

M'et i STEM i spil på talentlinje på Absalon



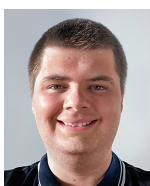
John
Andersson,
Absalon



Mikael
Scheby,
Absalon



Lars Bo
Kinnerup,
Absalon



Andreas
Hemmingsen,
Absalon

Abstract: På læreruddannelsen i Vordingborg (Professionshøjskolen Absalon) har vi på lærerprofilen SciTek arbejdet med STEM-udfordringer. I denne artikel fokuserer vi på hvordan matematiske kompetencer har været i spil i forbindelse med sådanne udfordringer. Erfaringerne viser at det bestemt kan fungere, men også at STEM-undervisning ikke blot er måder at gøre ting på, men noget der kræver sit eget indhold – og dermed tid og kræfter i undervisningen – for at lykkes tilfredsstillende.

M'et i STEM i spil på talentlinje på Absalon

På læreruddannelsen i Vordingborg udbydes en profillinje, kaldet SciTek. Studerende med undervisningsfag i matematik og et selvvalgt naturfag har mulighed for at følge denne særlige linje. Absalon er den eneste læreruddannelse i Danmark der tilbyder uddannelsen.

Formålet med SciTek-profillinjen er netop at skabe lærere med stor faglig viden og praktisk erfaring inden for matematik, science og teknologi så der uddannes lærere som er gode til at stimulere elevernes læring og få dem til at engagere sig i udfordringer og problemstillinger som involverer brug af matematiske og naturfaglige kompetencer.

I samarbejdet med grundskoler får de lærerstuderende mulighed for at afprøve om deres nye idéer til undervisning i STEM fungerer i praksis. Det er vigtigt at vide om deres idéer kan skabe interesse og motivation hos almindelige skoleelever.

Lektionerne på SciTek-profillinjen former sig i høj grad som en teknologisk legestue hvor de studerende får lejlighed til selv at bygge og designe med det formål at løse

aktuelle problemstillinger. Alt sammen med udgangspunkt i deres viden om matematik og naturfag. Det er tværfagligheden og værkstedstanken der er fremherskende.

Sådan er profillinjen opbygget

SciTek-profillinjens struktur

SciTek-profillinjen udbydes i medfør af talentbekendtgørelsen, dvs. at studerende ved at gøre en ekstra indsats, altså ud over de normerede 240 ECTS-point, kan erhverve titlen SciTek-lærer. Fagkombinationen på SciTek-profillinjen er matematik (obligatorisk), et af de tre naturfag i overbygningen (obligatorisk) samt et valgfrit undervisningsfag. Derudover er der et værkstedsbånd (én position med fire lektioner pr. uge), hvor der er dels oplæg, dels projektforsøg samt kurser af forskellig art (se tabel nedenfor).

Tabel 1. Oversigt over SciTek-profillinjen på læreruddannelsen.

1. semester Efterår	2. semester Forår	3. semester Efterår	4. semester Forår	5. semester Efterår	6. semester Forår	7. semester Efterår	8. semester Forår
LG/PL/KLM			LG/PL		LG/PL		LG
Matematik 4-10 10 ECTS	Matematik 4-10 10 ECTS	Matematik 4-10 10 ECTS	Matematik 4-10 10 ECTS				
		Valgfrit naturfag, udskoling 10 ECTS	Valgfrit naturfag, udskoling 10 ECTS	Valgfrit naturfag, udskoling 10 ECTS			
				Valgfrit undervis- ningsfag 10 ECTS	Valgfrit undervis- ningsfag 10 ECTS	Valgfrit undervis- ningsfag 10 ECTS	
	Specialiseringsmodul 10 ECTS Teknologiforståelse eller Playful Learning				Specialise- ringsmodul 10 ECTS Valgfrit		Specialise- ringsmodul 10 ECTS Valgfrit
		Praktik 10 ECTS SciTek pro- filskole		Praktik 10 ECTS Valgfri		Praktik 10 ECTS SciTek pro- filskole	
SciTek værkstedsbånd med 5 ECTS pr semester + 2 ECTS til portfolioeksamen 1. Teknologi 2. Engineering 3. Talentvejledning 4. Modellering 5. STEM-projekt med ind- dragelse af data 6. Afslutningsprojekt							
			PRØVE		PRØVE		PRØVE
						Bachelor 1 10 ECTS	Bachelor 2 SciTek 10 ECTS – PRØVE

Rekruttering til SciTek-profillinjen sker i løbet af første semester, og SciTek-profilen udvikles over de følgende seks semestre. Den studerende dokumenterer løbende sit arbejde i sin portfolio, og forløbet afsluttes med en portfolioeksamen hvor den studerende har reflekteret over udvalgte dele af sit forløb som præsenteres.

