

3D-printere og NAO-robotter i folkeskolen

Skrevet af Gunver Majgaard (Syddansk Universitet), Jens Jørgen Hansen (Syddansk Universitet), Lykke Bertel (DTI/AAU) og Anders Pagh (Insero Science Academy)

Hvordan kan man anvende NAO-robotter og 3D-printere som berigende og understøttende undervisningsværktøjer i skolen? - og hvad der kræves af underviserne i form af forberedelse og didaktisk planlægning? I projektet Fremtidens Teknologier har vi igennem eksperimenter undersøgt dette, og i denne artikel beskriver vi projektet og underviserens erfaringer med teknologien.

20 skoleklasser fra 3. klasse til gymnasieniveau har prøvet kræfter med teknologierne i korte forløb. Lærerne var indledningsvis på en to-dages intensiv workshop, hvor de arbejdede med teknologien og didaktisk planlægning. Derefter gennemførte lærerne eksperimentelle undervisningsforløb på 8-20 timer.

Vi har samlet undervisningsplaner og evalueringer samt observationer og in situ-interviews fra workshops og den efterfølgende klasseundervisning. Denne empiri danner grundlag for eksemplerne og diskussionerne.

Digital dannelse og "an object to think with"

NAO-robotter og 3D-printere har deres baggrund i industriel teknologi. Ved at arbejde med teknologien får eleverne en begyndende indsigt og færdighed i forholdet mellem digitalt design, fysisk udtryk og industrielle processer. Digitalt design er det, der kodes eller tegnes på computeren og forvandles til fysiske udtryk i form af robotgestik eller prototyper fra 3D-printeren. Denne indsigt og færdighed vil vi hævde er et af de bærende elementer i børnenes digitale dannelse. Det har ikke kun betydning for deres forståelse af industrielle processer, men også deres forståelse af teknologi i det hele taget. Digital dannelse indebærer kreativt skabende forhold til digital teknologi (Resnick 2009; Blikstein).

NAO-robotten og 3D-tegneprogrammet er interaktive læremidler. De giver umiddelbar feedback og kan dermed blive en slags sparringspartnere i læreprocessen. Denne sparringspartner kan benævnes "an object to think with" (Papert, 1980). Denne umiddelbare feedback understøtter desuden eksperimenterende og problemløsende læreprocesser. Læring og dermed tilpasning af ny viden sker, når man i praksis udvikler fysiske eller virtuelle produktioner, det være sig konstruktionen af en robots adfærd, et print af en 3D-tegning eller noget tredje.

Didaktisk design

For at udnytte potentialerne ved teknologierne udarbejdede lærerne detaljerede undervisningsplaner på workshoppen. Det er ikke teknologierne der alene bærer gevinstene i sig, men derimod deres tilknytning til et didaktisk design.

Der er særligt tre udfordringer som underviserne skal være opmærksomme på i de didaktiske design:

1. *Nyt og ukendt læremiddel.* Der er en risiko for, at det "nye" bliver et selvstændigt fokus som tager tiden fra det faglige arbejde i klassen.
 - a. *Styrke.* Styrken ved det nye er, at det kan være motiverende.
 - b. *Svagheden.* Svagheden kan være, at undervisningen ledes på vildveje i forhold til legitime faglige mål.
 - c. *Didaktisk virkemiddel.* Et didaktisk middel til håndtering af dette kan være præcision af faglige mål og virkemidler.
2. *Fysisk og eksperimenterende undervisning.* Underviseren skal være opmærksom på at fysisk eksperimenterende elementer stiller særlige krav til organisering af undervisningen.
 - a. *Styrke.* Styrken ved denne type undervisning er det aktive og eksperimenterende element.
 - b. *Svaghed.* Der er en risiko for uro og kaos i klassen.
 - c. *Didaktisk virkemiddel.* Et didaktisk middel til håndtering af dette er præcisering af organisering og strukturering af undervisningen i den didaktiske plan.
3. *Høst af refleksionsgevinster.* Når man eksperimenterer med robotadfærd og tegner 3D-figurer, vil læringen ofte være tavs og uarticuleret. Børnene eksperimenterer og løser problemer uden at de forklarer sig.
 - a. *Styrke.* Styrken er, at børnene får en fysisk og konkret erfaring.
 - b. *Svaghed.* Der er en risiko for, at den nye viden forbliver uarticuleret.
 - c. *Didaktisk virkemiddel.* I den didaktiske plan kan man løse dette ved at indflette refleksionsaktiviteter og særlige mål om, at børnene forklarer deres løsninger.

