

# Brug af interaktive klodser i ingeniørundervisningen



Gunver Majgaard, Mærsk  
McKinney Møller Institutet,  
Syddansk Universitet

**Abstract:** *Interaktive klodser er digitale manipulativer som indgår i kropslig interaktion med brugere. De kan fx anvendes i matematikundervisning i indskolingen og som programmeringsplatform for ingeniørstuderende. I denne artikel bliver der gjort rede for forskelligheder og potentialer ved interaktive klodser i forhold til avancerede grafiske interfaces. Hvad sker der når interaktive klodser og grafiske brugerinterfaces smelter sammen, og hvilke pædagogiske kvaliteter indeholder disse hybride enheder? Der præsenteres et eksempel hvor ingeniørstuderende anvender interaktive klodser med skærme til udvikling af digitalt legetøj til børn. Nogle af de særlige hybride kvaliteter vedrører mulighederne for en rigere fysisk og symbolsk interaktion, fortælling, kollaboration, design i praksis og brugerinddragelse.*

## Indledning

Som idealtyper har det været almindeligt at skelne mellem skærbaseret interaktion på den ene side og det rent kropslige samspil med interaktive manipulativer, fx klodser, på den anden (Majgaard, 2011; Sharp, 2007; Dourish, 2004). Skærbaserede medier kendes fra pc'er, tablets og smartphones. Tablets kan fx være iPads. Skærbaserede mediers klassiske styrke er at de kan benytte abstrakte, visuelle og auditive symboler og understøtte intellektuelle læreprocesser. Interaktive klodser kan give en mere følbart fysisk form til symbolsk information og understøtter mere intuitive og kropslige læreprocesser. Der er imidlertid tegn på at de to typer af medier tilnærmer sig hinanden. Traditionelle skærbaserede medier bliver mere sanselige og kropslige i deres interaktion. Og interaktive klodser udstyres med skærme.

Der vil i denne artikel blive gjort rede for forskelligheder og potentialer ved avancerede grafiske og fysiske interfaces. Et interface er en brugergrænseflade, fx en pc-mus eller en skærm. Og der vil blive gjort rede for hvad der sker når interaktive klodser og grafiske brugerinterfaces smelter sammen. I tilknytning hertil sættes der fokus

på hvordan vi uddanner designere af læringsmedier til at kunne forstå og udnytte mediernes komparative styrker.

Som designcase inddrages de ingeniørstuderendes designproces. I foråret 2012 prøvede fjerdesemesterstuderende på lærings- og oplevelsesteknologistudiet kræfter med design af legetøj på den digitale, fysiske platform Sifteo (Sifteo, 2012). Sifteo er en hybrid platform som ligger i krydsfeltet mellem traditionel skærbaseret teknologi og traditionel fysisk interaktiv teknologi hvor hver klods har et lille display. Et Sifteo-sæt består af 3-6 digitale klodser. Klodserne kan registrere hvordan – og om – de er sat sammen, deres orientering i rummet, om de rystes, og om der trykkes på displayet. Klodserne har en radioforbindelse til en computer. Fra en computer downloades applikationer til klodserne. Derudover kan der udvikles nye applikationer til klodserne. De studerende udviklede netop nye applikationer til disse Sifteo-klodser, og de inddrog en målgruppe af 7-8 årige børn i designprocessen. Fra de ingeniørstuderendes synsvinkel drejede det sig mere om at finde ud af hvordan applikationer med spil og leg kunne udformes, med vægten lagt på de kollaborative muligheder, snarere end at designe deciderede lærings-applikationer.

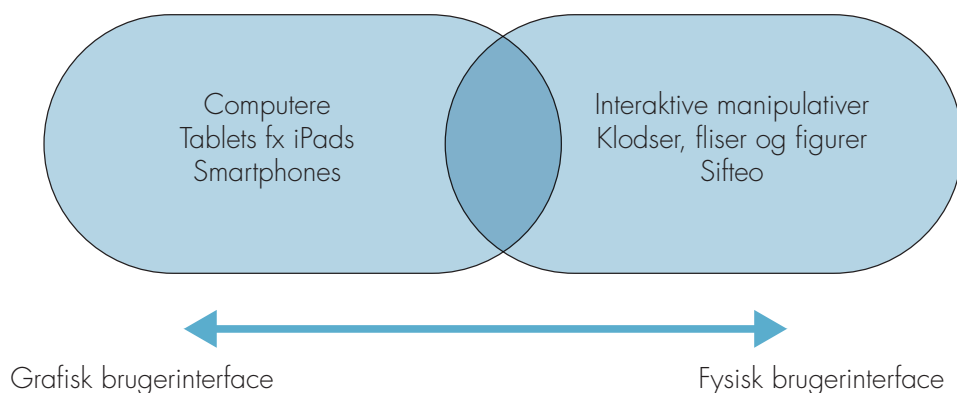
I denne artikel udforskes forholdet mellem traditionelle, avancerede grafiske brugerinterfaces og fysiske interfaces. Problemstillingen er følgende:

Hvad er det særlige ved interaktive klodser – herunder hvordan er forholdet mellem traditionelle grafiske brugerinterfaces og interaktive klodser – og hvordan anvendes Sifteo som udviklingsplatform i undervisningen af ingeniørstuderende?

## Om skærbaserede medier og interaktive klodser

Der er mange forskellige typer af interfaces som kan bruges til design for brugere. En overflod af tillægsord har været brugt til at beskrive disse, fx grafiske, kommandobaserede, talestyrede, multimodale, mobile, intelligente, pervasive, adaptive og fysiske. Nogle interfaces har primært fokus på funktionalitet, og andre har fokus på interaktionsstil (Sharp, 2007).

I dette afsnit er fokus på idealtyper, nemlig skærbaserede interfaces og fysiske interaktive manipulatorer i form af klodser som brugeren kan manipulere med uden skærm – se nedenstående figur. Jeg ser i første omgang bort fra den pervasive teknologi som er karakteriseret ved at være indlejret i ens omgivelser.



**Figur 1.** Grafiske og fysiske interfaces.

Som idealtyper har det som tidligere nævnt været almindeligt at skelne mellem skærbaseret interaktion mellem menneske og computer på den ene side og det rent kropslige samspil med interaktive klodser på den anden – se ovenstående figur.