Hvad består profillinjen SciTek af?

Ud over de generelle krav til lærerstuderende stiller SciTek-profillinjen disse krav:

- Valg og gennemførelse af undervisningsfaget matematik (4.-10. klasse) foruden valg af mindst ét af de naturvidenskabelige undervisningsfag: biologi, fysik/kemi, geografi.
- Gennemførelse af to praktikforløb på særlig udvalgte skoler der satser på undervisning i teknologi og/eller naturvidenskabelige fag.
- Gennemførelse af specialiseringsmodulet teknologi og engineering foruden design og programmering eller teknologiforståelse.
- Gennemførelse af det særlige projektforbånd kaldet værkstedsbåndet (på 30 ECTS-point). Det forløber over seks semestre, og det giver mulighed for at få erfaring med at knytte undervisningsfag sammen i tværfaglige og problemorienterede faglige fællesskaber. Der er en-to værksteds-positioner pr. semester (5 ECTS-point, ca. ½ mødedag/uge). Der er praksistilknytning i alle værkstedsbånds-moduler.
- Værkstedsbåndet afsluttes med en særlig portfolioprøve som er en forudsætning for at talentforløbet er vellykket gennemført. Den studerende dokumenterer sit arbejde og sin udvikling gennem en portfolio.
- Gennemførelse af talentvejlederforløb.
- Deltagelse i studieture samt arrangering af og deltagelse i STEM-forløb.

På værkstedsbåndet arbejdes der med seks tematiseringer med følgende færdigheds- og vidensmål (tabel 2):

Tabel 2. Værkstedsbåndets seks tematiseringer.

Tema	Færdighedsmål	Vidensmål
Teknologi (FS)	Den studerende kan selvstændigt sætte sig ind i analoge såvel som digitale teknologier.	Den studerende har viden om hvordan forskellige teknologier fungerer hver for sig og forbundet – bl.a. via blokprogrammering.
Engineering	Den studerende kan anvende matematik og naturfag i løsningen af konkrete og praktiske problemstillinger (engineering).	Den studerende har viden om hvad der kendetegner en engineering-proces, og hvordan både matematik og naturfag kan bidrage til at designe løsninger til problematikker fra hverdagen.

Talentvejledning	Den studerende kan gennemføre talentpleje.	Den studerende har viden om hvordan elever med særligt talent og særlig interesse for teknologi og engineering kan spottes og udfordres fagligt.
Modellering	<p>a) Den studerende kan i tværgående sammenhænge anvende forskellige forståelser af modellering alene og i samspil.</p> <p>b) Den studerende kan anvende elementer af computational thinking.</p> <p>c) Den studerende kan motivere elever til at beskæftige sig med teknologi og engineering.</p>	<p>a) Den studerende har viden om matematiks og naturfags forståelse af begrebet modellering.</p> <p>b) Den studerende har viden om de tankeprocesser der kendetegner computational thinking – herunder de begreber og tilgange som vægter en eksperimenterende og logisk fremadskridende proces med plads til fejl og ændringer.</p> <p>c) Den studerende har viden om hvordan folkeskolens fag (særligt matematik og naturfag) kan inddrage teknologi og engineering så eleverne deltager nysgerigt og undersøgende i undervisningen.</p>
STEM-projekt med inddragelse af data	<p>a) Den studerende kan anvende flere fagligheder til problemløsning i samarbejde med andre.</p> <p>b) Den studerende kan planlægge, udvikle, gennemføre og evaluere STEM-undervisningsforløb i skolen.</p>	<p>a) Den studerende har viden om matematik og naturfag og om hvordan fagene kan supplere hinanden i problemløsende og undersøgende arbejde.</p> <p>b) Den studerende har viden om hvordan der kan tilrettelægges og efterbehandles undervisningsforløb målrettet 4.-10. klasse i STEM-regi.</p>
Afslutningsprojekt og portfolioeksamen	<p>a) Den studerende kan planlægge, udvikle, gennemføre og evaluere STEM-undervisningsforløb i skolen.</p> <p>b) Den studerende kan anvende flere fagligheder til problemløsning i samarbejde med andre.</p> <p>c) Den studerende kan tage kritisk stilling til og handle i forhold til bæredygtig anvendelse af teknologi og engineering.</p>	<p>a) Den studerende har viden om hvordan der kan tilrettelægges og efterbehandles undervisningsforløb målrettet 4.-10. klasse i STEM-regi.</p> <p>b) Den studerende har viden om matematik og naturfag og om hvordan fagene kan supplere hinanden i problemløsende og undersøgende arbejde.</p> <p>c) Den studerende har viden om interessekonflikter i forbindelse med anvendelse af teknologi og engineering i såvel skolen som samfundet.</p>

