

FORUNDERSØGELSE TIL INDSATS VEDR. UNDERSTØTTELSE AF ELEVERS ADGANG TIL VIRTUELLE LABORATORIER

Slutrapport

København, December 2018

Baggrund

Regeringen har i marts 2018 lanceret en national naturfagsstrategi, der sætter et ambitiøst mål for at styrke naturvidenskabelige fag i grundskolen og på ungdomsuddannelserne. Med strategien ønsker regeringen at øge børn og unges interesse for naturfag i folkeskolen og naturvidenskabelige fag på ungdomsuddannelserne (herefter samlet benævnt naturfag) for dermed at være motiverede for at vælge naturvidenskabelige fag videre i uddannelsessystemet. Ligeledes ønsker regeringen at styrke elevernes faglige niveau, så flere børn og unge bliver så dygtige, som de kan inden for naturfag.

Fra nyere forskning, herunder bl.a. fra demonstrationsskoleforsøg om It baseret læring er det afdækket, at it bidrager til at styrke elevernes motivation for læring. Blandt de it-løsninger, som medvirker til at styrke motivationen, er brugen af virtuelle og andre interaktive løsninger i naturfag, hvor eleverne får mulighed for at afprøve og eksperimentere med forsøg, som ikke ellers ville være muligt i et almindeligt laboratorium.

En række internationale undersøgelser viser entydigt en positiv sammenhæng mellem anvendelsen af virtuelle laboratorier og læringsprocesser for børn og unge. Der har været en voksende interesse for området de seneste år som følge af de nye teknologiske muligheder og den øgede brug af digitale læremidler på ungdomsuddannelserne. Dog er der fortsat tale om et relativt umodent marked med kun ganske få leverandører og erfaringer med anvendelsen inden for en skolemæssig kontekst.

På denne baggrund har Undervisningsministeriet i september 2018 igangsat en forundersøgelse, som skal afdække brugen af virtuelle laboratoriesimulationer på danske skoler samt afdække, hvilke tiltag der kan stimulere en øget brug af disse laboratoriesimulationer i undervisningen.

Forundersøgelsen er gennemført i perioden september til december 2018. Nærværende rapport udgør afrapporteringen af forundersøgelsen med en gennemgang af data og analyser foretaget som led i undersøgelsen samt en række anbefalinger til tiltag, der kan sættes i værk for at stimulere brugen af virtuelle og interaktive laboratoriesimulationer.

I rapportens indledende kapital gennemgås forundersøgelsens formål mere detaljeret, ligesom den anvendte metode beskrives.

København, December 2018

Indholdsfortegnelse

Formål med undersøgelsen	3
Ledelsesresumé	5
Anvendt metode i forundersøgelsen	6
Kapitel 1 - Skolernes erfaringer med interaktive laboratorier	9
Kapitel 2 - Markedet for interaktive laboratoriesimulationer til undervisningsbrug samt markedsbarriere	26
Kapitel 3 - Internationale erfaringer med brug af interaktive laboratoriesimulationer i undervisning	32
Kapitel 4 - Beskrivelse og vurdering af mulige tiltag samt anbefalinger	36
Kapitel 5 - Perspektivering	43
Bilag	46

Formål med forundersøgelsen

Den gennemførte forundersøgelse har til formål at fremsætte konkrete anbefalinger til tiltag, som Undervisningsministeriet og øvrige markedsaktører kan iværksætte for at bidrage til øget brug af virtuelle laboratorier i grundskolens udskoling og på ungdomsuddannelserne.

Som grundlag for fremsættelse af disse anbefalinger er formålet med forundersøgelsen at afdække:

- Aktuel brug af og erfaring med virtuelle laboratorier i undervisningen i danske grundskoler og ungdomsuddannelser
- Barrierer og potentialer for øget anvendelse af virtuelle laboratorier i undervisningen i grundskoler og på ungdomsuddannelser
- Markedet for virtuelle laboratorier til undervisningsbrug herunder eventuelle markedsbarrierer
- Internationale erfaringer med brug af virtuelle laboratorier i undervisningen

Formålet med disse afdækninger af både aktuel brug samt markedsforhold er essentiel for at kunne etablere et samlet øjeblicsbillede af det aktuelle anvendelsesomfang af virtuelle laboratoriesimulationer på tidspunktet for forundersøgelsen.

Det er desuden formålet med forundersøgelsen at beskrive, hvilke typer af tiltag, der i forskningsmæssig sammenhæng peges på som muligheder for øget anvendelse af virtuelle laboratoriesimulationer.

Samlet skal de tiltag, som forundersøgelsen peger på, således være forankret i både forskning og viden fra eksisterende praksis på skoler i Danmark og udlandet.



Virtuelle vs. interaktive laboratoriesimulationer

Udgangspunktet for forundersøgelsen er anvendelsen af *virtuelle laboratoriesimulationer*. Der eksisterer imidlertid ikke klare definitioner af, hvad der definerer en virtuel laboratoriesimulation. Brugen af begrebet *virtuel* kan dog tolkes således, at eleverne skal opnå en oplevelse af at være fysisk tilstede i et laboratorium. Dette ses imidlertid ikke som en forudsætning for, at eleverne kan lære og motiveres igennem digitale laboratoriesimulationer. Derfor anvendes begrebet *interaktive laboratoriesimulationer* i nærværende undersøgelse, fremfor *virtuelle*.

Når vi har foretaget denne præcisering skyldes det bl.a., at der i dag på markedet findes og anvendes løsninger, som giver eleverne mulighed for aktivt at deltage i laboratoriesimulationerne uden den *virtuelle* oplevelse af at være i et laboratorium, men som alligevel er medvirkende til at skabe og fastholde interesse for naturfagsundervisningen.

Med begrebet *laboratoriesimulationer* forstås i denne undersøgelse det at anvende digitale teknologier til at simulere elementer af undervisningen, der typisk ville foregå i et fysisk laboratorium. Et *laboratorium* forstås således i denne sammenhæng som et arbejdssted, hvor der udføres naturvidenskabelige undersøgelser og forsøg i et kontrolleret miljø. Det centrale, når man taler om *laboratoriesimulationer*, bliver derfor, at der i laboratoriesimulationen er mulighed for *interaktivitet*, forstået ved, at parametre kan justeres, og eleven har mulighed for at foretage laboratorieforsøg, hvor interaktionen, eller elevens handlinger, skaber resultatet, som det ville gøre i et fysisk laboratorium.

Derfor er der som led i forundersøgelsen opstillet en beskrivende definition af forskellige typer af laboratoriesimulationer, som undersøgelsen har afdækket. I figuren til højre vises de fem begrebsdefinitioner, der er anvendt i undersøgelsen til at kategorisere de forskellige produkter i forhold til at skabe nogle inklusions og eksklusionskriterier. De inkluderede produkter for nærværende undersøgelse er således primært kategori 1, 2 og 3 i figuren til højre.

Denne begrebsafklaring betyder samtidig, at der i nærværende forundersøgelse anvendes begrebet 'Interaktive' laboratoriesimulationer som en fælles betegnelse i stedet for 'virtuelle' laboratoriesimulationer.

Typer af interaktive laboratoriesimulationer - begrebsdefinitioner



Virtuelle interaktive laboratoriesimulationer

Kendetegnet ved interaktivitet i særlig grad og med mulighed for at foretage avancerede laboratorieforsøg. Man oplever at være fysisk tilstede i et laboratorium.

Interaktive laboratoriesimulationer i særlig grad

Kendetegnet ved interaktivitet i særlig grad og med mulighed for at foretage avancerede laboratorieforsøg. Uden oplevelse af at være fysisk tilstede i et laboratorium.

Interaktive laboratoriesimulationer

Kendetegnet ved mulighed for interaktivitet i forbindelse med simple laboratorieforsøg. Uden oplevelse af at være fysisk tilstede i et laboratorium.

Ikke interaktive laboratoriesimulationer

Kendetegnet ved at være simuleringer eller visualiseringer inden for STEM fag, men uden mulighed for interaktion fx video eller simpel VR.

Øvrige produkter

Kendetegnet ved at have simuleringer eller grader af interaktivitet, men der ikke er direkte relateret til at understøtte STEM kompetencer.

Ledelsesresumé af rapporten (1/2)

Anvendelse af interaktive laboratoriesimulationer i grundskole og på ungdomsuddannelser

Den gennemførte kortlægning peger overordnet set på en begrænset anvendelse af interaktive laboratoriesimulationer, hvor de gymnasiale uddannelser er længst fremme, mens meget få folkeskoler og erhvervsuddannelser anvender disse i undervisningen. Samlet er 970 folkeskoler blevet spurgt, hvoraf 116 har svaret. Af disse anvender 8 interaktive laboratoriesimulationer. For gymnasieskolerne gælder, at 88 skoler har svaret, hvoraf 28 anvender interaktive laboratoriesimulationer. 28 erhvervsskoler har besvaret, hvoraf 2 har angivet, at de anvender disse tekniske løsninger.

Interaktive laboratoriesimulationer anvendes primært i fysik, kemi og biologi og kun i mindre grad i matematik eller andre fag.

De primære årsager, til at interaktive laboratoriesimulationer ikke anvendes på skolerne, angives at være manglende kendskab til produkter på marked, samt lærernes manglende kompetencer ift. at kunne gennemføre god nok undervisning. Særligt på erhvervsuddannelserne er der mangel på faglig relevante produkter. Derimod synes didaktiske og tekniske kompetencer i mindre grad at være årsagen til, at man ikke anvender interaktive laboratoriesimulationer. Samtidigt viser afdækningen, at kun et mindre antal respondenter har peget på teknisk infrastruktur (fx internet, computere o.lign) som årsag til, at interaktive laboratoriesimulationer ikke anvendes.

Markedet og tekniske løsninger der anvendes

Afdækningen af markedet og anvendte løsninger viser, at skolerne primært anvender 3 løsninger (Labster, BioTech Academy samt PhET). De tre løsninger har alle simulationer på dansk. Labster har 5 simulationer på danske, Biotech Academy 10, og PhET har 192 simulationer på dansk.

De traditionelle undervisningsforlag er ikke repræsenteret på markedet, og oplevelsen er her, at markedet er for lille til, at man ønsker at gå ind i markedet. Samtidigt viser kortlægningen, at mindre teknologivirksomheder, som ønsker at komme ind på markedet, oplever, at der ikke findes budgetter, som kan allokere til løsningerne, idet centrale indkøbsaftaler mellem kommuner, skoler og undervisningsforlag ikke åbner mulighed for disse løsninger. Det opleves derved svært at se en positiv business case i at gå ind i markedet for interaktive laboratoriesimulationer.

Udenlandske erfaringer og løftestænger til øget brug af interaktive laboratoriesimulationer

Kortlægningen af erfaringer fra USA, Israel og Italien peger på, at løftestænger til øget brug af interaktive laboratoriesimulationer på kort sigt fx er øget ledelsesfokus, integration af de tekniske løsninger i skolernes anvendte læringsplatforme samt motivation af den enkelte lærer gennem aktivt at sænke barriererne for at gå i gang med at bruge de tekniske løsninger i undervisningen.

Fjernelse af barrierer handler i høj grad om, at den enkelte lærer skal præsenteres for forslag til brug af løsningerne i undervisningen, let adgang til kollega eller mentorsparring omkring indarbejdelse af interaktive laboratoriesimulationer i curriculum samt løbende efteruddannelse af lærerne.

Mulige tiltag til øget brug af interaktive laboratoriesimulationer

På baggrund af kortlægningerne, er der opstillet 10 forslag til tiltag, som kan øge brugen af interaktive laboratoriesimulationer på danske skoler. Forslagene fordeler sig med 4 forslag af teknisk karakter, 5 forslag med fokus på stimulering af adfærd og dermed brug af tekniske løsninger samt 1 forslag med strukturel respons.

Forundersøgelsens tilknyttede ekspert- og referencegrupper har peget på, at såfremt der ønskes en effekt med øget brug af interaktive laboratoriesimulationer på kort og mellemlangt sigte, bør der fokuseres på iværksættelse af de tiltag, som stimulerer lærerne til øget brug af løsningerne og sænker barriererne for anvendelse.



Perspektiver på anvendelse af interaktive laboratoriesimulationer

Den opsamlede viden i forbindelse med udarbejdelsen af rapporten samt rapportens anbefalinger giver anledning til særligt syv perspektiver på udbredelse af anvendelsen af interaktive laboratoriesimulationer.

- *Handlingsrettede aktiviteter for at skabe effekt på kort sigte (foråret 2018)*

Som angivet på foregående side forventes en række af de anbefalede tiltag at kunne skabe en effekt med øget brug af interaktive laboratoriesimulationer i naturfagsundervisningen allerede på kort sigt. Idet en række lærere i dag allerede anvender interaktive laboratoriesimulationer i undervisningen, er der tale om de tiltag, der handler om udbredelse af gode erfaringer og et fokus på at sænke "entrébarrieren" for lærere, som ikke tidligere har anvendt interaktive tekniske løsninger i deres undervisning.

- *Lokal prioritering og forankring af tiltag*

En lokal forankring og opfølgning på igangsatte tiltag vil være central for at lykkes med udbredelsen af interaktive laboratoriesimulationer.

I tråd med Indsatsområde 5 i Regeringens naturfagsstrategi: "Lokal prioritering, faglige netværk og samarbejde" bør de handlingsrettede tiltag forankres lokalt fx ved hjælp af netværk, brug af naturfagskoordinatorerne i kommunerne og faglige fællesskaber.

- *Anvendelse af interaktive simulationer i andre fag end naturvidenskab*

Forundersøgelsen har fokuseret på brugen af interaktive laboratoriesimulationer i naturfagsundervisningen. Foruden naturfag findes løsninger til interaktive simulationer, som kan anvendes i andre fag end naturfag.

Arbejdet i markedsafdækningen har vist, at der findes løsninger til interaktive simulationer i fagsom dansk og historie, hvor eleverne arbejder med konkrete problemstillinger, som skal løses som led i at fremme læringen, fx politiske dilemmaspil, som kan anvendes i samfundsfag. Der kan fremadrettet med fordel også fokuseres på øget anvendelse af simulationer i disse fag.

- *Anvendelse af strukturel respons til at understøtte udbredelse af løsninger*

Strukturel respons (fx lovgivning, bekendtgørelser o.lign) kan anvendes som led i at stimulere en bestemt adfærd, i dette tilfælde øget brug af interaktive laboratoriesimulationer. Det kan overvejes i hvilket omfang, der i eksisterende bekendtgørelser for grundskoler og ungdomsuddannelser kan indskrives mulighederne for at anvende interaktive laboratoriesimulationer. Der kan fx være tale om muligheden for, at en bestemt andel af forsøg kan være interaktive eller, at der i bestemte fag er særlige muligheder for brugen af løsningerne fx i en eksamenssituation.

- *Samtænkning af midler til forskning og etablering af selvstændige forskningsprojekter*

Som angivet under de anbefalede tiltag bør der igangsættes følgeforskning af anvendelsen af interaktive laboratoriesimulationer for at kunne følge op på effekterne af brugen af de teknologiske løsninger.

Yderligere forskningsprojekter bør tænkes sammen med Uddannelses- og Forskningsministeriets arbejde fx med fordeling af Ph.d-midler, som kan allokere til at skabe mere viden på området og styrke evidensgrundlaget om effekten af brugen af interaktive laboratoriesimulationer ift. at tiltrække studerende til naturvidenskabelige uddannelser.

- *Forventet udvikling i tekniske platforme*

Den teknologiske udvikling, også indenfor platforme, som understøtter interaktive laboratoriesimulationer går stærkt, hvilket betyder, at der må forventes at være et stigende antal teknologiske løsninger indenfor en årrække.

Forundersøgelsens tilknyttede eksperter har peget på, at netop den hastige teknologiske udvikling betyder, at man fra et centralt hold skal være opmærksomme på ikke at fastlåse sig til bestemte teknologiske platforme.

Forundersøgelsens 5 delopgaver

Den samlede forundersøgelse er gennemført via 5 delopgaver, som omfatter kortlægning og analyse.

Delopgave 1: Afdækning af markedet for interaktive laboratorier til undervisningsbrug samt markedsbarrierer har haft til formål at skabe overblik over det nationale og internationale markedsudbud for interaktive laboratorieløsninger til undervisningsbrug samt barrierer for markedets aktører på området.

Markedsafdækningen er sket gennem desk research samt interviews med 9 aktører. For at skabe et så diversificeret billede som muligt, er der afholdt interviews med både eksisterende og potentielle leverandører og forlag inden for det naturvidenskabelige fagområde ift. grundskole og ungdomsuddannelser.

Delopgave 2: Afdækning af aktuel brug af og erfaring med interaktive laboratorier i undervisningen i danske grundskoler og ungdomsuddannelser har haft til formål at afdække den aktuelle brug af interaktive laboratorier i undervisningen på danske grundskoler, gymnasier og erhvervsskoler samt erfaringerne hermed.

Afdækninger er sket gennem udsendelse af spørgeskemaer til 970 skoler samt efterfølgende interviews med 19 skoler, 3 repræsentanter for universiteter/professionshøjskoler, 11 faglige foreninger samt 5 videnscentre på området.

Delopgave 3: Afdækning af internationale erfaringer med brug af interaktive laboratorier i undervisningen omhandler det internationale perspektiv og indsamling af erfaringer fra skoler i andre lande. Denne delopgave er løst gennem interviews med repræsentanter for skoler i USA, Israel og Italien. De valgte lande repræsenterer forskellige grader af modenhed i anvendelsen af interaktive laboratoriesimulationer i undervisningen.

Delopgave 4: Afdækning af barrierer og potentialer for øget anvendelse af interaktive laboratorier i undervisningen i grundskoler og på ungdomsuddannelser. På baggrund af kortlægningerne i delopgaverne 1-3 er der som løsning af delopgave 4 gennemført en analyse af indsamlede data. Gennem identifikation af mønstre og sammenhænge i data, er der opstillet hypoteser for barrierer og potentialer for brug af interaktive laboratoriesimulationer, som er blevet kvalificeret af en række eksperter tilknyttet forundersøgelsen.

