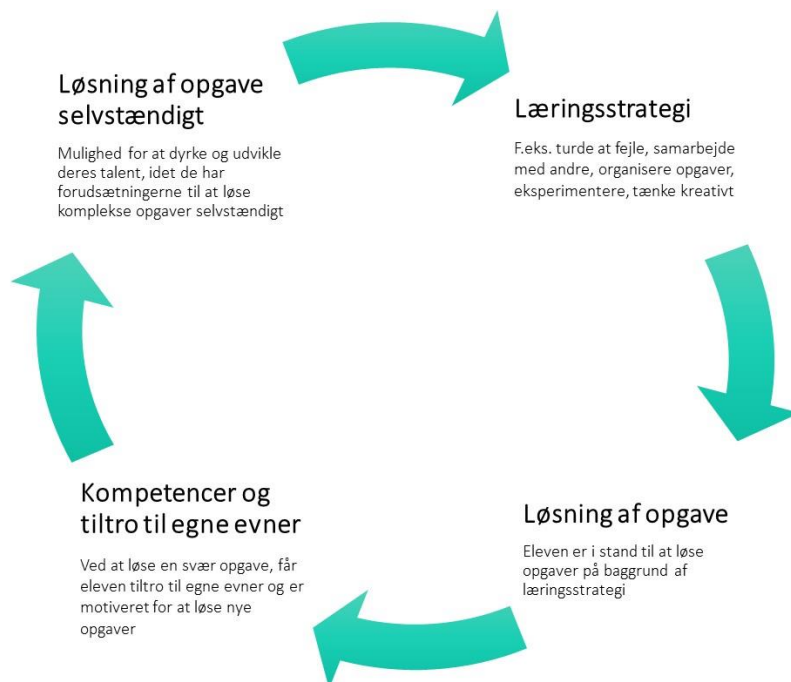
Underviserne har en vigtig rolle, som facilitator af læringsstrategier, fordi talentfulde elever i normalsystemet ofte kan være nødt til at arbejde selvstændigt for at stimulere deres faglige behov.

Syv publikationer har fokus på tema 1. Claas Wegner et al. (2013) og Heidrun Stroeger et al. (2017) fra Tyskland, Jiping Chen (2013) og Hope E. Wilson (2018) fra USA, Yehudit Judy Dori et al. (2014) og Nurit Paz-Baruch (2017) fra Israel, og Min Kyeong Kim et al. (2015) fra Sydkorea skriver om læringsstrategier og læringskapital hos talentfulde elever.

### Læringsstrategier hos talentfulde elever

Vores evner til at se mønstre og tværfaglige sammenhænge, finde løsninger via en kreativ og innovativ tankegang er forudsætningen for lære og forstå på et højere plan. Selv om talentfulde børn og unge er kendetegnet ved at være lærenemme, har de ikke nødvendigvis forudsætningerne til selvstændigt at omdanne deres viden og bruge den på et højere plan. Studierne sætter fokus på, hvorledes læringsstrategier er en forudsætning for en selvstændig løsningstilgang, der kendetegner elever, der brillerer i uddannelsessystemet. Alle elever, inkl. de talentfulde elever, skal først lære, hvordan de lærer, før de kan lære og udmærke sig inden for STEM-fagene. Dette kræver, at de kender de nødvendige læringsstrategier.

Figur 3.4: Hvordan læringsstrategier styrker talent



På tværs af studierne fremhæves seks gængse læringsstrategier:

- **Strategier for samarbejde**
- **Strategier til at gå i dybden med stof**
- **Strategier til at revidere materialer**
- **Strategier til at kontrollere egen læring**
- **Strategier til at motivere sig selv**
- **Strategier til at kontrollere sine følelser.**

De to mest relevante læringsstrategier for talentfulde elever er strategier for samarbejde og strategier til at kontrollere egen læring (Wegner et al.: 2013B).

Strategier for samarbejde: Elever udvikler evnen til at tænke kreativt og innovativt, når de skal arbejde på at løse et problem i projektgrupper. Når elever sættes sammen i projektgrupper, vil der være en fælles vilje til at skabe en god stemning. Ved projektgrupper oplever elever at være i et positivt læringsmiljø, hvor der er viljen til at samarbejde, herunder træffe fælles beslutninger, lytte, kommunikere og løse potentielle konflikter. Ved at løse en opgave i en gruppe, får eleverne en oplevelse af succes og selvtillid til at de godt kan finde på gode og kreative ideer. Hvilket motiverer dem til at dyrke, eksperimentere og fortælle om fremtidige ideer. Det er vigtigt, at læreren er tilstedeværende og yder vejledning ved implementeringen af læringsstrategien, fordi eleverne kan blive usikre og utrygge ved at arbejde i projektgrupper, hvis de ikke har prøvet det før (Ibid.).

Strategier for at regulere egen læring: Læringsstrategien har fokus på, at eleven tager ansvar ift. egen læring, da eleven skal kunne stille spørgsmål til sig selv, om de har forstået det givne emne i detaljen, og om der er andre måder, de vil være i stand til at forstå det givne emne, hvis de i så fald ikke har forstået det. Det er læringsstrategier de fleste først lærer at mestre på universitetet. Talentfulde elever får ofte opgaver, der kræver, at de kan arbejde og bearbejde informationen selvstændigt. Derfor er det vigtigt, at læreren støtter og guider den talentfulde elev til at kontrollere egen læring. Forudsætningen for effektiv

læring kræver, at eleven kender, reflekterer over og kontrollerer egen læring og måden de tænker på. Disse strategier kaldes også metakognitive strategier, da de regulerer ens bearbejdning af information (Ibid.).

## Læringskapital hos talentfulde elever

I studierne fremhæves, at der kan findes en sammenhæng mellem læringsstrategier, læringskapital og talent. To studier fra hhv. Israel og Tyskland viser, at der er en sammenhæng mellem elevens lærings- og uddannelseskapital og deres evne til at brillere fagligt (Paz-Baruch: 2017, Stoeger et al.: 2017). Det israelske studie tager afsæt i teorien *The Actiotope Model of Giftedness*, der går ud på, at udvikling af talent forudsætter, at eleven kan trække på forskellige ressourcer og kapitaler, herunder deres lærings- og uddannelseskapital (Paz-Baruch: 2017).

- Læringskapital er elevens *interne ressourcer*, der fremmer indlæringsevnen, herunder elevens intellekt, evnen til at målrette egen indlæring og sætte mål for egen indlæring. Det er med andre ord evnen til at lære; en evne der styrkes via viden om forskellige læringsstrategier og anvendelsen af disse.
- Uddannelseskapital er elevens *eksterne ressourcer*, der kan fremme indlæring og uddannelse. Det er bl.a. ressourcer som elevens socioøkonomiske baggrund, forældre og mentorer (Stoeger et al.: 2017).

De to studier viser, at elever, der scorer højt i matematiktests, har en større lærings- og uddannelseskapital, end elever, der scorer lavere eller dårligt i matematiktests (Paz-Baruch: 2017). Studiet understøttes af den tyske forskning (Stoeger et al.: 2017). Pointen er, at både lærings- og uddannelseskapitalen kan styrkes i skolen. Læringskapitalen via læringsstrategier, der udvikles i undervisningen. Uddannelseskapitalen via støtte og mentoring fra underviserne.

## Styrkelse af læringskapital gennem tværfaglig undervisning

Elevernes evne til at bruge læringsstrategier styrker deres læringskapital og derved talent. To studier viser, at man via tværfaglig undervisning kan styrke talent, fordi eleverne via tværfaglighed lærer at trække på læringsstrategier fra et fag i løsningen af en opgave i et andet fag. Eleverne kan få øget bevidsthed om fagenes sammenhæng ved at trække på deres viden om f.eks. matematik og kemi i løsningen af en biologiopgave, eller trække på deres analytiske kompetencer fra humaniora i analyse af et biologiforsøg, eller trække på deres kreative kompetencer fra de kreative fag i præsentationen af biologiforsøg og opgaver for klassen (Kim: 2015, Wilson: 2018).

## Visuel og konceptuel undervisning

En måde at arbejde med læringsstrategier er at bringe nye former for undervisning og nye understøttende redskaber og greb ind i undervisningen. F.eks. har undervisning i STEM-fag, der didaktisk lægger vægt på visuel og konceptuel forståelse, fremfor teknisk-matematisk forståelse, påvist positiv effekt på elevens indlæring og forståelse for abstrakte koncepter. Indenfor bl.a. kemi har elever ofte svært ved at forstå kvantemekaniske koncepter. En måde at forbedre forståelsen er gennem visualisering af centrale koncepter i kvantemekanikken, samt beskrivelser af koncepterne der er mindre teksttunge (Dori et al.: 2014).



**Mekanismer:** Studierne viser, at det er vigtigt, at underviserne har fokus på at lære de talentfulde elever relevante læringsstrategier. Strategierne er forudsætningen for, at de selvstændigt kan løse komplekse opgaver og gennem dette styrker deres kompetencer og tiltro til egne evner, som sætter dem i stand til at løse opgaver med en højere sværhedsgrad selvstændigt. Ved at beherske forskellige læringsstrategier er eleverne i

stand til at se mønstre og tværfaglige sammenhænge, demonstrere at de kan tænke på et abstrakt niveau, selvstændigt reflektere over udbyttet af lektionerne, samt udtænke løsninger via kreativ og innovativ tankegang, som er med til at øge de talentfulde elevers læringskapital.

### Eksempel: Fokus på kreativitet i undervisningen inden for STEM-fagene

En skole i Sydkorea stimulerede og styrkede talentfulde elever (5.-6. klasse) i matematik og science ved at give dem matematiske opgaver, der krævede en original, udforskende, løsningsorienteret og kreativ tilgang til et problem ud fra eksisterende viden. De forskellige matematiske opgaver relaterede sig til konkrete mekaniske objekter f.eks. udforskning af, hvordan forskelligt mekanisk udstyr virker og kan sammenkobles, eller opgaver hvor de skulle lave deres egne mekaniske prototyper. Ved at designe en undervisning med fokus på kreativitet kunne de talentfulde børn udfolde deres innovative, selvstændige og kreative talent inden for matematik. Derudover fremmede initiativet de talentfulde børns indlæring og vakte deres interesse for fagene i en tidlig alder (Kim et al.: 2015).

I kapitel 4 fremhæves programmet I-See-Math, der er baseret på konceptuel læring. Programmet indgår i undervisningen i brugen af intuitiv tænkning i løsning af matematiske problemer.

### 3.6.2 Tema 2: Succesoplevelser

Tema 2 omhandler succesoplevelser som en mekanisme, der kan være med til at fremme talent blandt elever, der har et talent, men som ikke er bevidste om eller har selvtillid til at se deres kunnen af forskellige årsager.

Fem publikationer har haft fokus på tema 2. Kimberly J. Fraleigh-Lohrfink et al. (2013), Ann Robinson mfl. (2017), Lori M. Ihrig et al. (2018), Jamaal Young (2018) fra USA, samt Kerstin Schütte et al. (2015) og Janet S. Blankenburg et al. (2016) fra Tyskland sætter fokus på, hvordan succesoplevelser i STEM-fagene kan fremme talent og få talentfulde elever til at interessere sig for STEM-fagene. Via succesoplevelsen oplever eleverne, at det er sjovt og spændende at bruge egne kompetencer og ideer til at finde/lave/bygge løsninger, som har en værdi.

### Succesoplevelser som element til at styrke talent

Studierne har fokus på, hvordan succesoplevelser inden for STEM-fagene kan kickstarte en kædereaktion i fire led: 1) succesoplevelser kan fremme talentfulde elevers talent inden for STEM-fag, da de får selvtillid og indsigt om egne ekstraordinære evner, 2) succesoplevelserne gør, at de får en øget interesse for STEM-

fagene, 3) hvilket får dem til at vælge fag inden for STEM-fagene, og 4) forfølge en karriere inden for STEM-fag.

De amerikanske studier handler om initiativer for elever, som man har identificeret som talentfulde, men som er udfordrede af, at de kommer fra ressourcetsvage hjem og/eller tilhører en etnisk minoritet (Robinson mfl.: 2017, Fraleigh-Lohrfink et al.: 2013, Ihrig et al.: 2018, Young: 2018), netop de elever, der har en lav uddannelseskapital. De tyske studier handler om initiativer for talentfulde elever, der endnu ikke har fattet interesse for STEM-området (Schütte et al.: 2015, Blankenburg m. fl.: 2016).

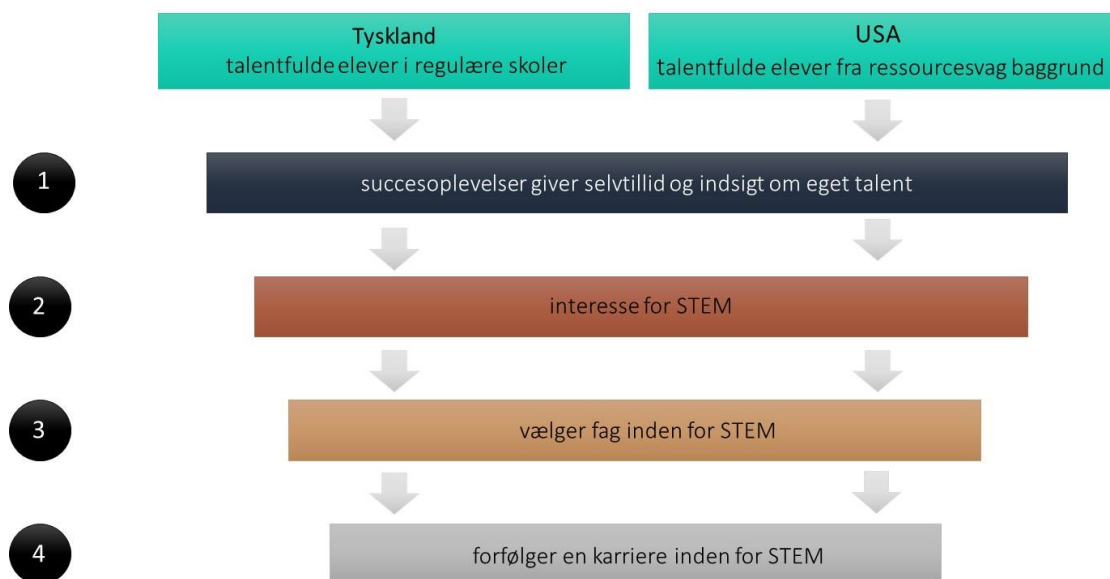
## De amerikanske initiativer med fokus på at skabe succesoplevelser

De amerikanske initiativer omhandler tilrettelagte og disciplinerede specialklasser for talenter, ekstracurriculære talentprogrammer udenfor skoletiden og talent-netværk med peers. I programmerne indgår eksperimenterende og lærende eksperimenter, der lægger op til selvstændig tænkning og kreativitet. Altså programmer, der kan udfordre børnene fagligt, men som også giver dem en oplevelse af succes, når de lykkes med at løse de udfordrende opgaver; oplevelser der påvirker deres interesse for STEM, samt valg af videre uddannelse og karrierer (Robinson mfl.: 2017, Fraleigh-Lohrfink et al.: 2013, Ihrig et al.: 2018, Young: 2018).