I værktødsbåndet indgår eksplicit brug af matematiske kompetencer i to af temaerne sammen med teknologi og engineering, med primært fokus på problembehandlings-, modellerings- og hjælpemiddelkompetencen. Se en nærmere uddybning i afsnittet

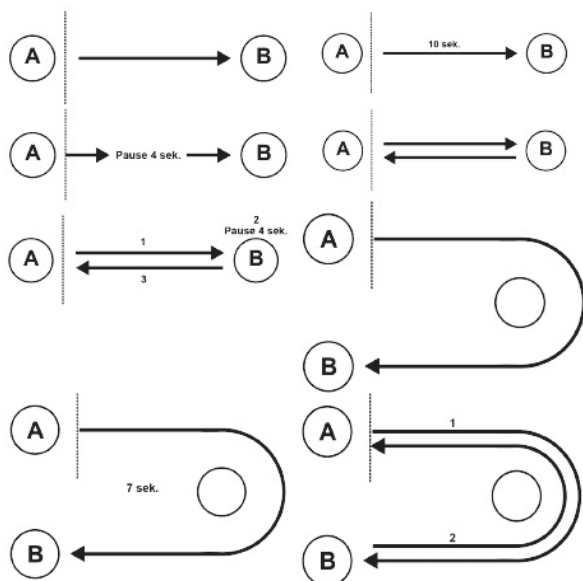
“matematiske kompetencer i LEGO Mindstorms-forløbet”. I de øvrige temaer, på nær forløbet Talentvejledning, indgår de matematiske kompetencer implicit i den måde der arbejdes på – og derfor mener vi at M'et i STEM er i spil på talentlinjen. Et eksempel på dette kan ses i et undervisningsforløb nogle studerende har planlagt for 6./7. klassetrin. Tekst i kursiv er studerendes tekster.

Et undervisningsforløb – matematik med LEGO Mindstorms

Undervisningens fokus var at udføre teknologifokuseret undervisning som skulle fremhæve M'et i en STEM-undervisning.

Undervisningen blev derfor planlagt med disse mål for øje:

1. *Matematikken skal være i centrum fra starten af undervisningen.*
2. *Der skal være en progressiv fremgang.*
3. *Eleverne skal motiveres til at deltage, og målet er at eleverne selv kan se at de har brugt matematik til at løse opgaverne.*
4. *Eksempler på elevmål:*
5. *Eleven kan justere programmering af sin LEGO Mindstorms-robot til succesfuldt at udføre aktivitetens øvelser.*
6. *Eleven kan løse konkrete problemer ud fra en øvelsesbeskrivelse.*



Figur 1. Blokprogrammering af en LEGO Mindstorms-robot.

Øvelse 1: Få køretøjet til at køre fra A til B – underviseren bestemmer hvor lang den distance er.

Øvelse 2: Få køretøjet til at køre fra A til B på præcis 10 sekunder.

Øvelse 3: Få køretøjet til at køre fra A, holde en pause på præcis 4 sekunder og køre videre til B.

Øvelse 4: Få køretøjet til at køre fra A til B og baglæns tilbage til A igen.

Øvelse 5: Få køretøjet til at køre fra A til B, holde en pause på præcis 4 sekunder og derefter køre baglæns tilbage til A.

Øvelse 6: Få køretøjet til at køre hen forbi udfordringen mellem A og B.