Oversigt over forundersøgelsens 5 delopgaver

Delopgave 1	Afdækning af markedet for interaktive laboratorier til undervisningsbrug samt markedsbarrierer
Delopgave 2	Afdækning af aktuel brug af og erfaring med interaktive laboratorier i undervisningen i danske grundskoler og ungdomsuddannelser
Delopgave 3	Afdækning af internationale erfaringer med brug af interaktive laboratorier i undervisningen
Delopgave 4	Afdækning af barrierer og potentialer for øget anvendelse af interaktive laboratorier i undervisningen i grundskoler og på ungdomsuddannelser
Delopgave 5	Beskrivelse og vurdering af mulige tiltag

Som led i kvalificeringen er der desuden gennemført en forskningskortlægning, som samlet giver et overblik over den nyeste forskning vedr. virkningsfulde tiltag. Forskningskortlægningen indgår som bilag i denne rapport.

Delopgave 5: Beskrivelse og vurdering af mulige tiltag. Den sidste af forundersøgelsens fem delopgaver, har omhandlet beskrivelse og vurdering af de mulige forslag til konkrete tiltag til at øge brugen af interaktive laboratoriesimulationer, som præsenteres i denne slutrapport. Inden fastlæggelse af de endelige anbefalinger, er hvert forslag blevet vurderet på parametrene: potentialer, risici, økonomi, forudsætninger for implementering og afhængigheder.

Metodiske forbehold

Undersøgelsen bygger på de data, som det har været muligt at indsamle i perioden samt den kortlagte forskning. Der tages forbehold for, at fx en længere undersøgelsesperiode, større population af respondenter i interviews og spørgeskemaundersøgelser o.lign, ville kunne have ændret nuancer af analysen.

Givet forundersøgelsens opbygning, mængden af indsamlet data samt brug af ekspertkvalificering vurderes anbefalingerne at bygge på et solidt grundlag.

Ekspertgruppe til kvalificering af resultater og tiltag

For at sikre, at forundersøgelsens anbefalinger hviler på et solidt forsknings- og praksis grundlag, er der undervejs i undersøgelsens forløb sket inddragelse af en række eksperter. Ekspertterne har løbende bidraget med kvalificering af metoder og resultater samt bistået med udarbejdelse af videnskortlægningen. Nedenfor er en kort præsentation af ekspertgruppens medlemmer:

Guido Makransky, Professor på Københavns Universitet

Guido er professor på KU og har igennem de sidste 6 år gennemført en række større forskningsprojekter med fokus på virtuelle læringsmiljøer, herunder virtuelle laboratoriesimulationer, hvor han har arbejdet med både folkeskoler, gymnasier og universiteter. Guido har publiceret adskillige artikler i internationale anerkendte tidsskrifter specifikt om brug af virtuelle laboratoriesimulationer i undervisningen.

Nynne Afzelius, Talentchef i ASTRA

Nynne er talentchef for Sciencetalenter i Astra, der har til formål at skabe tilbud og undervisning for naturvidenskabelige talenter i grundskole og på gymnasier. Nynne har beskæftiget sig med sciencetalentudvikling siden 2007 og har ligeledes en baggrund som gymnasielærer.

Morten Trolle, Projektleder, LIFE, Novo Nordiskfonden

Morten er projektleder på LIFE, der gennem mobile laboratorier, digital undervisning og et læringscenter skal løfte undervisningen i naturvidenskab for børn og unge i hele landet, over de kommende år. Morten har en baggrund som gymnasielærer og som forlagsredaktør.

Søren Larsen, Programleder for Virtuelle læringslaboratorier, RUC

Søren er programleder for projektet virtuelle læringsteknologier på Roskilde Universitet (RUC), der henover de kommende år arbejder på at integrere virtuelle undervisningsteknologier (bl.a. 3D og VR-simulationer) i en hel naturvidenskabelig uddannelse. Søren er ligeledes sekretariatsleder for et samarbejde mellem universiteterne kaldet Virtual Science Center Denmark.

Søren Lumbye, Centerleder, Aqua Naturfagscenter i Silkeborg

Søren har mange års praksiserfaring som underviser i naturfag i både folkeskolen og på erhvervsskoler, hvor han har arbejdet med forskellige digitale teknologier. Han udvikler i dag undervisningsmateriale til naturfag og er projektleder på Aqua Naturfagscenter i Silkeborg.

Referencegruppe med fokus på forankring af tiltag

Udover ekspertgruppen har der som led i undersøgelsen været nedsat en referencegruppe bestående af de faglige foreninger inden for grundskole og ungdomsuddannelsesområdet. Referencegruppen har mødtes to gange henover projektperioden og bidraget med kvalificering af resultater og forankring af tiltag. Nedenfor følger en liste over deltagere i referencegruppen:

- Danmarks lærerforening
- Skolelederforeningen
- Kommunernes Landsforening
- Danmarks Fysik- og Kemilærerforening
- Danmarks It-vejlederforening
- Danske Skoleelever
- Gymnasieskolernes Lærerforening
- Danske Gymnasier
- Danske Erhvervsskoler og – Gymnasier
- Biologiforbundet
- Geografforbundet

For størstedelen af de ovenstående foreninger gælder, at de ligeledes er blevet interviewet selvstændigt som led i forundersøgelsens dataindsamling.

Kapitel 1

Aktuel brug af og erfaring med interaktive laboratoriesimulationer i undervisningen i danske grundskoler og ungdomsuddannelser



I denne del af analysen præsenteres resultater fra henholdsvis delopgave 2 og delopgave 4, der har til formål at besvare følgende undersøgelsesspørgsmål:

Fra delopgave 2:

- Hvor stor en andel af lærere og undervisere i hhv. grundskolens udkolning, de gymnasiale uddannelser og erhvervsuddannelserne, der anvender læremidler og læringsforløb med interaktive laboratoriesimulationer i deres undervisning?
- Hvor ofte læremidler og læringsforløb med interaktive laboratoriesimulationer anvendes (hvor stor en andel af undervisningen)?
- På hvilke undervisningsområder (hhv. grundskole, gymnasiale uddannelser og erhvervsuddannelser), klassetrin, fag og faglige forløb der anvendes interaktive laboratoriesimulationer?
- Undervisernes erfaringer (både gode og dårlige) med anvendelsen af interaktive laboratoriesimulationer i undervisningen, herunder hvordan underviserne oplever simulationernes læringsmæssige betydning?

Fra delopgave 4:

- I hvilken grad de eksisterende produkters indhold vurderes at være fagligt relevant for undervisningen i grundskolens udkolning og på ungdomsuddannelserne?
- Hvorvidt underviserne har tilstrækkeligt kendskab til produkterne og kompetencer til at anvende dem?
- Hvilke didaktiske forudsætninger der er nødvendige for at anvende læremidler med interaktive laboratoriesimulationer, og i hvilken grad underviserne har dem?
- Hvilken rolle sprog spiller i forhold til at anvende produkter på engelsk?
- I hvilket omfang der er det nødvendige tekniske udstyr og internetadgang til rådighed i forhold til at anvende læremidler med interaktive laboratoriesimulationer?

Resultater fra afdækningen bygger på henholdsvis en spørgeskemaundersøgelse til skolerne samt en række gennemførte telefoninterviews med skoler, videnscentre, forskere og faglige organisationer. Det bemærkes hertil, at resultater fra spørgeskemaundersøgelsen ift. erfaring med brug af interaktive laboratoriesimulationer er relativ lav, hvilket skyldes, at kun få skoler har erfaring med anvendelsen. Vi har på den baggrund lagt yderligere vægt på at koble og udfolde resultater og erfaringer fra de kvalitative interviews med resultater fra undersøgelsen



Begrænset anvendelse af interaktive laboratoriesimulationer

Der er gennemført en spørgeskemaundersøgelse blandt folkeskoler og ungdomsuddannelser for at afdække anvendelsen af interaktive laboratoriesimulationer. Undersøgelsen afdækker omfanget af anvendelse bl.a. ift. fag og klassetrin samt hvilke produkter, der anvendes på skolerne. Derudover har respondenterne angivet gode og mindre gode erfaringer med interaktive laboratoriesimulationer, som skal sammenholdes med resultaterne af de gennemførte interviews med leverandører, folkeskoler, ungdomsuddannelser, universiteter, faglige foreninger og udenlandske aktører.

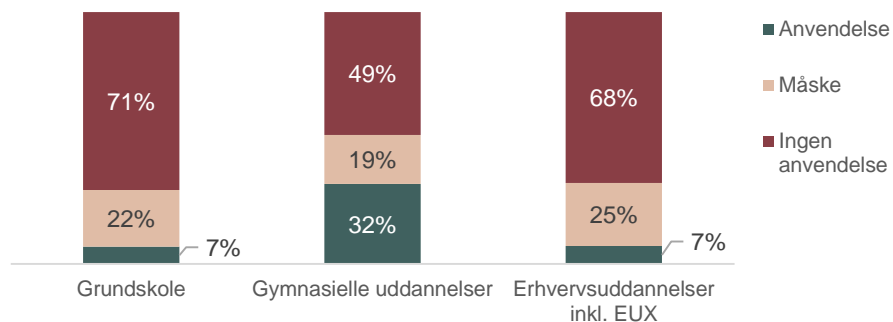
Spørgeskemaundersøgelsen er udsendt til 970 folkeskoler og ungdomsuddannelser, hvoraf 232 skoler har besvaret undersøgelsen. Undersøgelsens svarprocent er 24 pct., hvilket vurderes at være en repræsentativ stikprøve.

Blandt folkeskolerne er der 116 skoler, der har besvaret undersøgelsen, hvoraf 8 anvender interaktive laboratoriesimulationer. For de gymnasiale uddannelser har 88 besvaret undersøgelsen, hvoraf 28 anvender interaktive laboratoriesimulationer, mens 28 af erhvervsuddannelser har besvaret undersøgelsen, hvor kun 2 anvender dem.

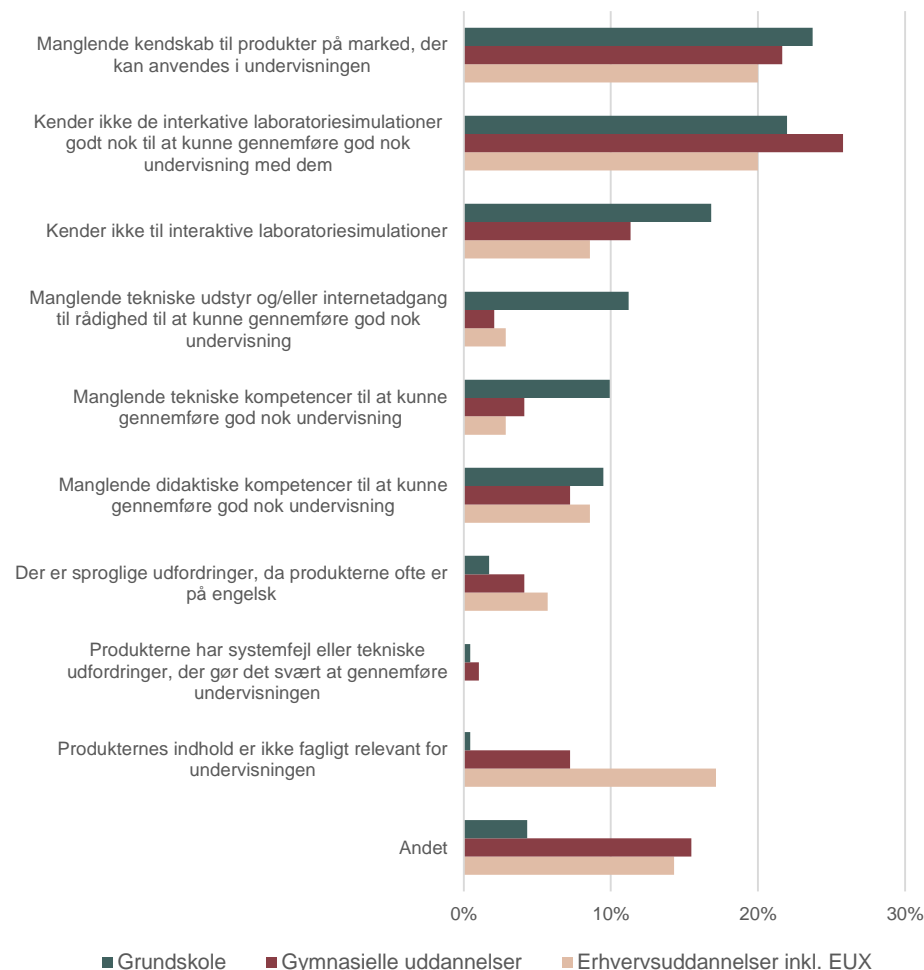
Spørgeskemaundersøgelsen peger overordnet set på en begrænset anvendelse af de interaktive laboratoriesimulationer, hvor de gymnasiale uddannelser er længst fremme, mens meget få af folkeskolerne og erhvervsuddannelserne anvender dem. Resultaterne af spørgeskemaundersøgelsen vil derfor indgå som indikatorer for anvendelsen og understøttes af resultaterne fra de gennemførte interviews med skolerne.

De primære årsager, til at interaktive laboratoriesimulationer ikke anvendes på skolerne, er manglende kendskab til produkter på marked, samt lærernes manglende kompetencer ift. at kunne gennemføre god nok undervisning. Særligt på erhvervsuddannelserne er der mangel på faglig relevante produkter. Derimod synes didaktiske og tekniske kompetencer i mindre grad at være årsagen til, at man ikke anvender interaktive laboratoriesimulationer.

Anvendelsen af interaktive laboratoriesimulationer



Primære årsager til at interaktive laboratoriesimulationer ikke anvendes, angivet af respondenter, som allerede har kendskab til løsningerne



Anvendelse af interaktive laboratoriesimulationer på skolerne

Skolernes anvendelse af interaktive laboratoriesimulationer

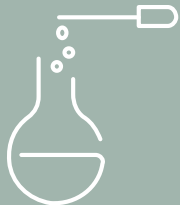
Folkeskolerne anvender primært interaktive laboratoriesimulationer i fagene fysik/kemi, men på tværs af alle klassetrin i udskolingen. De folkeskolelærere, som allerede nu anvender interaktive laboratoriesimulationer, anvender dem ca. 2-5 gange om året og angiver i høj grad at have de didaktiske og tekniske kompetencer til at kunne anvende dem i undervisningen.

På de gymnasiale uddannelser anvendes de interaktive laboratoriesimulationer primært i fagene biologi og bioteknologi, hvor 62 pct. af skolerne angiver, at interaktive laboratoriesimulationer anvendes på alle klassetrin. De mener ligeledes at have de nødvendige didaktiske og tekniske kompetencer.

Fælles for både folkeskolen og gymnasierne er, at interaktive laboratoriesimulationer i begrænset omfang anvendes i fagene geografi eller naturgeografi.



Lærerne i folkeskolen anvender typisk de interaktive laboratoriesimulationer **2-5 gange om året**, mens der er forskellige tendenser blandt lærerne på de gymnasiale uddannelser, hvor nogle bruger dem hver måned, mens andre bruger dem én gang om året.



6 ud af de 8 folkeskoler, der anvender interaktive laboratoriesimulationer, anvender det i fysik/kemi undervisningen



25 af de 28 gymnasiale uddannelser anvender interaktive laboratoriesimulationer i biologi eller bioteknologi

Mest anvendte produkter inden for interaktive laboratoriesimulationer

Respondenterne har i undersøgelsen kunne angive, hvilke interaktive laboratoriesimulationer de anvender, samt de gode og mindre gode erfaringer de har hermed. På de gymnasiale uddannelser er det særligt Biotech Academys produkter, der anvendes, mens de få folkeskoler, der anvender interaktive laboratoriesimulationer, primært anvender Phet Interactive Simulations.

Respondenterne angiver i undersøgelsen, at særligt Labster er for dyrt at anvende, hvorfor de i stedet anvender Biotech Academys produkter og PhET. Derudover angiver de respondenter, der har svaret, at de ikke anvender interaktive laboratoriesimulationer, at de mangler kendskab og didaktiske kompetencer.

Folkeskolerne har i nogen grad udfordringer med manglende teknisk udstyr eller internetadgang, hvor det på de gymnasiale uddannelser ikke synes at være et problem

Nedenfor er en opsamling på hvilke laboratoriesimulationer respondenter svarer, at de anvender. Her er det BioTech Academy, PhET og Labster, der er de mest anvendte og også de tre, som i undersøgelsen er identificeret som interaktive laboratoriesimulationer. Her svarer 16 respondenter, at de anvender BioTech, imens det er henholdsvis 8 for PhET og 7 for Labster.

Det skal her bemærkes, at tal fra PhET viser, at der er 730 registrerede danske lærere på denne portal og ca. 443.000 downloads af simulationer pr. år, alene i Danmark. PhET har oplyst, at Danmark står for 0,4 pct. af PhETs samlede downloads af simulationer, hvilket PhET vurderer er højt sammenlignet med Danmarks størrelse. Til sammenligning oplyser Labster, at de har ca. 500.000 downloads samlet set (i hele verden). BioTechAcademy har ikke tal på antal downloads, men oplyser, at de har 2000 – 3000 unikke brugere om måneden. Forskellen mellem de forskellige leverandører præsenteres på side 30.

16 BIOTECH ACADEMY

2 UNIVERSITY OF UTAH – VIRTUAL LABS

8 PHET INTERACTIVE SIMULATIONS

2 ACD/CHEMSKETCH

7 LABSTER

12 ANDRE

Anm.: Andre dækker over besvarelser, hvor respondenterne ikke har angivet produktet eller angivet et produkt, der kun er nævnt én gang.

Det bemærkes, at produkterne til højre, herunder, UTAH og ChemSketch ikke er vurderet som interaktive laboratoriesimulationer i relation til, hvad der er genstandsfeltet for undersøgelsen. Ligeledes er der ikke fundet produkter i kategorien andre, der forekommer relevante.