### *Computer – avanceret grafisk interface*

Med den skærbaserede interaktion tænkes særligt på nutidens avancerede grafiske brugergrænseflader hvor brugeren kan udforske interaktive animationer, multimedier, virtuelle miljøer og visualiseringer. Nogle er designet til at blive brugt individuelt, andre er designet til at blive brugt af en gruppe som kommunikerer på distancen.

Et af de særlige kendetegn ved multimedier og interaktive websider er deres evne til at præsentere viden i forskellige formater. I en multimedieencyklopædi kan man fx få vist videoklip af et pumpende hjerte, lydoptagelse af hjerterytme, et videoklip af en læge som fortæller om hjertesygdomme, statistiske diagrammer, animationer af hvordan blodet cirkulerer, tekst og hypertext som beskriver struktur og funktion (Sharp, 2007). Derudover kan der være interaktive simulationer, multiple-choice og fora, hvis det drejer sig om et undervisnings- og læringsmiljø.

Visualisering af komplekse data er et voksende område. Det kan fx være Googles 3D interaktive kort som kan kombineres med forskellige andre programmer.

### *Læring – en ny læringskultur*

I dag kan en almindelig webbrowser som fx Microsofts Explorer betegnes som en avanceret grafisk brugergrænseflade. Det vil sige at når man har netadgang, har man adgang til avancerede simulationer, interaktive læringsmiljøer samt opbyggelige og lærerige videoklip. Man har adgang til fora hvor man kan hjælpe hinanden med at forstå og løse it-problemer, lære at leve med en sygdom eller blive klogere på gymnasimatematik. Man har med andre ord adgang til en ny form for læringskultur.

Thomas (2011) beskriver det således:

“Informationsteknologi er blevet et deltagelsesbaseret medium, som fører til et digitalt miljø, der konstant bliver ændret og tilpasset af deltagerne selv.” (Thomas, 2011:42, egen oversættelse)

Ens netopkoblede computer er blevet en del af en ny læringskultur som bygger på deltagelse og empowerment. Læringsmiljøet, dvs. nettet, er konstant under forandring netop på grund af vores deltagelse. Wikipedia er et eksempel på hvordan vi bygger viden op, og at den viden er under konstant bearbejdning. Fx er information om hjertet under konstant bearbejdning med indtil videre 16 revisioner i 2012 (Wikipedia hjerte, 2012). Der har desuden været en undersøgelse publiceret i Nature som viser at Wikipedia og Encyclopædia Britannica er stort set lige præcise (Thomas, 2011). Det særlige ved Wikipedia er at alle kan bidrage med viden samtidig med at der er kvalitetskontrol; hvis det man skriver, er forkert, vil det derfor hurtigt blive overskrevet.

Vores computere er altså vigtige værktøjer når det kommer til præsentation af viden og altså også som læringsplatform.

### *Fysiske computere i form af smartphones og tablets*

Der er en tendens til at vores computere bliver mere og mere fysiske. Smartphones og tablets giver mulighed for interaktion med en høj grad af grafisk abstraktion og interaktiv deltagelse. Tillige tilbyder de nye interaktionsformer i form af berørings- og trykfølsomme displays. Derudover vil der ofte være kompas, GPS og 3-d-accelerometer så apparatet kan registrere hvor og hvordan det er situeret i rummet. Det er fx 3-d-accelerometeret der registrerer at man lægger sig i sofaen med sin iPad, fordi den vendes lidt rundt, og dette får skærmindeholdet til at ændre retning. Og fx kan smartphonen registrere det antal skridt vi går, hvis vi har den på os, eller den kan registrere vores løberute via GPS. Hermed bliver det pludselig muligt at inddrage krop og bevægelse i interaktionen. Dette sker uden at give køb på de visuelt abstrakte muligheder. Fx får vi ikke blot talt antal skridt eller konkrete GPS-koordinater – vi får ruten vist på kort og får vist statistik over hvordan vores hastighed har varieret igennem løbeturen. Ca. 2,1 mio. danskere har smartphones, og hver femte af dem vil hellere smide deres fjernsyn ud end deres smartphone (Mediawatch, 2012). Børnefamilier og børneinstitutioner fatter i øjeblikket stor interesse for tablets. De er større end smartphonen så flere kan kigge samtidig og samarbejde på mediet. Der foregår for tiden mange eksperimenter i børnehaver og skoler med iPads med henblik på at styrke børnene i deres udvikling og læring. Både i forbindelse med smartphones, tablets og interaktive klodser eksperimenteres der med mangfoldig brug af sensorer. Og der forskes i den særlige form for kropslig interaktion som brug af disse sensorer medfører (Dourish, 2004).

## Interaktive klodser

Interaktive klodser er også blevet kaldt interaktive “manipulativer”, “tangibles” eller “modulære robotter” alt afhængigt af kontekst og hvordan de teknologisk er skruet sammen. Interaktive klodser er alle fysiske interaktive manipulativer og er i forskellig grad baseret på at brugeren manipulerer og interagerer med systemerne (Nielsen, 2008).

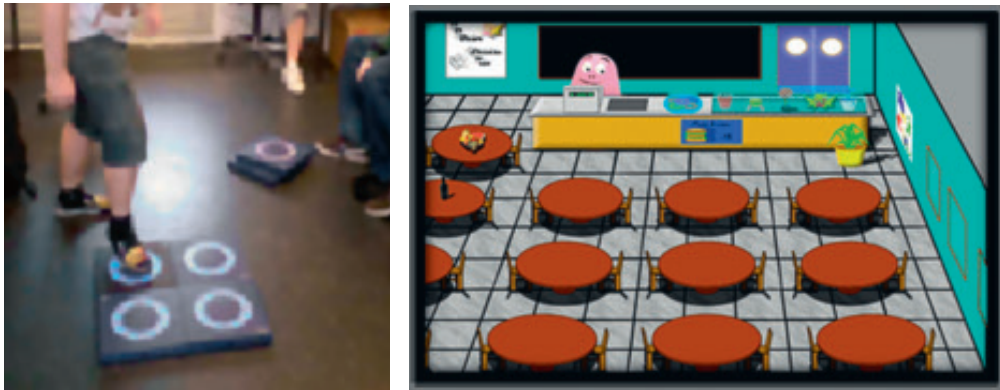
Fælles for traditionelle computere, smartphones og tablets er at de har et avanceret grafisk brugerinterface, og at kun ét vindue er aktivt ad gangen, dvs. centraliseret interaktion. Dourish (2004) udtrykker det således:

“Når computing bevæger sig ud i miljøet, som det sker med fysisk interaktive enheder, er det ikke engang en enkelt enhed, der er centrum for interaktionen. Den samme interaktion kan være fordelt over flere enheder, eller, mere præcist, interaktionen opnås gennem den koordinerede anvendelse af disse fysisk interaktive artefakter” (Dourish, 2004:51, egen oversættelse)

Interaktive klodsers interaktionsform er som udgangspunkt ikke centraliseret. Dette kommer til udtryk ved at man fx kan ryste og trykke på en hvilken som helst af de interaktive klodser og få feedback.