## De tyske initiativer med fokus på at skabe succesoplevelser

De tyske initiativer omhandler, hvordan man kan opbygge elevers motivation og tro på egne kompetencer inden for STEM-fag. Dette da elevers motivation inden for fagene i høj grad er præget af deres oplevede kompetence inden for fagene. I det ene initiativ ændrede man undervisningsformen til undervisning, hvor eleverne indgik i projektbaseret læring. På den måde fik de mere autonomi til selv at løse problemet og udføre mindre projekter i grupper (Schütte: 2015). Det andet initiativ er den tyske *Competition Day*, hvor 6. klasses elever på de tyske skoler introduceres til naturfaglige konkurrencer for at øge deres interesse i at deltage i større regionale og nationale konkurrencer. Konkurrencer har en motiverende effekt for eleverne i deres videre valg af uddannelse og karriere, fordi konkurrencer giver elever et adrenalinkick. Derudover motiverer både sejre og nederlag deltagerne til at ville blive bedre og dygtigere. STEM konkurrencer er også et socialt miljø, hvor deltagerne får bekræftet af andre deltagere, at STEM er vigtigt og spændende, hvilket påvirker det meningsfulde valg af uddannelse og karriere (Blankenburg et al.: 2016).

Figur 3.5: Succesoplevelsen i skolen kan få positive følger



**Mekanismer:** Undervisere kan motivere talentfulde elever til at dygtiggøre sig inden for STEM-fag ved at sikre, at eleverne får succesoplevelser gennem undervisningen. Netop oplevelsen af succes er med til at opbygge elevers motivation og tro på egne kompetencer inden for STEM. Dette giver dem mod til at engagere, udvikle og dygtiggøre sig inden for STEM på kort og langt sigt.

## Eksempel: Competition Day

*Competition Day* er et nationalt koncept for grundskolens mellemtrin, hvor skoler arrangerer en konkurrencedag, der er en blanding af leg, konkurrence, paratviden og innovative påfund i teams. Dagen består af to dele. I den første del konkurrerer hold mod hinanden i en række quizzer for at opbygge en følelse af kompetence og socialt tilhørsforhold hos eleverne. I den anden del arbejder de ved arbejdsstationer, hvor de arbejder med et selvvalgt science-projekt for at styrke elevernes autonomi. Studiet viser, at deltagelse ved *competition days* og oplevelsen af succes styrker elevernes selvtillid og motivation for selvstændigt at deltage i de regionale og nationale STEM konkurrencer.

I kapitel 5 fremhæves programmet TED-Ed (nr. 6), hvor underviseren kan finde små film om emner indenfor STEM. Her kan de selv lave en quiz til eleverne, der kan besvares selvstændigt eller i konkurrerende grupper.

I kapitel 5 fremhæver ligeledes Design Squad Global (nr. 1) hvor børn i klassen eller derhjemme kan arbejde på et science-projekt på baggrund af et stort digitalt katalog af science-eksperimenter, der forklares gennem videoer og simple guides. Derudover kan eleverne deltage i en ugentlige science-udfordring på sitet.

### 3.6.3 Tema 3: Eksperimenter, teknologi og relaterbare elementer i undervisningen

Tema 3 har fokus på at bringe eksperimenter, teknologi og relaterbare elementer eller genstande ind i undervisningen. Dette for at engagere og motivere talentfulde elever til at udforske og blive optagede af fænomener inden for STEM.

Talentfulde elever oplever ofte, at de ikke bliver udfordret fagligt eller personligt i den normale undervisning. Ved at gøre brug af eksperimenter, teknologiske løsninger og relaterbare elementer som greb i undervisningen, bliver det muligt at aktivere de talentfulde elevers tænkning og opgaveløsning på anderledes måder end traditionel taleundervisning.

Ti publikationer har fokus på tema 3. Kimberly J. Fraleigh-Lohrfink et al. (2013) Jingping Chen et al. (2013), Ann Robinson et al. (2017), Hope E. Wilson (2018), Jamaal Young et al. (2018) og Debbie Dailey et al. fra USA, Dieter Hausmann (2012) og Dr. Claas Wegner et al. (2013) fra Tyskland, Soolin Jun (2014) fra Sydkorea, og Naama Benny et al. (2018) fra Israel beskæftiger sig med, hvordan undervisningen inden for STEM-fagene bliver aktuel, vedkommende og udfordrende for talenter, og med hvilke understøttende greb i undervisningen talentet kan fremmes.

#### Stimulering af talent gennem undervisningen

På tværs af studierne er der tre elementer, der kan stimulere talentfulde elever i undervisningen. Disse er eksperimenterende initiativer, relaterbare elementer, teknologi og tværfaglighed.

##### Ekspirerenderende undervisning

Studierne beskriver, at flere af indsatserne i undervisningen for at udfordre og fremme talent blandt talentfulde elever er tilrettelagt efter formen på de videregående uddannelser inden for STEM-fagene f.eks. ingeniørvidenskab. En undervisning, der bygger på elementerne: kreativitet, innovation, problemløsning og visualisering af løsninger (Robinson et al.: 2017). Flere af indsatserne havde adgang til gode faciliteter som laboratorier, hvilket efterlod et positivt indtryk hos eleverne af at forske eller arbejde inden for STEM-fagene. Laboratorieforsøgene gav også en autentisk oplevelse og dermed en bedre forståelse af fænomener inden for STEM (Fraleigh-Lohrfink: 2013). Netop laboratorier er et godt sted at udfordre og udvikle talentfulde elever, da de her kan komme med unikke innovative eller løsningsfokuserede idéer, og udføre dem i praksis. Gennem forskellige forsøg kan underviserne understøtte eleven i idéudviklingsprocessen og opfordre eleven til at tænke selvstændigt i løsningen af opgaver (Benny et al.: 2018, Fraleigh-Lohrfink: 2013).

## Eksempel: DLR\_School\_Lab

Hos *Das Deutsche Zentrum für Luft-und Raumfahrt* (DLR) initiativ DLR\_School\_Lab kan elever i grundskolens udskoling selv vælge, hvilke avancerede forsøg de vil udføre. Centeret er derfor et innovativt rum, hvor elever selvstændigt kan dyrke deres særinteresse gennem avanceret teknologi og udstyr. Eleverne kan foretage 12 forskellige eksperimenter, bl.a. eksperimenter med laserteknologi, radarteknologi, satellit navigation, robotteknologi, virtuel teknologi, flyoperationer og satellit observationer. I evalueringen af initiativet medgav talentfulde elever at centeret har stimuleret og styrket deres interesse for STEM (Hausmann: 2012, [www.dlr.de/schoollab/](http://www.dlr.de/schoollab/)).

## Brug af relaterbare elementer i undervisningen

Til undervisningen af talentfulde børn har projektet *Kolumbus-Kids* haft god erfaring med at inddrage relaterbare elementer i undervisningen af børn i alderen 9-12 år. Dette kunne være undervisning med levende organismer som dyr, f.eks. krybdyr, fisk og insekter. Derudover har de god erfaring med, at børn tager deres egne kæledyr med i laboratoriet, da de har en naturlig interesse for deres kæledyr. Ved at passe, pleje og observere dyr og andre levende organismer, lærer børn at tage ansvar, overholde regler og overholde bestemte procedurer. Det lærer dem at arbejde videnskabeligt, uden at det bliver for teoretisk. Derudover lærer de at observere og opdage små forskelle eller ændringer i de levende organismers adfærd m.m. Udover dyr har eksperimenter med andre relaterbare elementer som kemi eksperimenter med mad en motiverende effekt på børn. I et studie blev der f.eks. anvendt cola som et element til at demonstrere, at colas koncentration af phosphorsyre er så høj, at den kan skade et stykke kød, dvs. at kødet efter nogle dage vil skrumpes og ændre form, størrelse og konsistens.

## Eksempel: Projekt Kolombus-Kids i Tyskland

I projekt *Kolumbus-Kids* i Tyskland har talentfulde elever i alderen 9-12 år siden 2006 deltaget i en række eksperimenterende sessioner om løsningstilgange til biologiske problematikker. Her har facilitatorerne af projektet observeret, at mange af de ellers talentfulde elever har svært ved at forstå avancerede og abstrakte fænomener. Det skyldes, at de endnu ikke har lært læringsstrategierne, der er forudsætningen for at forstå og selv tænke avanceret omkring abstrakte fænomener, på trods af at de har en høj læringskapacitet (Wegner et al.: 2013B).

*Kolumbus-Kids* har også god erfaring med at lave eksperimenter relateret til kriminalitet og kriminalteknisk praksis. Det kan være en fiktiv mordsag, hvor børnene skal finde på løsninger til at opklare mordet ud fra forskellige ledetråde som fodspor, fingeraftryk, jordprøver osv., som de kan analysere ved hjælp af et mikroskop. De relaterbare elementer har ifølge studiet påvirket de talentfulde deltagere til fortsat at have interesse for STEM, fordi de er blevet trænet til at være nysgerrige og stille spørgsmål til fænomener i deres hverdag (Wegner et al.: 2013A).



## Anvendelse af teknologi i undervisningen

Teknologien og digitale værktøjer kan være med til at udfordre og stimulere talentfulde elever (Jun et al.: 2014).

Ph.D. i undervisningsteknologi Jingping Chen fremhæver i et studie, at teknologien kan 1) *aktivere* talentundervisningen, da talentfulde elever kan følge kurser eller programmer m.m. online, der kan stimulere de talentfulde elever fagligt, 2) *styrke* talentfulde elevers performance i undervisning via understøttende præsentationer og faciliteter. Derudover kan teknologien facilitere innovative læringsplatforme, differentieret tests og læringsspil, og 3) *transformere* undervisningen for talentfulde elever, da de talentfulde elever kan lave nye faglige grupperinger, f.eks. projektgrupper baseret på interesser og kompetencer på tværs af geografi. På internettet eksisterer der en række læringsmaterialer og -tilbud, der kan indfri det individuelle talents specifikke behov for læring og faglig udfordring. Teknologien kan også understøtte den professionelle undervisning af talentfulde børn ved at tilbyde kurser eller platforme, hvor lærere kan udveksle erfaring om undervisning af talentfulde børn (Chen et al.: 2013). F.eks. forslår forfatterne bag *Increasing Early Opportunities in Engineering for Advanced Learners in Elementary Classrooms: A Review of Recent Literature* (2018), at man laver mentorordninger for underviserne og ved hjælp af teknologi som *Skype Voice over Internet Protocol (VoIP)* og *BIE Bluetooth* vejleder underviserne under undervisningen via høretelefoner, uden at eleverne lægger mærke til det (Dailey et al.: 2018).

## Talentrettede tilbud

Talentfulde børn er som nævnt i stand til at lære og forstå avanceret materiale og fænomener. De har derfor brug for høj akademisk stimulering (Wegner et al.: 2013A). Forfatterne bag rapporten *The importance of learning strategies and how the project "Kolumbus-Kids" promotes them successful* har opstillet et skema over forskellige former for talentrettede tilbud, der støtter talentudviklingen hos talentfulde børn (Wegner et al.: 2013A). Alle indsatser går igen i de 21 publikationer. Det er muligt at integrere de tre elementer i alle de forskellige former for talentrettede tilbud.

Tabel: Forslag til initiativer til talentfulde elever

Accelerering	Initiativer for talenter	
	Intern differentiering	Ekstern differentiering
Tidlig indskoling	Individuel undervisning	Studiegrupper på tværs af klasser
Springer regulær undervisning over	Projektarbejde	Konkurrencer
Lektioner i klasser på højere årgange	Åben undervisning	Særlige tilbud for talenter



**Mekanismer:** De tre tilgange til undervisning og stimulering af talentfulde elever har det samme formål: At tilrette undervisningen eller udbyde teknologier og programmer, der stimulerer de talentfulde børn fagligt. Dette via undervisning, der stiller krav til talenterne om selvstændigt at finde løsninger ud fra en eksperimenterende og innovativ tankegang og aktiviteter, der aktiverer og udfordrer talenternes evne til selvstændig tænkning og problemløsning, hvilket motiverer og engagerer de talentfulde elever.

### 3.6.4 Tema 4: Mentoring, spejling og faglige fællesskaber

Tema 4 omhandler indsats, der har til formål at støtte talentfulde elever gennem mentoring og give dem mulighed for at spejle sig i andre ligesindede gennem faglige fællesskaber.

Gennem faglige og motiverende fællesskaber med ligesindede, guidende mentoring, talentrådgivning eller rollemodeller i form af prisvindende eksperter kan talentfulde børn og unge motiveres til at udvikle deres talent og forfølge deres ambitioner inden for STEM.

Syv publikationer har haft fokus på tema 4. Dr. Class Wegner et al. (2013B), Albert Ziegler et al. (2013) og Heidrun Stoeger og Manuel Hopp (2017) fra Tyskland, samt Jingping Chen et al. (2013), Ann Robinson et al. (2017), Debbie Dailey (2018) og Jamaal Young et al. (2018) fra USA undersøger, hvordan personlige og sociale interaktioner understøtter talentfulde elever inden for STEM. De finder samlet at de talentfulde elever finder opbakning og inspiration til at drive deres talent i de forskellige former for online og offline faglige fællesskaber.

#### Faglige fællesskaber

Gennem faglige fællesskaber får elever mulighed for at møde andre talentfulde elever, som også er interesserede i STEM. De faglige fællesskaber opstår og trives på talentskoler, talentprogrammer og konkurrencer m.m. I de faglige fællesskaber kan de unge finde inspiration og udvikle nye ideer (Wegner et al.: 2013B, Young et al.: 2018). De faglige fællesskaber er med til at øge talenternes interesse for STEM, fordi de faglige fællesskaber bekræfter talenterne i at deres interesse for STEM-fag er meningsfuld og derfor værd at beskæftige sig med. Netop en ny eller vedvarende interesse for STEM bevirker at talenterne også vælger at forfølge en karriere inden for STEM (Young et al.: 2018).

For at understøtte talentfulde elever er der brug for gode netværk, hvor man kan udveksle erfaringer. Det gælder både for lærerne, de talentfulde elever, de talentfulde elevers forældre, og forskerne der arbejder med talent (Ziegler et al.: 2013).

#### Mentoring

*Trends in international Mathematics and Science Study (TIMSS)* skrev i 2013, at der nærmest ikke er noget land, hvor pigerne performer lige så godt i STEM som i Tyskland, selv om der stadig er ubalance mellem kønnene inden for STEM. Her har man fundet ud af, at talentfulde piger, der klarer sig godt inden for STEM, ofte er tilknyttet én eller flere mentorer (Ziegler et al.: 2013).<sup>1</sup> Mentorordninger giver talentfulde børn og unge rollemodeller, øget viden inden for feltet og inspiration til videre karrierer inden for STEM. STEM-mentorer skal derved anses som en form for kompetente læringskammerater, der kan bidrage med at skabe udvikling og forbedringer for deres mentees læringspraksis (Ziegler et al.: 2013). Der er forskellige mentorordninger: Den fysiske-, online- og gruppebaseret mentorordning (Stoeger & Hopp: 2017). Særligt online mentorordninger er effektive, da det er en form, der tillader stor fleksibilitet og heraf frekvente

<sup>1</sup> Drengene benytter sig i højere grad af mentorordninger (Stoeger & Balestrini: 2017)

møder mellem mentor og mentee. Hertil er der bedre mulighed for at finde en mentor, der dækker ens faglige og personlige behov (Chen et al.: 2013, Stoeger & Hopp: 2017). En anden form for mentorordninger er gruppebaserede mentorordninger, hvor én eller flere mentorer mødes med flere mentees samtidig online eller offline. Denne form for mentor- og mentee-fællesskaber kan give den enkelte mentee et stærkere STEM-netværk og bredere indblik i STEM. Dog er denne form mindre effektiv, da gruppeforummer tager mindre hensyn til den enkeltes behov. Og derved gør at individet ikke får direkte eller hurtig sparring i forhold til den unikke situation. Alligevel er det den form, flest har været glade for i en undersøgelse af *CyberMentors* brugere (Stoeger & Hopp: 2017).