Erfaringer fra grundskole (1/2)

- barrierer for anvendelse

Teknisk udstyr og internet

Resultater af både den kvantitative og kvalitative kortlægning peger på, at manglende teknisk udstyr og utilstrækkelig internetdækning forsat er en udfordring for mange skoler og således også en barriere ift. anvendelse af interaktive laboratoriesimulationer. Dog peges der også på, at der er store forskelle kommuner og skoler imellem. I surveyen peger 11 pct. af skolerne på, at manglende teknisk udstyr og/eller internetdækning er den primære årsag til, at interaktive laboratoriesimulationer ikke anvendes i undervisningen.

Flere respondenter i interviewene henviser til, at hvis man som lærer først har oplevet, at noget ikke virker, vælges det fra allerede i forberedelsen. En lærer peger i denne sammenhæng på, at det taber energi fra læringspotentialet, når der indføres ny teknologi i undervisningen, idet fokus bliver på it fremfor det læringsmæssige potentiale. Derfor peger han på, at hvis det er en teknologi, der ikke anvendes så ofte, er barrieren større. Han er således påpasselig med at indføre alt for meget it, som han ikke har tænkt sig at bruge ofte.

Enkelte respondenter peger ligeledes på, at det kan være en udfordring, at nogle skoler har en Bring-your-own-device (BYOD) strategi, hvor eleverne arbejder med forskellige computere. I den forbindelse oplever nogle skoler at mangle tilstrækkelig support til at få teknologi til at virke hensigtsmæssigt i undervisningen.

Der mangler viden, kompetencer og didaktik

Resultater fra surveyen viser, at for de 108 skoler, der ikke anvender interaktive laboratoriesimulationer er de primære årsager, at de ikke oplever at have tilstrækkeligt kendskab til udbuddet af produkter med interaktive laboratoriesimulationer til at kunne anvende det didaktisk. 17 pct. af skolerne svarer, at de ikke ved, hvad det er, hvilket kan have en naturlig sammenhæng til den lave anvendelse med kun 7 pct. af de skoler, der har svaret. Samtidig er en af de væsentligste barrierer, der fremhæves af de skoler, der ikke anvender interaktive laboratoriesimulationer, at de ikke har tilstrækkelig didaktiske kompetencer. Det svarer ca. 10 pct.

Enkelte respondenter peger også på it-kompetencer som en barriere for anvendelse udover det didaktiske. I interview med respondenter peger flere på, at der mangler at blive udviklet en didaktik ift. anvendelse, og i forlængelse heraf kompetenceudvikling blandt lærerne. Den nuværende anvendelse opleves i høj grad at være båret af ildsjæle, og det er op til læreren alene at vurdere den faglige relevans af produkternes indhold. Der efterspørges i den forbindelse vejledning og kompetenceudvikling ift. den didaktiske anvendelse og overførsel fra teknologi til læring.

Her peger nogle respondenter på, at en barrierer for lærernes anvendelse også kan handle om oplevelsen af "kontroltab" hos lærerne ved anvendelse af teknologier, hvor de oplever, at eleverne har bedre kompetencer end dem selv. Det kan ifølge respondenterne både handle om, at lærerne skal være bedre til at åbne op for den mere problem- og eksperimenterende tilgang jf. arbejdet med 21st century skills, men det kan også handle om, at lærerne skal acceptere det "kontroltab", der kan forbindes med, at nogle elever er mere kvalificerede i teknologianvendelsen end lærerne selv, og at det kan betyde, at lærerne ikke har fornemmelsen af, hvor undervisningen går her.

For de få lærere, der har kendskab og erfaring med anvendelse peges der på, at udviklingen går så stærkt, at det er vanskeligt at følge med og have overblik over udbud på markedet. I den forbindelse efterspørges, at nogle centrale aktører fx CFU'erne formidler viden og er opdateret med den nyeste viden og produkter. Det kan også bidrage til at øge kendskabet ift. potentialer for anvendelse, idet der også peges på, at så længe lærerne ikke ser potentiale for anvendelse kommer de ikke til at bruge det.

En anden barriere handler om, at der mangler viden om evidens for læringspotentialer ved anvendelse af interaktive laboratoriesimulationer. Her peges på, at man ikke ved nok om, hvorvidt de interaktive laboratoriesimulationer reelt skaber læring og faglige udvikling. Der er blandt flere respondenter en tese om, at de interaktive laboratoriesimulationer godt kan være faglige relevante, uden at de skaber reel læring. Det kan fx handle om, at eleverne bliver gode til "spillet", men med risiko for manglende overførbare til den relevante læring.



Erfaringer fra grundskole (2/2)

- barrierer for anvendelse

Engelske produkter er en barriere, særligt for lærerne

Af de få skoler, der anvender interaktive laboratoriesimulationer opleves sproget at være den væsentligste barriere i forhold til anvendelse i grundskolen. Dette billede bekræftes ligeledes i interviews. Her peger flere respondenter på, at den sproglige barriere handler mere om lærerne, end om elevernes sproglige kompetencer. Flere respondenter peger på, at sprog ikke er en barriere for størstedelen af eleverne i udskoling, men at det for nogle af de elever, der ikke er så sprogligt stærke kan være et frirum i naturfag, hvor sprog ikke er så afgørende. Her vil det være en barriere med engelske produkter. Samtidig peger flere respondenter dog samtidig på, at selvom mange elever er rigtig dygtige til engelsk, så er det en udfordring med abstraktionsniveauet, når det er et andet fagsprog. Det tager længere tid at omsætte læringen, når det ikke er på modersmål.

Udbuddet af produkter er for lille og ofte ikke tilpasset en dansk kontekst

Det opleves ligeledes som en barriere og udfordring, at de fleste produkter udvikles internationalt, og dermed ikke er tilpasset en dansk kontekst. I denne forbindelse efterspørges det bl.a., at produkterne understøtter en problemorienteret tilgang til naturvidenskab, og lærernes autonomi ift. at sammensætte og opdele læremidler ud fra en "klippe-klister" kultur, som mange lærere i dag anvender og efterspørger. Det kræver således, at der er noget frihed i anvendelsen af produkterne for lærerne. Det betyder også, at de simuleringer, der tilbydes af bl.a. Labster kan opleves som værende for "bundne" i lange strukturerede forløb (simuleringer), der "låser" lærerne i deres undervisning. Der peges på, at denne tilgang er mere relevant for gymnasier, der er bygget op om et mere fastsat pensum.

Respondenterne peger generelt på, at udbuddet på det danske marked er begrænset, og ikke i tilstrækkelig grad er relevant for folkeskolerne. Meget af det, der er, er enten for kompliceret til brug i folkeskoler eller for simpelt "point and click". Der er en oplevelse af, at der er mange relevante produkter i udlandet, som med fordel kan tilpasses en dansk kontekst. Fx anvendes PhEt og et produkt fra University of Colorado, der allerede er blevet oversat til dansk.

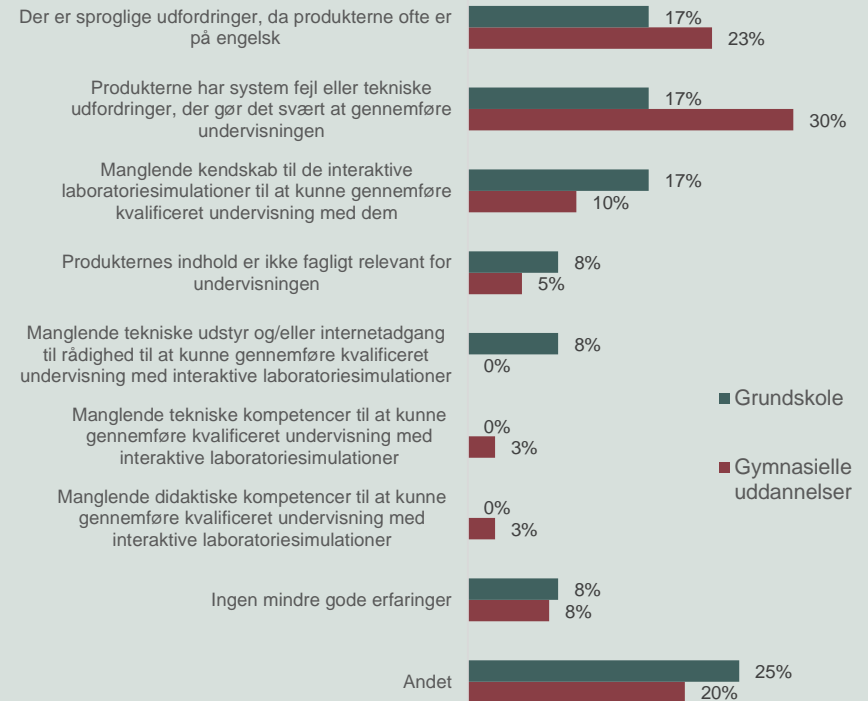
Man misser det kinetiske, taktile og kropslige

En anden barriere, der nævnes i interviewundersøgelsen handler om, at de interaktive laboratoriesimulationer ikke kan erstatte de fysiske laboratorieforsøg, hvor en væsentlig læring også kommer igennem den kropslige erfaring igennem at stimulere elevernes kinetiske, taktile og kropslige sanser fx det at lugte, føle og se. Derudover er det væsentligt for eleverne at lære at håndtere udstyr fysisk og praktisk og derigennem skabe begrebsdannelsen. Derudover peges der af enkelte respondenter på, at det i forvejen kan være en udfordring at arbejde autentisk med naturfag, og at det digitale derfor ikke understøtter dette.

Skolerne indkøber digitale læremidler centralt

En barriere der nævnes fra både skoler, faglige foreninger og leverandører handler om den udfordring, at de fleste indkøb af digitale læremidler i dag foregår centralt i kommunerne, hvor der er en tendens til, at kommunerne køber det velkendte materiale hos de store forlag. Det kan gøre det vanskeligt for de mindre leverandører med specialiserede produkter at komme igennem til skolerne. Dette udfoldes nærmere i kapitel 2 om markedet.

Oplevede barrierer for anvendelsen af interaktive laboratoriesimulationer blandt respondenter, som ikke anvender løsningerne i dag



Det bemærkes, at EUD ikke er med i figuren. Årsagen er, at kun 2 respondenter fra EUD har svaret, at de anvender interaktive laboratoriesimulationer, og dermed har besvaret spørgsmålet vedr. barrierer for anvendelse.

Erfaringer fra grundskole

- *potentialer for anvendelse*

Man kan gennemføre forsøg, der ellers ville være vanskelige

Der er ingen tvivl om, at de interaktive laboratoriesimulationer opleves at have potentiale i den naturvidenskabelige undervisning. Det gælder særligt i forhold til, at det bliver muligt at gennemføre forsøg, der ikke ellers ville være mulige. Det kan skyldes, at der ikke er det nødvendige fysiske udstyr til rådighed på skolerne, fx fordi det er for dyrt, eller det kan være fordi en bestemt type forsøg er for farlig at gennemføre og dermed ikke tilladt på skolerne.

Et andet potentiale handler om den tidsmæssige faktor, idet nogle forsøg er relativt tidskrævende ift. at afvente reaktioner. Det kan fx være ift. at observere proteinsyntese eller fotosyntese, der normalt er svære at observere, og hvor forsøg kan tage flere måneder.

Der opleves ligeledes potentiale ift. at vise idealiserede situationer, hvor man ellers kan risikere fejlkilder. Det kan fx være, hvis man er afhængig af en bestemt vind- eller solenergi. Det er også tidsmæssigt nemmere at eksperimentere med forskellige typer modeller og prototyper, hvor man kan se forskellige reaktionsmønstre, fx hvad der sker, hvis man øger vægten på en given model. Et andet eksempel er arbejdet med bakterieevolution, som man kan tale meget om, men hvor det er svært at lave noget pga. risiko for sygdomsfremkaldende bakterier.

Abstrakte begreber kan gøres med konkrete og håndgribelige

Et andet væsentligt potentiale for anvendelse af interaktive laboratoriesimulationer handler om, at det bliver muligt at gøre abstrakte ting mere konkret, og dermed forståeligt, fx når eleverne kan gå rundt mellem planeter og forstå, hvor solen står ift. månen. Resultater fra surveyundersøgelsen understøtter dette og viser, at særligt det at understøtte elevernes faglige forståelse og udvikling samt løfte elevernes faglige niveau, er de potentialer, der vurderes højest. De interaktive laboratoriesimulationer beskrives i denne sammenhæng som et godt supplement til lærebogen.

Eksempler på fag eller faglige forløb, der beskrives er bl.a. arbejdet med gensplejsning i biologi, som mange elever finder interessant, men også meget abstrakt. Her kan simuleringer bidrage til at gøre forståelsen for eleverne mere håndgribelig. Det samme gælder for arbejdet med celler og proteinsyntese.

Det virker motiverende for eleverne at eksperimentere i det virtuelle

Resultater fra surveyundersøgelsen viser, at et potentiale ved anvendelse af interaktive laboratoriesimulationer opleves at være, at det understøtter elevernes motivation for undervisningen i naturvidenskabelige fag. Dette billede bekræftes ligeledes af interviewundersøgelsen, hvor motivationen bl.a. handler om, at det at eksperimentere på nye digitale måder skaber en wow-effekt for eleverne. Dog peger flere respondenter også på, at eleverne efterhånden er så vant til at arbejde digitalt, det ikke i sig selv er motiverende, men at det handler om de forsøg, som det er muligt at gennemføre, og det at visualisere noget ellers meget abstrakt.

Potentialet er særligt for udskolingseleverne og de dygtige elever

Surveyresultaterne peger på, at flest skoler har erfaring med anvendelse i udskoling. Dette billede bekræftes ligeledes af interviewundersøgelsen, hvor der henvises til, at de interaktive laboratoriesimulationer som udgangspunkt er mest relevant for udskoling. Det gælder særligt med de mere avancerede simulationer, hvor mere simple interaktive forsøg som fx dissekering af en frø sagtens kan foregå i de små klasser. Et argument for at indføre det ned i de små klasser handler bl.a. om, at her er eleverne stadig meget nysgerrige for at eksperimentere og man er mindre bundet af et bestemt pensum, sammenlignet med de store klasser.

Derudover peger enkelte respondenter på, at de oplever et potentiale for at understøtte de dygtige elever igennem arbejdet med interaktive laboratoriesimulationer. Det handler bl.a. om, at det er muligt at arbejde mere eksperimenterende og åbent med de interaktive laboratoriesimulationer. Ligeledes er det ikke en forudsætning, at man skal vente på hinanden, som det ellers kan være i nogle fysiske laboratorieforsøg.

Andre potentialer handler om, at det er muligt for eleverne at øve sig på bestemte forsøg, inden man afprøver dem i det fysiske laboratorium. Det kan samtidig bruges i forbindelse med repetition fx i forbindelse med eksamen.

Erfaringer fra grundskole

- øvrige erfaringer

Ledelsen spiller en central rolle ift. at understøtte anvendelse

Det er oplevelsen blandt respondenter i interviewundersøgelsen, at ledelsen spiller en væsentlig rolle i forhold til at understøtte og udbrede anvendelsen af interaktive laboratoriesimulationer specifikt, og udbredelsen af digitaliseringen generelt på skolen. Det handler bl.a. om, at skoleledelsen skal prioritere økonomien til både hardware, software og internet.

Samtidig forventes ledelsen at spille en central rolle ift. at sætte den digitale dagsorden og få lærerne til at se værdierne i at bruge teknologier i den eksperimenterende del af undervisningen. Af survey undersøgelsen er det kun 1-2 ledere for hhv. folkeskolerne og ungdomsuddannelserne, der svarer, at interaktive laboratoriesimulationer er et ledelsesmæssigt strategisk fokusområde. Andre respondenter peger dog også på, at udviklingen bør komme fra lærerne/faggrupperne selv, der skal se værdien i det.

Andre aktører, der kan spille en rolle ift. udbredelse og anvendelse

Flere respondenter peger i interviewundersøgelsen på, at andre aktører også kan spille en central rolle ift. at understøtte udbredelsen. Her nævnes særligt CFU'erne, der allerede har et tæt samarbejde med skoler og kommuner. Det kan fx være, at CFU'erne stiller nogle af de nye teknologier til rådighed for skolerne til udlån, ligesom det kan være CFU'erne, der faciliterer kompetenceudvikling af lærerne og bidrager med inspiration til forskellige produkter og anvendelsesmuligheder, som CFU'erne gør i andre sammenhænge.

Der er dog en oplevelse af, at CFU'erne endnu ikke har taget aktiv del i denne dagsordenen, hvilket set fra CFU'erne side bl.a. skyldes, at de ikke oplever en efterspørgsel fra skolerne.

Det samme perspektiv opleves hos Naturvidenskabernes Hus, Engineer the Future og ASTRA, der ikke arbejder specifikt med at inddrage interaktive laboratoriesimulationer i deres faglige forløb. Som en del af LIFEs nye læringspakker er der dog udarbejdet enkelte laboratoriesimulationer, der vil indgå i forløb og blive gratis tilgængelig for skolerne.

Der ses en oplagt mulighed for, at disse aktører kommer til at spille en rolle i forhold til udbredelsen, såfremt der igangsættes en indsats. Alle organisationerne har et solidt netværk i kommunerne og allerede etablerede samarbejder med bl.a. naturfagskoordinatorer.



Erfaringer fra grundskole

- eksempler på anvendelse

Nedenfor er en opsamling på erfaringer og konkrete eksempler på faglige forløb inden for de naturvidenskabelige fag i grundskolen, herunder geografi, biologi samt fysik/kemi. Erfaringerne er en opsamling fra interviewundersøgelsen af interessenter i grundskolen.

Biologi

Biologi er et af de områder, hvor det at anvende interaktive laboratoriesimulationer særligt kan bidrage til at gøre abstrakte ting mere konkret og håndgribeligt, som beskrevet under potentialer. Ligeledes er det muligt at foretage forsøg, der ellers ville være for risikable, dyre eller tidskrævende. Nogle af de eksempler som respondenterne kommer med er dog også simuleringer, der ikke er direkte laboratoriesimulationer, men som fx kan handle om at "rejse" rundt i kroppen og "opleve" blodbaner, organer, 3d visning af anatomi mv.