Interaktive klodser er oftest helt uden display og dermed uden et grafisk brugerinterface. Hautop Lund (2007) har de sidste ti år arbejdet med interaktive manipulativer i form af interaktive fliser og undersøgt hvordan man arbejder med fysisk interaktion helt uden brug af display og skærme. Hans fliser består hver især af en tryksensor, et antal programmerbare lysdioder og en computer – se figuren herunder. Fliserne kan via infrarødt lys kommunikere med hinanden. Derudover er der lyd. Han har i særlig grad anvendt fliserne i projekter som har fokus på leg, genoptræning og fysisk bevægelse.

Jeg har tidligere selv anvendt denne type fliser i et kursus for ingeniørstuderende til udvikling af spil. Det viste sig at de studerende brugte fliserne på forskellig vis: (1) fliserne som spilleplader hvor spillerne hoppede rundt, (2) fliserne som keyboard i samspil med projektor eller skærm, (3) en kombination af 1 og 2. Der var desuden en gruppe som udviklede en grafisk repræsentation af fliserne på skærmen for at understøtte deres fortælling i spillet. På figuren herunder ses til venstre de interaktive fliser, og til højre den grafiske repræsentation hvor hvert bord repræsenterer en flise:



Figur 2. Interaktive fliser.

I forhold til at udvikle spil viste det sig at det ofte var svært at få fortalt en god historie når man kun havde de programmerbare lysdioder og lyd at gøre godt med. Et billede, en animation eller en visuel simulation er i den forbindelse ofte essentiel.

I-Blocks og Move'n Learn er interaktive klodser ligeledes uden display. I-Blocks er anvendt til fysisk programmering, musik og matematik (Nielsen, 2008; Majgaard, Misfeldt & Nielsen, 2010). Hver enkelt Move'n Learn-klods er på størrelse med en stol, og her skal man virkelig bruge hele kroppen i interaktionsprocessen (Move-and-Learn, 2011). Derudover er der en række systemer til undervisningsbrug inden for matematik, fysik og biologi (Zuckerman, 2007; Piper & Ishii, 2002; Gillet, 2005).

Jeg har desuden arbejdet med I-Blocks i forbindelse med udvikling af læremidler til matematik. I den forbindelse satte vi klistermærker på kuberne for at få de enkelte sider på kuben til at repræsentere et tal – her havde det været mere fleksibelt med et display.

Det store potentiale i de modulære interaktive klodser er den komplekse fysiske interaktion de tilbyder. Brugeren anvender typisk mere end sine fingerspidser, da interaktive klodser skal sættes sammen, rystes og drejes – eller, når det gælder fliserne, hele kroppen. Denne fysiske og kropslige interaktion giver mulighed for mere helhedsorienterede, udforskende og problemløsende læreprocesser. Sharp (2007) udtrykker fordelene ved interaktive klodser således:

“En fordel er, at fysiske objekter og digitale artefakter kan placeres, kombineres og udforskes på kreative måder, dette muliggør at dynamisk information præsenteres på forskellige måder. Desuden kan fysiske objekter holdes i begge hænder og kombineres og manipuleres på måder som ikke er muligt i andre brugergrænseflader. Dette muliggør at flere personer undersøger denne grænseflade sammen...” (Sharp, 2007, egen oversættelse)

Sharp fokuserer især på kreativitet, kollaboration og alternative måder at udforske problemområder som er interaktive klodseres stærke sider. Dette kan eksemplificeres med Zuckerman (2005) som med interaktive klodser udforsker kædereaktioner og feedbackmekanismer hvilket konkret illustrerer nogle komplekse problemområder.

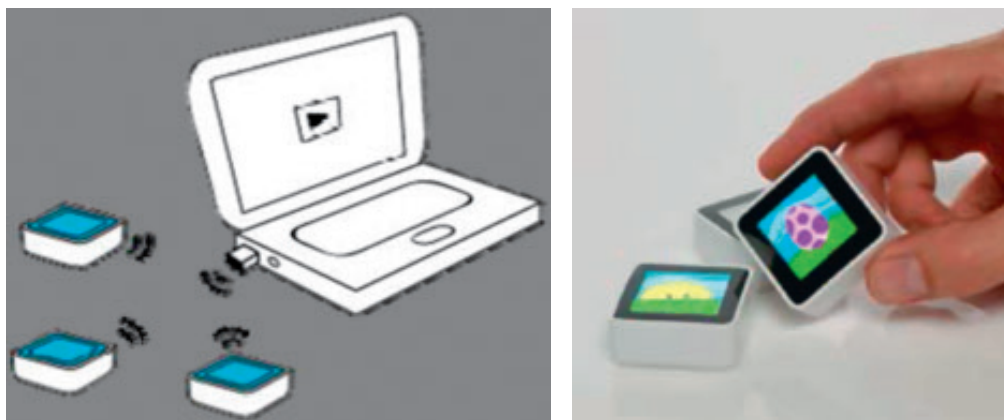
### *Mellemformer*

Mellem de to yderpunkter, traditionelle skærmbaserede computere og interaktive klodser, er der en række mellemformer. De første jeg nævnte, var smartphones og tablets som har nogle særlige sensorer som gør dem mere fysiske og dermed mere taktile og kropslige. I det efterfølgende vil jeg introducere Sifteo som også er en mellemform. De kombinerer det distribuerede kropslige ved interaktive manipulativer med et grafisk brugerinterface.

## Om den teknologiske platform Sifteo

Sifteo er en teknologisk platform som er en hybrid mellem interaktive klodser og skærmbaserede interfaces idet hver enkelt klods har et lille display på 128 x 128 pixels. Dette er nok til dynamisk at afvikle små animationer og vise billeder, bogstaver, tal og andre symboler.