## Eksempel: CyberMentor

CyberMentor er Tysklands største online-mentoring-program for piger i 5.-12. klasse inden for MINT (*Mathematik-Informatik-Naturwissenschaften-Technik*) med 800 brugere/mentees. Her kan de finde en ældre og personlig mentor. Platformen er også et større fællesskab, hvor brugerne kan oprette en personlig profil, chatte med jævnaldrende piger eller mentorer, og deltage i faglige og personlige debatter i et fælles forum. CyberMentor er et initiativ, der understøtter faglige fællesskaber for piger inden for STEM. Programmet er med til at motivere og stimulere brugernes interesse for STEM (Stoeger & Hopp: 2017, [www.cybermentor.de](http://www.cybermentor.de)).

## Talentrådgivning

Talentfulde elever har ofte et enormt behov for læring og udvikling, som de ikke får dækket i den normale undervisning, hvilket kan være frustrerende for de talentfulde elever og deres forældre (Ziegler et al.: 2013). Derfor har de brug for faglige udfordringer fra eksterne aktører og platforme. F.eks. via talentrådgivning til forældre til talentfulde børn, om hvordan de bedst støtter deres barn til at drive deres talent og håndtere de udfordringer, der kan være som talentfuld. Det kan også være rådgivning til barnet eller den unge, om hvordan de bedst udnytter og udvikler deres talent, f.eks. ved at finde den bedste skole eller tilbud, der passer deres specifikke behov. Talentrådgivning har en positiv effekt, da samtalerne fokus er den enkeltes talent og karriere. Talentrådgiveren kan netop hjælpe forældre og elever med at se og finde muligheder i udviklingen af elevens talent. Hvilket kan være en enorm lettelse for forældre og børn, der har været i en frustrerende situation, fordi den talentfulde elev ikke havde et sted, hvor han/hun blev stimuleret fagligt (Ziegler et al.: 2013). Talentrådgivning er vigtig, da talent ikke kan generaliseres, men kommer i forskellige afskygninger, da talent både kan være intellekt og personlige kompetencer.

## Brug af rollemodeller

I USA har man udgivet biografier om store personligheder inden for STEM-fag. I skoler med ressourcetsvage elever, har man særligt udvalgt biografier og rollemodeller, f.eks. kendte ingeniører med en ressourcetsvag baggrund, *Blueprints for Biography*, for at demonstrere, at børn fra hjem med færre økonomiske midler også kan få en akademisk karriere inden for STEM-fagene. Hensigten er at ændre talentfulde børns forestilling til en forståelse af, at de også kan få en karriere inden for disse fag på trods af deres baggrund, og på den måde også få børnene til at engagere sig i STEM-fagene i en tidlig alder (Robinson et al.: 2017, Dailey: 2018). Målet med at arbejde med tydelige rollemodeller og helte inden for STEM-fag er at gøre eleverne bevidste og motiverede for at forfølge en karriere inden for STEM-fagene.



**Mekanismer:** Gennem de forskellige former for faglige fællesskaber oplever talentfulde unge opbakning og inspiration til at udvikle, udfordre og drive deres interesse og talent inden for STEM. Derudover oplever de at få et netværk, der kan relatere til deres personlige og faglige behov og interesser. Det bidrager til individuel motivation og refleksion over egne udfordringer og målsætninger. Faglige fællesskaber styrker dermed også elevernes uddannelseskapital.

### 3.6.5 Tema 5: Underviseren som facilitator af talent

Tema 5 er et tværgående tema i videnssynthesen, der omhandler hvordan underviseren kan stimulere de talentfulde elever fagligt i den normale undervisning ved at opfordre eleven til at prøve sine ideer af og bruge elevens spørgsmål som udgangspunkt i klasses Diskussioner.

I dette afsnit sættes der fokus på, hvordan undervisere understøtter talenter i den normale undervisning, og hvordan de kan blive bedre til dette.

Fem publikationer har haft fokus på tema 5. Albert Ziegler et al. (2013) fra Tyskland, Naama Benny et al. (2018) fra Israel, Dieter Hausmann (2012) og Debbie Dailey (2018) og Hope E. Wilson (2018) fra USA påpeger, hvordan undervisere i regulære klasser yder den bedste mulige undervisning for talentfulde elever inden for STEM. På tværs af studierne konkluderes, at det er nødvendigt at underviserne forholder sig til talentfulde elevers behov, da talenter netop er en vigtig ressource.

### Greb til undervisning af talenter

I et israelsk studie observerede forskerne interaktionen mellem lærere og talentfulde elever i kemiundervisningen. De konkluderede, at der særligt var to situationer, hvor underviserne håndterede interaktionen med en talentfuld elev uhensigtsmæssigt, hhv. ved at skyde elevens ideer ned, hhv. udskyde at svare på en elevs spørgsmål, fordi elevens markering ikke var en del af den planlagte undervisning (Benny et al.: 2018).

To scenarier hvor underviseren reagerer forkert overfor en talentfuld elev:

1. **Scenarie:** Ved laboratoriearbejde vil talentfulde elever ofte udfordre den gængse måde at gøre tingene på. Da eleven er længere fremme fagligt end sine klassekammerater, ender de talentfulde elever ofte med at stille mange spørgsmål og udfordre undervisningen med nye ideer. Her ender læreren ofte med at demotivere eleven ved at skyde elevens ideer ned, hvorimod de med fordel kunne opfordre eleven til at prøve sine ideer af parallelt med den normale undervisning.
2. **Scenarie:** I klasseværelset vil eleven ofte udfordre lærerens viden eller pensummet i klasseværelset. Her reagerer underviseren ofte ved at udskyde svaret på elevens spørgsmål, da elevens spørgsmål kan forstyrre underviserens plan for undervisningen, hvilket stiller krav til underviserens formåen til at rumme den talentfulde elev i undervisningsplanen. Her kunne underviseren bruge elevens spørgsmål og kommentarer som en del af deres læringsstrategi til fordel for den talentfulde elev og resten af klassen (Benny et al.: 2018).

## Opkvalificering af undervisere

Flere af studierne fra hhv. Tyskland og USA peger på, at det er et problem for udviklingen af talent, at underviserne ofte er udfordret af en stram tidsplan og mangel på ressourcer (Ziegler et al: 2013, Dailey: 2018, Wilson: 2018). Derfor kan de have svært ved at tilrettelægge en undervisning, hvor der tages højde for de talentfulde elevers akademiske behov. Hertil har mange undervisere ikke den nødvendige viden eller evnerne til at sætte talentfulde elever i gang med

I Tyskland undervises alle kommende folkeskolelærere i undervisning og støtte af talentfulde elever (Ziegler: 2013)

undersøgende eksperimenter eller andre opgaver på et højt akademisk niveau inden for STEM-fagene. Et amerikansk studie peger på, at det er nødvendigt at facilitere en innovativ undervisning, hvor underviserne får de rette værktøjer, metoder og vejledning til at yde en bedre og differentieret undervisning inden for STEM-fag (Dailey: 2018). Det tyske center DLR\_School\_Lab, der faciliterer 12 forskellige eksperimenter for skolebørn, har også et program for lærere, der har fokus på, hvordan de bedst muligt understøtter de talentfulde elever i klasserne. Her underviser man lærerne ud fra det argument, at underviserne bedre kan hjælpe de talentfulde elever ved at ændre deres position fra at være underviser til at være en voksen initiativtager, mentor eller supervisor, der hjælper de talentfulde elever til at vurdere deres mål og succeser. Dette ud fra argumentet om, at de talentfulde elever ikke nødvendigvis har mest behov for en underviser, da de hurtigt kan lære stoffet selv, men at de i stedet har behov for én til at guide dem i den retning, der matcher deres kompetencer og ønsker (Hausmann: 2012).

En måde at implementere og sikre at den gode differentierede undervisning kan være via mentorordninger af forskellig karakter. Et studie fremhæver også, at der kan være tale om mentorordninger, hvor underviserne støtter hinanden via løbende sparring og motiverende samtaler, hvor de kan inspirere hinanden (Dailey: 2018).



Mekanismer: Studierne viser, at det er nødvendigt at underviserne overvejer, hvordan de underviser de talentfulde elever, da de har behov for at blive stimuleret på anden vis end normale elever. Derudover kan underviserne via forskellige former for opkvalificerende kurser og træning om den gode undervisning og/eller rådgivning af talentfulde elever lære at bringe talentfulde elevers innovative tankegang ind i klasseværelset.

Litteraturliste fremgår af kapitel 6.

## 4 Program- og praksiskortlægning

Realize har foretaget en programkortlægning af nationale programmer og indsatser for talent indenfor STEM-fagene i det, der svarer til grundskoler og gymnasier i USA, Israel, Sydkorea, England og Tyskland, samt en praksiskortlægning af praksis i forløb, metoder og anvendte undervisningsmaterialer. I dette kapitel rapporteres denne kortlægning.

### 4.1 Identificering og screening af programmer, materialer mv.

Kortlægningen er gennemført ved brug af en screeningsmodel, hvor vi har identificeret programmer, indsatser, metoder, forløb og materialer og herefter screenet dem i flere trin med forskellige kriterier. Metode herfor præsenteres i kapitel 5.

I nedenstående tabel fremgår fordeling af programmer, indsatser, metoder, forløb og materialer på lande:

Tabel 4.1: Fordeling af programmer, indsatser, metoder, forløb og materialer på lande

Land Trin	USA	Israel	Sydkorea	England	Tyskland	I alt
Trin 1	40	20	8	9	13	90*
Trin 2	20	18	7	5	8	58
Vurderet af danske eksperter og praktikere	6	7	0	2	4	19

### 4.2 Tværgående konklusioner fra program- og praksiskortlægning

Program- og praksiskortlægningen viser, at skoler og lærere i de fem lande arbejder relativt ensartet med talentudvikling indenfor STEM-fagene. De tilgange, der nævnes, er også i god overensstemmelse med de temaer, der er identificeret som virkningsfulde i litteraturkortlægningen: læringsstrategier, succesoplevelser, teknologi og eksperimenter, mentoring og fællesskaber, samt kompetenceudvikling af lærere.

#### 4.2.1 Tilgange og arbejdsformer i talentudvikling

Man arbejder i alle fem lande med at lære børnene læringsstrategier til accelereret læring, man benytter projektbaserede arbejdsformer, man aktiverer laboratorieundervisning og håndværksmæssig kunnen, man stimulerer samarbejde mv. Det er en "I learn what I do" tilgang, og pædagogik, organisering og undervisningsmateriale skal understøtte, at eleverne tager nye læringsstrategier i anvendelse. I alle fem lande fremhæves disse elementer som noget særligt i talentundervisning i STEM-fagene.

Talentudvikling trækker således i høj grad på fagligheder og tilgange, hvor viden anvendes, afprøves og udvikles i praksis, hvor eksperimenteren og arbejde med og sammensætning af materialer og materier er i

centrum, hvor forsøg foretages, og viden udvikles via erfaringer med fysisk afprøvning. Faget er tæt koblet med nysgerrighed, afprøvning og innovation.

## Eksempel: Fokus på talentudvikling i Israel

Den israelske regering har igangsat en del initiativer på alle klassetrin for at udvikle talentfulde børn og unges talent. F.eks. har The Davidson Institute udviklet mange differentierede materialer til undervisningen i STEM-fag og programmer til undervisningen af talentfulde børn og unge i STEM.

Der er især et stort fokus fra regeringens side i forhold til at finde talenter i high school og dyrke deres talent med det formål at rekruttere dem til naturvidenskabelige, tekniske og ingeniørfaglige positioner mv. i hæren efter high school (der er tre års værnepligt for unge mænd og to års værnepligt for unge kvinder). Resultatet er, at man i Israel har stor erfaring med at fremme talent indenfor STEM. Dette kan både være på talentcentre og på talentskoler.

Kernen i arbejdet på de israelske talentcentre og -skoler er at motivere unge i high school til at forfølge deres interesse og dyrke deres talent indenfor STEM. Forskellen på talentcentre og -skoler er, at talentcentrene har større fokus på at vække børnene og de unges nysgerrighed og begejstring for STEM, der kan lede til et livslangt engagement og interesse for STEM. Det gør de ved f.eks. at facilitere eksperimenterende undervisning og projektforbøb i store avancerede laboratorier, som børnene og de unge finder spændende. Derudover faciliterer centrene faglige fællesskaber, hvor eleverne kan dyrke begejstringen for STEM.

Talentskolerne har ligeledes fokus på elever fra high school, der har interesse for STEM. Ifølge Eli Shaley fra Weizmann Institute of Science glæder det for underviserne om at presse og udfordre elevernes talent via læringsstrategier både fagligt og personligt, fordi hans elever er dårlige til at tackle, at de kan tage fejl, hvilket afholder dem fra at tage chancer og sætte deres talent i spil. Derfor er der fokus på at lære dem at tage chancer i undervisningen, fordi evnen til at tage chancer genererer genialitet. Skolerne og undervisernes rolle er dermed at facilitere de værktøjer, der gør, at eleverne selvstændigt kan løse ekstremt avancerede udfordringer indenfor STEM. Israelske talentskoler arbejder med læringsmiljøer, hvor der er ligeværd mellem elever og lærere, og hvor lærerne optræder som hjælpere, mentorer og guides for eleverne, der skal udvikle projekter via eksperimenteren, afprøvning mv.

Eli Shalev fra Weizman Institute of Science fortæller, at man har ændret syn på talent og sat fokus på dette, fordi det har været og er et problem, at lærerne er for dårlige til at identificere og rekruttere talenter fra hele talentmassen i Israel til talentcentrene og -skolerne. Derfor er der et nyt fokus på, at lærerne skal variere deres undervisning så meget som muligt, fordi talent netop kommer til syne i forskellige situationer. Talentmålgruppen i Israel er derved også de elever, som ikke er åbenlyst talentfulde. Opsporing og rekruttering af talenter er en vigtig del af den israelske talentstrategi.

På Israel Arts and Science Academy er der fokus på, at der er flere piger i high school, der skal studere fysik og kemi. Derfor søger man at skabe en mere human og venlig atmosfære i kemi og fysik, hvor der er plads til at begå fejl og alle kan sige deres mening. Derudover søger de at skærpe de konkurrerende elementer, som drengene godt kan lide, men som afholder pigerne fra at vælge kemi og fysik. Det er en erfaring i Israel, at ved at fokusere på at skabe den rette atmosfære har flere piger lyst til at vælge fysik og kemi. Det har vist sig at være en stor gevinst, da piger i klassen kan løfte barren i klassen, da mange piger i den alder er utroligt dygtige, fordi de er mere modne og seriøse, og derfor ofte arbejder hårdere end drengene, hvilket også smitter af på drengenes præstationer.



Tværfaglighed fylder, da læring stimuleres bedst i tværfaglighed. I nogle lande er man begyndt at tale om STEAM, hvor Arts supplerer STEM netop for at understrege betydningen af tværfaglighed, idet elevernes udvikling understøttes af at koble innovation, kreativitet, eksperimenteren og samarbejde. I både Sydkorea, USA og England nævnes STEAM.