Projekt Fremtek præsenterede lærerne for en didaktisk model som understøttede disse forhold – den designdidaktiske planlægningsmodel (Hansen, 2012).

Den designdidaktiske planlægningsmodel udpeger følgende didaktiske kriterier og refleksionsspørgsmål: *Vidensdesignet* (hvad skal børnene lære?), *læringsdesignet* (hvordan skal børnene lære?) og *undervisningsdesignet* (hvordan skal læreren organisere undervisningen?) (Hansen, 2012).

Illustrative eksempler fra workshoppen

På workshoppens første dag deltog et par børn fra hver skole. Dette gjorde, at der på hver skole var et par tekniske superbrugere. Derudover kunne lærerne se, hvordan børnene tog teknologien til sig, hvilket de implicit kunne bruge i deres undervisningsplanlægning.

På anden dag i den didaktiske workshop blev underviserne præsenteret for den didaktiske planlægningsmodel. I løbet af dagen skulle de planlægge deres teknologistøttede undervisning og sparre med resten af holdet om deres idéer. I forbindelse med robotten blev der formuleret mål til engelsk som fx at tale i hele sætninger og anvende kropssprog til at understøtte mening.

Derudover blev der formuleret mål og aktiviteter, der havde med programmering og robotteknologi at gøre. Den didaktiske planlægning i forbindelse med brug af 3D-printerne var fra

begyndelsen nemmere for underviserne at gå til. De formulerede mål som havde en stærk kobling til industrielt design og produktion: *"Lave en reklamefilm for USB-cover af eget design"*.

I forbindelse med matematik var det også nemt for underviserne at formulere mål: *"Geometri: bruge IT til tegning, undersøgelser, beregninger og ræsonnementer vedrørende geometriske figurer. Modellers beskrivelse af virkeligheden. Målestoksforhold."*

Illustrative eksempler for undervisningsforløb

En 7. klasse arbejdede med NAO-robotten i et lyrikforløb. Eleverne skulle producere deres egne digte og programmere robotten til at læse digtet op. Lærerens vurdering af forløbet var, at eleverne arbejdede mere fokuseret omkring det danskfaglige stof. Hun siger i sin evaluering: *"Denne NAO-teknologi var med til, at eleverne fordybede sig mere i de digte de skulle analysere, samt de digte de selv lavede"*.

I dette forløb var den ny teknologi brugt som faglig øjenåbner, der skabte nye tilgange til forståelse og eksperimenter med et traditionelt fagligt forløb.

På en anden skole arbejdede tre 8. klasser sammen om et tværfagligt projektforsløb i produktudvikling. Det var et entreprenørskabsforløb, hvor eleverne skulle styre processen fra idé, produktudvikling, produktion til markedsføring og lancering. Her brugte de 3D-printeren til at udarbejde *blue prints* og prototyper. Målet var, at *"eleverne får indsigt i og kan anvende ny teknologi og hvordan teknologien medvirker til produktion af nye produkter samt hvordan teknologien kan indgå i samfundet"*.

Her oplevende lærerne også - udover at 3D-teknologien understøttede elevernes arbejdsproces og prototypeudvikling - at teknologierne var en motivationsfaktor i elevernes læreproces. De udtaler: *"Eleverne blev tændt på tanken om at skabe deres eget produkt og arbejdede målrettet"*.

En tredje skole arbejdede også med NAO-robotterne, men her formåede læreren ikke at koble teknologierne op på konkrete faglige mål. Eleverne blev derfor ikke udfordret i konkrete faglige læringsforløb, og lærerens vurdering af elevernes udbytte var derfor også: *"Det var sjovt og eleverne hyggede sig, men det deciderede faglige udbytte kan jeg have svært ved at få øje på"*.