Eksempler der nævnes i relation til faglige forløb er bl.a.:

- Forsøg med gensplejsning, der kan være meget abstrakt
- Forsøg med bakterieevolution, der kan være svært at lave pga. risiko for sygdomsfremkaldende bakterier
- Forsøg med celler fx i protein- og fotosyntese, der kan være meget tidskrævende ift. at få resultater

Fysik/kemi

Fysik/kemi er ligeledes et af de fag, hvor de interaktive laboratorier vurderes at have et relativt stort potentiale. Potentialer handler her om muligheden for at gøre abstrakte elementer mere konkrete og forståelige for eleverne. Eller muligheden for at opbygge prototyper og se, hvad der vil ske, hvis man fx øger vægten.

Eksempler der nævnes i relation til faglige forløb i fysik/kemi er bl.a.:

- Forsøg med atomer, hvor der er muligt at undersøge og forklare, hvordan det er opbygget
- Forsøg med kernereaktioner, hvor man detaljeret, kan se, hvad der sker
- Forsøg hvor man kan se, hvilke energimængder, der frigives
- Forsøg med elektroniske kredsløb
- Forsøg med rumfart og tryk
- Forsøg med alternative energiformer eller forsøg, hvor man er afhængig af energikilder, fx vinden der blæser eller solen der skinner

Geografi

Geografi opleves at være det naturfaglige fag, hvor der er færrest erfaringer ved anvendelse af interaktive laboratoriesimulationer. Dette skyldes formentlig, at geografi sjældent foregår i et laboratorium, hvorfor erfaringer med laboratoriesimulationer ikke forekommer så relevant. Dog anvendes forskellige VR-simulationer fx til at eleverne virtuelt kan rejse rundt i verden og få oplevelse af at være fysisk tilstede i en anden kultur, og fx opleve konsekvenserne af forurening eller regnskovsfældning i et bestemt område. Eksempler der nævnes er bl.a.:

- Igennem VR kan elever opleve naturmæssige konsekvenser af fx regnskovsfældning, eller konsekvensen af, hvad et nyt togbaneprojekt vil betyde for et naturskønt område i skolens nærområde
- Igennem Google expeditions kan elever rejse rundt i verden og besøge bestemte områder. Det samme kan elever igennem google Earth. Det bidrager med konkrete oplevelser af, hvordan der ser ud ude i verden, eller som forberedelse til en ekskursion, så man kan danne sig et indtryk af, hvordan man finder vej
- Igennem VR kan elever opleve en flygtningelejr som oplæg til et arbejde med immigranter

Erfaringer fra gymnasier

- barrierer for anvendelse

Sprog er en barriere, pga. mange fagbegreber

Særligt den kvalitative undersøgelser peger på, at sprog kan være en barriere for anvendelse af interaktive laboratoriesimulationer. Det skyldes bl.a., at der kan være mange fagbegreber, særligt nævnes her biologi, og at det er en udfordring, når eleverne i forbindelse med eksamen afkræves at anvende danske begreber. Det betragtes således som et unødvendigt benspænd og barriere for eleverne, selvom de er gode til engelsk.

Modsat mener andre respondenter dog ikke, at det engelske sprog er en udfordring, idet mange fagudtryk er de samme, og der er ganske få af dem. Der tegner sig et billede af, at sproglige barrierer kan knytte sig til bestemte fag, og at det for biologi er en større barriere, end for fysik/kemi.

Teknik og udstyr

Manglende teknisk udstyr opleves generelt ikke at være en udfordring for gymnasierne, og heller ikke noget, der fremhæves som årsager til manglende anvendelse i surveyen. Alligevel peger enkelte respondenter på, at det kan være en udfordring, at eleverne har forskellige computere, hvoraf nogle er for langsomme til at kunne køre tunge programmer, som fx det kræves af Labster. Her peger gymnasierne på, at så snart noget ikke fungerer teknisk, flytter det hurtigt fokus fra fagligheden. Og der skal ofte ganske få oplevelser med teknik, der ikke virker, til at lærerne giver op.

Gymnasierne er pressede på økonomi og tid

Flere respondenter i den kvalitative undersøgelse peger på, at gymnasierne er økonomisk pressede, og at dyre licenser til fx køb af Labster ikke er en mulighed, end ikke for de mere velstillede skoler. Samtidig peger flere respondenter på, at de bliver mere og mere presset med tid, hvilket gør, at det nemmere bliver en barriere at skulle sætte sig ind i nye læremidler og teknologier.

Lærerne kender ikke produkterne og/eller potentialerne

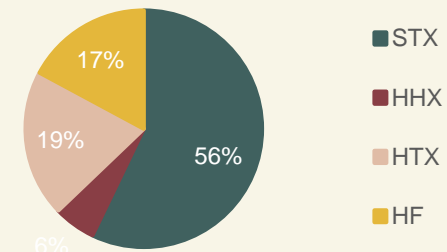
Af surveyen fremgår det, at de to primære årsager til, at interaktive laboratoriesimulationer ikke anvendes i naturvidenskabelige fag handler om lærernes manglende kendskab til produkter og dermed kompetencer til at kunne gennemføre en kvalificeret undervisning. Dette bekræftes ligeledes af den kvalitative undersøgelse, hvor mange peger på, at ganske få lærere har kendskab til de interaktive laboratoriesimulationer.

Samtidig peger flere respondenter, i den kvalitative undersøgelse på, at så længe lærerne ikke har kendskab til produkterne, ser det faglige potentiale, eller har en forventning hertil, så er det vanskeligt at rykke ved udviklingen, og gymnasiernes prioritering af økonomi hertil.

Som udgangspunkt mener de fleste respondenter, at lærerne har de nødvendige kompetencer til at anvende interaktive laboratoriesimulationer i undervisningen, men der efterspørges formidling af potentialer og introduktioner til, hvordan man kan anvende de forskellige produkter, og hvordan de praktisk fungerer. Dette kan med fordel tænkes ind i faggruppesammenhæng.

E enkelte respondenter peger på, at de har vanskeligt ved at se læringspotentialet ved anvendelse af de interaktive laboratoriesimulationer. Det skyldes bl.a., at eleverne kan arbejde i de interaktive laboratoriesimulationer uden en refleksion over, hvad de har gjort og uden en naturlig overførselsgrad til det fysiske laboratoriearbejde.

Anvendelse fordelt på gymnasiale uddannelser



Erfaringer fra gymnasier

- barrierer for anvendelse

Der er et meget lille udbud af produkter på markedet

I den kvalitative undersøgelse fremhæves gentagne gange, at der er meget få leverandører på det danske marked, og at det primært er Labster og BioTech Academy, som skolerne anvender, hvilket måske også synes at afspejle behovet. Dette er måske også årsagen til, at surveyundersøgelsen viser, at en af de primære årsager til, at interaktive laboratorier ikke anvendes er manglende kendskab til, hvad det er.

Hovedparten af respondenterne fremhæver, at barrierer for Labster er, at det er usædvanligt dyrt, og for mange gymnasier er helt urealistisk at købe, idet en licens, ifølge flere skoler, koster 800 kr. pr. elev pr. år*. Dette skal ses i sammenhæng med, at en lærebog koster ca. 400 kr., og kan holde i flere år. Samtidig peger flere gymnasier på, at en simulering måske anvendes 2-3 gange om året. En udfordring ved Labster er samtidig, at det er udviklet på engelsk, og at det for nogle virker meget komplekst at navigere i.

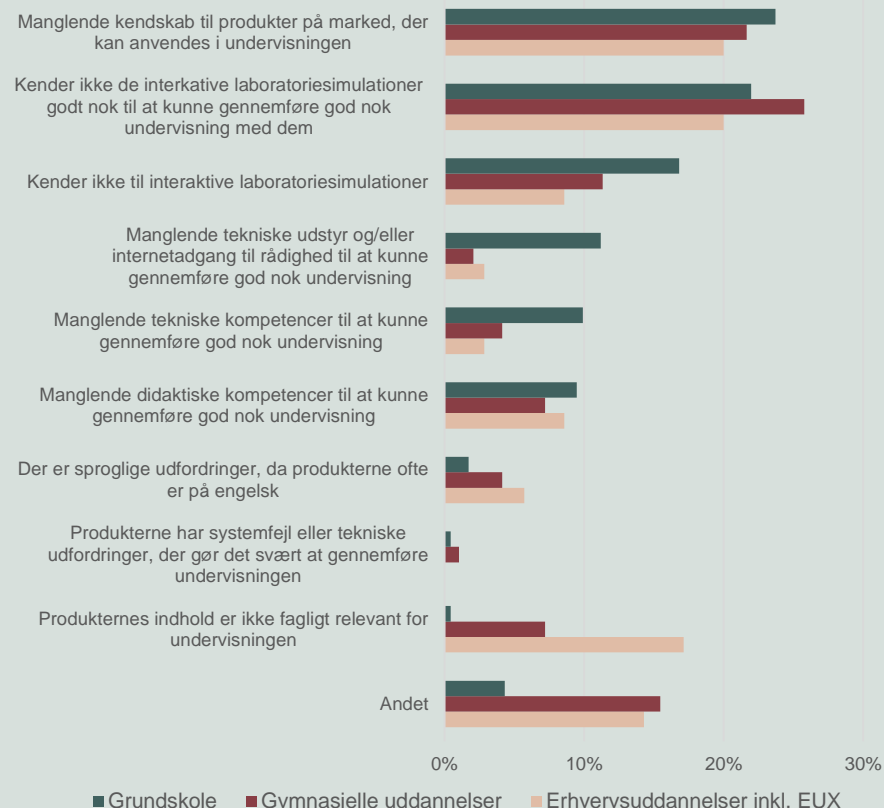
Barrierer for BioTechAcademy er, ifølge respondenterne, at det ikke forekommer lige så ambitiøst og professionelt udviklet som Labster fx med features. Samtidig mangler der support ift. fx at kunne få svar på spørgsmål eller resultater, og der er en fornemmelse af, at man mærker konsekvenserne af, at det er en studenterorganisation. Dog fremhæves det, at det indholdsmæssige produkt er velproduceret ind i en didaktisk sammenhæng.

De interaktive laboratorier er ikke en del af bekendtgørelse

Enkelte respondenter henviser til, at så længe det ikke indgår i bekendtgørelsen, at interaktive simuleringer kan supplere eller erstatte en del af de fysiske laboratorieforsøg, kan det være en barriere ift. at understøtte udbredelsen og anvendelsen. En respondent fremhævede, at det som led i den seneste bekendtgørelse er blevet fjernet. Det fremhæves i denne forbindelse, at de krav, der er nu om, at 25 pct. af undervisningen skal være laboratorieforsøg, er vanskeligt at nå, og at et supplement med interaktive laboratoriesimulationer derfor vil være et godt initiativ. Det samme gælder ift., at interaktive laboratoriesimulationer ikke indgår i eksamensformer.

*Det bemærkes, at denne pris ikke er bekræftet af Labster

Primære årsager til at interaktive laboratoriesimulationer ikke anvendes, angivet af respondenter, som allerede har kendskab til løsningerne



Erfaringer fra gymnasier

- Potentialer for anvendelse

Et godt supplement til teoribogen og i forberedelse af undervisning og eksamen (repetition)

Respondenterne i den kvalitative undersøgelse fremhæver, at et af de store potentialer, der opleves ved anvendelse af interaktive laboratoriesimulationer er, at det er en godt supplement til teoribogen ift. at give en mere visualiserbar og praktisk forståelse af det teoretiske, som en anden type læringsstrategi, end den traditionelle lærebog. Det fungerer således som en afprøvning i stedet for læsning og traditionel vejledning, inden eleverne går i laboratorium. De interaktive laboratorier fremhæves således også at understøtte en undervisningsdifferentiering ift. forskellige læringsstile, hvor nogle elever har behov for noget mere visuelt. En lærer har oplevet, at hendes elever huskede teorien væsentligt bedre, når de havde arbejdet med det i Labster, fremfor blot at læse i teoribog.

Et andet væsentligt potentiale handler om, at det er velegnet som forberedelse, inden man går ind i laboratoriet. Det kan fx være i forhold til at træne rækkefølger, afprøve arbejdsgange eller faglige begreber, der kan være svært at få ind i undervisningen. Her er det vigtigt, at de interaktive laboratorier ligner det, eleverne møder i virkeligheden. Tilsvarende opleves de interaktive laboratoriesimulationer at være meget anvendelige til repetition og opsamling for eleverne, hvor de kan gentage nogle af de forsøg, de har afprøvet i det fysiske laboratorie. Samtidig kan det opleves som et frirum eller et træningsrum for eleverne, hvor de ikke føler sig evalueret, og kan få lov til at lave fejl.

Man kan gennemføre forsøg, der ellers ville være vanskelige

Som det også fremhæves blandt folkeskoler, kan de interaktive laboratoriesimulationer gøre det muligt at foretage forsøg, som ellers ikke ville være tilgængeligt for skolerne. Det handler bl.a. om, at det giver mulighed for at arbejde i en anden tidsdimension, hvor man ikke er afhængig af tid eller sted. Det kan være en fordel i forhold til nogle af de forsøg, der kan være meget tidskrævende at gennemføre. Her kan laboratoriesimulationerne bidrage til at forsøgene kan gennemføres på kortere tid, og det dermed er muligt at nå mere i undervisningen.

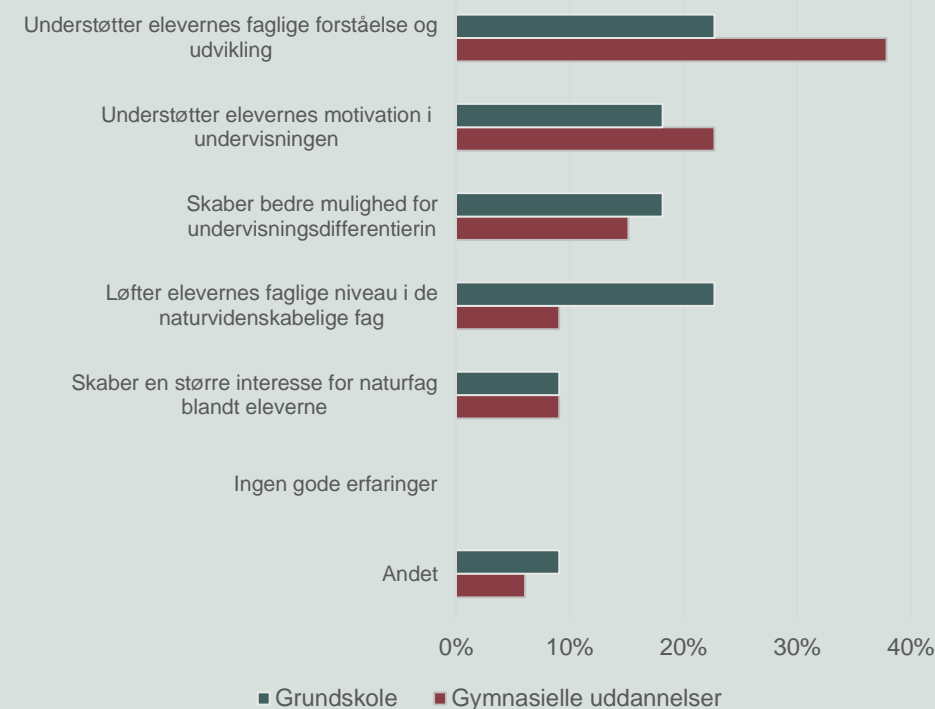
En biologilærer fortæller her, at det kan være vanskeligt at nå de krav, der er til pensum og få kørt eleverne kørt i stilling til den skriftlige biologieksamen. Her kan det være en fordel med de interaktive laboratoriesimulationer, hvor det er muligt at nå mere.

Samtidig er der nogle forsøg, som kræver særlige fysiske forhold, eller hvor udstyret er meget bekosteligt. Eksempler herpå er bl.a. arbejdet med genteknologi, hvor det kræver særlige bevillinger ift. sikkerhedsforhold at gennemføre forsøg, ligesom det kræver særlige fysiske forhold med aflåst lokale mv. Ligeledes er der nogle forsøg, hvor udstyr kan være meget dyrt fx koster en PCR maskine til DNA forsøg 30.000 kr. Ligeledes kan de interaktive laboratoriesimulationer anvendes til at gennemføre forsøg, der er vanskelige pga. farlige kemikalier eller eksplosive stoffer.

Potentialer i alle naturvidenskabelige fag og klassetrin

Som udgangspunkt vurderer de fleste respondenter i både den kvalitative og kvantitative undersøgelse, at de interaktive laboratorier kan anvendes på alle niveauer i gymnasiet. Dog peger nogle på, at det kan være for avanceret i 1. g, da der kræves en vis forforståelse fra teorien og det fysiske laboratorium.

Gode erfaringer med anvendelsen af interaktive laboratoriesimulationer



Det bemærkes, at EUD ikke er medtaget i figuren. Årsagen er, at kun 2 respondenter fra Erhvervsskoler har svaret, at de anvender interaktive laboratoriesimulationer, og dermed har besvaret spørgsmålet vedr. barrierer for anvendelse.

Erfaringer fra gymnasier

- potentialer for anvendelse

Anvendelsen af interaktive laboratoriesimulationer understøtter elevernes faglige forståelse og udvikling

Resultater fra surveyundersøgelsen viser, at det største potentiale set fra gymnasierne handler om, at det understøtter elevernes faglige forståelse og udvikling for faget. Det svarer 38 pct. af de skoler, der har erfaring med anvendelse af interaktive laboratoriesimulationer.

Her handler det bl.a. om, at de interaktive laboratoriesimulationer kan medvirke til at illustrere abstrakte begreber i undervisningen som fx, hvordan molekyler bevæger sig, og hvad der sker, når man blander molekyler sammen, eller det kan være arbejdet med, hvordan nervesignaler sendes ned igennem kroppen.

Interaktive laboratoriesimulationer anvendes primært i biologi og bioteknologi

Som det fremgår af resultater fra surveyen anvender 25 af de 28 gymnasiale uddannelser interaktive laboratoriesimulationer i biologi eller bioteknologi. Dette billede bekræftes ligeledes af interviewundersøgelsen.

Eksempler inden for biologi og bioteknologi er bl.a. arbejdet med DNA og proteinstrukturer, hvor det er muligt på en anden måde at visualisere og forstå strukturer i gener.