#### **4.2.2 Læreren i talentudvikling**

I alle fem lande angives, at lærerens rolle er anderledes end i almindelig undervisning. Læreren skal give mentoring og coaching, stimulere andre læringsformer baseret på nysgerrighed og afprøvning, fremfor udenadslære og ren boglig, tekstlig læring. På Brightworks skolen i San Francisco har man omdøbt lærerrollen til "collaborators" netop for at understrege, at lærere skal stimulere og understøtte elevernes udvikling som hjælpere for elevernes egen læring gennem en projekt- og problembaseret arbejdsform. Denne tilgang til læreren som hjælper og støtte for elevernes udvikling nævnes af mange af de interviewede skoler i de fem lande.

## Eksempel: Nye innovative tilgange i amerikanske skoler

Uddannelsespolitikken i USA varetages overordnet på føderalt niveau, men er overvejende et ansvar for delstaterne. USA er et stort land med en undervisningskultur indenfor STEM-fagene. Det er også et land, hvor nogle af de bedste og mest ressourcerstærke skoler er placeret. Derfor er der god grund til at kigge mod de toneangivende skoler i USA for at se *best practice* indenfor undervisningen af talenter i STEM og hvordan fremtidens skoler måske vil blive indrettet.

Nogle højtpræsterende og innovative skoler på både grundskole- og gymnasieniveau, som prioriterer STEM-fag og talentudvikling, har udviklet nye tilgange og undervisningsmetoder, der bryder med mere klassiske undervisningsformer. Disse nye tilgange indeholder elementer som: et nyt fokus på det individuelle talenter og interesser, en ny kultur i skolerne med en projektbaseret tilgang til talentundervisning med høj selvstændighed med inspiration fra ingeniørvidenskaben.

Disse skoler har fokus på elevernes personlige og faglige udvikling og talent. Et talent der udforskes og defineres i et samarbejde mellem læreren og eleven. Her taler man i højere grad om, hvad eleverne har talent for, og ikke at de har talent. Talentforståelsen er derved bred. Den mere personlige tilgang til talenterne indbefatter også, at eleverne i højere grad engageres i egen læring og bliver spurgt til, hvad der motiverer og interesserer dem. Det, der motiverer eleverne, bliver udgangspunktet for undervisningen. Eleverne får dermed ansvar og ejerskab over den retning, undervisningen tager, hvilket også får dem til at tage ansvar og reflektere over egen læring, med den effekt at de engagerer sig i undervisningen. På de samme skoler arbejder man ikke længere med et fastlagt pensum, men med flydende, fleksible og personlige pensum. Det handler dermed om, at lærerne først skal vække elevernes engagement i undervisningen, derefter kan de undervise eleverne, der i højere grad og i et hurtigere tempo vil lære og forstå.

Denne nyere kultur forudsætter en ny, mindre hierarkisk tilgang end den traditionelle amerikanske skole. Eleverne involveres i højere grad og kan samtale mere ligeværdigt med underviserne, og hvor underviserne også deler overvejelser og udfordringer. Lærerne har derved skiftet position fra at være underviser til at være facilitator, supervisor, mentor eller *collaborator*. Undervisningen i STEM efterligner i højere grad undervisningen på ingeniørvidenskaberne. Eleverne undervises i en teori, hvorefter de selvstændigt skal eksperimentere, bygge og lave projekter i grupper på baggrund af det givne emne. Derved lærer eleverne faglige og personlige kompetencer såsom evne til at samarbejde, se sammenhænge på tværs af fagene, finde og bygge innovative løsninger med risiko for at fejle, lære af sine fejl og prøve igen. I timerne guides eleverne i at opbygge en række læringsstrategier, og udvikle deres faglige og personlige kompetencer. Det sikrer lærerne ved at stille svære opgaver og sætte læringsmål for eleven og med eleven. Det handler om at facilitere en undervisning, hvor eleverne konstant skubbes fagligt og personligt, en undervisning med gensidig tillid lærer og elev imellem, og en undervisning hvor eleverne skal arbejde selvstændigt og tage ansvar.

## Eksempel: Brightworks skole i San Francisco

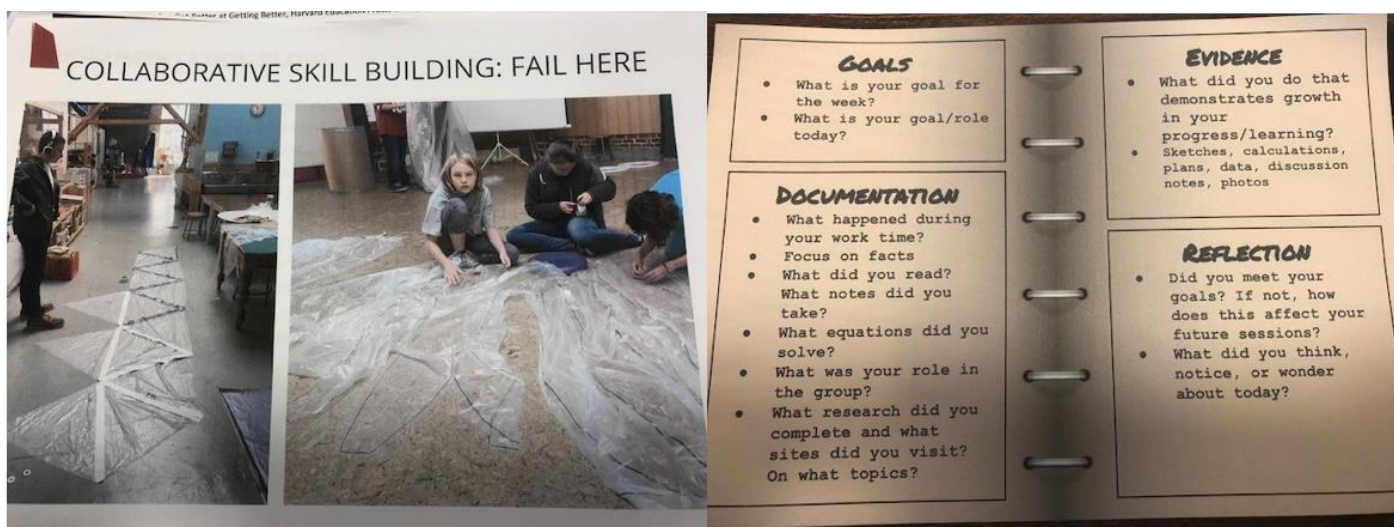
Brightworks er en skole med ca. 200 elever K-12, det vil sige fra Kindergarten (0. klasse) til 12. klasse. Skolen ligner udefra en klassisk skole af røde sten. Når man kommer ind, ser man dog straks, at dette er en anderledes skole. Indefra ligner den en stor fabrikshal med en række læringsmiljøer adskilt af mere eller mindre permanente trævægge. Undervisning foregår i mindre grupper på ca. otte elever og en lærer (i Brightworks sprog en "collaborator"). Undervisningen foregår ved borde eller stående, liggende, siddende omkring projektmaterialer, maskiner, værktøj mv.

Skolens stifter Mackenzie Price fortæller:

"All teaching is performed in workshops and labs. The students work with design and practical work. Teaching is closely integrated all the time. It is very explorative, the children play with materials. They do multiple experiments, they rework, test, and hereby develop their projects.

Our goal is to put the context and the engagement first. And let academic achievement follow. It is the heart of project-based work. To create the need for knowledge and fill the knowledge in based on engagement.

We renamed the teacher position to collaborators. Teachers are not keepers of knowledge. They have to stimulate. We install a sense of agency among the children, taking responsibility for their lives in a broader sense."



Billeder fra Brightworks: Læringsmiljø og læringsbog for elever

### **Eksempel: Stimulering af de mest talentfulde elever på Castilleja i Palo Alto, Californien**

På Castilleja School i Californien (K-12), det vil sige fra Kindergarten (0. klasse) til 12. klasse, har alle kurser på deres high school niveau to klasser, en regulær klasse og en *advanced* klasse. Eleverne vurderer selv i samråd med en lærer, hvilken klasse de skal følge. Alligevel er der nogle af de studerende, hvor de *advanced* klasser ikke dækker deres faglige behov. Dette skyldes for det meste, at de er interesserede i at gå dybere et emne, som undervisningen ikke dækker. På Castilleja mener man, at elever der virkelig brænder for et emne, skal have mulighed for at studere det, da det holder dem motiverede i skolen, og de bliver enormt dygtige indenfor et specifikt område, der kræver en avanceret og detaljeret forståelse. Her har Castilleja to modeller: 1) At eleven kan følge et online kursus hos en anden udbyder, og 2) at eleven får tid til at køre sit eget selvstændige researchprojekt med adgang til skolens faciliteter og labs. Her skal eleven selv finde en lærer, der yder vejledning på projektet en time om ugen.

Flere skoler fortæller i vores interviews om samme tilgang.

En leder på en amerikansk skole siger: *"We work in labs. The students are very engaged. They design their own projects. It shakes up the students not knowing the answers. They work in small groups, in collaboration, solving real world problems. Teachers have a coaching role."*

En leder på en israelsk skole siger: *"We teach at a high level. We put them in a position where they don't need a teacher anymore. We give them a toolbox, so when they meet a problem they can solve it by themselves. We put them in experimental and theoretical situations. Teachers do not know the solution well. It is a real world academic program."*

Nogle lærere nævner, at den anderledes lærerrolle betyder et tab af kontrol, som de normalt har i almindelig undervisning. Det kræver, at de finder ind i den rolle, hvor de ikke er eksperten, men hjælperen. Derfor kræver det et andet mindset. Det engelske skole-netværk NACE med 500 antal skoler som medlemmer har et særligt talentfokus.

Program- og praksiskortlægningen viser, at talentudvikling i de fem lande generelt kræver mere af lærerne, både i pædagogisk tilgang og i tid end almindelig undervisning. De her nævnte undervisningsformer og tilgang er generelt mere ressourcekrævende end almindelig undervisning. Det skyldes, at lærer-elevratioen er lavere, der indgår mere individuelt fokus, mentoring, laboratoriearbejde med afprøvning og udforskning, der kan kræve mere lærer-superviseret tilstedeværelse. Endvidere skal lærerrollen understøtte mere samarbejde mellem eleverne, mere gruppearbejde, og understøttelse af fællesskaber.

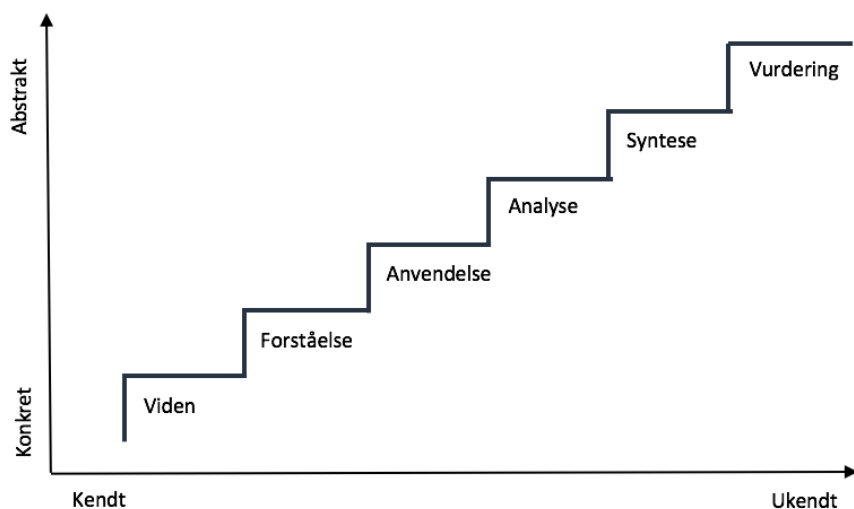
Nogle andre tendenser på tværs af landene er, at man bruger talentkonkurrencer og prisuddelinger i relativt stort omfang. Det gælder i USA og Tyskland, men også i de øvrige lande. I Israel har man outsourcet undervisningen i kemi, fysik, data mv. til store centre i byerne, hvor ph.d.ere i fagene underviser elever i disse fag. Alle elever kommer i disse centre, og der er et særligt talenthold på hver årgang, hvor byens top-22 børn samles i en såkaldt "Excellence Class".

De her nævnte tilgange til talentudvikling i de fem lande afspejler i en vis grad tilgange, der anvendes i dansk skolekultur for alle elever, hvor vi vægter og stimulerer til selvstændighed, ansvar, gruppearbejde mv. Det, de andre lande tilstræber i talentudvikling, er altså til en vis grad principper, som vi i Danmark benytter bredere i undervisningen. Det betyder ikke, at vi i Danmark ikke skal udvikle talent-undervisningen, da der i Danmark omvendt er en vis kulturel modstand mod at dyrke talent og elite, fænomener som er mere udbredt i de øvrige lande, hvor konkurrencekultur, talent og elite har mere plads.

I flere lande fremhæves ABC-modellen som grundlag for undervisningsdifferentiering, der tilgodeser talenter. ABC-modellen betyder, at undervisningsmaterialet er differentieret til tre grupper af elever: Materiale på A-niveau gives til grundlæggende undervisning. Materiale på B-niveau gives til elever, der skal have et lidt højere niveau. Og materiale på C-niveau gives til talentfulde elever, der skal have et endnu højere niveau. I England er skolenetværket NACE baseret på ABC-modellen, så undervisningsmaterialet er helt overvejende baseret på denne model.

ABC-modellen baserer sig på Blooms taksonomi. Det er en model, der bygger på, at forståelse af et emne kan betragtes som en kronologisk rækkefølge. Der er altså tale om en kognitiv taksonomi, lidt som at bygge et hus. Fundamentet skal være bestående, før man kan bygge vægge osv. Basal viden skal være på plads, før denne kan anvendes. Teori skal kunne anvendes, før man kan benytte den i en analyse. Modellen består af flere trin, hvor viden er det laveste taksonomiske niveau, og vurdering er det højeste niveau. Man kan sige, at man bevæger sig fra det konkrete til det abstrakte, når man kommer højere op i modellens niveauer. Selv om viden er på et lavere niveau end analyse, betyder det ikke, at viden er mindre vigtigt. Det er vigtigt, at eleven kender fagets begreber og kan præsentere disse.

Figur 4.1: Model for Blooms taksonomi



## Eksempel: NACE-skolenetværket i England har talentudvikling integreret i al skolens aktivitet

Uddannelsespolitikken i England og Storbritannien styres nationalt. Der er relativt megen central regulering, men også mulighed for at skoler kan blive friskoler, såkaldte "charter schools". NACE-netværket – *National Association for Able Children in Education* - med over 500 skoler er et af de engelske netværk, der har haft størst succes med at stimulere og udvikle talent i klasseundervisningen. NACE-netværket er også eksempel på et netværk, der konstant udvikler sig i dialog med regeringen. F.eks. har regeringen i samråd med NACE i efteråret 2018 udviklet fremtidens pensum for skolerne indenfor STEM. Netværket rådgiver dermed regeringen med deres erfaringer med at fremme talent indenfor STEM. Regeringen har også en række mål for skolerne, der er bestemmende for skolernes rangering på en offentlig liste. Et af de årlige mål for skolerne er deres evne til at fremme talenter, hvor skolerne tildeles en farve (grøn, gul, rød) efter deres evne til at fremme talenter. Her ligger NACE-skolerne for det meste i den grønne zone.