Hver Sifteo-pakke består af 3-6 Sifteo-klodser. Hver klods er klikbar, indeholder et farvedisplay, som på en pc, med en række bevægelsessensorer og et genopladeligt batteri. Hver klods er lige knap 4 x 4 cm. Klodserne er trådløst forbundet til en computer via en USB-radioforbindelse. De kan rumme op til fire timers spil på en enkelt opladning. Sifteo-applikationerne køres fra et særligt Sifteo-runnerprogram på computeren. Det er muligt uden programmeringserfaring at udvikle simple variationer med Sifteo Creativity Kit. Herunder ses Sifteo-kuberne og hvordan de forbindes til computeren.



**Figur 3.** Sifteo (kilde: [www.sifteo.com](http://www.sifteo.com)).

Til Sifteo-systemet findes et brugbart softwareudviklingsværktøj som indeholder et programmeringsinterface hvor man kan programmere i letvægts-C# (C-sharp). Derudover er der en Sifteo-simulator således at udvikleren løbende kan teste sine applikationer uden at downloade dem til kuberne, hvilket er en god hjælp til udvikleren. Der er endnu ikke så mange Sifteo-tutorials, så udviklerne må eksperimentere sig frem.

Produktet har kun været på markedet i ca. et år. Der er derfor endnu ikke så mange spil og så veludbygget en support.

## Om hvordan og hvorfor Sifteo indgik i undervisningen

Kurset hvor Sifteo blev anvendt, er en del af civilingeniøruddannelsen lærings- og oplevelsesteknologi. Uddannelsens formål er at uddanne fremtidens designere af digitale læremidler og digitalt legetøj. Fokus på uddannelsen er på menneske-maskinespil og interaktionsdesign, og de studerende udvikler digitale systemer inden for temaerne spil, læring, interaktion, leg og oplevelse. Uddannelsen er flerfaglig idet der er en teknologisk fagsøjle hvor de studerende lærer at programmere på forskellige platforme. De får her et dybere kendskab til teknologi og dens potentialer. Den anden fagsøjle ligger i domænet læring og oplevelse hvor de studerende får en dybere viden om fx spil samt lærings- og legeteori. Fagligheden human computer interaction (HCI) og fysisk interaktion ligger i begge fagsøjler. For at forbinde de to fagsøjler er der på hvert semester et projekt hvor de studerende udvikler digitale spil, museumswebsites eller læringssystemer alt afhængigt af de konkrete faglige emner på semestret.

På fjerde semester havde de studerende kurser i legeteori, projektledelse, mobiltelefonprogrammering samt hardware og robotteknologi. I kurset hardware og robotteknologi introduceredes Sifteo-teknologien. De første tre semestre arbejdede de studerende på traditionelle platforme som pc'er og tablets hvor der har været fokus på udvikling til grafiske interfaces. På fjerde og femte semester skulle de studerende prøve kræfter med andre, mere fysiske brugerinterfaces som fx robotteknologi, interaktive klodser og Kinect. Vi ville gerne have at de studerende fik erfaring med fysisk interaktion og hvordan man kunne udvikle systemer som fokuserede på bevægelse, rumlighed, motorik og kropslighed generelt. Vores intention er at vores studerende både skal beherske udvikling til grafiske og fysiske interfaces. De studerende skal kunne vurdere anvendeligheden af disse interfaces og i en designproces kunne vurdere hvornår man skal anvende fysisk og/eller grafisk baserede interfaces. De skal altså i praksis kunne forstå og udnytte disse mediers komparative styrker.

Semestertemaet på fjerde semester var i øvrigt leg. De studerende skulle udvikle et digitalt legetøj til børn som lige var begyndt i første klasse. For at de studerende skulle kunne udvikle programmer på denne for nye og for dem ukendte platform, var det essentielt at de undersøgte hvordan målgruppen håndterede og oplevede tekno-



logien. For at kunne forstå målgruppen og deres legeunivers var det også vigtigt at inddrage børnene. De studerende skulle i høj grad designe interaktionen mellem børn og teknologi. Derfor var det vigtigt at de studerende undervejs studerede børnenes interaktion med klodserne. Konkret foregik udviklingsprocessen i samspil børn fra første klasse på Rosengårdskolen i Odense.

Før de kunne gå i gang med semesterprojektet, skulle de studerende introduceres ordentligt til Sifteo da det var første gang at de studerende skulle arbejde med et C#-programmeringsinterface. De studerende skulle desuden sideløbende med semesterprojektet udvikle deres egne små programmer i Sifteo således at de generelt kunne forbedre deres programmeringskompetencer.

## Eksempel på design til Sifteo-plattformen

Undersøgelseseksemplet tager udgangspunkt i den konkrete undervisning, observation af de studerendes interventioner med målgruppen og de studerendes afrapporteringsartikler.

De studerende anvendte en iterativ designproces som de gennemløb tre gange. Hver iteration bestod af design, test og evaluering. Nederst i afsnittet er en tabel med fotos fra udviklingsforløbet.

Herunder beskrives kort de studerendes udviklingsforløb med citater fra deres semesterprojektartikler. Beskrivelsen tager udgangspunkt i interventionerne som var de testsituationer de studerende havde med målgruppen. Hver intervention varede cirka to timer:

Første intervention: "Vi gjorde her brug af Christopher Ireland "Field Ethnography", hvilket foregik ved at vi observerer, videooptager og skriver alt ned hvad børnene gør med Sifteo-klodserne i løbet af testen. Vi benyttede os af forskellige spil andre havde lavet til Sifteo-klodserne, da vi ikke selv havde udviklet noget på pågældende tidspunkt."

Eksempel på studenterobservation ved første iteration: "Generelt var børnene gode til at forstå funktionerne ved klodserne og fandt hurtigt ud af at de igennem samarbejde kunne gøre brug af flere funktioner og herved opnå en højere grad af underholdning. Der var dog en forskel i hvornår og hvordan de begyndte at dele klodserne. Drengegrupperne havde en tendens til at have hver deres klods mens pigerne overlod ansvaret af klodserne til en."

Brainstorming og forberedelse til anden intervention: "Efter den første brugertest evaluerede vi og lavede en brainstorming for at finde den leg og det legeformål der skulle passe til børnene. Vi endte med at vælge idéen "påklædningsdukke". Inden vi besøgte folkeskoleklassen igen, var det vigtigt at vi fik udarbejdet den første prototype så vi kunne lave en reel brugertest af vores applikation."