Inden for fysik nævnes eksempler med faglige forløb om fx astronomi, hvor det af gode grunde ikke er muligt at komme ud i rummet. Eller det kan handle om arbejdet med, hvordan energi omsættes fra et til noget andet. Inden for kemi nævnes bl.a. forsøg med molekyler og enzymer, hvor det visuelle har stor betydning for elevernes forståelse og læring.

Geografi og geovidenskab er umiddelbart det naturvidenskabelige fagområde, hvor der synes at være færrest erfaringer og oplevelse af potentialer for de interaktive laboratoriesimulationer. Det fremhæves, at der i høj grad anvendes it, men at det ikke er relateret direkte til laboratorier. It anvendes bl.a. til at "se" ned i undergrunden og til at arbejde med satellitbilleder.

Det nævnes ligeledes, at der kan være store potentialer ift. at understøtte mere problemløsende opgaver på tværs af fag. Hvor laboratoriesimulationer i dag bruges meget inden for de enkelte fags rammer, så ses der et potentiale i forhold til at arbejde på tværs med samfundsmæssige problemstillinger som fx klimaudfordringer eller folkesygdomme.

Det interaktive er motiverende for eleverne (og særligt de dygtige)

Resultater fra surveyundersøgelsen viser, at 23 pct. af de skoler, der har erfaring med anvendelsen af interaktive laboratorier oplever, at det understøtter elevernes motivation for undervisningen. Dette billede bekræftes ligeledes igennem interviewene, hvor lærerne bl.a. fremhæver, at nogle elever bliver motiverede af den spilbaserede tilgang, og at det er en nem tilgang til tingene, samtidig med at det i høj grad er fagligt relevant, og ofte med aktuelle problemstillinger. Eksempelvis er der i Labster indbygget et konkurrenceelement, hvor eleverne kan konkurrere på tværs af lande, hvilket for nogle elever er en motiverende faktor. En lærer udtaler direkte, om erfaring med brug af Labster "*Jeg har ikke kunne få dem (eleverne) så engageret, det har været en lille smule irriterende*" (...) *eleverne var dybt engagerede og gik selv videre til de næste forsøg*".

Igen fremhæves det, at særligt de dygtige elever får meget ud af arbejdet med interaktive laboratoriesimulationer, hvilket bl.a. skyldes muligheden for på egen hånd at bevæge sig videre igennem mere avancerede simuleringer, uden at være afhængig af fysiske forhold eller de andre elever. En anden motivationsskabende faktor handler om, at eleverne ved brugen af bl.a. Labster, får en umiddelbar feedback ift. deres gennemførelse af forsøgene.

Som det også var gældende for grundskolen peger nogle respondenter dog modsat også på, at de interaktive laboratoriesimulationer ikke i sig selv er motiverende for eleverne, da it og teknologi er en integreret del af hverdagen for alle elever, der sidder med deres telefoner og computere det meste af dagen. Samtidig fremhæves det, at eleverne (og lærerne) hurtigt mister motivationen, hvis teknikken ikke fungerer, eller programmerne er for tunge at køre.

Lærerne har kompetencerne og infrastrukturen er på plads

Det er en oplevelse blandt størstedelen af respondenterne, i den kvalitative undersøgelse, at lærerne på gymnasierne har kompetencer, både tekniske og didaktiske ift. at gennemføre undervisning med interaktive laboratoriesimulationer. Men de mangler viden om, hvad der er tilgængeligt, og hvordan de konkret anvender produkterne. Flere respondenter nævner, at lærerne i gymnasiet har en stor passion for deres fag, og at hvis de præsenteres for nye ting, der kan have et læringsmæssigt potentiale, er de ofte motiverede til at tage det ind i undervisningen.

Samtidig referer stort set alle respondenter til, at både teknisk udstyr og internet ikke er en barriere ift. anvendelse.

Erfaringer fra gymnasier

- øvrige erfaringer

Didaktiske forudsætninger

Som beskrevet på foregående side er der flere af respondenterne, der peger på, at de ikke ser, at det kræver en særlig didaktik at arbejde med interaktive laboratoriesimulationer i undervisningen. Dog fremhæves det, at man for at anvende interaktive laboratoriesimulationer, som lærer, naturligvis skal kende produktet og afprøve det inden anvendelse, og at både elever og lærere skal have grundlæggende it kompetencer. Ligeledes henvises til, at lærerne med fordel kan facilitere en undervisning, hvor eleverne hjælper hinanden.

Samtidig skal læreren sikre en god rammesætning for eleverne ift. det faglige forløb, som simuleringen indgår og det faglige udbytte, som der forventes at eleverne skal lære. På den måde er det en generel betragtning, at det at arbejde med interaktive laboratoriesimulationer ikke synes at være væsentlig anderledes, end at planlægge andre faglige forløb, hvori der ofte anvendes forskellige teknologier. Dog peger enkelte respondenter på, at man som lærer skal overveje, at spildelen ikke kommer til at fylde for meget ift. at flytte fokus fra det faglige.

Vigtig med dialog i faggruppe om hvad det kan

Det nævnes af flere respondenter i interviews, at faggrupperne på gymnasierne er et centralt omdrejningspunkt i forhold til at arbejde med at integrere anvendelse af interaktive laboratoriesimulationer i undervisningen. Det er således her, at den faglige udvikling finder sted, og hvor lærerne deler viden om anvendelse i undervisningen. I en fremtidig indsats peger flere på, at det vil være oplagt at tænke inspiration og evt. kompetenceudvikling ind i faggrupperne for de naturvidenskabelige fag med henblik på at understøtte en dialog om potentialer og anvendelsesmuligheder.

Det må ikke overtage det fysiske laboratorium

Stort set alle respondenter, i den kvalitative undersøgelse, peger på – og fremhæver – at de interaktive laboratorier ikke må erstatte de fysiske laboratorier. Og der er en frygt for, at dette kan være en politisk dagsorden. Det fremhæves, at der er meget eksperimentelt arbejde, i de fysiske laboratorier, der er meget værdifuldt. Hertil nævnes, at universiteterne forventer, at eleverne er klædt på til at arbejde i fysiske laboratorier.

Ledelsen spiller en rolle ift. at sikre økonomien til indkøb, men ikke ift. didaktikken

Anderledes fra grundskolen, opleves ledelsen på gymnasierne ikke på samme måde at spille en afgørende rolle ift. at understøtte udbredelse og anvendelse af interaktive laboratoriesimulationer. På gymnasierne er oplevelsen, at ledelsen naturligvis spiller en rolle ift. at sikre infrastrukturen på skolerne og økonomi til eventuelle indkøb af programmer. Men ledelsen blander sig som udgangspunkt ikke i det pædagogiske og didaktiske i fagene. Der opleves en tendens til, at anvendelsen i højere grad, sammenlignet med folkeskolerne, skal komme nedfra, evt. understøttet af de faglige foreninger.

Dog er der også et eksempel, hvor skolen har en samlet strategi for digitalisering, hvilket opleves som fremmede for anvendelsen.



Erfaringer fra gymnasier

- eksempler på anvendelse

Nedenfor er en opsamling på erfaringer og konkrete eksempler på faglige forløb inden for de naturvidenskabelige fag i gymnasier, herunder biologi/bioteknologi, fysik/kemi og geografi/geovidenskab. Erfaringerne er en opsamling fra interviewundersøgelsen af interessenter i gymnasier.

Biologi/bioteknologi

Biologi og bioteknologi er et af de områder, hvor størstedelen af gymnasierne anvender interaktive laboratoriesimulationer. Her anvendes interaktive laboratoriesimulationer særligt til at gøre abstrakte ting mere konkrete og håndgribelige, som beskrevet under potentialer. Ligeledes er det muligt at foretage forsøg, der ellers ville være for risikable, dyre eller tidskrævende. Eksempler der nævnes er bl.a.:

- Forsøg med enzymer i vaskemiddel
- Forsøg med antistoffer mod ebola
- Forsøg med stamceller i DNA
- Afprøve hvordan molekyler bevæger sig
- Forsøg med immunologi
- Real time PCR
- Nervefysiologi
- Fysiologiforståelse
- Forsøg med blodlegemer, blodtyper og blodtransfusioner
- Forsøg med proteinstrukturer

Fysik/kemi

Fysik/kemi er ligeledes et af de fag, hvor de interaktive laboratorier vurderes at have et relativt stort potentiale. Potentialer handler her om muligheden for at gøre abstrakte elementer mere konkrete og forståelige for eleverne. Eksempler der nævnes i relation til faglige forløb i fysik/kemi er bl.a.:

- Astronomi
- Forsøg med omsætning af energi
- Forsøg med farlige kemikalier
- Forsøg med eksplosive stoffer
- Forsøg med molekyler

Geografi/geovidenskab

Geografi og geovidenskab opleves at være det naturfaglige fag, hvor der er færrest erfaringer ved anvendelse af interaktive laboratoriesimulationer. Der henvises bl.a. til, at man i geografi eller geovidenskab ikke arbejder på samme måder i laboratorier. Dog anvendes der ofte it og forskellige teknologier.

Eksempler der nævnes er bl.a.

- Satellitbilleder
- Se ned i undergrunden

Erfaringer fra erhvervsuddannelser

- potentialer for anvendelse

Som det fremgår af surveyen er der meget få erhvervsuddannelser, der anvender interaktive laboratoriesimulationer. Således svarer kun 2 ud af 28 skoler, at de har erfaring med anvendelse. Tilsvarende har der ikke været eksempler fra de kvalitative interviews. Dog viser erfaringer fra interviews med en række videnscentre inden for erhvervsskoler, at de har gode erfaringer med anvendelse af digitale teknologiske simuleringer i andre dele af undervisningen, der ikke direkte knytter sig til de klassiske naturvidenskabelige fag, men som anvendes særligt i de faglige forløb. Disse teknologiske simulationer er principielt uden for scope af nærværende undersøgelse, men er alligevel inddraget ift. at eksemplificere eksempler for anvendelse på erhvervsuddannelserne. Det bemærkes, at der primært er erfaringer fra SOSU området.

De mange forskellige teknologier skaber differentierede muligheder for at lære

På erhvervsskolernes videnscentre for velfærdsteknologi er der gjort en række gode erfaringer med anvendelse af forskellige teknologiske simuleringer i undervisningen, der både understøtter, at eleverne lærer på forskellige måder, og støtter op om, at eleven kan inddrage den teknologi, de møder i virkeligheden. Simuleringer anvendes her både til at visualisere og illustrere abstrakte begreber i teoriundervisningen, ligesom det anvendes til at understøtte den praksisrelaterede læring fx omkring patienter.

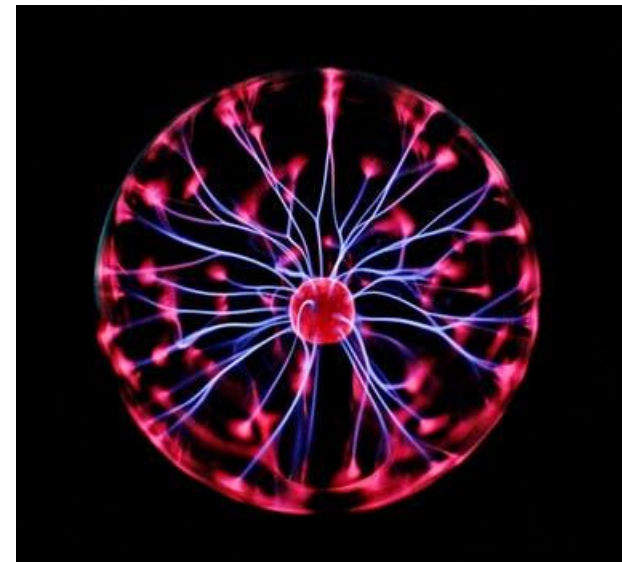
På en SOSU skole i Fredericia har man fx en hel hospitalsgang, ligesom man har indrettet et borgerhjem, hvor eleverne kan stifte bekendtskab med nogle af de velfærdsteknologier, som de vil møde i praksis fx loftslifte, spiserobotter, telemedicin mv. Samtidig arbejder flere SOSU skoler med High Fidelity dukker, der kan programmeres til at have forskellige symptomer, som eleverne skal behandle ud fra. Det kan fx være feber, tarmlyde eller blå læber. Her kan eleverne også give injektioner og måle blodtryk.

SOSU Nord er i gang med at udvikle en VR lejlighed, der tager udgangspunkt i en borgers hjem, hvor der er teknologier, man kan anvende på forskellige vis. Derudover er man ved at udvikle en VR simulation, hvor eleverne kan opleve, hvordan verden opleves som dement, fx når de ser et ternet gulv. Eller man står og ser en anden i spejlet, end sig selv.

Andre teknologier der anvendes er bl.a. VR, hvor man kan undersøge knogler og manipulere med skelettet – og stikke hovedet ind i hjertet og se blodet bevæge sig rundt. I et andet lignende program, er det muligt at rejse rundt inde i kroppen, og på samme måder anvendes Holo Lens til at visualisere fx hjertet, og se hvordan der er sammenhæng mellem skinebenssåret og hvenepumpen.

Det næste skrift er bl.a. kommunikationstænkning, ift. de pædagogiske assistenter, og konflikthåndtering, hvor det bliver muligt at arbejde med forskellige virtuelle scenarier, og hvor læreren kan følge de valg, eleverne træffer.

På er Aarhus Business College har man udviklet en VR simulation, hvor eleverne har mulighed for at indrette butikker ud fra nogle bestemte salgsprincipper, og helt ned til den mindste hylde. Noget som ellers kan være vanskelig at gennemføre i en virkelig praksis.



Erfaringer fra erhvervsuddannelser

- øvrig erfaring

Didaktikken omkring simulation er briefing – scenarie - debriefing

Det fremhæves af erhvervsskolerne, at hvis potentialerne ved de teknologiske simuleringer skal udnyttes, må det aldrig stå alene. På nogle erhvervsuddannelser er simulering en integreret del af didaktikken i undervisningen. Her beskrives simulering som en praksis færdighedstræning i en beskyttet pædagogisk situation, hvor man altid arbejder ud fra en briefing, et scenarie og en debriefing. Det centrale her er elevernes refleksion over deres egen læring i særligt briefing og debriefing.

Simuleringerne giver eleverne mulighed for at være aktive på forskellige måder i både udførende roller og observatørroller. På den måde skabes et meningsfuldt engagement for alle elever. En måde at arbejde med bl.a. debriefing er, at eleverne filmes under udførelsen af et givent scenarie, og efterfølgende reflekterer over handlingen i fællesskab med de andre elever og lærer.

Simuleringerne motiverer eleverne og skaber faglig læring

De teknologiske simulationer opleves at motivere eleverne og det bidrager til forskellige læringsmetoder og læringsstile, og dermed mange muligheder for at lære. Det fremhæves af flere respondenter, at elever på erhvervsskolerne kan være fagligt udfordret, og at de visuelle muligheder, som simuleringerne skaber, kan understøtte motivation og faglig udvikling, særligt for de mindre boglige elever. Det skyldes bl.a., at simulationerne er med til at skabe en stærk praksisnærhed.

Det handler om, at eleverne kan lære på en anden måde, hvor abstraktionsniveauet ikke er bogligt, og hvor nye værktøjer anvendes som respekterede måder at formidle viden på. En lærer udtaler: *"når man først har arbejdet med simuleringer, finder man ud af, hvor meget læring man får"*.

Den organisatoriske understøttelse er vigtig

En af skolerne fortæller, at udviklingen med implementering går langsomt og tager tid, men at det er bedre at tage små skridt, end ikke at gøre noget.

For at understøtte udbredelsen og anvendelsen af de tekniske simuleringer har skolen derfor ansat en central koordinator, der er ansvarlig for fire afdelinger. Derudover er der lokale koordinators på alle afdelinger, der bl.a. bistår med sidemandsoplæring.

Der er lavet funktionsbeskrivelser af alle faglige forløb, hvoraf det fremgår, at alle elever skal arbejde med simulering. Ligeledes er der lavet en strategi for kompetenceudvikling, hvor der bl.a. er indgået et samarbejde med VIA om diplomuddannelser. Derudover sætter ledelsen fokus på arbejdet med simulationer på teammøder og pædagogiske dage.

Det anses som en generel betragtning, at det er centralt, at ledelsen skal gå forrest ift. at sikre implementeringen af de nye teknologier og didaktikken omkring dem.

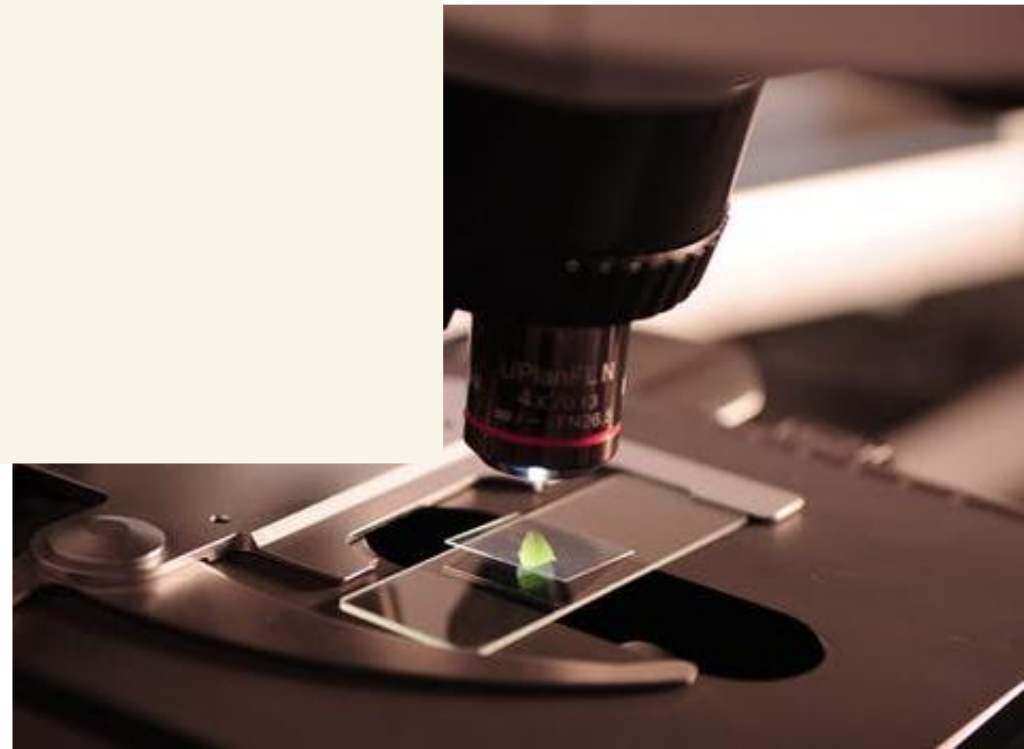
Barrierer for anvendelse

Det opleves som en barriere for nogle skoler, at de er presset økonomisk og tidsmæssigt. De teknologiske simulationer er dyre i indkøb, og på en af skolerne betød manglende tid, at de dyrt indkøbte teknologier ikke blev anvendt.