På tværs NACE-skolernes talentudvikling i undervisningen i STEM-fag går disse elementer igen: differentieret undervisning, læringsstrategier, fremme børns engagement og nysgerrighed, gøre børne til selvstændige *life learners*. NACE-skolerne er *primary schools* og *secondary schools*. Her handler det grundlæggende om at lære børnene læringsstrategier, der gør dem i stand til at lære og forstå den grundlæggende og avancerede viden, de præsenteres for i de større klasser. Derudover handler det om at motivere børn til at have lyst til at lære. Dette gør lærerne bl.a. ved at spørge og samtale med børnene om, hvorfor bestemte kompetencer eller en bestemt viden er vigtig. Derved arbejder de på at gøre læring meningsfuldt for børnene i en tidlig alder via spørgeteknikker og samværformer. Endvidere arbejder de relativt meget med projektarbejde, hvor børnene skal lave og præsentere projekter, som de selv finder interessante.

NACE-skolernes fokus på udviklingen af børnenes udvikling af personlige og faglige kompetencer, samt det projektbaserede arbejde stiller større krav til skolernes udnyttelse af time- og lærerressourcer. Det har skolerne bl.a. løst med en holistisk ændring af hele skolen, hvor man har udfordret undervisernes syn på undervisning og egne kompetencer: Måden lærerne sikrer, at børnene både lærer grundlæggende viden indenfor fagene og læringsstrategier, løses de ved at tilrettelægge tværfaglig undervisning, hvorved eleverne hurtigt forstår sammenhænge mellem fag. Lærerne udnytter egne ressourcer ved at tilrettelægge en undervisning, hvor de aktiverer det, de selv har talent for og finder interessant, da de tror på, at deres engagement smitter af på børnenes engagement. Og de stiller børnene spørgsmål, der aktiverer børnenes evne til at reflektere og diskutere, hvad de gør og hvorfor de gør det. På den måde lærer børnene at forholde sig nysgerrigt til verden omkring dem, hvilket gør dem mere villige til at lære. Derudover er der fokus på, at lærerne selv skal gøre det, som man gerne vil have børn til at gøre og tænke, nemlig at mestre de såkaldte *21st Century Learning Skills*. Underviserne skal dermed selv turde at være innovative *risk takers*, fordi de er rollemodeller for børnene, og deres attitude smitter af på børnene, der selv bliver innovative *risk takers* i STEM-fagene. Denne tilgang er også med til at generere en tillidsfuld kultur i klasseværelset.

NACE-skolerne arbejder ud fra den filosofi, at man skal starte med høje forventninger til eleverne, da det gør, at eleverne får høje forventninger til sig selv. Denne filosofi udmøntes ved kontinuerlige aftaler mellem lærer og elev om elevens læringsmål. Derudover er alle materialerne på NACE-skolerne differentierede, hvilket betyder, at der altid er opgaver, der vil stimulere og fremme talenter fagligt. Derudover er undervisningen altså rettet mod den højeste barre, som er de talentfulde elever. Hvis nogle af de andre elever i klassen har svært ved at følge med, er der en kultur for, at de talentfulde elever hjælper og forklarer dem emnet.

NACE-skolerne peger på, at deres tilrettelæggelse af undervisningen betyder, at de talentfulde elever gør det bedre end i de normale engelske skoler. De svage elever har ikke lige så store fremskridt, men de klarer sig heller ikke dårligere end svage elever på andre engelske skoler.

NACE-skolerne vil gerne have danske medlemmer og i kontakt med Undervisningsministeriet.

## Eksempel: NACE-skolen Gilwern Primary School

Roger Guy på NACE-skolen Gilwern Primary School fortæller, at der på NACE-skolerne er fokus på, at lærernes vigtigste roller er at fremme børnenes læringsstrategier, da læringsstrategier gør børn bedre til at lære nye fagligheder og kompetencer og mestre *21st Century Learning Skills* som at tænke kreativt, være nysgerrige og turde tage chancer. Det gør lærerne ved at facilitere en tillidsfuld undervisning, der tager afsæt i det enkelte barns læring og interesser, samt en undervisning hvor lærerne selv tager innovative chancer, fordi deres tilgang til læring smitter af på børnene, som netop har lærerne som rollemodeller.

Roger Guy siger:

”Talented children bring something they would like to explore. Children want to design experiments and find knowledge in a process. More creativity is demanded of teachers. It is all about learning strategies for the children. Give them a growth mindset, good learners and resilient learners. It is a progress process.

We do a lot of mentoring and coaching. Helping teachers how to make their practice strong rather than expecting it would come through text books. The teachers have to do a lot of reflection on their own practice. We use quantitative and qualitative data to help them.”

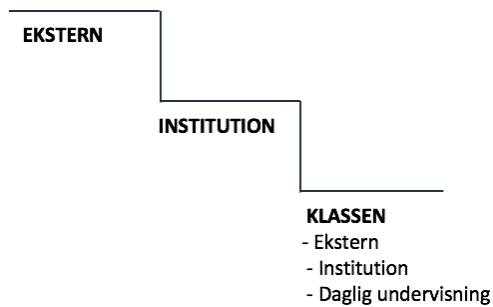
### 4.2.3 Hvordan og hvor foregår talentudvikling

Programmer, materialer mv. kan typificeres i disse tre måder at tilrettelægge og udbyde programmer, materialer mv. på:

- Forløb og materialer, der foregår på skolen og anvendes integreret i eksisterende undervisningspraksis
- Forløb og materialer, der foregår på og anvendes på skolen, etableret i særlige undervisningsforløb for talentfulde elever (fx science-hold om eftermiddagen)
- Forløb og materialer, der foregår og anvendes udenfor skolen (fx camps og forlagt undervisning).

Astra, det nationale naturfagscenter i Danmark, peger på, at talentudviklingsindsatser, der foregår på skolen og anvendes integreret i eksisterende undervisningspraksis (det første niveau) med fordel også kan tilrettelægges eksternt og på skolen som institution, men stadig integreret i den almindelige undervisning.

Figur 4.2: Model for udvidet brug af talentudvikling integreret i undervisningen af alle børn i klassen:



- I klassen i undervisningen: Talentudviklingsaktiviteter integreret i den almindelige undervisning i hele klassen kan være med forløb og materialer, der foregår og benyttes i undervisningen, og som tænkes mere differentieret end i dag. Det kan være en systematisk brug af ABC-modellen med differentierede materialer. Det er det, de engelske NACE-skoler praktiserer.
- I klassen på skolen som institution: Det kan være på skolen for hele klassen, f.eks. i form af emneuger eller som man gør på Brighthworks skolen i San Francisco, hvor hele skolen er organiseret som en stor workshop eller laboratorium, hvor al undervisning foregår projektbaseret i mindre grupper og integreret med håndværk, eksperimenter og afprøvning.
- I klassen eksternt: Det kan være eksternt ved at hele klassen tager på besøg i et laboratorium eller lignende. Det er det, man gør i Israel, hvor alle skoler får undervisning i fysik, biologi, data mv. i et laboratorium, der ligger i hver større by.



### Eksempel: Lov om talentudvikling i Sydkorea

I Sydkorea er talentudvikling i skoler, gymnasier og højere uddannelse funderet i en lov, Gifted Education Promotion Act, der dækker talentudvikling i uddannelsessystemet (vedtaget i 2011, opdateret 2017). Formålet med loven er at sikre talentundervisning til skolebørn. I loven er indeholdt, at der etableres en særlig talentenhed i ministeriet, at der skal være lignende enheder i by-administrationer (såkaldte "dos"). Staten skal formulere en politik for talentudvikling, understøtte med forskning og midler til særlige talentskoler og uddannelse af lærere i talentudvikling.

Det er fastsat i loven, at der skal være særlige talentskoler i alle regioner, hvor der arbejdes med særlige didaktiske principper og tilgange som de ovennævnte. Endvidere er det fastsat, at særlige institutter for talentforskning skal udvikle undervisningsmateriale for talentundervisning i skolerne.

Vores interviews viser, at talentskoler i en vis grad underviser efter metoder og med pædagogiske tilgange, der ligner undervisningen i danske skoler med større dyrkelse af selvstændighed, inddragelse, eksperimenteren, gruppearbejde mv. end normale sydkoreanske skoler i det ordinære uddannelsessystem.

Et eksempel på et talent program er "I-See-Math", et undervisningskoncept man har overtaget fra Israel. Det er baseret på konceptuel læring, hvor der undervises i brugen af intuitiv tænkning i løsning af matematiske problemer. Barnet skal lære at have følgende tilgang til matematiske problemer:

1: Forstå spørgsmålet/ problemet → 2: Etabler og læg en plan for løsning af spørgsmål/problem → 3: Udfør planen → Spørgsmålet/problem løses - hvis ikke, så start forfra igen.

En app fungerer i forlængelse af undervisningen. Appen skal give barnet noget visuelt, der skal stimulere barnets kreative tænkning samtidig med at det skal være sjovt, så barnet får lyst til at lære matematik.

## 4.3 Danske læreres vurdering af overførbare til dansk kontekst

Kortlægningen af udenlandske programmer, indsatser, metoder, undervisningsmaterialer og -forløb skal lede frem til en udpegning af de, der har stort potentiale for overførbare til en dansk kontekst. Derfor har vi suppleret kortlægningen med besøg og interviews med lærere på to grundskoler og to gymnasier i Danmark om deres rationaler for og erfaringer med at arbejde med talentindsatser i naturfag. Det har vi gjort ud fra en forståelse af, at overførbare handler om at forstå, hvilke udenlandske programmer, materialer mv., der har kompatibilitet til danske forhold, og hvilke rationaler blandt lærere og skoler, de udenlandske programmer, materialer mv. skal ramme ind i. Med denne metodiske tilgang vil vi etablere en forståelse for, hvad der i en dansk skolekontekst kan og skal adresseres for at styrke meningskabelsen omkring udenlandske programmer, materialer mv., og hvad der vil kunne understøtte, at danske lærere motiveres for at ibrugtage udenlandske programmer, materialer mv. Herved har vi fået et indtryk af, hvad der er behov for, og hvilke krav der bør stilles til programmer, materialer mv. for at de skal give mening for lærere i deres praksis.

Indtryk fra disse interviews, som vi har benyttet som grundlag for vurderinger af potentiel overførbare, præsenteres nedenfor.

Talentudvikling kan typisk foregå i tre rum: 1) i den almindelige undervisning i klassen, 2) udenfor klassen men stadig på skolen, og 3) udenfor skolen. Sidstnævnte form for talentundervisning er dén, der er mest udviklet i Danmark, hvor der findes mange forskellige former for talentudvikling via camps, konkurrencer, Unge Forskere, Forskerspirer, science-hold mv. Dér, hvor der foregår mindst talentudvikling, er i forbindelse med den almindelige undervisning i klassen, bl.a. fordi det kræver meget af læreren at håndtere undervisning for hele klassen, hvori talentudvikling for få elever er integreret.

I talentkonkurrencerne møder eleverne ligesindede, og har gode oplevelser med at kunne diskutere faglige emner, som deres klassekammerater ikke nødvendigvis er interesserede i - eller er i stand til at gennemføre. De talentfulde bliver desuden udfordret og stimuleret på en særlig måde under talentkonkurrencer m.v.

Danske lærere peger på, at talentkonkurrencerne ikke kan stå alene. Der er behov for begge typer af talentudvikling, fordi de adresserer forskellige behov. Der er behov for, at der også foregår talentudvikling i forbindelse med den almindelige undervisning, da der ellers er risiko for, at vi mister talentfulde børn og unge, fordi de ikke bliver stimuleret nok, men kommer til at kede sig, og i værste fald blive skoletrætte. De får ikke tilstrækkelig stimulering ved at deltage til talentkonkurrencer.

#### **4.3.1 Udfordringer med talentudvikling i den almindelige undervisning**

Ifølge de lærere, Realize har talt med, er det en udfordring for talentudvikling, at der ikke findes materiale til talentudvikling i den almindelige undervisning. Men ifølge talentvejlederne er der også andre udfordringer, som "kommer før" udfordringerne med undervisningsmateriale.

En af deres pointer er således, at for at det overhovedet giver mening at tale om talentudvikling, skal talenterne spottes. Og det bliver de ikke nødvendigvis i dag. En af årsagerne er, at lærerne ikke er trænet i at spotte dem. Det er snarere sådan, at nogle dygtige elever bliver overset og "læst" forkert af lærerne. En lærer fortæller, at kollegerne kan fortælle om en elev, der udviser en irriterende adfærd, hvor han bare sidder og tegner i sit hæfte, og at han i øvrigt altid har gjort det. Ifølge talentvejlederne kan det være et talent, der er understimuleret, der keder sig. Ifølge talentvejlederne er der talenter i alle klasser, men ofte bliver de overset.

Når talentvejledere udpeger talenter, kan de opleve, at kolleger spørger, hvorfor det lige er dé elever, der er blevet valgt. Lærerne har måske oplevet, at eleverne forstyrrer i undervisningen, er fraværende, skoletrætte mv., men de har ikke nødvendigvis overvejet, om årsagerne kunne være, at eleverne ikke er udfordret nok, og måske keder sig. Relevant undervisningsmateriale til talenter er en nødvendighed, men hvis lærerne ikke har øje for, at der er elever, som har behov for at blive fagligt udfordret, er der en risiko for, at materialet ikke bliver bragt i anvendelse. Talentvejledere peger derfor på, at der først er brug for, at lærere bliver dygtigere til at få fokus på, hvem der er talentfulde elever, og efterfølgende er der et behov for en dialog om, hvordan lærerne stimulerer de talentfulde elever.

En anden udfordring er, at lærere generelt er tilbøjelige til at have fokus på de svage elever i en klasse. Som en af dem siger, ligger det dybt i læreres dna at kære sig om og forsøge at løfte de svagere elever i klassen, hvilket også historisk er blevet forventet af lærerne, bl.a. i italesættelsen af at grundskolen skal være med til at bryde den negative sociale arv. Konkret betyder det i dagligdagen, at de dygtige elever ikke nødvendigvis får den samme bevågenhed, men bliver mere overladt til sig selv, fordi ressourcerne ikke rækker til en fokuseret indsats for begge grupper. Der er behov for materialer til talentfulde elever, der kan stimulere dem, så de ikke keder sig.

Lærerne gør nogle gange brug af talentfulde elever som "hjælperlærere", og det kan være fint, men det er et problem, hvis det betyder, at de ikke bliver udfordret på deres niveau. Ofte er der tale om elever, som klarer sig godt, så både eleven og forældrene er typisk tilfredse, fordi eleven får 12-taller i karakter. Men måske har eleven et "level 14 eller 16", som vedkommende kan løftes til. Ifølge lærerne er der ikke nogen

grænse for, hvor dygtig en elev kan blive, men der er en grænse for, hvor meget tid der bliver brugt på at løfte de dygtige elever.

Nogle lærere nævner, at talentfulde elever kan udgøre en positiv forskel i klassen. Lærere kan bruge dem aktivt til at "spille bold med". Eksempelvis ved at lærerne begynder undervisningen med at stille spørgsmål til hele klassen, hvor alle har mulighed for at svare. Når læreren så gerne vil øge niveauet i den faglige diskussion, kan de stille spørgsmål direkte til de dygtige elever, og den dialog, der derved opstår mellem lærer og elev, er med til at højne niveauet i den faglige diskussion i hele klassen, hvilket er medvirkende til at højne de andre elevers faglige niveau.