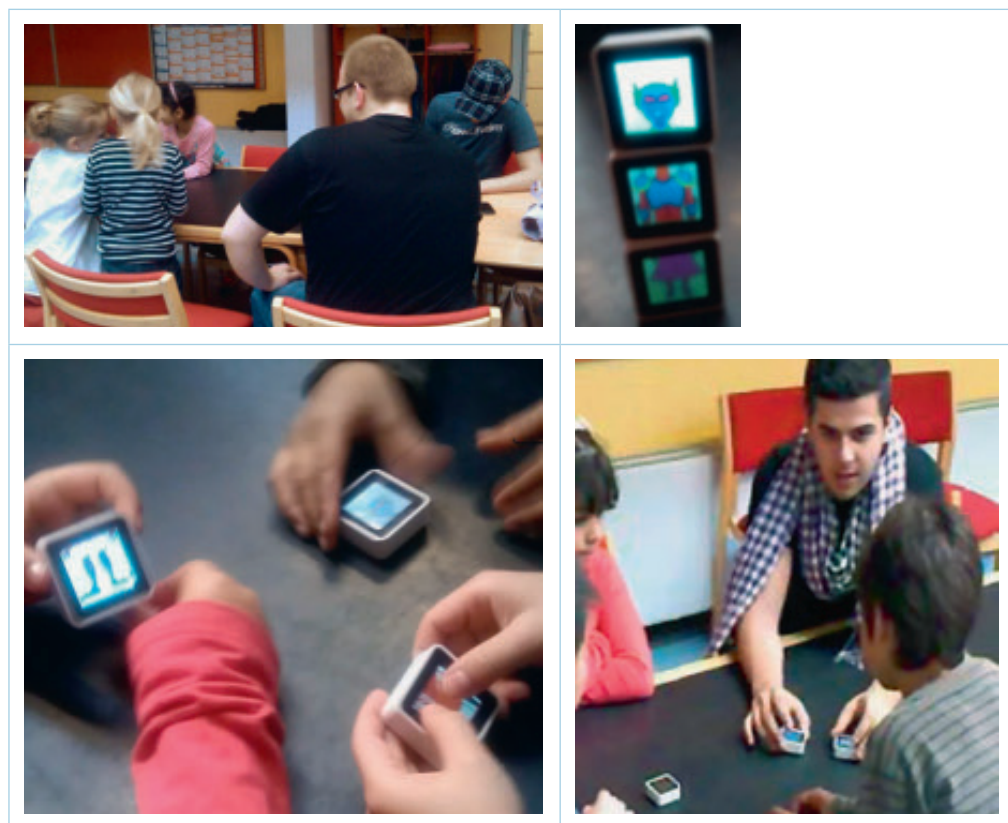
Anden intervention, den skrabede version: "Vi havde fået lavet grundskelettet af

prototypen, men vi havde ikke alle figurer, og derfor blev vi nødt til at sætte et par billeder ind som vi fandt på internettet. Det gav os kun otte kombinationsmuligheder, og børnene fandt det hurtigt kedeligt.”

Evaluering og forberedelse af tredje intervention: “Børnene blev ret utålmodige, og de begyndte derfor at spørge ind til de andre spil. Derfor valgte vi at næste brugertest ikke skulle foregå med den samme klasse. Der skulle gå lidt længere tid før vi skulle ud til folkeskolen igen, så vi fokuserede meget på forbedring af prototypen og tilføjjelsen af flere figurer, som efterspurgt ved vores anden brugertest.”

Tredje og sidste intervention: “Først udforskede børnene hvad man kunne, og derefter begyndte de at lege med klodserne. Enkelte af grupperne var så dybt optaget af klodserne at de ikke ville forlade bordet. Brugertesten viste at børnene ikke kedede sig med klodserne og havde det sjovt med at skabe nye figurer og høre de forskellige lyde ... Ud fra observationer og dialog med børnene stod det dog klart at de gerne ville have flere figurer. Der blev nævnt monstre, drager, klovne og endda dyr – det blev foreslået at man i stedet for at have klodserne horisontalt kunne have dem liggende vertikalt ved siden af hinanden, eksempelvis så man kunne lave en bjørn.”

**Tabel 1.** Billeder af studerende, målgruppe og Sifteo.



## Pointer: Sifteo som undervisnings- og læringsplatform

Den hybride platform Sifteo har en række særlige kvaliteter som sammenfattes i en række pointer herunder. Pointerne går dels på de særlige interaktive hybride kvaliteter og dels på kvaliteter i læreprocesser ved brug den hybride platform som undervisningsværktøj for de ingeniørstuderende.

Pointer der vedrører den interaktive brug af den hybride platform:

- Fysisk og symbolsk interaktion
- Historiefortælling
- Kollaboration
- Multipurpose: Sifteo – den fleksible interaktive klods.

Pointer der vedrører den hybride platform som undervisningsværktøj for de ingeniørstuderende:

- Det dobbelte perspektiv: Den hybride platform understøtter eksperimentel brugerinddragelse i designprocessen.
- De studerendes læring: praksislæring, eksperimenter i “real life”.
- De studerendes læring: “trial and error”-læring, optimerende læreprocesser, deltagelse og skabende læreprocesser.

Pointerne uddybes herunder.

### *Fysisk og symbolsk interaktion*

Interaktive klodser understøtter fysisk interaktion. Denne fysiske interaktion med Sifteo er mere naturlig, mangeartet og direkte end fx den indirekte manipulation med grafisk brugerinterface (GUI) via en mus. Man sætter klodserne sammen, ryster dem, trykker på dem eller vender dem på hovedet. Interaktionen understøtter aktiviteten og at vi derigennem får konkrete fysiske oplevelser. Fysiske og kropslige oplevelser er gode virkemidler til at understøtte leg og læring. Denne særlige oplevelse kan forankre kropslig viden som fx gennem undervisning kan ekspliciteres (Majgaard, 2011).