Øvelse 7: Få køretøjet til at køre fra A, forbi udfordringen og hen til B på præcis 7 sekunder.

Øvelse 8: Få køretøjet til at køre fra A, hen forbi udfordringen, videre til B og tilbage til A igen.

De studerendes refleksioner over undervisningen var fx:

Som beskrevet i vores undervisningsplan gik undervisningen ud på at eleverne skulle "lære" matematik ved at udføre øvelserne og opgaverne med LEGO Mindstorms. Disse opgavestrukturer ser eleverne igennem deres matematikbøger, og disse opgavetyper er også ofte forekommet i 9. klasses afgangseksamenssæt i den skriftlige prøve. Dette er en redidaktiseret måde at undervise problemløsningskompetencen til eleverne på. I stedet for at de får en skriftlig opgave, så vender vi det på hovedet og gør det på en anden måde. Havde vi haft mere tid med eleverne, kunne vi have bygget dette aspekt oven på opgaverne for at viderebygge elevernes problemløsningskompetence samt symbol- og formalismekompetence, hvor sidstnævnte handler om at kunne håndtere matematisk symbolsprog og kunne afkode matematisk formelsprog.

Generelt var de fleste af eleverne i undervisningen med og løste opgaverne uden de store indskydelser fra underviserne, og den motivation de havde for at løse disse opgaver, ville vi gerne viderebringe over i deres normale matematikundervisning.

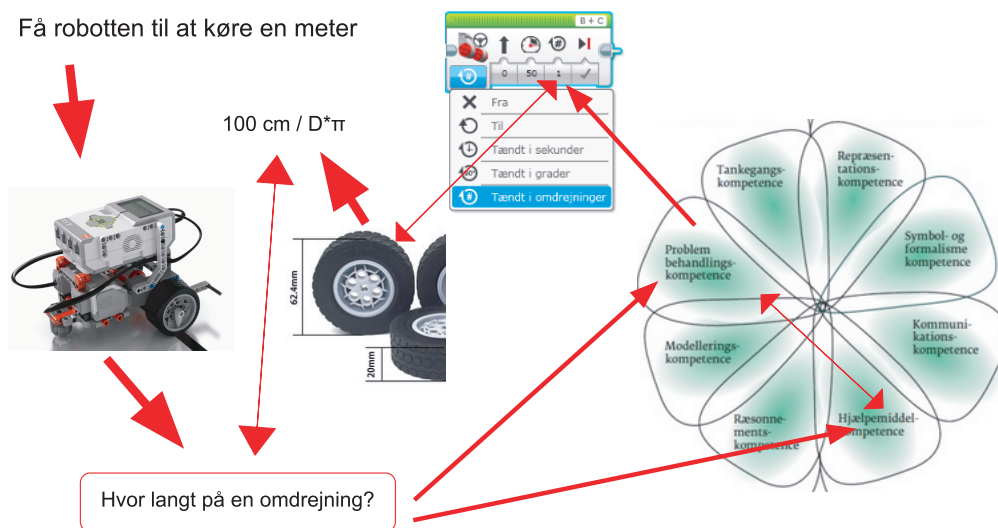
De studerendes forslag, efter gennemført undervisning, til yderligere at styrke M'et i deres forløb var følgende:

Et forslag til redidaktisering af forløbet, så de matematiske kompetencer kommer endnu mere til syne, kunne være at opstille alternative krav til afstande og hastigheder der gør at eleverne skal regne aktivt i et større omfang. En fortsættelse af et af grundelementerne i opgaven ville være at åbne op for opgaverne. Lige nu er opgavestrukturen lukket, og den giver ikke eleverne mange valgmuligheder. Denne opgaveåbning kunne komme i form af at eleverne selv skal bygge deres enheder og bruge sensorer i form af farve, lys eller tryksensorer til at løse opgaverne. Dette ville også kunne bruges til at styrke elevernes kreative kompetence fra både matematik og andre fag. Ved at give eleverne

mere frihed og medbestemmelse i opgavestrukturen ville vi igen kunne fokusere mere på eleverne individuelt og give dem stillede udfordringer, fx efter sværhedsgrad.