En ekspert nævner, at vi generelt ikke skal tænke talentudvikling for individuelt. Alle skal forløses. Derfor handler det om undervisningsdifferentiering. Det tager længere tid at forberede sit materiale på denne måde, men det giver mere mulighed for at arbejde selvstændigt (individuelt eller i grupper), så der vindes tid tilbage.

### 4.3.2 Ønsker til undervisningsmateriale i talentudvikling

Der er givetvis store forskelle på, hvordan danske grundskoler og gymnasier arbejder med talenter, men lærerne, vi har talt med, vurderer samstemmende, at der mangler undervisningsmateriale, der kan understøtte talentfulde elevers udvikling.

Lærerne nævner, at det i de naturvidenskabelige fag er et problem, at der mangler materiale, som åbner for undersøgelse og elevernes egne vurderinger. I dag er det sådan, at lærerne skal nå frem til et bestemt resultat i eksempelvis fysiktimerne. Det betyder, at eleverne kun arbejder med forsøg, som lærerne på forhånd ved virker. Systemet lægger ikke op til, at eleverne kan prøve sig frem. Det vil sige, at eleverne, som en lærer udtrykker det, "bare følger en bageopskrift". Det gode er, at eleverne på den måde repeterer kendt viden. Og det skal de fleste elever være gode til, for det skal man bruge i sin videre uddannelse. Men nogle elever evner at løfte sig over dét niveau, og til dem har man i dag ikke undervisningsmateriale, der kan stimulere og løfte dem. Lige præcis i fysik er det derfor godt, når disse elever kan få undervisning ved siden af den almindelige undervisning, eksempelvis om eftermiddagen og i forbindelse med valgfag. Her er der mulighed for, at eleverne får lov til at eksperimentere, lave fejl, og ikke kun får de forsøg, som man ved virker. For eleverne lærer mest af at prøve sig frem og at fejle og så forstå, hvorfor fejlene opstår.

Ifølge en lærer er udfordringen med det meste undervisningsmateriale, at det er "mere af det samme". Som det fremgår af billedet nedenfor af en lærebog, er der opgaver opdelt i blå og grønne spor. Hvis eleven føler sig nok udfordret, fortsætter hun eller han i det blå spor, og hvis eleverne gerne vil have flere udfordringer, fortsætter de i det grønne spor. Men udfordringen er, at det er "mere af det samme". Når en lærebog giver flere opgaver på denne måde, udfordres talenterne ikke nok. Det er således ikke nok, at de får samme type af opgaver med en lidt højere sværhedsgrad, for de har typisk knækket koden hurtigt, og så handler det om, hvordan de kan bruge den viden, de har fået. Det er den type udfordringer, der skal til, for ellers kommer de hurtigt til at kede sig, selv om lærerne giver dem nye opgaver.

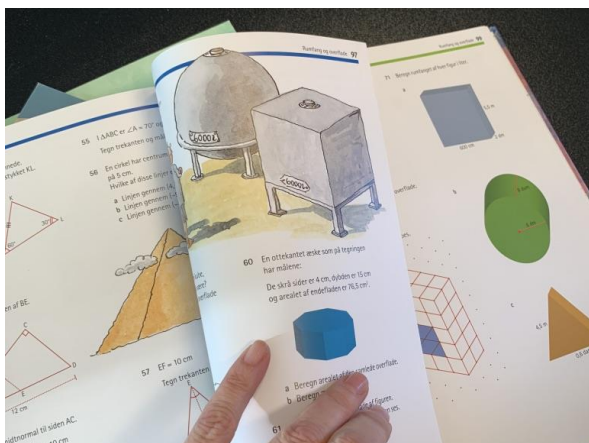


Foto: Eksempel på opgaver med forskellige sværhedsgrader i en lærebog (blå og grønne) med "mere af det samme".

Nogle lærere i udskolingen nævner, at det er vigtigere, at der er vejledning til elever end til lærere, da eleverne skal kunne arbejde selv. Lærerne er for tidspressede til, at de kan udarbejde særlige materialer og vejlede talentfulde tæt og ofte. Så materialet skal gerne være selvinstruerende. Lærerne behøver ikke vide alt hvad eleverne lærer. Eleverne skal bare være i flow, så det går fremad, bliver stadigt dybere.

Nogle lærere nævner, at for ikke at kaste underviserne ud i alt for meget nyt og ekstra arbejde, kunne talentmateriale tage udgangspunkt i de lærebøger, der allerede findes. Forlagene kunne således udarbejde et ekstra niveau med talentindsats oven på dét, der allerede eksisterer. Som en lærer siger, kan det måske hjælpe mange lærere, at det ikke er noget helt nyt, men en overbygning til allerede eksisterende materiale.

En bog, som man ifølge lærere kan give til dygtigere elever, er Matikki. Det er matematik på et højt niveau, og den er spændende at arbejde med for eleverne. Den handler om en person, der gerne vil slippe væk fra en øde ø. Til forskel fra andre lærebøger i matematik er denne skrevet som tekst. Man kan give den til elever, der er dygtige, men som en lærer siger, bliver det også tydeligt, at eleven arbejder med noget andet end de andre.

Digitale materiale er ifølge lærerne også meget relevant, men lige nu er der ikke så meget af den slags materiale tilgængeligt. I Danmark findes der eksempelvis MatematikFessor, men niveauet matcher ifølge lærerne slet ikke de dygtigste elever.

Ifølge andre lærere mangler digitale platforme som Clio-online et fordybelsesniveau. Det betyder, at eleverne ikke når ned i kernefagligheden i fagene, fordi teksterne er for overfladiske. Ofte består den digitale form af korte oversigtstekster, der ikke er så grundige, som i en lærebog, der ifølge lærere også i højere grad hjælper eleverne mere med at forstå teksten. Nogle lærere kan derfor godt savne materialer i bog- og papirform. På en skole nævner lærerne, at der kun er budget til at betale for de digitale platforme, og derfor ikke midler til også at prioritere indkøb af bøger til alle elever.

Af foto nedenfor fremgår billeder af en lærebog, som en lærer godt kan lide: *"Sådan noget materiale som det her er jeg rigtig glad for. Det er godt. Der er nogle gode modeller, og der er en tekst, som er mere informationsmættet, og der er også modeller til at forklare det. Materialet er opdateret, måske har eleverne selv være i MR-scanner eller kender nogle, der har det. Der fremgår også en forventnings-afstemning på den indledende side i forhold til, hvad teksten kommer ind på. Der er også spørgsmål, der får dem til at undre sig. Det synes jeg er fedt. Jeg ville gerne kunne give dem det med hjem og sige, at de skal læse kapitel 6. Så møder de også op til undervisningen med en anden forforståelse, end hvis de bare kommer uden forberedelse, og jeg kan derfor starte et andet sted".*

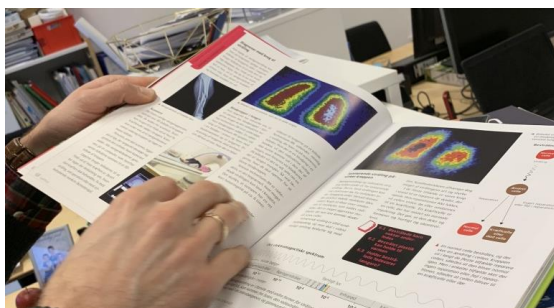


Foto af en lærebog, som er grundig i sin gennemgang af forskellige temaer

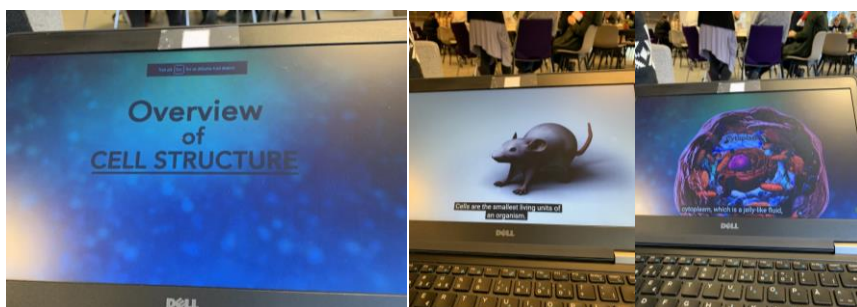
Nogle lærere mener endvidere, at elevernes kreativitet og evne til at gå i dybden forsvinder på de digitale platforme. Tidligere havde elever ikke computer med i skolen, og IT var i et andet lokale. Nu er de gode til at præsentere på computeren, men deres håndværksmæssige færdigheder og evner inden for engineering bliver ifølge lærere ringere, når de anvender de digitale platforme i det omfang, de gør i dag.

En af skolerne i undersøgelsen opretter klasser fra 7. klasse med elever fra egen kommune og andre kommuner. På skolen kalder man ikke eleverne for talenter. Dét, der kendetegner eleverne er, at de af forskellige faglige eller sociale grunde har underpræsteret på deres tidligere skoler, og at de ønsker at blive mere fagligt udfordret, end de hidtil er blevet.

Der kan være forskellige grunde til, at eleverne hidtil har underpræsteret. Det kan være, at de har siddet meget med hånden oppe, og hvis de andre elever i klassen ofte problematiserer dette eller driller eleven, ender eleven til sidst med ikke at række hånden op. De kan komme fra en klasse, hvor lærerne har fokuseret på svagere elever, hvor man ikke måtte gå længere frem i bøgerne, eller er blevet brugt som hjælpelærer. Endelig kan det også være de lidt nørdede elever, som har været udsat for mobning, eller blot helt almindelige elever, som bare godt kan lide at lære noget. Skolen favner dem alle, og oplever tit, at når eleverne kommer i et nyt fagligt fællesskab med fokus på talent og krævende opgaver, blomstrer de igen.

Talentfulde elever arbejder meget selvstændigt og kommer hurtigt igennem det grundlæggende undervisningsmateriale. De skal derfor have materiale, der er problemorienteret og på et højt niveau.

En af lærerne fortæller, at vedkommende tager udgangspunkt i Clio, og fylder så selv på med ekstra materiale. Vedkommende har generelt ikke tid til at lave et egentligt forløb. Noget af dét vedkommende supplerer Clio-materialet med, er f.eks. små film fra Youtube. Et eksempel kan være en film som den nedenfor, der handler om celler. Sådan noget materiale mener læreren, man eventuelt kunne finde i udlandet og oversætte til dansk, for den helt grundlæggende faktuelle viden indenfor de naturvidenskabelige fag som celler, enzymer mv. er universel.



Noget andet materiale, som læreren leder efter på nettet og synes godt om, er svar fra forskellige universitetsforskere. Det gode er, at man kan forstå de svar, de giver på forskellige former for blogs, fordi de henvender sig til "almindelige" mennesker og indretter deres forklaringer derefter.

*”Jeg kunne godt savne materiale, der er beregnet til de allerdygtigste, og gerne noget der er differentieret. Denne gruppe af dygtige elever, som gerne vil lære, de stikker i mange retninger og vil noget forskelligt. Så hvis man kunne få noget materiale, som virkelig appellerede til de allerdygtigste, var differentieret i flere niveauer og med udfordrende tekster og opgaver, der krævede noget mere, så ville det være helt fantastisk.”*

Udfordrende opgaver er nogle, som giver mulighed for, at eleverne kan blive ved med at dykke dybere og dybere ned i materialet. Det er dog ifølge nogle lærere en ulempe, at de dygtige sluger det materiale, læreren giver dem. Faren er, at når de er færdige, får de noget mere af de samme. Og som en lærer siger: *”Så bliver det lidt idiot-arbejde. Derfor laver jeg selv nogle ting. Men det kunne være lækkert med en web-portal til de unge, hvor de kan undersøge, og selv dykke dybere ned”.*

### 4.3.3 ABC-modellen i en dansk kontekst

En skole har som led i skolens arbejde med talentudvikling uddannet fire talentvejledere. Næste fase i skolens talentudviklingsarbejde er, at alle lærere skal begynde at arbejde med talentudvikling i den daglige undervisning ved hjælp af ABC-modellen. Denne model fremhæves af både interviewede lærere, og af interviewede eksperter i Danmark og udlandet. ABC-modellen betyder, at undervisningsmaterialet er differentieret til tre grupper af elever: Materiale på A-niveau gives til grundlæggende undervisning. Materiale på B-niveau gives til elever, der skal have et lidt højere niveau. Og materiale på C-niveau gives til talentfulde elever, der skal have et endnu højere niveau. Det er ressourcekrævende for den enkelte lærer at udvikle undervisningsmateriale efter ABC-modellen. Derfor efterspørges materiale, der er differentieret.

På en skole skal lærerne selv lave ABC-opgaverne. Talentvejlederne efterlyser materiale, som de kan give til deres kolleger, og som understøtter lærerne i processen med at udvikle eget materiale, hvilket skyldes, at det er relativt nyt at tænke på denne måde. Nogle lærere fremhæver bogen af Kirsten Baltzer m.fl.: Dygtig, dygtigere, dygtigst.

Med afsæt i litteraturkortlægningen, ekspertinterviews og interviews med danske lærere vurderer vi, at udenlandsk undervisningsmateriale for talentudvikling indenfor STEM-fagene med fordel kan fungere efter ABC-modellens taksonomi og indeholde disse elementer for at kunne fungere stærkt i en dansk kontekst:

- Fokus på understøttelse af fællesskabet i klassen
- Stimulering af selvstændighed hos eleverne
- Lærerne anerkender eleverne, og møder dem dér, hvor de er fagligt og personligt
- Lærerne lægger stor vægt på at have fokus på elevernes interesser, og hvad der motiverer dem
- Dannelse – at kunne indgå i demokratiske processer
- At lærerne selv har mulighed for at justere i materialet, så det passer til eleverne.

Med disse elementer kan talentudvikling integreres i værdier i dansk skolekultur generelt.

I Danmark har lærerne generelt stort fokus på fællesskabet. Selv om der skal være fokus på talentfulde elever, skal klassen også kunne fungere som en helhed. Derfor er det vigtigt med materiale, der kan understøtte en fælles tilgang i klassen, så de dygtige elever ikke tages for meget ud af klassen. Mange dygtige elever bryder sig ikke om, at de kommer til at skille sig for meget ud, fordi de kan komme til at føle sig udenfor fællesskabet. ABC-modellen kan tage højde for dette.

Selvstændighed hos eleverne er en anden værdi i dansk skolekultur. I ABC-tilgangen lægges der op til, at eleverne selv kan vurdere deres eget niveau og evner, og tage stilling til hvilken opgave de kan løse. Hvis en elev ved, hvad en fødekæde er, så behøver hun eller han ikke niveau A, men kan gå videre til niveau B eller C.

Det er også en dansk værdi, at lærerne gerne vil møde eleverne dér, hvor de er og anerkende dem for, hvad de er, og hvad de kan. Hvis man kun kan lave A-opgaven, har det lige så stor værdi som dem, der kan lave C-opgaven. Man er ikke mindre værd som elev eller menneske, fordi man ikke kan arbejde med de svære opgaver.

En anden værdi i dansk skolekultur er at se eleverne som individer. Nogle elever er udfordret i mange fag, men nogle kan lave en A-opgave i matematik og en C-opgave i dansk. Dette passer sammen med dannelse – at eleverne se dette, tage ansvar, hjælpe andre, har empati og kan indgå i demokratiske processer med at vælge selv og vælge sammen med andre.