Dourish (2004) forklarer hvordan interaktive klodser giver fysisk form til digital og symbolsk information. Dette gælder i høj grad for Sifteo idet man på klodser kan have symboler og grafik i form af fx animationer, bogstaver eller tal. Selv interaktive klodser uden et grafisk interface betegner ofte noget andet end det de giver sig ud for. Fx betegnede en lyserød I-Block et særligt musikinstrument, men fysisk lignede den blot en forvokset terning. Så selvom interaktion med interaktive klodser er fysisk, repræsenterer de noget andet end deres fysiske form. Der er et særligt symbolsk indhold som er det man manipulerer med. Dourish udtrykker det således:

“Fysisk interaktive computere er interessante, netop fordi de ikke kun er fysiske. Det er en fysisk realisering af en symbolsk virkelighed, og den symbolske virkelighed omhandler ofte en simulerbar version af verden som bliver manipuleret”. (Dourich, 2004:207, egen oversættelse)

Fysisk interaktion er derfor ikke i modstrid med symbolsk interaktion – i interaktive klodser supplerer de hinanden. Og den fysiske repræsentation giver krop til den symbolske betydning.

Den hybride form for interaktive klods understøtter på samme vis som den traditionelle kropslig, symbolsk, fysisk interaktion.

### *Historiefortælling*

I de studerendes design var det en selvfølgelighed at tænke i symboler og smånarrationer. Idéen til applikationen Dress It var netop tredelte påklædningsdukke som sagde særlige lyde når de blev samlet. Det kom fx på bane at integrere dyreelementer. Dette var en naturlig selvfølgelighed med Sifteo som ikke havde været mulig på I-Blocks eller andre af de præsenterede interaktive klodser.

Den hybride klods som inkluderer display, understøtter historiefortælling og narration, hvilket er en stor fordel. Dette forhold gør sig ikke gældende for de traditionelle interaktive klodser uden display.

### *Fysisk kollaboration*

Det var muligt for os at observere hvordan børnene arbejdede med klodserne. Det var derfor også muligt for de studerende at påvirke interventionen hvis der var en særlig facilitet børnene ikke havde fanget. De studerende havde forskellige roller under interventionerne. Fx skrev én ned, og en anden faciliterede intervention. Børnene arbejdede typisk i grupper om applikationen, hvilket var muligt da alle kunne se hvad der foregik. Man kunne se om klodserne var sat sammen, hvordan de vendte, og hvilket motiv der var på displayet.

Fysisk kollaboration understøttes af både de hybride og de traditionelle interaktive klodser. Fysisk kollaboration er derimod ikke oplagt når det drejer sig om fx smartphones, idet det rent praktisk kan være svært at følge hvad der foregår på skærmen imens en anden trykker og trækker i virtuelle elementer. Derimod vil en mere virtuel kollaboration mellem brugere af smartphones være oplagt, og dette er også i høj grad udbredt fx på virtuelle sociale netværk.

### *Multipurpose: Sifteo – den fleksible interaktive klods*

På I-Blocks kører man én applikation ad gangen. Sifteo er en multipurposeplatform, og man kan dynamisk downloade og køre forskellige applikationer alt efter målgruppe og behov.

Det vil være oplagt at omforme applikationer fra fx I-Blocks til Sifteo. Det vil gøre disse applikationer mere fleksible. Og disse applikationer vil kunne blive en del af en større portefølje af applikationer. Da der maksimalt kan sættes 6 klodser sammen, vil der være en begrænsning for visse applikationer, fx på hvor store tal man kan arbejde med hvis man regner ét ciffer pr. klods. Sifteo er en fleksibel interaktiv klods som umiddelbart kan bruges i undervisningen og som digitalt legetøj og læremiddel.

Denne hybride platform understøtter multipurposebrug hvilket betyder at den samme hybride tangible platform kan anvendes bredt, fx i både matematik, dansk, engelsk og fysik.

### *Det dobbelte perspektiv: Den hybride platform understøtter eksperimentel brugerinddragelse i designprocessen*

Denne artikel beskriver blandt andet hvordan mine studerende udviklede et digitalt legetøj til den hybride platform Sifteo. Jeg har i første led undervist de studerende i teknologisk design på disse Sifteo-klodser. De studerende har så i forbindelse med designet inddraget børnene på Rosengårdskolen som en art meddesignere. Men artiklen rummer samtidig en beskrivelse af hvordan børn, som er den primære målgruppe, kan arbejde med disse kloder. Det dobbelte perspektiv henviser altså til de studerendes læreproces i forbindelse med designet og børnenes interaktion og brug af de hybride klodser. De hybride kvaliteter kom særligt til syne når brugerne involveredes i designprocessen. Dette var fx tydeligt da de studerende valgte at lægge vægt på fysisk kollaboration og narration i deres design. Fysisk kollaboration og narration er netop særlige hybride kvaliteter.

Vi vil næste gang vi kører 4. semester, anvende den samme hybride platform da vi på en enkel måde får de studerende til at arbejde med interaktion på en distribueret og kropslig facon. Vi forsøgte os med at integrere en smartphone i udviklingsprojektet, men det var nok for ambitiøst i forhold til den tidsramme vi havde. Det vil ellers være oplagt at integrere andre typer af platforme med Sifteo. Fx ville børn kunne tegne billeder på en tablet og så bagefter overføre dem til klodserne, eller man kunne optage lyd på smartphonen og integrere lyden i Sifteo-applikationen. Teknisk integration mellem forskellige hybride platforme foregår nemt og er også en særlig hybrid kvalitet. Det svære er at finde en god grund til at gøre det. De studerende argumenterede imod at integrere for mange platforme idet de mente det var for forvirrende for målgruppen at forholde sig til flere platforme på en gang.

Det er desuden essentielt at de studerende i udviklingsforløbet tilbringer tid sammen med målgruppen således at de kan optimere og udvikle applikationens interaktionsmuligheder så de passer til målgruppen. Og ikke mindst kan de iagttage hvordan målgruppen interagerer med interaktive klodser i det hele taget.

### *De studerendes læring: praksislæring, eksperimenter i "real life", deltagelse – medskaben*

Læringspotentialet i Sifteo kan opdeles i to niveauer: 1) praksislæring med "real life"-eksperimenter, 2) eksperimenterende "trial and error"-læring og optimerende læreprocesser i forbindelse med programudviklingen.