Matematiske kompetencer i LEGO Mindstorms-forløbet

I SciTek-forløbet på læreruddannelsen i Vordingborg har vi målrettet arbejdet imod en kompetencetænkning hvor de faglige kompetencer kommer i spil gennem tværgående forløb (STEM) i samarbejde med forskellige skoler i Region Sjælland. Matematiske kompetencer handler om at kunne bruge sin viden og sine færdigheder inden for matematik i forskellige situationer både i faget (fagfagligt) og i samarbejde med andre fag (tværfagligt). I et LEGO Mindstorms-forløb som det her skitserede bliver eleverne udfordret på deres matematiske kompetencer når de skal problemløse ved at få en robot til at bevæge sig på bestemte måder. Når eleverne arbejder med matematiske færdigheder som fx multiplikation og division, lærer de selvfølgelig færdigheden isoleret set. For at kunne bruge færdigheden i en problemløsende kontekst skal eleverne have forståelse for problemløsning, som man kan kalde en "overkompetence" i denne sammenhæng, men også for en del af de andre matematiske kompetencer som skal kunne aktiveres af den problemløsende kontekst. Hvis vi kigger på LEGO Mindstorms-eksemplet med at få sin robot til at bevæge sig præcis en meter og kun få mulighed for at afprøve det fx to gange, kræver det at eleverne kan forstå sammenhængen mellem hjulets diameter og den programmeringssekvens som de skal sende til robotten for at aktivere motorerne (se figur 2).



Figur 2. Matematiske kompetencer i LEGO Mindstorms-forløbet.

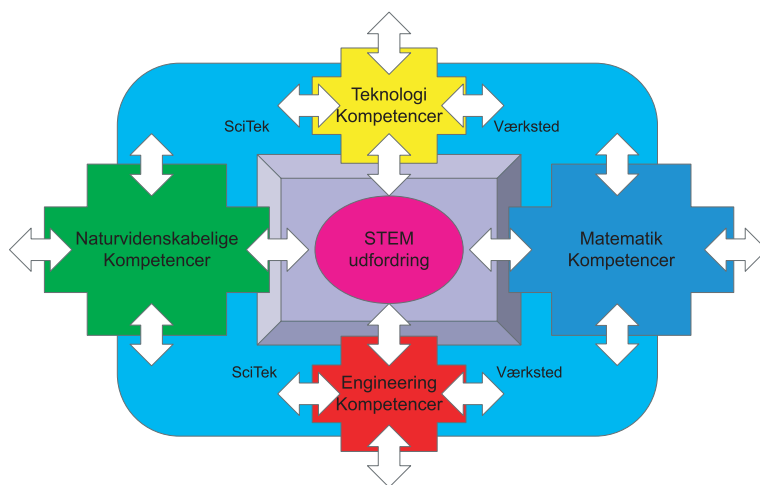
Færdighederne multiplikation og division kan i denne sammenhæng betragtes som hjælpemidler til at løse udfordringen med at få robotten til at bevæge sig en meter. De fleste elever kan multiplicere og dividere, men det er ikke alle elever som kan trække på færdighederne som et hjælpemiddel i en konkret problemløsning. De fleste elever kan ved trial and error-metoden sagtens arbejde sig frem til en løsning, men at skulle gøre det med kun en enkelt testkørsel er noget helt andet og noget som elever måske i større omfang bør udsættes for. Ved trial and error-metoden kan eleverne uden at tænke nærmere over diameteren på hjulet altså løse udfordringen, men spørgsmålet er så hvor mange matematiske færdigheder/kompetencer eleverne arbejder med i den sammenhæng.

Hele omdrejningspunktet med M'et i STEM er hvordan matematik som fag benyttes i tværfaglige sammenhænge mellem science, teknologi og engineering. Matematiske kompetencer i arbejdet med robotter er i mange tilfælde bærende for den tværfaglige forståelse og altså ikke bare en færdighed i at lave et søjlediagram eller lignende, som mange sikkert kan nikke genkendende til gennem masser af eksempler på temadage i grundskolen.