De undervisningsforløb, hvor eleverne blev engageret i stærke faglige læreprocesser, bærer generelt præg af detaljeret planlægning og et klart fagligt sigte. Teknologierne er brugt som andet end legetøj og mål i sig selv. Læreren har været bevidst om at integrere robotterne og printerne i forløb med en klar sammenhæng mellem faglige mål, fagligt indhold og aktiviteter. Det har for eleverne skabt et motiverende, men også fagligt læringsflow.

Boks 1: Opsummering af erfaringer med NAO-robotter i som læremiddel

Læring og didaktik

- *Motivation.* Robotten virker motiverende bl.a. fordi den er menneskelignende og hurtig at komme i gang med.
- *"An object to think with".* Robotten giver i udviklingsprocessen umiddelbar feedback og bliver dermed en sparringspartner og dermed "an object to think with".
- *Aktiv eksperimenterende elementer og problemløsning.* Robotten egner sig til at aktiv eksperimenterende elementer og problemløsning, idet robotten giver umiddelbar feedback.
- *Selvkørende.* Børnene bliver hurtigt selvkørende; de kommer hurtigt i gang med programmeringen af robotterne.
- *Cykliske gentagelser og læringsdybde.* Børnene arbejdede med det faglige stof i flere runder, hvilket gav anledning til en større læringsdybde. Fx når de først skrev et digt og siden kodede det ind, justerede og lyttede til det.
- *Kropssprog og robot gestik.* Robotten egner til at understøtte tale med kropssprog.
- *Formidling.* Robotten egner til at præsentere fx digte med understøttende kropssprog.
- *Klare mål udover at lære teknologien at kende.* For at få noget fagligt ud af undervisningen skal man formulere faglige mål, så det "nye" ikke bliver et selvstændigt mål.
- *Opstart med NAO-robotten fungerer bedre i udskolingen.* Det er hurtigere og nemmere at introducere robotten i udskolingen.
- *Afprøv robotten på skolens net inden undervisningen.* Robotten kan have vanskeligheder med at koble på netværk pga. lokale firewalls med videre.
- *Udtale og stavning.* Man skal være opmærksom på, at robotten af og til udtaler ord fonetisk korrekt snarere end grammatisk korrekt.

Faglige temaer som robotten understøtter

- *Tværfaglige læreprocesser.* Robotterne blev i høj grad anvendt i tværfagligt.
- *Faglige krav førte til synergi mellem teknologisk og danskfaglig fordybelse.* Kravene i dansk førte fx til, at de måtte programmere robotten yderligere.
- *Programmering og robotteknologikompetencer.* Der udvikles programmerings- og forståelse for sensorer og effektorer.
- *Dansk: udarbejde og analysere tekster.* Fx udarbejdelse og analyse fremtidsdigte, hvor robotten præsenterer digte.
- *Engelsk: udtrykke sig mundtligt.* Fx udvikling dialog mellem robot og elever. Eller robot-præsentation af tongue twisters.
- *Etiske dilemmaer og real life-eksperimenter.* Diskussioner af robotters rolle i hverdagen i fremtiden.
- *Real life-eksperimenter.* Eksperimenter hvor elever afprøver robotten i en hverdagssammenhæng, fx hvordan kunder i den lokale købmand oplever en talende robot, robotten som fitness-træner eller danser.

Boks 2: Opsummering af erfaringer 3D printere

Læring og didaktik

Konstruktionisme. Der er en tæt kobling mellem det, børnene konstruerer i praksis og den faglige viden.

- *Hands-on-oplevelser.* Der konstrueres fysiske resultater.
- *Digital og fysisk konstruktion af rumlige figurer.* Eleverne tegner digitale 3D-figurer som printes i plast. De oplever på egen hånd koblingen mellem det digitale og fysiske univers.
- *Kobling af boglige og praktiske elementer.* Faglig viden og praktisk afprøvning har understøttet hinanden.
- *Kreativitet og en større verden.* 3D-programmet giver elever en spillebane for at udvikle eksperimentelle og kreative produkter.
- *Tegneprogrammet 123Design.* Underviserne skal vide tilstrækkeligt om 123D Design tegneprogrammet til at kunne gøre børnene selvkørende.
- *Flere ikke så stærke elever har kunnet bidrage.* Fx med at tegne i det digitale univers.
- *Små print.* Man skal forberede børnene på, at printene ikke er så store og at det tager tid at printe ud.