De studerende afprøvede i første omgang selv eksisterende Sifteo-spil i klassen. Derefter afprøvede de spillene på målgruppen. Dette gav de studerende en forståelse af platformen og børnenes måde at håndtere klodserne på. Fx blev de studerende opmærksomme på hvordan børnene samarbejdede om klodserne. Dette gav de studerende idéen til at deres applikation skulle understøtte kollaboration. Derudover blev de også opmærksomme på hvor hurtigt børnene håndterede interfacet. Fx var de nødt til at sætte hastigheden på billedskift ned. Og de blev ligeledes opmærksomme på hvor der manglede interaktiv feedback. Den type indsigter de studerende fik, var en art praksisindsigter som de ikke kunne have fået hvis udviklingen kun havde foregået i laboratoriet. De oplevede en brugssituation med klodserne som de efterfølgende evaluerede og reflekterede over. De omsatte deres praksiserfaringer og refleksioner til nyt design. Dette kan sammenlignes med Shöns "refleksion over handling" hvor den studerende evaluerer sin praksis, som i dette tilfælde er eksperimenter med den nye Sifteo-teknologi (Schön, 2001). I øvrigt fokuserer Dewey (1974) i sin forståelse af læring på erhvervelse af konkrete erfaringer. Den lærende skal gøre sig konkrete erfaringer igennem eksperimenter som foregår uden for universitetet. Dette vil give en bedre og mere helhedsorienteret læreproces. Denne designcase er netop et eksempel på at de studerende er ude i felten og gør eksperimenter og potentielt får en mere helhedsorienteret læreproces og praksisforståelse af børns brug af teknologi. Derudover illustrerer ovenstående eksempel at eksperimentet og samarbejdet med målgruppen påvirker de studerendes design og deres forståelse af interaktion med interaktive klodser. Den hybride platform egner sig til eksperimenter med den konkrete målgruppe. Platformen kan afprøves "real life", og designerne kan observere interaktion og få gode idéer inden de påbegynder deres eget design, og undervejs i designprocessen.

Undervejs i softwareudviklingen af applikationerne testede de studerende løbende resultaterne ved at downloade nye versioner af deres applikation til klodserne. De studerende afprøvede så selv undervejs om deres kodning fungerede rigtigt. De ekspe-

rimerede sig frem til at få klodserne til at opføre sig som de nu ønskede. I denne proces udviklede de en bedre forståelse af hvordan de skulle kode klodserne, og en bedre forståelse af klodsernes særlige sensorer. De studerende får i denne udviklingsproces en løbende feedback fra udviklingsmiljøet som gør at de selv kan eksperimentere sig frem til de rigtige løsninger. Programmeringsmiljøet bliver dermed et objekt som den studerende er i dialog med, og som signalerer når noget fungerer rigtigt, forkert eller helt uventet. Dette betegnes af Papert (1993) som "an object-to-think-with". Historisk var Papert den første som introducerede eksperimenterende leg og læring ved programmering af fysisk interaktive systemer (Papert, 1993). Hans vision var at udvikle "an object to think with" hvor børn på én gang kunne eksperimentere, erfare, lære og konstruere. Papert beskriver den særlige form for læring som konstruktionisme.

Denne eksperimenterende og kreative udviklingsproces kan desuden beskrives som "trial-and-error learning" hvor den studerende lærer igennem sine fejl og tilpasser sin kode. Når den studerende mestrer denne type læring, kan den også anvendes i andre udviklingsprocesser (Bateson, 2000, s. 287). Den studerende lærer dermed at søge at nye løsninger i nye kontekster hvor man lærer på baggrund af sine erfaringer og konkrete eksperimenter. I forbindelse med den konkrete programudvikling adskiller den hybride platform sig ikke fra andre digitale platforme. Dog fik de studerende en særlig eksperimentel forståelse af hvordan man skulle programmere til interfacets interaktive dele, fx hvor hurtigt billeder skal skifte i forhold til at brugeren skal kunne nå at trykke på et udvalgt billede.

Både i forbindelse med interventionerne med målgruppen og udviklingen af de nye applikationer kombineredes aktiv handlen, eksperimenter og refleksion til en art konstruktiv medskaben.

De studerendes udbytte blev evalueret dels igennem individuelle porteføljeopgaver og dels i et gruppebaseret semesterprojekt. I porteføljeopgaverne var der fokus på platformens særlige muligheder og programmeringstekniske problemstillinger. Semesterprojektet havde et bredere fokus idet de studerende skulle udvikle et nyt produkt til platformen i samspil med målgruppen.

## Opsamling og konklusion

I artiklen redegøres der for forholdet mellem interaktive fysiske og skærmbaserede interfaces med et særligt fokus på interaktive klodser. Interaktion med interaktive klodser foregår ved fysisk konstruktion og taktil manipulation. Disse klodser er i deres grundform uden grafisk brugerinterface.

Der er efterhånden kommet mellemformer mellem interaktive fysiske interfaces og traditionelle skærmbaserede pc'er. Smartphones og tablets er blevet mere taktile

og fysisk interaktive. De er blevet følsomme over for tryk og bevægelser, og de har fået GPS, kompas og 3-d-accelerometer.

Sifteo fra casen er en hybrid mellem de skærmbaserede og de fysiske interfaces idet hver modulær klods indeholder et display. Med denne hybrid er det muligt at kombinere flere af styrkerne fra både den skærmbaserede og den fysisk interaktive verden. Det er fx muligt at visualisere historier og animationer på Sifteo. Dette var ikke muligt på de traditionelle interaktive klodser. Platformen er en multipurposeplatform, og man kan hurtigt skifte applikation ligesom man kan på en pc eller smartphone. For at denne platform kan vinde vid udbredelse i institutioner og i børnefamilier, skal der dog udvikles flere righoldige applikationer.

Sifteo anvendtes som udviklingsplatform af mine studerende. Platformen er stabil og egner sig som udviklingsplatform i ingeniørundervisningen. De studerende får mulighed for at prøve kræfter med en fysisk interaktiv platform. Og de får muligheden for at tænke, opleve og udvikle interaktionsformer til ikketraditionelle platforme. Dette kan medvirke til at de får et mere nuanceret syn på hvad et interface er, og at det ikke har et fast standardformat. På næste semester skal de selv bygge interfaces med programmerbare sensorer og aktuatorer. De gennemløber dermed en progression fra standardskærmformater over interaktive klodser til at bygge deres egne. Dette giver dem på sigt en designmæssig frihed når de skal designe digitale læremidler eller andre interaktive produkter.

## Perspektiver

I det følgende perspektiveres fremtidig brug af Sifteo i undervisningen med udgangspunkt i en workshop med 12 folkeskolelærere hvoraf ca. halvdelen var it-vejledere.