Om forholdet mellem faglighed og tværfaglighed på SciTek-profillinjen

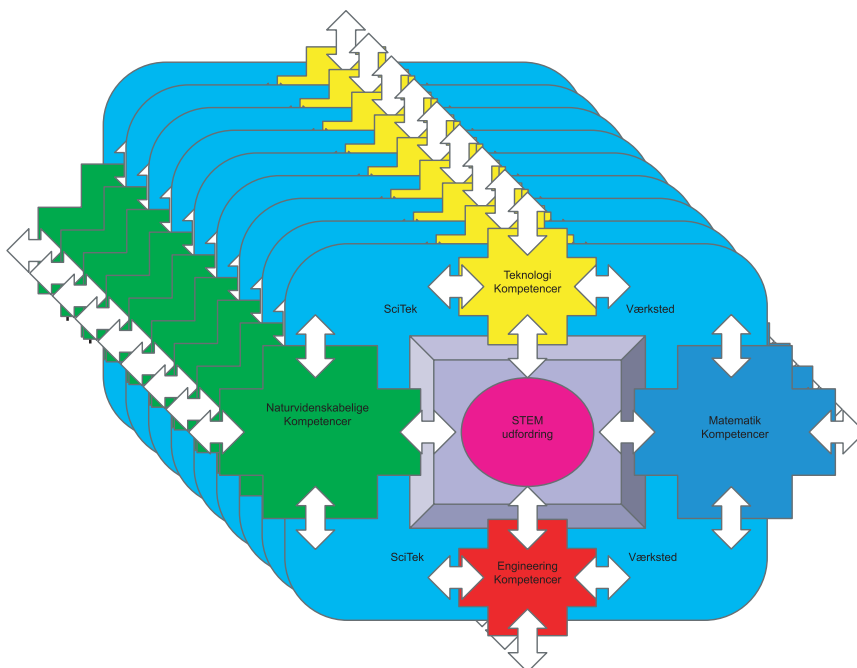
På samme måde som de matematiske kompetencer indbyrdes er sammenhængende og derfor udvikles i samspil i matematikundervisningen, hviler udviklingen af de kompetencer der udvikles gennem STEM-udfordringer på SciTek-profillinjen, på et samspil mellem teknologi-, engineering-, matematik- og naturfagskompetencer. Sagt på en anden måde: Det er vores opfattelse at det er vigtigt med 'fagtårne' (teknologi, engineering, matematik og naturfag), men også afgørende vigtigt at kompetenceudviklingen i fagtårnene alignes, og at STEM-udfordringerne matcher niveauet i kompetenceudviklingen i fagene (se figur 3). De studerende har gennem SciTek-forløbet udviklet kompetencer inden for teknologi og engineering som har været nødvendige for at lykkes med STEM-udfordringerne. I andre STEM-udfordringer end de ovenfor beskrevne har også fx naturfaglig modellering været en del af udfordringen. Det har fx været i forbindelse med afprøvning af lysets indvirkning på biomasseproduktion (drivhusteknologi) eller computersimulering af et økosystem på savannen.

SciTek-værkstedet har fungeret som den 'tumbleplads' hvor de studerende har kunnet bringe deres faglige kompetencer i spil, og udfordringen har været at aligne teknologi- og engineering-kompetencerne og de faglige kompetencer så et frugtbart samspil har kunnet komme i stand. De studerende har i deres praksisforløb oplevet lignende udfordringer.



Figur 3. STEM-udfordringen i forhold til faglighed og tværfaglighed på SciTek-profilinjen.

Niveauet i STEM-udfordringerne skal matche niveauet i fagtårnene, dvs. at undervisning i de dele der ikke undervises i i fagene, altså teknologi og engineering, skal udvikles i værkstedet så niveauet matcher det faglige niveau i fagene. Figur 4 illustrerer at de fire fagtårne, engineering, teknologi, naturfag og matematik, udvikles sideløbende og i værkstedet for at STEM-udfordringerne matcher de studerendes kompetencer.



Figur 4. STEM-udfordringens niveau i forhold til fagtårne-niveauet på SciTek-profilinjen.

For os har dette åbnet vores øjne for at også det formaliserede fællesfaglige samarbejde mellem naturfagene burde have en tydelig 'tumbleplads' a la værkstedsbåndet, altså noget der ligger uden for og imellem fagene, for at understrege vigtigheden af fagfaglighed.

Ligeledes kunne et tættere samarbejde mellem naturfagene og matematik stimuleres ved at indføre den oprindelige naturfaglige kompetence, repræsentationskompetencen, i Fælles Mål for naturfagene, da en naturlig samarbejdsflade således ville opstå til gavn for begge fagområder og sandsynligvis også til gavn for elevernes kompetenceudvikling.