Vi har spurgt lærerne, om de kan se for sig, at der findes udenlandsk materiale, man kan kopiere og oversætte til dansk. Nogle svarer, at det særlige ved at være lærer er, at man har så meget af sig selv med i undervisningen.

Men hvis der er tilstrækkeligt materiale, som læreren kan vurdere og vælge ud af, eksempelvis tre eksempler på A-opgaver, tre eksempler på B-opgaver og tre eksempler på C-opgaver til den samme tekst, vil man have mulighed for at sortere og udvælge netop den opgave, man ved vil interessere de elever i klassen, der er i C-gruppen. Der er altså ifølge lærerne behov for mere end én opgave på hvert niveau, så man kan vælge, fremfor at man skal til at justere i opgaver.

*”Når jeg planlægger min undervisning, hvor jeg gerne vil udfordre dem, så ved jeg, at de er dødtrette af at læse om eventyr, men jeg skal have fundet en fantasy-tekst til dem. Hvis der så lå et materiale om eventyr, så ville jeg måske fravælge den, hvor andre lærere med andre nationaliteter måske ville sige, jamen det er lige meget, opgaven skal laves, og så er de måske ligeglade med, om det motiverer dem eller ej.”*

*”Det kan være svært at udvikle decideret materiale, men jeg tror mine kollegaer mangler de tre bøger sat sammen til noget mere tilgængeligt og let, som kan svare på, hvad er en A-opgave, hvad er en B-opgave. De har brug for et opgave-skelet.”*

Disse læreres pointe er, at hvis man kan udvikle skelettet, vil det være nemmere for lærerne at se, hvordan de kan udfordre de talentfulde elever, og se eksempler på hvordan det kan fungere med undervisningsdifferentiering i den almindelige undervisning, og hvordan man som lærer kan udvikle talenter, herunder hvad der er niveauet i en A-opgave og i en C-opgave på de forskellige klassetrin og koblet op på de Fælles Mål. En A-opgave skal opfylde mindste-kravene. Hvis en lærer selv skal udvikle undervisningsmateriale og på både A-, B- og C-niveau, skal man bruge tid på at sætte sig ind i specifikke Fælles Mål og vurdere, hvad der lever op til disse i den konkrete opgave. Lærerne nævner, at det kan være en hjælp i forberedelsen at have noget konkret at forholde sig til.

*”Det ville være rart at have materialer til mine kollegaer, så jeg kan hjælpe dem i hverdagen. Vise dem, hvordan de kan gøre det. Nu er min eneste mulighed, at jeg kan fortælle dem om ABC-modellen. Men så kræver jeg samtidig af dem, at de selv skal lave det. Det vil være meget bedre, hvis jeg kunne sige, her er nogle muligheder, du kan anvende”.*

På spørgsmålet om, hvorvidt der allerede findes en udgivelse, som man kan lade sig inspirere af, og hvor man kan se, hvordan et såkaldt ”skelet” ser ud, svarer en talentvejleder, at inden for cooperative learning har mange lærere en bog af Jette Stenlev med forskellige metoder. Det er ifølge vejlederen et eksempel på en bog, som en del lærere bruger til at slå op i. Så noget lignende kunne være interessant, og gerne med et medfølgende hæfte med tekster, som kan bruges på de forskellige klassetrin.

## 5 Oversigt over de udvalgte programmer, materialer mv.

I dette kapitel præsenteres en oversigt over de udvalgte programmer, materialer mv. De er udvalgt på baggrund af litteraturkortlægningen, program- og praksiskortlægningen og afprøvning blandt danske eksperter og praktikere, og vurderet af Realize. Nedenfor præsenteres en typificering af programmer, materialer mv.

I bilag 1 fremgår i skematisk oversigtsform de udvalgte programmer, materialer mv. inklusiv en beskrivelse af programmet, materialet mv., den organisation, der står bag det, målgruppe, formål, indhold, form, metode og didaktisk tilgang, organisering, overførbare, prisestimat for at benytte det, samt vurdering af lovende praksis. I bilag 2 fremgår en oversigt over samtlige programmer, indsatser, metoder, forløb og materialer, som Realize har identificeret i kortlægningen.

### 5.1.1 Typificering af programmer, materialer mv.

Præsentationen af programmer, indsatser, metoder, forløb og materialer i bilag er inddelt i disse typer:

- Programmer: lovgivning, promoverende programmer, økonomiske støtteprogrammer
- Certificering af skoler
- Konkurrencer, priser mv.
- Forløb på eksterne laboratorier
- Mentoring fra eksterne (andre end lærere på skolen)
- Fysiske undervisningsmaterialer
- Digitale materialer, herunder apps
- Efteruddannelse og kompetenceudvikling for lærere.

I præsentationen af de 19 programmer, materialer mv. angives også typificering i de fem temaer identificeret i litteraturkortlægningen som centrale temaer for at styrke talent hos talentfulde elever:

- Tema 1: Læringsstrategier
- Tema 2: Succesoplevelser
- Tema 3: Eksperimenter, teknologi og relaterbare elementer
- Tema 4: Mentoring og faglige fællesskaber
- Tema 5: Læreren som mentor og guide.

Endvidere angives, om programmet, materialet mv. er henvendt til grundskole- eller gymnasieniveau.

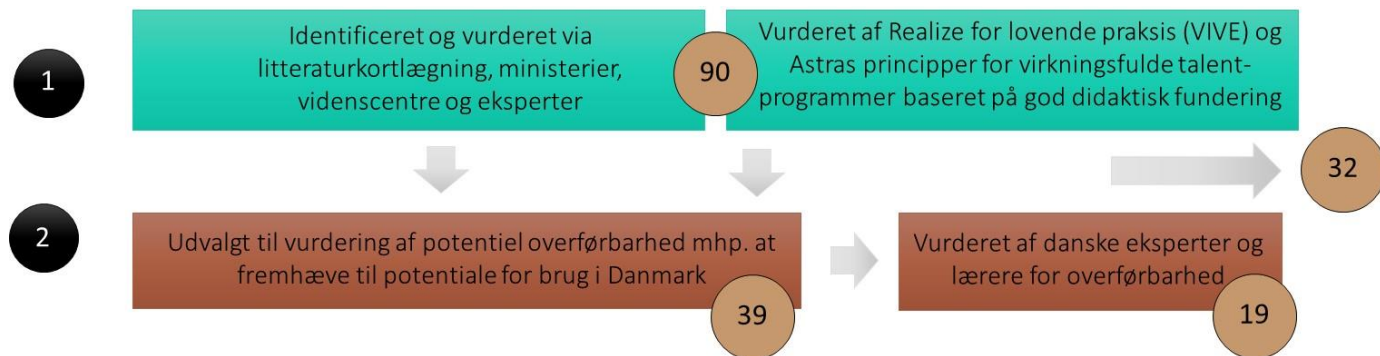
### 5.1.2 Om screeningsprocessen

Kortlægningen gennemført ved brug af en screeningsmodel, hvor vi har identificeret programmer, indsatser, metoder, forløb og materialer og herefter screenet dem i flere trin med forskellige kriterier. Samlet har dette ført frem til identificering af de 19 programmer og materialer, som Realize fremhæver til inspiration til, hvad der kan overføres til Danmark.

Nedenstående figur viser screeningens to trin:



Figur: 5.1: Screening af programmer, indsatser, metoder, forløb og materialer



Vi har via en bred research identificeret 90 programmer, indsatser, metoder, forløb og materialer (trin 1). Det er sket via litteraturkortlægningen, via henvendelser til ministerier og videnscentre i de fem lande, og i Sydkorea også henvendelse til det danske innovationscenter i Seoul, via interviews med eksperter og skoler, og via bredt fokuserede søgninger på internettet.

De 90 programmer, materialer mv. er blevet screenet med følgende tilgang:

- Programmet, materialet mv. er anbefalet af eksperter i litteraturen, af ministerier eller videnscentre, eller af eksperter i udlandet eller i Danmark
- Programmet, materialet mv. er af Realize vurderet med kriterier for, at det indeholder lovende praksis (efter VIVEs model herfor), og at det hviler på Astras principper for virkningsfulde talentprogrammer baseret på god didaktisk fundering
- Programmet, materialet mv. er vurderet af Realize at have en god potentiel overførbarehed til dansk kontekst, baseret på alle datakilder samt dialog med danske eksperter og lærere om materialet.

Af de 90 programmer, materialer mv. er de 58 på denne baggrund blevet vurderet at have en god potentiel overførbarehed til Danmark. 32 er blevet frasorteret for ikke at have dette.

De tilbageværende 58 programmer, materialer mv. (markeret i ovenstående figur som 39+19 i trin 2) fordeler sig på de otte typer: nationale programmer; certificering af skoler; konkurrencer, camps mv.; forløb med universiteter/i laboratorier; mentoring fra eksterne; fysiske undervisningsmaterialer; digitale materialer; kompetenceudvikling/netværk for lærere. Realize har udvalgt de 19 af disse, som vi har vurderet repræsenterer det største potentiale som repræsentanter for de 58 programmer, materialer mv. og forestået en vurdering af disse 19 programmer, materialer mv. med mellem tre danske eksperter og fire danske lærere. Det er sket på møder, hvor materiale har været fremsendt på forhånd. Det er vores vurdering, at alle 19 programmer, materialer mv. vil kunne være nyttige i Danmark og har en god potentiel overførbarehed til Danmark.

De øvrige 39 programmer, materialer mv. vurderer vi endvidere har en god potentiel overførbarehed til Danmark. De har gennemgået hele vores screeningsproces, bortset fra vurderingen fra danske eksperter og lærere, og de har samme karakteristika som de 19 programmer, materialer mv., der er blevet vurderet af danske eksperter og lærere.

### 5.1.3 Om screeningskriterierne

De to sæt screeningskriterier, vi har anvendt for vurderingen af, om programmer, materialer mv. kan kategoriseres som lovende praksis, er:

1. Kriterier udvalgt fra VIVEs forskningsmodel for at vurdere lovende praksis
2. Astras principper for virkningsfulde programmer baseret på god didaktisk fundering af talentmateriale indenfor STEM-fag.

VIVEs kriterier for lovende praksis er udvalgt fra VIVEs forskningsmodel for at identificere og bestemme lovende praksis (udviklet i det daværende SFI).<sup>2</sup> Da modellen er udviklet med afsæt i det specialiserede socialområde, og da modellen er fokuseret på at bestemme lovende praksis i sociale metoder, har vi udvalgt de elementer blandt de 11 elementer i modellen, som vi finder hensigtsmæssige til at vurdere lovende praksis i programmer, indsatser og metoder for talentudvikling. De udvalgte elementer er:

- Teori og viden og virkning: Står indsatsen på teori og viden, og er der viden om virkning for målgruppen?
- Beskrivelse og mål: Er metoden velbeskrevet, og er der klare mål?
- Overførbarehed: Er der potentiale for overførbarehed til andre kontekster?
- Er økonomien i brug af metoden velbeskrevet?
- Monitorering og opfølgning: Monitoreres indsatsen og sker der opfølgning af indsatsen?

ASTRA peger på, at talentprogrammer skal være adaptive. ASTRA's principper for virkningsfulde programmer baseret på god didaktisk fundering af talentmateriale indenfor STEM-fag er:<sup>3</sup>

- Enrichment, not acceleration: Materialet skal uddybe emneområder på elevens niveau, ikke bare sende dem hurtigt videre til næste niveau
- I learn when I do: Man lærer bedst, når man selv skal afprøve, regne på/pusle med mv.
- The social factor is the key component: Man lærer bedst i social kontekst, så materiale bør forbinde elever og skabe community
- Der bør være en sværhedsgradsmarkering: niveauangivelse er vigtigt for ikke at demotivere elever ved enten for svære eller for lette opgaver
- Belønning: Der må gerne være belønning eller bevis, når man har gennemført en vis mængde, et kursus el.a.
- Lærerkompetencer: Eleverne kan ikke overlades til et adaptivt læringssystem, uden at lærerne er uddannet til at bruge det og kan trække data ud om det
- Evaluering: Følgforskning er vigtig i introduktionen af et nyt læremiddel for at etablere viden om implementeringspotentiale. Der skal være parametre man kan måle på i følgforskning.

Disse principper er også i overensstemmelse med fundene i litteraturkortlægningen.

Alle programmer, materialer mv. er blevet screenet med disse to sæt kriterier for at kvalificere til at blive løftet videre til næste trin i screeningsmodellen: om programmet, materialet mv. har en god potentiel overførbarehed til dansk kontekst.

---

<sup>2</sup> Didde Cramer Jensen et.al.: Indkredsning af lovende praksis på det specialiserede socialområde, 2016

<sup>3</sup> Defineret i møde med ASTRA samt i notat af 16. november 2018: Kort og hurtigt notat vedr. køb af udenlandsk system til at understøtte læring for de dygtigste elever

#### **5.1.4 Samlet præsentation af programmer, materialer mv. fremhævet som havende potentiale for overførbare til dansk kontekst**

Som nævnt ovenfor ledte screeningsprocessen frem til de 19 programmer, materialer mv., der har en anerkendt kvalitet og er vurderet til at have en potentiel god overførbare til dansk kontekst. De repræsenterer også en variation i typer, som nævnt ovenfor: nationale programmer; certificering af skoler; konkurrencer, camps mv.; forløb med universiteter/i laboratorier; mentoring fra eksterne; fysiske undervisningsmaterialer; digitale materialer; kompetenceudvikling/netværk for lærere.

Og som det fremgår ovenfor har vi yderligere identificeret 39 programmer, materialer mv. via screeningsprocessen, der har samme karakteristika som de 19 programmer, materialer mv. Det vil sige, at de er vurderet til at have potentiale til overførbare til dansk kontekst ved at have relevans, være af høj kvalitet, være tilgængelige, og være positivt vurderet af eksperter. Udpegning af de 19 programmer, materialer mv. ud af de 58 er sket under hensyn til at sikre en bred repræsentation af forskellige typer programmer, materialer mv., og ikke have for mange relativt ensartede med på nettolisten.

De i alt 58 programmer, materialer mv. fremgår i oversigtsform i nedenstående tabel 5.1. og tabel 5.2:

Tabel 5.1 indeholder de 19 programmer, materialer mv., der er vurderet af danske eksperter og lærere.

Tabel 5.2 indeholder de 39 programmer, materialer mv., der har gennemgået samme skridt i screeningsprocessen, bortset fra at de ikke er vurderet af danske eksperter og lærere, men fortsat af Realize er vurderet til at have potentiale til overførbare til dansk kontekst.

I bilag 1 præsenteres de 19 programmer, materialer mv., der er blevet vurderet af danske eksperter og lærere, uddybende i en tre siders præsentation af materialet og billeder heraf samt vores vurdering med screeningskriterierne. I bilag 2 fremgår en oversigt over samtlige 90 programmer, indsatser, metoder, forløb og materialer, som Realize har identificeret i kortlægningen.