Det fremhæves ligeledes som en barriere for både elever og lærere at anvende engelsksprogede værktøjer. Det bemærkes, at markedet for High Fidelity dukkerne er meget højt prissat, grundet meget få udbydere, hvilket skaber en monopollignende tilstand. Anderledes opleves det inden for VR, hvor konkurrencen anses for at være meget høj.

Kapitel 2

Markedet for interaktive laboratorier til undervisningsbrug samt markedsbarrierer



I denne del af analysen afdækkes henholdsvis danske og internationale leverandører på markedet og deres markedsandel. Ligeledes afdækkes udbuddet af produkter med interaktive laboratoriesimulationer til undervisningsbrug, ud fra en række opstillede parametre, herunder

- hvilke undervisningsniveauer (inkl. de videregående uddannelser), klassetrin og fag produkterne er udviklet til?
- hvorvidt produkterne er tilpasset danske uddannelser, fag og mål for fagene?
- hvilke muligheder der er for at integrere til skolernes LMS ("Learning Management Systemer")?
- hvilke muligheder der er for at trække data til evaluering af elevernes læring samt til elevernes videre arbejde med undersøgelserne i andre programmer (fx Excel)?
- hvordan simulationernes afvikles, og hvilket udstyr og loginløsning der kræves?

Ligeledes præsenteres oplevede barrierer ift. at indtræde på markedet for interaktive laboratoriesimulationer til undervisningsbrug.

Som en del af undersøgelsen er der blevet afdækket en række forskellige potentielle leverandører, hvoraf de fleste har vist sig at falde uden for kategorien af interaktive laboratoriesimulationer, der er genstandsfeltet for nærværende undersøgelse. Dette bygger dels på spørgeskemaresultaterne, der har afdækket skolernes anvendelse, dels på interview med både skoler, faglige foreninger, videnscentre, universiteter, forlag, leverandører mv.

Som tidligere præsenteret har kortlægningen af skolernes anvendelse vist sig, at skolerne primært anvender Labster, BioTech Academy og PhET. Skolerne har i spørgeskemaundersøgelsen ligeledes peget på en række andre produkter, som dog ved gennemgang af disse har vist sig at falde uden for definitionen af en interaktiv laboratoriesimulation.



Aktører i markedet

De mulige aktører på markedet for interaktive laboratoriesimulationer i Danmark kan opdeles i to kategorier af aktører:

- Undervisningsforlag med fokus på levering af bøger og elektroniske læremidler bredt til alle fag i folkeskolen og på ungdomsuddannelser. Aktørerne i denne kategori er typisk større forslag, som indgår centrale indkøbsaftaler med kommunerne. Disse aktører udbyder ikke eller kun i mindre grad interaktive laboratoriesimulationer.

Eksempler på aktører i denne kategori er: Gyldendal, Systime, Praxis, Clio Online og Alinea

- Teknologileverandører med fokus på interaktive laboratoriesimulationer. Aktørerne i denne kategori er typisk mindre teknologivirksomheder, som ikke har centrale indkøbsaftaler med skoler eller kommuner, men markedsfører deres løsninger direkte til de enkelte institutioner. Aktørerne har udelukkende fokus på teknologisk løsninger og har ikke bredere produktsortimenter. De teknologiske løsninger er, som angivet i kapitel 1, fokuseret på bestemt fag.

Eksempler på aktører i denne kategori er: Biotech Academy, Labster, Serious Games og EON Reality

Data fra Virk.dk viser, at de rendyrkede teknologivirksomheder typisk er etableret indenfor de seneste 10 år, mens det ældste af undervisningsforlagene har eksisteret siden 1904.

Størrelsesforholdet mellem virksomhederne beregnet på omsætning viser, at undervisningsforlagenes årlige omsætning spænder mellem 44 mio. kr og 860. mio. kr. (sidstnævnte er tal for Gyldendals samlede koncern), mens danske aktører blandt teknologivirksomhederne har en årlig omsætning mellem 0 og 6 mio. kr. Forskellen i omsætning mellem typer af selskaber understøtter, at markedet for interaktive laboratoriesimulationer fortsat er lille set i forhold til det samlede marked for læremidler.

Som led i afdækningen af markedet er der gennemført interviews med både undervisningsforlag og teknologileverandører mhp. særligt at afdække barrierer i markedet set fra begge aktørtyper side.

På den følgende side findes en opsamling af de væsentligste barrierer, som de interviewede virksomheder oplever for at etablere sig på eller udvide aktiviteterne på det danske marked.



De interviewede undervisningsforlag og teknologivirksomheder peger primært på fire barrierer for at enten træde ind på eller udvide aktiviteterne på det danske marked for interaktive laboratoriesimulationer.

Det er dyrt at udvikle laboratoriesimulationer

Det er en generel opfattelse blandt teknologileverandører og forlag, at det er meget omkostningstungt at udvikle laboratoriesimulationer. Labster oplyser, at man har brugt mere end 100 mio. kr. på at udvikle sin platform, hvilket for mange af de øvrige respondenter er deres sammenligningsgrundlag. Denne barriere ses dog ikke for BioTech Academy, der i alt har kostet 1,2 mio. kr. i udvikling.

Samtidig kræver det de rigtige kompetencer, både teknisk og fagligt ift. fagene. På den baggrund er der også enkelte leverandører, der udtaler, at der ikke er nogen grund til at udvikle noget, der er i konkurrence med Labster, ligesom andre udtaler, at de holder øje med, hvordan det kommer til at gå Labster inden for dette marked, ift. om der kan skabes en efterspørgsel.

Lille marked med en særlig læringstradition

En anden barriere, der opleves blandt forlag og leverandører er, at det danske marked er lille. Det betyder, at det kan være vanskeligt at se en business case, idet der ikke er nok penge i uddannelsessystemet.

Samtidig betyder det lille marked også, at det danske marked er et meget lille sprogområde, hvilket kan være en barriere både for udenlandske og danske leverandører. Dette er også en barriere, der opleves af Labster, der har langt størstedelen af deres simulationer på engelsk. Omvendt påpeger den amerikanske leverandør Pearsons, at såfremt business casen på det danske marked er positiv, vil investeringen i oversættelser til dansk være en marginal del af omkostningen ved at træde ind i det danske marked.

En anden oplevet barriere handler om, at det danske marked har en særlig læringstradition, der bygger på reflekseive læringsprocesser, hvilket adskiller sig fra andre lande. Derfor kan det være vanskeligt både for udenlandske aktører, at komme ind på det danske marked, og tilsvarende for danske leverandører at udvikle noget, de potentielt kan sælge til andre lande ift. at skabe forretning.

Folkeskolerne er ikke modne

Der er en oplevelse blandt både forlag og teknologileverandører, at grundskolerne ikke er modne til at anvende laboratoriesimulationer. Flere af forlagene peger på, at de ser mange skoler, der fortsat er udfordret af dårlig infrastruktur, som fx internetforbindelser og netværk samt manglende kompetencer hos lærerne ift. at implementere digitale teknologier i undervisningen. Dette opleves som en væsentlig barriere for, at forlagene ser en forretningsmodel. Samtidig oplever forlagene ikke en efterspørgsel fra lærerne ift. læringsforløb med laboratoriesimulationer.

BioTech Academy har ligeledes oplevet en større forskel i modenheden mellem folkeskoler og gymnasier. Her er en oplevelse af, at folkeskolelærerne er mere usikre i forhold til anvendelsen af BioTechs simulationer, mens gymnasielærerne synes mere motiverede og fagligt rustede.

Den samme oplevelse peger erhvervsskolernes forlag Praxis på ift. EUD, hvor de fortæller, at de i 2015 lavede en stor digital indsats, som har vist sig vanskelig for lærerne at implementere. De ser således heller ikke potentialer ift. at udarbejde interaktive simulationer i deres nuværende undervisningsmateriale.

Centrale indkøbsaftaler er en barriere

Teknologileverandørerne oplever, at de store undervisningsforlag gennem centrale indkøbsaftaler med kommunerne har opnået en markedsandel, som gør det svært at sælge noget ind direkte til skolerne, idet kommunernes budgetter primært er allokeret til disse aftaler.

Den manglende mulighed for at kunne komme ind på markedet, idet der ikke findes budgetter, som kan allokeres til løsningerne, betyder, at særligt de mindre teknologileverandør ikke kan se en positiv business case i at gå ind i markedet.

En teknologileverandør udtaler eksempelvis om denne udfordring: *"Hvis du tager på BET vil du se, at dem, der har råd til at købe stande, er leverandører af LMS systemer og de store portaler, og det er jo et rigtig fint billede på, hvem der kan tjene penge på markedet lige nu".*

De identificerede barrierer indikerer alle, at markedet for interaktive laboratoriesimulationer ikke endnu er tilstrækkeligt modent til, at der er en naturlig efterspørgsel efter tekniske løsninger samtidigt med at indkøbsvaner og tradition i valg af leverandører ikke endnu har skabt grundlag for en øget konkurrence.

Beskrivelse af primære produkter anvendt på det danske marked

Karakteristika for de fem mest anvendte løsninger på det danske marked

Som angivet på side 10 oplyser skolerne i den gennemførte spørgeskemaundersøgelse, at det primært er fem forskellige tekniske løsninger for interaktive laboratoriesimulationer, som anvendes i undervisningen. Som led i afdækningen af markedet er der indsamlet karakteristika for de fem løsninger med henblik på at identificere målgrupper for løsningerne, anvendelsesgrad samt graden af interaktivitet.

For to af løsningerne, ChemSketch og Utah–Virtual Labs vurderes det, at der her kun i mindre grad er tale om interaktive laboratoriesimulationer, mens de tre øvrige (Labster, BioTech Academy og PhET) opfylder definitionen. På den følgende side beskrives de tre løsninger mere detaljeret.

NAVN	EGENSKABER	UDDANNELSESNIVEAUER	ØKONOMI	UNDERSTØTTELSE AF KLASSETRIN	Representation of fidelity (Oplevelse af tilstedeværelse)	STEM	Høj interaktion	Laboratorie-simulation	Enquiry based learning (problemorienteret)	Substituering af laboratorieforsøg
Biotechacademy.dk - det virtuelle laboratorium	Virtuelt laboratorium med forsøg inden for det biologiske område. Forsøg omhandler insulinfølsomhed, lægemiddeludvikling, genteknologi, produktion af antistoffer og insulin, enzymer til vaskemiddel. Findes på dansk.	Produktet henvender sig primært til biologi og bioteknologi på de gymnasiale uddannelser.	Gratis	Grundskole: 13 pct. Gym.: 54 pct.	x	x	x	x	x	x
PhET Colorado	Simulationer inden for fysisk, biologi, kemi, geografi og matematik. Forsøg er oversat til dansk.	Henvender sig til både grundskole, gymnasier og universitet	Gratis	Grundskole: 50 pct. Gym.: 14 pct.		x	x	x	x	x
Labster.com	Virtuelt laboratorium med simuleringer inden for biologi, bioteknologi, kemi og fysik.	Henvender sig primært til gymnasier og universiteter	Licens-betaling	Grundskole: 0 pct. Gym.: 25 pct.	x	x	x	x	x	x
ChemSketch	ChemSketch er et tegneprogram, der kan anvendes som supplement til molekylbyggesæt og til at lave 3-dimensionelle effekter	Gymnasier	Gratis	Grundskole: 0 pct. Gym.: 7 pct.		x				
Utah – Virtual Labs	Forskellige laboratorieforsøg fx med DNA extraction, PCR mv.	Gymnasier	Gratis	Grundskole: 0 pct. Gym.: 7 pct.		x		x		(x)

De tre primært anvendte løsninger indenfor interaktive laboratoriesimulationer

Herunder findes en kort beskrivelse af de tre mest anvendte løsninger på det danske marked i kategorien interaktive laboratoriesimulationer. For hver løsning er afdækket antallet af simulationer på dansk, hvilke klassetrin og fag løsningen understøtter, i hvilket omfang løsningen understøtter dansk uddannelse samt mulighederne for at udtrække data til brug for evaluering af elevernes læring.

<p>LABSTER</p> <p>Virtuelt interaktiv laboratorium med simuleringer inden for biologi, bioteknologi, kemi og fysik samt grundlæggende naturvidenskab. Labster har mere end 80 simulationer, der bl.a. dækker forsøg med syre/base, DNA mutation, diabetes mv. Labster opererer primært på det amerikanske og engelske marked. Labster er et af de mest avanceret produkter på markedet for virtuelle laboratoriesimulationer.</p> <p>Sprog: Engelsk Antal simulationer på dansk: 5 Leverandør: Labster Økonomi: Licensbetaling</p>	<p>DET VIRTUELLE LABORATORIUM</p> <p>Virtuelt interaktiv laboratorium med forsøg inden for det biologiske område. Forsøg omhandler bl.a. insulinfølsomhed, lægemiddeludvikling, genteknologi, produktion af antistoffer og insulin, enzymer til vaskemiddel.</p> <p>Sprog: Dansk Antal simulationer på dansk: 10 Leverandør: BioTech Academy. Drevet og driftet af studerende på DTU Økonomi: Produktet er gratis for skolerne</p>	<p>PhET</p> <p>Interaktive laboratoriesimulationer med simuleringer inden for fysik, kemi og biologi. I 2018 påbegyndes udvikling simulationer til brug i matematikundervisning.. PhET er oversat til 93 sprog.</p> <p>Sprog: Dansk Antal simulationer på dansk: 192 Leverandør: University of Colorado Økonomi: Produktet er gratis for skolerne</p>
--	--	---

Produkt	Markedsandel*	Uddannelses-niveauer	Understøttelse af fag	Tilpasset dansk uddannelse ift. fag og mål	Mulighed for integration til LMS	Mulighed for udtræk af data til evaluering af elevernes læring	Mulighed for udtræk af data elevernes videre arbejde med undersøgelserne i andre programmer (fx Excel)	Særlige krav til afvikling, udstyr og login
Labster www.labster.com	Vurderet 10–15 pct. af markedet for 3D virtuelle laboratoriesimulationer	<ul style="list-style-type: none"> (Udskoling) STX, HF, HTX Universiteter 	<ul style="list-style-type: none"> Biologi Bioteknologi Fysik Kemi 	Ja	Ja	Ja	Ja	Nej
Det virtuelle laboratorium (Biotech Academy) http://virtueltlaboratorium.dk/	Ca. 2.000-3.000 unikke brugere om måneden	<ul style="list-style-type: none"> STX HF HTX 	<ul style="list-style-type: none"> Biologi A, B, C Bioteknologi 	Ja	Nej	Nej	Nej	Nej
PhET (University of Colorado) https://phet.colorado.edu/da/	443.141 downloads pr. år i DK 730 registrerede lærere fra DK	<ul style="list-style-type: none"> Grundskole STX, HF, HTX Universiteter 	<ul style="list-style-type: none"> Biologi Fysik Kemi Geografi Matematik 	Delvist	(Ja, men ikke danske)	Nej	Nej	Nej

* Det bemærkes, at vurderingen af markedsandelen bygger på leverandørernes egne vurderinger af markedsandel, hvorfor opgørelsesmetoden ikke er den samme

Kapitel 3

Internationale erfaringer med brug af interaktive laboratoriesimulationer i undervisning



Introduktion

Forundersøgelsens delopgave 3 omhandler *Afdækning af internationale erfaringer med brug af interaktive laboratorier i undervisningen*.

Afdækningen er sket gennem interviews med repræsentanter fra skoler i USA, Israel og Italien samt interviews med de leverandører, som har erfaringer fra flere markeder.

Valget af USA er sket på baggrund af, at udviklingen af en række teknologiske platforme sker her samtidigt med, at der igennem længere tid er sket en afprøvning på skoler i hele landet.

Israel er valgt som land i kortlægningen af internationale erfaringer, idet man her fra centralt hold arbejder på en udbredelse af interaktive laboratoriesimulationer bl.a. gennem et nationalt program for efteruddannelse af lærere og brug af en lokal NGO (Center of Educational Technology) til at sikre udbredelse og implementering.

Italien er valgt, idet der i forbindelse med markedskortlægningen er afdækket en række interessante erfaringer ift. barrierer og håndtering af disse samt løftestænger for at øge markedsmodenheden.

Fokus i afdækningen har dels været undervisernes oplevelse af brugen af interaktive laboratoriesimulationer dels et fokus på løftestænger og barrierer for brugen af teknologiske løsninger.

På de følgende sider præsenteres de samlede konklusioner fra de internationale interviews. Konklusionerne er struktureret i følgende grupper:

- Brugen af interaktive laboratoriesimulationer
- Infrastruktur
- Oplevede barrierer
- Løftestænger for øget brug af interaktive simulationer

Respondenterne er interviewet med udgangspunkt i deres egne erfaringer og er undervejs blevet bedt om at perspektivere deres oplevelse til det samlede skolesystem.

Perspektiver på et nationalt plan er således udtryk for respondentens umiddelbare oplevelse og kan ikke tages som udtryk for en samlet kortlægning af erfaringer i det pågældende land, men kan i stedet anvendes til at identificere tendenser, som går på tværs af markederne.