De afprøvede en blanding af lærings spil og læringsapplikationer som var målrettet indskoling. De omhandlede bl.a. stavning, læsning, rækkefølger, matematik og engelsk.

De så gode muligheder i klodserne, men de mente at der i dag ikke er applikationer nok til klodserne på dansk. De syntes generelt at applikationerne havde for lidt udviklet indhold, dvs. man blev for hurtigt færdig med spillene. Flere undervisere ville gerne arbejde med klodserne undervisningen, fx med tosprogede børn med læse-, skrive- og staveproblemer eller børn med opmærksomhedsproblemer.

Platformen har potentiale til udvikling af et righoldigt indhold til brug i dansk- og matematikundervisningen i indskoling. Klodserne vil egne sig rigtig godt til et forsknings- og udviklingsprojekt med en inklusionsvinkel. Projektet kunne fx omhandle stave-, læse- og sprogudvikling for børn som har brug for en ekstra indsats. Projektet



kunne i en matematikretning omhandle tal og algebra i indskolingen, fx træning i positionssystemet. Jeg er selv i gang med at stable et projekt på benene, og jeg ved at Århus Universitet for tiden anvender klodserne i forbindelse med et kursus i digital didaktik og brug af fysiske interaktive medier i undervisningen.

## Referencer

- Bateson, G. (2000 (1972)). *Steps to an Ecology of Mind: Collected Essays in Anthropology, Psychiatry, Evolution, and Epistemology*. Forlaget Chicago Press. ISBN 0-226-03906-4.
- Caspersen, M.E. (2000). Here, There and Everywhere – On the Recurring Use of Turtle Graphics in CS1. I: ACE2000, *Proceedings of the Fourth Australasian Conference on Computing Education, 2000*, s.34-40
- Dourish, P. (2004). *Where the Action Is. The Foundation of Embodied Interaction*. A Bradford Book. The MIT Press.
- Hofstein, A. & Lunetta, V.N. (2004). The Laboratory in Science Education: Foundations for the Twenty-First Century. *Science Education*, 88(1), s. 28-45.
- Lund, H., Pedersen, M. & Beck, R. (2007). Modular Robotic Tiles – Experiments for Children with Autism. *Artificial Life and Robotics*, 13, s. 394-400. Springer Japan.
- Majgaard G. (2011). *Læreprocesser og robotsystemer. Design af læreprocesser med robotter som medier og børn som med-designere*. Ph.d.-afhandling.
- Majgaard, G., Misfeldt M. & Nielsen J. (2010). Robot Technology and Numbers in the Classroom. Cognition and Exploratory Learning in Digital Age. *IADIS CELDA 2010 Proceedings*, s. 231-234
- Montessori M. (1963). Barndommens gåde. I: U. Liberg (red.), *Pædagogiske tænkere – et tekst-udvalg*. Pædagogisk Bogklub, 1998.
- Nielsen, J. (2008a). *User Configurable Modular Robotics – Control and Use*. Ph.d.-afhandling, University of Southern Denmark.
- Nielsen, J., Jessen, C. & Bærendsen, N.K. (2008b). RoboMusicKids – Music Education with Robotic Building Blocks. I: *Proc. The 2nd IEEE International Conference on Digital Game and Intelligent Toy Enhanced Learning (DIGITEL)*, s. 149-156.
- Papert, S. (1993). *Mindstorms Children, Computers, and Powerful Ideas*. Basic Books.
- Piaget, J. (2001 (1947)). *The Psychology of Intelligence*. Routledge Classics in 2001. ISBN 978-0-414-25401-4.
- Piper, B. & Ishii, H. (2002). PegBlocks: A Learning Aid for the Elementary Classroom. I: *Proceedings Extended Abstracts of Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI '02)*, Minneapolis, Minnesota, USA, 20.-25. april 2002.
- Rusk, N., Resnick, M., Berg, R. & Pezalla-Granlund, M. (2008). New Pathways into Robotics: Strategies for Broadening Participation. *Journal of Science Education and Technology*. 17, no. 1, s. 59-69

- Schön, A.D., (2001,(1983)). *Den reflekterende praktiker. Hvordan professionelle tænker, når de arbejder*. Klim.
- Sharp H. (2007). *Interaction Design: Beyond Human-Computer Interaction*. John Wiley & Sons Ltd.
- Stanton, D. et al. (2001). Classroom collaboration in the design of tangible interfaces for storytelling. I: *Proc. of CHI '01*, s. 482-489.
- Thomas, D. & Brown J.S. (2011). *A New Culture of Learning: Cultivating the Imagination for a World of Constant Change*. CreateSpace. ISBN 9781456458881.
- Zuckerman, O., Arida, S. & Resnick, M. (2005). Extending Tangible Interfaces for Education: Digital Montessori-inspired Manipulatives. I: *Proceedings of CHI '05, ACM Press*, s. 859-868.
- Zuckerman, O. & Resnick M. (2005). Children's Misconceptions as Barriers to Learning Stock-and-Flow Modeling. I: *Proceedings of the 23rd International Conference of the System Dynamics Society*.

## Links

- Mediawatch. (2012). <http://mediawatch.dk/artikel/smartphones-styrker-kommercielt-mediepotentiale>. Lokaliseret den 9.7.12.
- Move-and-Learn. (2011). [www.alexandra.dk/dk/projekter/Sider/Move-and-Learn.aspx](http://www.alexandra.dk/dk/projekter/Sider/Move-and-Learn.aspx). Lokaliseret den 9.10.12.
- Sifteo (2012). [www.sifteo.com](http://www.sifteo.com). Lokaliseret den 25.7.12.
- Wikipedia hjerte. (2012). [http://da.wikipedia.org/w/index.php?title=Hjerte\\_\(organ\)&action=history](http://da.wikipedia.org/w/index.php?title=Hjerte_(organ)&action=history). Lokaliseret den 16.7.12.

## English Abstract

*Interactive blocks are digital tangible manipulatives, which provide a physical form of interaction. They can be used in mathematics teaching at primary school level. In this article, we explore differences and potentials of interactive blocks compared to advanced graphical interfaces. What happens when interactive blocks and graphical user interfaces blend into a hybrid, and how can this enrich learning processes? We present an example where engineering students use interactive blocks containing displays when developing digital toys for children. Some of the specific hybrid characteristics are the possibility of a richer physical and symbolic interaction, storytelling, collaboration, design in practice, and user involvement.*