Tabel 5.1 De 19 udvalgte programmer materialer mv., vurderet af danske eksperter og lærere

Type: Program	Grundskole	Gymnasium	Nationale programmer	Certificering af skoler	Konkurrencer, camps mv.	Forløb m. universiteter/ i laboratorier	Mentoring fra eksterne	Fysiske undervisningsmaterialer	Digitale materialer	Kompetenceudvikling/ netværk for lærere
1.Design Squad Global	x				x			x	x	
2. Code-Monkey	x								x	
3. Davidson Track for Mathematical Excellence	x	x	x					x		x
4. MINDS-OnSTEM		x							x	
5. Khan Academy	x	x							x	
6. Ted-Ed	x								x	
7. EiE Engineering is Elementary	x							x	x	
8. e2 Young Engineers	x				x			x	x	
9. Davidson Institute – The Educational Arm of the Weizmann Institute	x	x	x			x		x	x	
10.NACE - National Association for Able Children in Education	x			x			x			x
11. NCSSES - National Consortium of Secondary	x	x		x	x		x			x

STEM School										
12. Haus der Kleinen Forscher	x			x						x
13. Alpha – Research Program in the Sciences, Future Scientists	x	x	x			x		x		
14. Cyper-Mentor	x	x					x			
15. Jugend forscht – Wir fördern Talente	x	x	x		x		x			
16. Kolumbus - Kids	x					x	x			
17. CyberFirst	x	x	x		x					
18. HEMDA Schwartz-Reisman Science Education Center Tel Aviv Yafo		x	x			x				
19. Future Lean – Online Courses		x							x	
I alt: 19	16	11	6	3	5	4	5	6	9	4

Tabel 5.2: 39 yderligere programmer, materialer mv.

Type: Program	Grund- skole	Gymna- sium	Nationale program- mer	Certificerin- g af skoler	Konkurren- cer, camps mv.	Forløb m. universi- teter/ i labora- torier	Mentoring fra eksterne	Fysiske undervisnings- materialer	Digitale materialer	Kompetence- udvikling/ netværk for lærere
Shavit	x							x		
iScientist	x	x				x			x	
Computatio- nal Science Physics (CS)	x								x	
Active Science for Excellence (ASE)	x					x				
Earth Science		x							x	
The Safe Cracking Internatio- nal Physics Tourna- ment		x			x					
Ma'ale Excelling Arab Students in Science and Engineering		x				x				
ATUDA		x				x				
Future Scientists		x				x				
The Technion Exellence Program						x	x			
Accelerated math	x							x	x	
KSASF (KSA Science Fair)		x			x					
KSA Sciebce- gifted		x				x				x

# realize

Education Forum										
Scientists House		x							x	
Science-gifted institute R&E and Outstanding Research Presentation			x				x			
Smart Kinder	x								x	
Expedition of Active Learning	x					x				
I-See-Math	x								x	
Next generation science standards – for States by States	x	x								x
STEM teaching tools	x								x	
Young Scholars	x	x				x			x	
Activate Awsome			x						x	
STEM Series Blueprints for Biography	x		x						x	
Science Olympiad	x		x				x			
NeoK12	x								x	
Area9			x						x	
The Virtual High School			x						x	

# realize

Stanford Pre-Collegiate Studies		x				x				
PBS Learning-Media	x	x							x	
PLTW	x	x						x	x	
Try-Engineering	x	x			x	x			x	
TinyBop	x							x	x	
Science on Stage										x
DLR_School_Lab	x	x				x				
Mint-mentoring		x				x	x			
Junior Engineer Academy	x	x				x				
National STEM Platform	x	x					x	x	x	x
The TCS Oxford Computing Challenge		x			x					
UK Bebras Computational	x	x							x	



## 5.1.5 Anbefalinger til særligt anvendeligt materiale i Danmark

Anvendelse af de udvalgte programmer, materialer mv. i Danmark

Realize har udvalgt 14 af de 19 programmer, materialer mv., som vi fremhæver for STUK som nogle, der vil være særligt anvendelige i Danmark. I de resterende fem minder indholdet i store træk om programmer, materialer mv., der allerede dækkes af andre tiltag i Danmark. De fremhævede 14 programmer, materialer mv. kommenteres nedenfor, og nummer for placering i bilag 1 er fremhævet. I Bilag 1 er en uddybende beskrivelse af hvert program, materiale mv.

### *Gratis undervisningsmaterialer*

Fire af de udvalgte programmer, materialer mv. er gratis og kan derfor i princippet bringes direkte i anvendelse på danske skoler. Det drejer sig om:

- Design Squad Global (nr. 1)
- Khan Academy (nr. 5)
- TED-Ed (nr. 6)
- Future Learn (nr. 19).

### *Undervisningsmaterialer som skal indkøbes*

Fem af de udvalgte programmer, materialer mv. er ikke gratis. Det drejer sig om:

- CodeMonkey (nr. 2)
- MINDS-ON STEM (nr. 4)
- EiE Engineering is Elementary (nr. 8)
- Davidson Institute – The Educational Arm of the Weizmann Institute (nr. 9)
- CyberFirst (nr. 17).

Khan Academy er det eneste af ovennævnte programmer, der findes på dansk. Vi anbefaler, at Undervisningsministeriet afprøver de resterende programmer, materialer mv. sammen med elever og lærere med henblik på at finde ud af, om sproget er på et sådant niveau, at det kan forstås af danske elever på det pågældende klassetrin, eller om der er behov for en oversættelse til dansk. Ved samme lejlighed bør det endvidere testes, i hvor høj grad danske elever og lærere finder programmerne og materialerne interessante og motiverende. Endelig kan man rette et særligt fokus på de elevinstruktioner, der følger med materialet. Lærerne efterspørger gode instruerende introduktioner for elever, som gør, at eleverne selv kan arbejde med materialet. Det vil mindske den tid, lærerne ellers skal bruge på at instruere og hjælpe eleverne i løbet af undervisningen.

### *Eksterne laboratorier og faciliteter*

I to af de udvalgte programmer foregår undervisningen på laboratorier uden for skolerne. Det drejer sig om:

- Haus der Kleinen Forscher (nr. 12)
- HEMDA Schwartz-Reisman Science Education Center Tel Aviv Yafo (nr. 18).

Det kræver forholdsvis store investeringer både at etablere eksterne laboratorier, drive dem og løbende vedligeholde dem. Hvis STUK overvejer at indføre denne type af tiltag for at forbedre talentudviklingen i Danmark, anbefaler vi, at der først gennemføres en undersøgelse af behovet i praksis, herunder hvordan

de kan bringes i anvendelse i Danmark. Her tænker vi blandt andet på en eventuel geografisk placering. Ifølge nogle af de lærere, vi har talt med, er det typisk de skoler, der ligger tættest på et eksternt laboratorium, som får størst udbytte af faciliteterne, idet der kan være en geografisk barriere for brug af faciliteterne.

## *STUK som central aktør*

De sidste tre udvalgte programmer, materialer mv. retter sig mod et nationalt niveau og vil kræve, at STUK og/eller en anden central aktør som eksempelvis Astra, involverer sig i at få dem udbredt i Danmark. Det drejer sig om:

- NACE-skoler: National Association for Able Children in Education (nr. 10)
- NCSST: National Consortium of Secondary STEM Schools (nr. 11)
- CyperMentor (nr. 14).

I forbindelse med Realizes kortlægning har det engelske NACE-skolenetværk med fokus på talentudvikling givet udtryk for, at de meget gerne vil drøfte et eventuelt samarbejde med Danmark. Vi anbefaler STUK at følge op på invitationen. NACE -skolerne virker til at være kommet længere med eksempelvis undervisningsdifferentiering med et specifikt talentfokus, som hos dem er integreret aktivt i undervisningen. Næste fase i talentudviklingen i Danmark ser bl.a. ud til at skulle have fokus på netop at øge undervisningsdifferentiering, og da nogle af de lærere, vi har talt med, efterspørger mere viden og hjælp til, hvordan de eksempelvis selv kan udvikle opgaver og materialer til det sværeste niveau "C", vil det være godt at indhente de engelske erfaringer på området. Eksempelvis har den engelske regering, i samråd med NACE i efteråret 2018 udviklet det fremtidige pensum for skolerne indenfor STEM. Det kunne være en vej at gå i Danmark, da de lærere, vi har talt med, finder det vanskeligt at finde tid, materialer og ressourcer til selv at skulle udvikle materiale på alle tre ABC-niveauer - og især det sværeste "C-niveau".

## Opmærksomhedspunkter om yderligere afprøvning i danske skoler

Vi anbefaler, at STUK før en anbefaling til skoler og elever og før en udrulning af et program, materiale mv. forestår en systematisk afprøvning i praksis på danske skoler, hvor det kan testes videre blandt danske lærere og talentfulde elever.

For mange af disse programmer, materialer mv. vil det være vanskeligt kun at oversætte det til dansk og så bruge det uden tilpasning. Velfungerende materiale til talentfulde elever skal være krævende og sikre, at eleverne kan komme dybt ned i den faglige substans. Samtidig skal det være interessant for eleverne, så de motiveres af at arbejde med det. Og det skal være i overensstemmelse med de danske Fælles Mål for fagene. Det er en krævende opgave at udvikle eller transformere materiale, så det lever op til disse krav. I nogle tilfælde vil det være hensigtsmæssigt, at materiale udvikles af undervisere og eksperter på et højere niveau, altså at gymnasielærere udvikler talentmateriale til skoleelever, og universitetsforskere udvikler talentmateriale til gymnasieelever. Vi har ikke i nærværende kortlægning inkluderet universitetsniveauet, idet opgaven har været fokuseret på grundskole- og gymnasieniveau. Visse programmer og materialer er udviklet på eller forestås af universiteter, men anvendes på gymnasier og er derfor medtaget. Men kortlægningen indeholder ikke en systematisk screening af universitetsniveau.

Som et supplement til det udvalgte udenlandske materiale kan det overvejes at gå i dialog med de forlag, der udbyder de mest anvendte lærebøger med henblik på at undersøge, om de eventuelt kan udvikle opgaver på C-niveau "ovenpå" det materiale, der allerede eksisterer. På den måde vil man kunne tilgodese læreres og elevers ønsker om, at undervisningsmaterialet gerne må være ud fra et fælles afsæt for læring

i hele klassen. Det kunne muligvis også være Astra, der udarbejder eksempler på C-niveau opgaver, som eventuelt efterfølgende kunne tilgås af lærere og elever på EMUen.

Danske lærere udtrykker også ønske om at have en "kilde", hvor de kan søge efter relevant og inspirerende materiale til udvikling af opgaver. I den forbindelse er det Realizes vurdering, at det udvalgte materiale fra Davidson Instituttet i Israel vil være interessant i en dansk sammenhæng, når det drejer sig om materiale på det fagfaglige område.

Endelig efterlyser danske lærere et "skelet" eller en form for vejledning til, hvordan man som lærer kan udvikle C-niveau opgaver. Her vil det være en mulighed at undersøge nærmere, om det engelske NACE-skolenetværk, der arbejder med ABC-modellen, allerede har udviklet et sådant skelet samt opgaver på C-niveau, men som ikke i dag er lagt på deres hjemmeside, og om sådanne opgaver er anvendelige i en dansk kontekst.

## 6 Litteraturliste

Benny, Naama & Ron Blonder (2018): "Interactions of chemistry teachers with gifted students in a regular high-school chemistry classroom", *Chemistry Education Research and Practice*

Blankenburg, Janet, Tim N. Höffler, Heide Peters & Ilka Parchmann (2016): "The effectiveness of a project day to introduce sixth grade students to science competitions", *Research in Science & Technological Education*

Chen, Jingping, David Yun Dai, Yehan Zhou (2013): "Enable, Enhance, and Transform: How Technology Use Can Improve Gifted Education", *Routledge, Taylor & Francis Group*

Choi, Kyong Mi (2014): "Opportunities to Explore for Gifted STEM Students in Korea: From Admissions Criteria to Curriculum", *Theory Into Practice*

Cramer Jensen, Didde, Mogens Jin Pedersen, Jan Hyld Pejtersen, og Anna Amilon: *Indkredsning af lovende praksis på det specialiserede socialområde*, 2016

Debbie Dailey, Alicia Cotabish and Nykela Jackson (2018): "Increasing Early Opportunities in Engineering for Advanced Learners in Elementary Classrooms: A Review of Recent Literature", *Journal for the Education of the Gifted*, SAGE

Fraleigh-Lohrfink, Kimberly J., M. Victoria Schneider, Dawayne Whittington & Andrew Feinberg (2013): "Increase in Science Research Commitment in a Didactic and Laboratory-Based Program Targeted to Gifted Minority High-School Students"

Hausmann, Dieter (2012): "Extracurricular Science Labs for STEM Talent Support", *Routledge, Taylor & Francis Group*

Ihrig, Lori M., Erin Lane, Duhita Mahatmya & Susan G. Assouline (2018): "STEM Excellence and Leadership Program: Increasing the Level of STEM Challenge and Engagement for High-Achieving Students in Economically Disadvantaged Rural Communities", *Journal for the Education of the Gifted*

Judy Dori, Yehudit, Vered Dangur, Shirly Avargil & Uri Peskin (2014): "Assessing Advanced High School and Undergraduate Students' Thinking Skills: The Chemistry? From the Nanoscale to Microelectronics Module", *ACS Publications*

Jun, SooJin, SunGwan Han, HyeonCheol Kim & WonGyu Lee (2014): "Assessing the computational literacy of elementary students on a national level in Korea", *Springer Science+Business Media*

Kyeong Kim, Min, Il Soon Roh & Mi Kyung Cho (2015): "Creativity of gifted students in an integrated math-science instruction", *Elsevier*

Paz-Baruch, Nurit (2017): "Educational and Learning Capitals of Israeli Students with High Achievements in Mathematics", *Journal for Education of the Gifted*

Robinson, Ann, Jill L. Adelson, Kristy A. Kidd, Christine M. Cunningham (2017): "A Talent for Tinkering: Developing Talents in Children from Low-Income Households Through Engineering Curriculum", *National Association for Gifted Children*

Schütte, Kerstin & Olaf Köller (2015): "Discover, Understand, Implement, and Transfer': Effectiveness of an intervention programme to motivate students for science", *International Journal of Science Education*

Stoeger, Heidrun, Teresa Greindl, Johanna Kuhlmann, & Daniel Patrick Balestrini (2017): "The Learning and Educational Capital of Male and Female Students in STEM Magnet Schools and in Extracurricular STEM Programs: A Study in High-Achiever-Track Secondary Schools in Germany", *Journal for the Education of the Gifted*

Stoeger, Heidrun, Manuel Hopp, & Albert Ziegler (2017): "Online Mentoring as an Extracurricular Measure to Encourage Talented Girls in STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics): An Empirical Study of One-on-One Versus Group Mentoring", *Gifted Child Quarterly*

Wegner, Dr. Claas, Lea Minnaert & Friederike Strehlke (2013): "The importance of learning strategies and how the project "Kolumbus-Kids" promotes them successfully", *European Journal of Science and Mathematics Education*

Wegner, Dr. Claas, Lea Minnaert & Friederike Strehlke (2013): "The Kolumbus-kids project in Germany for gifted children", *Science around the world*

Wilson, Hope E. (2018): "Integrating the Arts and STEM for Gifted Learners", Routledge, Taylor & Francis Group

Young, Jamaal & Jemimah Young (2018): "The Structural Relationship Between Out-of-School Time Enrichment and Black Student Participation in Advanced Science", *Journal for the Education of the Gifted*

Ziegler, Albert, Heidrun Stoeger, Bettina Harder and Daniel Patrick Balestrini (2013): "Gifted Education in German-Speaking Europe", *Journal for the Education of the Gifted*, SAGE