USA

- 325 mio. indbyggere (2017)
- 98.176 folkeskoler og ungdomsuddannelsesinstitutioner (2014)
- 56,6 mio. folkeskoleelever og elever på ungdomsuddannelser
- 3,2 mio. folkeskolelærere

Kilde: U.S. Department of Education, National Center for Education Statistics (2018)

Israel

- 8,7 mio. indbyggere (2017)
- 3.003 folkeskoler
- 1,7 mio. folkeskoleelever og elever på ungdomsuddannelser
- 0,17 mio. lærere og pædagoger

Kilde: Central Bureau of Statistics, Israel (2018)

Italien

- 60,6 mio. indbyggere (2017)
- 56.411 folkeskoler
- 7,9 mio. folkeskoleelever og elever på ungdomsuddannelser
- 0,62 mio. lærere og pædagoger

Kilde: Istat, Italy (2018)

Væsentlige observationer fra de internationale interviews (1/2)

Internationale erfaringer

De gennemførte interviews med lærere i USA, Israel og Italien peger på en række sammenfaldende erfaringer, men også en række forskelle. Herunder følger en sammenstilling af de væsentligste fund i disse interviews.

Brugen af interaktive laboratoriesimulationer

Fordeling på klassetrin. De interviewede respondenter i USA og Italien anvender primært interaktive laboratoriesimulationer i klasser svarende til den danske udskoling eller på gymnasielevelen. Der er ikke interviewet undervisere på universiteter, men særligt i USA peger respondenterne på, at universiteterne i højere grad anvender interaktive simulationer som en fast del af curriculum end grundskoler og gymnasiale uddannelser. Således vurderer respondenterne, at ca. 50 pct. af interaktive simulationer sker som led i universitetsuddannelser, 25 pct. på gymnasiale uddannelser, 15 pct. på grundskolens udskolingsniveau (secondary school) og 10 pct. på indskoling/mellemtrin (elementary school).

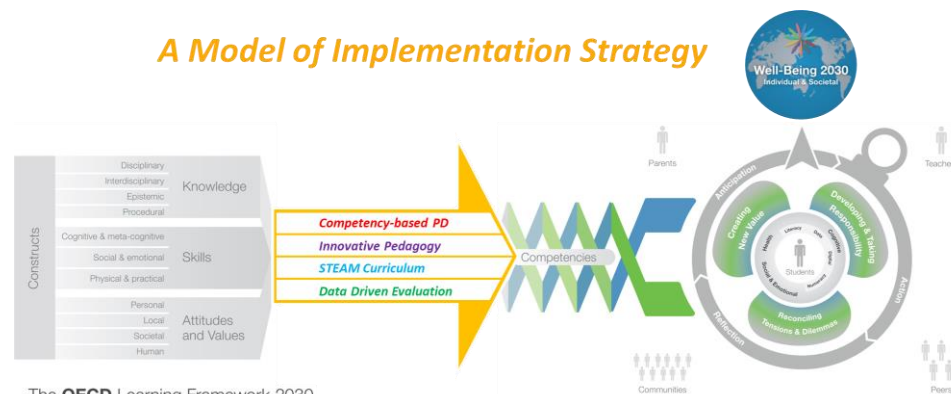
For Israel gælder, at der er iværksat et større nationalt program for test og anvendelse af teknologiske løsninger, som dækker både indskoling, mellemtrin og udskoling (primary and intermediate grades). Den israelske centraladministration har valgt at benytte CET, Center of Educational Technology til at varetage test og implementering af tekniske løsninger. CET er en NGO og valget er truffet for at undgå et bureaukratisk system i udrulningen, men i stedet fastholde et fokus på evaluering af de tekniske løsninger.

Anvendelse i fag. Blandt respondenterne i både USA og Italien anvendes interaktive laboratoriesimulationer primært i fagene fysik, kemi og biologi. Respondenterne peger på, at fysik og kemi har været de første fag, hvor interaktive simulationer er anvendt, og hvor der eksisterer mest erfaring.

Sammenhæng til elevernes læringsmål

Indarbejdelse i curriculum. For alle interviewede gælder, at indarbejdelse af interaktive laboratoriesimulationer, som en fast del af elevernes curriculum, er afhængigt af den enkelte lærer. I Israel arbejdes der dog målrettet med at samtænke teknologiske

A Model of Implementation Strategy



The OECD Learning Framework 2030

Illustration af den Israelske implementeringsmodel for kompetenceudvikling af naturfagslærere. Kilde: CET

Løsninger med OECDs Learning Framework 2030, der har til formål at kombinere viden, færdigheder og værdier i tilgangen til undervisning. Idéen i at samtænke naturfagscurricula med OECDs model for fremtidig læring er et ønske om at curricula for naturfag i fremtiden skal indeholde en kombination af Augmented Reality (AR), praksisunderstøttende simulationer (hands-on) og brug af data til at følge elevernes udvikling.

Løftestænger til øget brug af interaktive simulationer

Den enkelte lærers motivation. På tværs af de tre lande peger interviewene på, at den enkelte lærers motivation er den største drivkraft for at udbrede brugen af interaktive laboratoriesimulationer. For at stimulere dette giver flere af respondenterne udtryk for, at bottom-up-processer med ambassadører for løsningerne, hvor lærere fortæller andre lærere om mulighederne og effekterne i undervisningen virker som et af de mest effektfulde tiltag i at udbrede interaktive løsninger.

(fortsættes)

Løftestænger til øget brug af interaktive simulationer (fortsat)

Integration til eksisterende platforme. Særligt de amerikanske respondenter peger på, at integration til eksisterende læringsplatforme er en løftestang for øget brug af de teknologiske muligheder. Fx er andelen af lærere, som anvender PhET i USA steget efter en integration til læringsplatformen NearPod, der anvendes af 3 ud 5 skoledistrikter i USA.

Integration til læringsplatforme understøtter, at lærerne oplever, at de tekniske løsninger er tilgængelige på steder, som allerede anvendes i forberedelsen af undervisningen, og derved lettes den enkelte lærers arbejde med at finde inspiration til anvendelse af løsningerne.

Hjælp til tilrettelæggelse af undervisningen udpeges ligeledes som en løftestang for øget brug af interaktive laboratorier. Flere respondenter peger på, at eksempler på tilrettelæggelse af en undervisningstime eller et forløb, som læreren enten kan finde som en del af den tekniske løsning eller på den læringsplatform, som anvendes, kan hjælpe til at stimulere interesse.

Flere tekniske løsninger tilbyder allerede "Suggestion for Use", som indeholder nøglefærdige forslag til lektionsplanlægning. Enkelte respondenter peger på, at der ligeledes er behov for et lavt "entry point" til den tekniske løsning, hvor læreren ikke behøver at binde sig til anvendelsen af en bestemt teknisk løsning for en længere periode, men fx kan afprøve enkelte simulationer og dermed opnå kendskab til brugen, inden det indarbejdes i curriculum.

Opbakning fra skolens ledelse. Alle respondenter peger på, at opbakning fra skolens ledelse er væsentlig for at stimulere øget brug af nye teknologiske løsninger. En respondent fra en amerikansk skole angiver, at den pågældende skoleledelse direkte opfordrer lærerne til at afsøge og afprøve brugen af nye teknologier, hvilket har skabt interne inspirationsdrøftelser blandt lærerne, som har affødt test af forskellige teknologier til interaktive laboratoriesimulationer.

Træning af lærerne i brugen af tekniske løsninger. I både USA og Israel peger respondenterne på, at træning af lærerne i brugen af løsningerne kan understøtte øget brug af interaktive laboratoriesimulationer. Der anvendes forskellige tilgange til træning af lærerne.

I USA anvendes bl.a. mentorer og coaches, som er lærere med stor erfaring i brugen af laboratoriesimulationer, og som bistår mindre erfarne lærere bl.a. for at sikre, at barrierer som usikkerhed, manglende viden o.lign. bliver en begrænsning. Ordningen organiseres gennem frivillige netværk og gennem brug af onlineplatforme, hvor lærere og mentorer kan få kontakt til hinanden.

I Israel er der i 2018 igangsat koncentreret efteruddannelse af naturfagslærere på i første omgang 200 folkeskoler i form af MOOCs (Massive Open Online Courses) i forbindelse med løsninger, som leveres af Center og Educational Technology (NGO støttet af den israelske stat). Gennem brug af MOOCs kan den enkelte lærer tage efteruddannelse på et tidspunkt, som passer bedst for læreren. Der følges op på antallet af lærere, som gennemfører efteruddannelsen for at sikre udbredelsen af viden. Såfremt denne type af efteruddannelse bliver en succes, udrykkes løsningen til 600 skoler mere i 2019.

Oplevede barrierer

Mangel på tid. Respondenter fra alle tre lande peger på, at lærerne har en travl hverdag, og at mangel på tid er den største hindring for udbredelse af nye teknologiske løsninger i naturfagsundervisningen. Respondenterne peger på, at den manglende tid for mange lærere gør det uoverskueligt at sætte sig indgående ind i nye teknologiers muligheder, og derfor undlader flere at integrere teknologien i undervisningen.

Lærernes kendskab og ønske om at tilegne sig nye teknologiske løsninger. Foruden mangel på tid peger enkelte respondenter på spredningen i lærerkorpsets alder som en barriere. I Italien opleves fx at kombinationen af en mindre moderne infrastruktur sammenholdt med et ældre korps af naturfagslærere har gjort det sværere at udbrede nye teknologier som interaktive laboratoriesimulationer, bl.a. fordi der er en oplevelse af, at det er sværere at få erfarne lærere med høj anciennitet til at tilegne sig de nye teknologier. Høj anciennitet og vaner påpeges ligeledes som en barriere af amerikanske respondenter, når det gælder folkeskoler men i mindre grad, når det gælder private skoler.

Flere respondenter giver udtryk for, at lærerne kan opleves som mere påpasselige end eleverne, når det gælder brugen af ny teknologi.

Kapitel 4

Beskrivelse og vurdering af mulige tiltag samt anbefalinger



Mulige tiltag for at øge danske elevers adgang til interaktive laboratorier

Kortlægningerne af både danske skolers erfaringer med brug af interaktive laboratoriesimulationer, antallet og typen af aktører på markedet samt erfaringer fra udlandet peger på en række muligheder, der kan anvendes og en række barrierer, som skal håndteres for at øge danske elevers adgang til interaktive laboratoriesimulationer og dermed skabe øget interesse for videregående naturfagsuddannelser.

Som led i forundersøgelsen er der identificeret en række tiltag, der forventes at kunne stimulere øget brug af interaktive laboratoriesimulationer. De opstillede tiltag er kvalificeret af både gruppen af eksperter samt forundersøgelsens referencegruppe.

I det følgende beskrives hvert af de identificerede tiltag med:

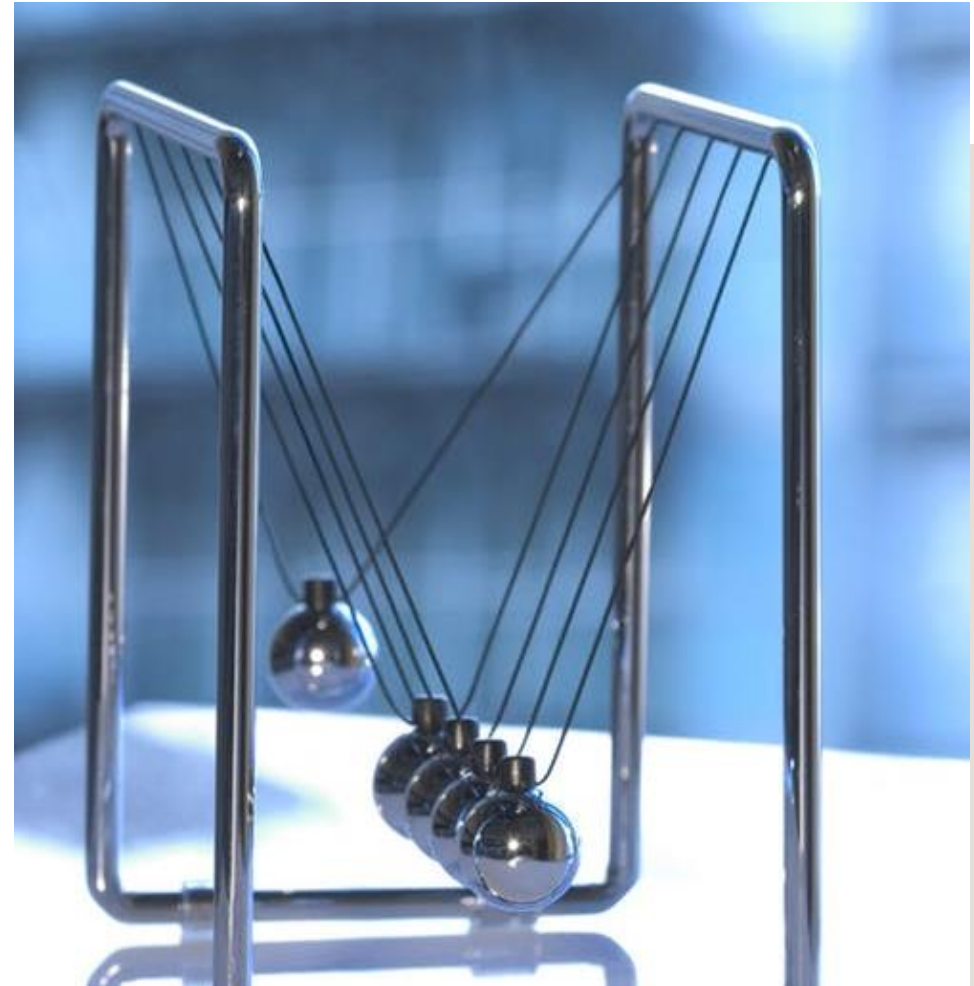
- Tiltagets indhold
- Potentiale ift. øget adgang til interaktive laboratorier
- Identificerede risici ved implementering af tiltaget
- Afhængigheder af andre identificerede tiltag
- Forudsætninger for implementering af tiltaget
- Nødvendige investeringer ifm. tiltaget

De i alt 10 tiltag, som beskrives på de efterfølgende sider, kan opdeles i to grupper. Tiltagene H01-H04 er tiltag, som har fokus på teknisk udvikling eller bistand til dette, mens tiltagene H05-H10 er tiltag, som er rettet mod påvirkning af adfærd, som kan understøtte øget brug af interaktive laboratoriesimulationer.

Idet kommissoriet for forundersøgelsen angiver, at tiltagene skal skabe effekt på baggrund af en økonomisk ramme på 8 mio. kr., er der efter vurderingen af hvert enkelt forslag opstille tre scenarier.

Hvert scenarie indeholder et antal tiltag, som vurderes i sammenhæng at kunne skabe større effekt, idet de supplerer hinanden og giver mulighed for at opnå synergieffekter.

Scenarierne udgør forundersøgelsens anbefalinger til tiltag, som Undervisningsministeriet kan iværksætte for at øge danske elevers adgang til interaktive laboratoriesimulationer.



Overblik over mulige tiltag (1/2)

Forundersøgelsen har identificeret i alt 10 mulige tiltag, som kan øge elevernes adgang til interaktive laboratoriesimulationer. Tiltagene beskrives på denne og den efterfølgende side.

De anvendte farvemarkeringer viser, hvilke tiltag som vurderes relevante for henholdsvis grundskoler, gymnasier og erhvervsuddannelser.

- Løsningsforslag relevant for grundskolen
- Løsningsforslag relevant for gymnasiale uddannelser
- Løsningsforslag relevant for erhvervsuddannelser

#	Tiltag	Potentiale	Risici	Afhængigheder	Forudsætninger	Investering
H01 ● ●	Tilskud til medfinansiering af indkøb til interaktive laboratoriesimulationer	<ul style="list-style-type: none"> Det forventes at fremme anvendelsen 	<ul style="list-style-type: none"> Der er ingen garanti for at skolerne bruger det Man kommer ikke så langt for pengene Det kan være konkurrenceforvridende Skolerne har ikke midler til medfinansiering 	<ul style="list-style-type: none"> Indsatsen bør følges ad med kompetenceudvikling og inspirationsmateriale med henblik på at sikre implementering på skolerne 	<ul style="list-style-type: none"> Penge skal være øremærket til skolerne Indsatsen skal række over mere end 2 år 	Vil afhænge af prisen på eksisterende produkter, der skal gives medfinansiering til
H02 ● ● ●	Tilskud til (videre) udvikling af produkter med interaktive laboratoriesimulationer	<ul style="list-style-type: none"> Det kan give mulighed for nye leverandører at komme ind på markedet Det kan give mulighed for mere kvalitet i produkter Det kan give mulighed for at eksisterende leverandører får målrettet og tilpasset eksisterende materiale 	<ul style="list-style-type: none"> At skolerne ikke køber det grundet økonomi og manglende efterspørgsel Hvis nye leverandører skal udvikle fra bunden er der risiko for, at materialet ikke bliver godt nok til at kunne afsætte på markedet 	<ul style="list-style-type: none"> Indsatsen bør følges ad med kompetenceudvikling og inspirationsmateriale med henblik på at sikre implementering på skolerne 	<ul style="list-style-type: none"> Pengene bør gå til videreudvikling af eksisterende produkter på markedet (evt. specifikt klassetrin/målgruppe) Det skal udvikles i samarbejde med lærerne Det bør overvejes, at produkter stilles gratis til rådighed for skolerne efterfølgende 	Investeringen vil være høj, hvis nye leverandører skal udvikle helt nye produkter. Tilsvarende vil det være en mindre investering ved videreudvikling af eksisterende eller fx blot oversættelser fra engelsk til dansk
H03 ● ●	Frikøb af produkter med interaktive laboratoriesimulationer	<ul style="list-style-type: none"> Det forventes at fremme anvendelsen, idet økonomi til indkøb er en væsentlig barriere 	<ul style="list-style-type: none"> Det kan forekomme konkurrenceforvridende 	<ul style="list-style-type: none"> Indsatsen bør følges ad med kompetenceudvikling og inspirationsmateriale med henblik på at sikre implementering på skolerne 	<ul style="list-style-type: none"> Frikøb skal række over mere end 2 år Leverandører forpligtes til at sælge rabatterede produkter efter indsatsens udløb fx i 5 år At der gives en væsentlig rabat på eksisterende produkt 	Investering vil afhænge af pris for produkt
H04 ● ● ●	Platform for distribution og udvikling (som en open source)	<ul style="list-style-type: none"> Det forventes at fremme anvendelsen, igennem bedre overblik over udbud (og evt. mulighed for mikrodistribution) Der vil være et udviklingsrum, hvor elever kan designe egne simulationer 	<ul style="list-style-type: none"> Markedet er ikke modent til anvendelse, da det er for avanceret Det er omkostningstungt at drifte platformen efter udvikling Der er allerede mange platforme og skolerne kommer ikke til at bruge dem Hastigheden i den tekniske udvikling i høj, og en investering i egen platform på nuværende tidspunkt risikerer at kræve yderligere investeringer allerede på kort sigt for at kunne følge denne udvikling 	<ul style="list-style-type: none"> Indsatsen bør følges ad med kompetenceudvikling, inspirationsmateriale og formidling om platformens anvendelsesmuligheder 	<ul style="list-style-type: none"> Platform bør tænkes sammen med EMU, hvor skolerne allerede er 	Det forventes at være en meget høj investering til udvikling af en avanceret platform. Også i relation til efterfølgende vedligehold og drift
H05 ● ● ●	Strukturelle ændringer i bekendtgørelse	<ul style="list-style-type: none"> Det vil fremme anvendelse gennem krav herom 	<ul style="list-style-type: none"> Særligt ift. folkeskoleområdet vil det kræve en større omstilling, idet modenheden ikke antages at være tilstrækkelig 	<ul style="list-style-type: none"> Indsatsen bør følges ad med kompetenceudvikling og inspirationsmateriale med henblik på at sikre implementering på skolerne 	<ul style="list-style-type: none"> Politisk og juridisk grundlag 	Ingen