Faglige temaer

- *Matematik: Rummelige figurer.* Designprocessen understøttede elevernes forståelse af rummelige figurer.
- *Matematik - målestoksforhold.* Eleverne gjorde sig praktiske erfaringer med målestoksforhold.
- *Industrielle designprocesser.* Eleverne kan på egen krop erfare, hvordan industrielle designprocesser forgår. Nogle kobede også virksomhedsbesøg til forløbene.
- *Innovations-, entreprenørskabs- og designtemaer.* Innovative designprocesser er oplagte at afprøves i forbindelse med 3D-print.
- *Etik.* Der blev fx diskuteret print af organer.

Opsamling

For at udnytte potentialerne i teknologierne kræves en grundig didaktisk planlægning og praktisk erfaring med teknologierne. Anvendelse af det didaktiske planlægningsværktøj i kombination med workshopen viste sig at være et velegnet og tilstrækkeligt fundament.

Derudover gav todelte undervisningsforløb som indledningsvis indeholdt elementer med fokus på at lære teknologien at kende, og efterfølgende faglige forløb med teknologien som løftestang for læringen de mest succesfulde forløb.

Man skal dog som underviser være parat til at bruge et par dage på at sætte sig ind i teknologien og planlægge et undervisningsforløb. Der findes endnu ikke færdigsyede forløb. Man kan dog på vores wikiside finde de konkrete undervisningsplaner og evalueringer fra de undersøgte forløb (Fremteks wikiside, 2014).

Robotter og 3D-printere er på vej ind i skolen, og der er nogle tydelige didaktiske potentialer i teknologien, men samtidigt er det klart, at der stadig mangler viden på feltet. Det betyder, at undervisning med robotter og 3D-printere, nok har en række potentialer, men at det samtidigt er en usikker og umoden vej for skolen. Derfor er yderligere vidensindsamling og vidensdeling meget væsentligt.

Perspektiver

I forbindelse med 3D-print vil det være oplagt at afprøve 3D-scanning, da man vil kunne bringe produkter fra den fysiske verden ind i det digitale univers og viderebearbejde dem.

Det vil kunne medvirke til at skabe større forståelse for fx naturens frembringelse. Man kunne scanne en grankogle ind - som er en kompliceret matematisk konstruktion - ændre på målestoksforhold og evt. tegne ekstra facetter på den.

Artiklen er et uddrag af:

Fra digitalt design til fysisk udtryk – anvendelse af 3D-printere og NAO-robotter i folkeskolen. Af Majgaard, Gunver; Hansen, Jens Jørgen; Bertel, Lykke Brogaard; Anders, Pagh. I: Tidsskriftet Mona, Vol. 2014, Nr. 4, 12.2014, s. 7-26.

Læs mere på: <http://www.ind.ku.dk/mona/> eller <https://tidsskrift.dk/index.php/mona>

Kilder:

Blickstein, P. (2013). Digital Fabrication and 'Making' in Education: The Democratization of Invention. I: J. Walter-Herrmann & C. Büching (red.), *Fablabs: Of Machines, Makers and Inventors*. Bielefeld: Transcript Publishers.

Hansen, J.J. (2012). *Dansk som undervisningsfag. Perspektiver på design og didaktik*. Dan sklærerforeningens Forlag.

Papert, S. (1993). *Mindstorms Children, Computers, and Powerful Ideas*. Basic Books.

Resnick, M. et al. (2009a). Scratch: Programming for All. *Communications of the ACM November 2009, 52(11), ss. 60-67*.

Resnick, M. et al. (2009b). *Growing up Programming: Democratizing the Creation of Dynamic*. Interactive Media.

Links:

Fremteks wikiside (2014): <http://robolabwiki.sdu.dk/mediawiki/index.php/Fremtek>