Overblik over mulige tiltag (2/2)

● Løsningsforslag relevant for grundskolen

● Løsningsforslag relevant for gymnasiale uddannelser

● Løsningsforslag relevant for erhvervsuddannelser

#	Tiltag	Potentiale	Risici	Afhængigheder	Forudsætninger	Investering
H06 ● ● ●	Indsats til kompetenceløft af lærere	<ul style="list-style-type: none"> Det forventes at understøtte anvendelsen igennem viden om potentialer og en didaktik for anvendelse 	<ul style="list-style-type: none"> Indsatsen flytter ikke ved anvendelsen af interaktive laboratoriesimulationer 	<ul style="list-style-type: none"> Det bør følges ad med udvikling af inspirationsmateriale med henblik på at understøtte implementering Det bør kobles med eksisterende indsats og netværk 	<ul style="list-style-type: none"> Der vil tænkes i forskellige indsats ift. folkeskoler og gymnasier Det bør tænkes i en praksisnær kompetenceudvikling i faglige teams eller faggrupper Kompetenceudvikling bør også tænkes sammen med andre formidlingsindsatser fx Big Bang konference Der skal være en aktør, der forpligter sig til løbende at afvikle kompetenceudviklingsforløb og ligeledes følge med i udvikling af produkter og didaktik samt sikreløbende formidling heraf 	Der vil være mulighed for forskellige skaleringsmuligheder afhængig af kompetenceudviklingsinitiative. Det vil afhænge af hvilke øvrige indsats, der vælges.
H07 ●	Indsats for kompetenceløft og viden om anvendelse hos skoleledelse	<ul style="list-style-type: none"> Øget viden om potentialer for anvendelse kan forventes at stimulere flere (særligt) folkeskoler til anvendelse, da ledelsen opleves som en væsentlig fremmede faktor 	<ul style="list-style-type: none"> Indsatsen flytter ikke ved anvendelsen af interaktive laboratoriesimulationer 	<ul style="list-style-type: none"> Det bør følges ad med kompetenceudvikling til lærerne 	<ul style="list-style-type: none"> Der skal være en aktør, der forpligter sig til løbende at afvikle kompetenceudviklingsforløb og ligeledes følge med i udvikling af produkter og didaktik samt sikreløbende formidling heraf 	Der vil være mulighed for forskellige skaleringsmuligheder afhængig af kompetenceudviklingsinitiative. Det vil afhænge af hvilke øvrige indsats, der vælges.
H08 ● ● ●	Udvikling af didaktiserede inspirationsmateriale og formidling af praksiserfaringer	<ul style="list-style-type: none"> Det forventes at understøtte anvendelse, idet der efterspørges didaktik og kompetencer samt inspiration fra god praksis 	<ul style="list-style-type: none"> Inspirationsmateriale bliver ikke anvendt Eksterne interessenter kan opleve det som en udfordring, at UVM udvikler inspirationsmateriale til kommercielle produkter 	<ul style="list-style-type: none"> Det bør følges ad med kompetenceudvikling 	<ul style="list-style-type: none"> Der bør være en aktør, der forpligter sig til løbende at følge med i udvikling af produkter og didaktik og sikre formidling heraf igennem opdateret inspirationsmateriale Bør udvikles i tæt samarbejde med lærere Inspirationsmaterialets fokus bør være på fag og de dertil hørende tekniske løsninger 	Det forventes at være en forholdsvis lille investering
H09 ● ● ●	Overblik over eksisterende udbud af interaktive laboratoriesimulationer både nationalt og internationalt	<ul style="list-style-type: none"> Det vil understøtte en nem formidling og tilgængelighed for skolerne ift. at få inspiration til forskellige produkter på markedet, herunder muligheden for at afprøve forskellige produkter (evt. som et virtuelt showroom) 	<ul style="list-style-type: none"> Et overblik alene forventes primært at understøtte anvendelse ved ildsjæle og ikke den brede kreds af lærere 	<ul style="list-style-type: none"> Et overblik over materiale bør følges ad med kompetenceløft og inspirationsmateriale til anvendelse 	<ul style="list-style-type: none"> Et overblik over materiale skal løbende vedligeholdes og opdateres. Det kan med fordel tænkes sammen med professionshøjskolerne/CFU'er og videnscentre 	Det forventes at være en forholdsvis lille investering
H10 ●	Følgforskning med fokus på at skabe viden om potentialer og effekten ved anvendelse	<ul style="list-style-type: none"> Skaber viden om potentialer og effekter ved anvendelse, der kan bruges i efterfølgende indsats for udbredelse 	<ul style="list-style-type: none"> Forskning er omkostningstungt og udbreder i sig selv ikke anvendelse 	<ul style="list-style-type: none"> Det bør gennemføres i samarbejde med et antal demonstrationsskoler, så der samtidig skabes viden om bedste praksis for didaktik 	<ul style="list-style-type: none"> Følgforskning bør laves i tæt samarbejde med professionshøjskoler og videnscentre med henblik på at sikre forankring af viden. Ligeledes bør det kobles til RUC's forskningsforsøg om virtuelle læringsteknologier 	Investering vil afhæng af projektet, men forventes at være middel til højt i investering

Vurdering af de foreslåede tiltags effekt ift. forventet investering

I samarbejde med forundersøgelsens ekspert- og referencegrupper er der foretaget en vurdering af de 10 foreslåede tiltags forventede effekt på 3-5 års sigte for at øge anvendelsen af interaktive laboratoriesimulationer sammenholdt med en forventning til investeringsbehovet i tiltaget.

En samlet scoring heraf fremgår af figuren til højre.

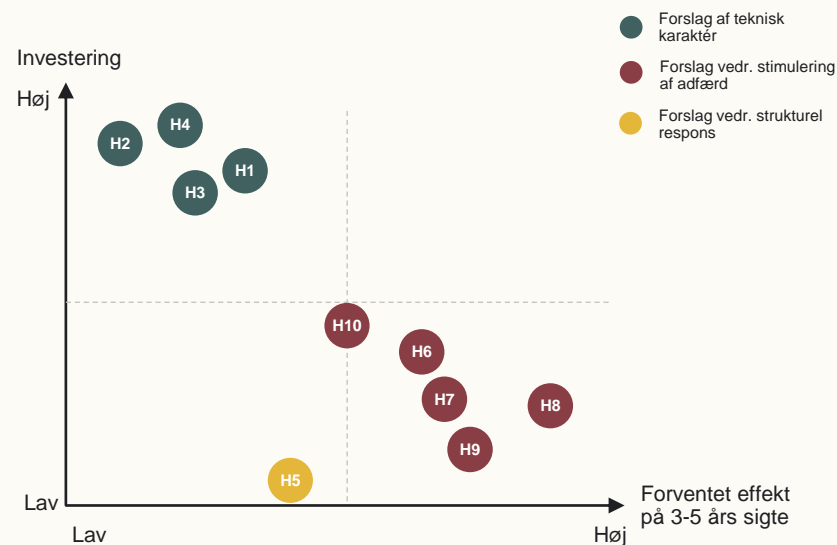
Samlet set peger undersøgelsens resultater samt ekspert- og referencegruppernes vurdering på, at der forventes størst effekt ved tiltag, der handler om stimulering af adfærd (Tiltag 6 til 10). Dette bygger bl.a. på undersøgelsens resultater, der viser en lav modenhed for skolerne ift. at tage de interaktive laboratoriesimulationer i anvendelse, og barriererne omkring manglende viden og kendskab til, hvad der er på markedet, og hvordan det kan bruges didaktisk i undervisningen.

De tekniske løsningsforslag vurderes at være investeringstunge. Samtidigt vurderes de kun at have en mindre effekt på udbredelsen af interaktive laboratorier på 3-5 års sigte. Både ekspert- og referencegruppen har foretaget denne vurdering ud fra en tese om, at teknisk udstyr i sig selv ikke nødvendigvis understøtter anvendelse. I givet fald skal det følges af kompetenceudvikling for at sikre det nødvendige kendskab til teknologien hos lærerne. De to gruppers synspunkt bekræftes af resultaterne fra undersøgelsens kvalitative afdækning.

Et enkelt tiltag der indeholder strukturel respons vurderes ikke at kræve nogen investering, men vurderes samtidigt kun at have begrænset effekt, hvis det står alene. Årsagen er, at strukturelle tiltag vil have en længere gennemslagskraft og ligesom udviklingen af teknologi ikke i sig selv vurderes at stimulere flere lærere til anvendelse af interaktive laboratoriesimulationer.

Samlet set peger både undersøgelsens resultater samt ekspert- og referencegruppen på, at hvis der ønskes en effekt af tiltagene på kort og mellemlangt sigte, bør tiltag der iværksættes på baggrund af forundersøgelsen have fokus på at skabe overblik over det eksisterende udbud af løsninger samt inspiration til anvendelsen af disse.

Vurdering af effekt på 3-5 års sigte ift. investering i de enkelte tiltag



H01	Tilskud til medfinansiering af indkøb til interaktive laboratoriesimulationer	H06	Indsats til kompetenceløft af lærere
H02	Tilskud til (videre) udvikling af produkter med interaktive laboratoriesimulationer	H07	Indsats for kompetenceløft og viden om anvendelse hos skoleledelse
H03	Frikøb af produkter med interaktive laboratoriesimulationer	H08	Udvikling af didaktiserede inspirationsmaterialer og formidling af bedste praksiseksmpler
H04	Platform for distribution og udvikling (som en open source)	H09	Overblik over eksisterende udbud af interaktive laboratoriesimulationer både nationalt og internationalt
H05	Strukturelle ændringer i bekendtgørelse	H10	Følgeforskning med fokus på at skabe viden om potentialer og effekten ved anvendelse

Mulige koblinger mellem tiltag for at opnå synergieffekter

Flere af tiltagene kan med fordel at tænkes gennemført i sammenhæng

For at kunne skabe størst mulig effekt af den afsatte økonomiske ramme er der foretaget en vurdering af, hvilke tiltag der i kombination kan supplere hinanden for dermed at skabe øget fokus på brugen af interaktive laboratoriesimulationer.

Vurderingen bygger på forskningskortlægningen (se vidensnotat bilag 3) samt de kortlagte erfaringer fra både danske og udenlandske skoler, herunder hvilke løftestænger der har været velfungerende på andre markeder.

Kombination af tiltagene H8 og H9

På meget kort sigte vurderes udvikling af didaktiseret inspirationsmateriale og remediering af bedste praksiseksempler, at være handlingsrettede aktiviteter, som kan iværksættes umiddelbart i forlængelse af forundersøgelsen.

Særligt forundersøgelsens referencegruppe har peget på, at overblik over løsninger og udbredelse af viden om brug af interaktive laboratoriesimulationer er et første skridt, som kan skabe opmærksomhed blandt skoler og lærere og dermed stimulere til øget brug af løsningerne.

De to tiltag kan fx kombineres gennem udarbejdelse af særligt inspirationsmateriale, en videnspakke eller brug af andre af de redskaber, som Undervisningsministeriet allerede anvender til at remediere bedste praksis. Tidsmæssigt vil dette arbejde kræve 1-3 måneder fra igangsættelsen til materiale foreligger.

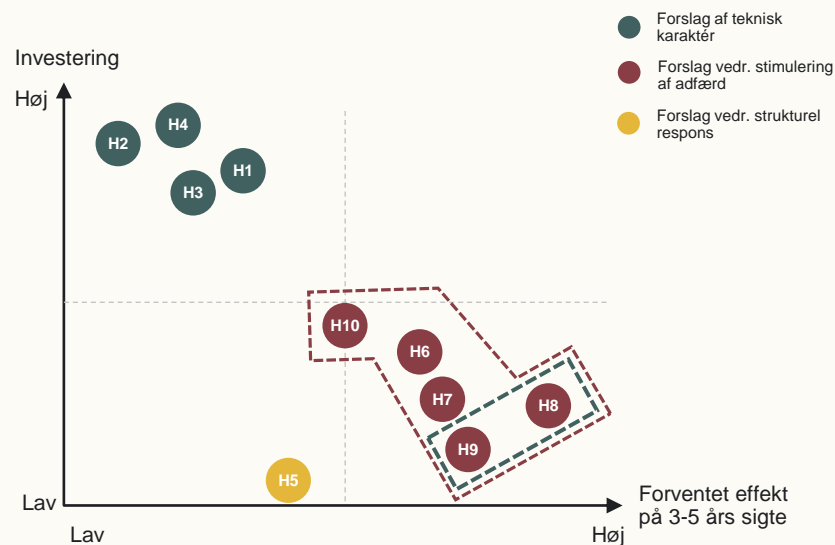
Der er i dag allerede en række etablerede organisationer, der arbejder dedikeret og målrettet med at udbrede viden og motivere elever ift. arbejdet med STEM kompetencer, både i folkeskolen og på ungdomsuddannelserne (fx ASTRA og CFU'erne). Foruden Undervisningsministeriets egne aktiviteter med udbredelse af materialer og remediering af viden bør denne type organisationer indtænkes i arbejdet med udbredelsen.

Kombination af tiltagene H6 til H10

Tiltagene H6 til H10 udgør den samlede gruppe af tiltag, som kan stimulere adfærden blandt lærerne og motivere til øget brug af interaktive laboratoriesimulationer.

(fortsættes)

Eksempler på kobling mellem tiltag for at skabe grundlag for bedre effekt



H01	Tilskud til medfinansiering af indkøb til interaktive laboratoriesimulationer	H06	Indsats til kompetenceløft af lærere
H02	Tilskud til (videre) udvikling af produkter med interaktive laboratoriesimulationer	H07	Indsats for kompetenceløft og viden om anvendelse hos skoleledelse
H03	Frikøb af produkter med interaktive laboratoriesimulationer	H08	Udvikling af didaktiserede inspirationsmaterialer og formidling af bedste praksiseksempler
H04	Platform for distribution og udvikling (som en open source)	H09	Overblik over eksisterende udbud af interaktive laboratoriesimulationer både nationalt og internationalt
H05	Strukturelle ændringer i bekendtgørelse	H10	Følgeforskning med fokus på at skabe viden om potentialer og effekten ved anvendelse

Mulige koblinger mellem tiltag for at opnå synergieffekter

Kombination af tiltagene H6 til H10 (fortsat)

Foruden behovet for udvikling af inspirationsmateriale og overblik over eksisterende løsninger er der i dag ikke tilstrækkelig forskningsbaseret viden om potentialer og barrierer for, hvordan interaktive laboratoriesimulationer kan understøtte læring og motivation for naturvidenskabelige fag.

I kombination med udarbejdelse af inspirationsmateriale og overblik over eksisterende udbud vil igangsættelse af følgeforskning bidrage til i højere grad at kunne evaluere effekten af de enkelte tiltag herunder at følge udviklingen i elevernes interesse for naturfag i de klasser, hvor der anvendes interaktive laboratoriesimulationer.

Ligeledes vil et tiltag med øget viden om anvendelse og kompetenceløft hos skoleledere, som et supplement til indsatserne overfor lærere, kunne bidrage til fokus og prioritering af indsatserne på skolerne.

En kombination af indsatserne H6 til H10 vil foruden effekt på meget kort sigt, med udbredelse af viden og erfaringer, også sikre at udvikles ny evidensbaseret forskning om, hvordan og hvorvidt interaktive laboratoriesimulationer kan understøtte elevernes læring og motivation for naturvidenskabelige fag.

Kapitel 5

Perspektivering



Den opsamlede viden i forbindelse med udarbejdelsen af rapporten samt rapportens anbefalinger giver anledning til en beskrivelse af perspektiver på udbredelse af anvendelsen af interaktive laboratoriesimulationer.

I afsnittene herunder er beskrevet syv perspektiver, som kan indgå i Undervisningsministeriets videre arbejde på området.

Handlingsrettede aktiviteter for at skabe effekt på kort sigte (foråret 2018)

Som angivet i rapportens kapitel 4, forventes en række af de anbefalede tiltag at kunne skabe en effekt med øget brug af interaktive laboratoriesimulationer i naturfagsundervisningen allerede på kort sigt.

Idet en række lærere i dag allerede anvender interaktive laboratoriesimulationer i undervisningen, er der tale om de tiltag, der handler om udbredelse af gode erfaringer og et fokus på at sænke "entrébarrieren" for lærere, som ikke tidligere har anvendt interaktive tekniske løsninger i deres undervisning.

Erfaringerne fra særligt det amerikanske marked viser, at netop handlingsrettede aktiviteter, der retter sig mod at gøre det nemt for lærere at afprøve brugen af interaktive laboratoriesimulationer, i kombination med viden om andre læreres erfaringer og succeshistorier, er blandt de mest effektive redskaber til at udbrede kendskabet og øge brugen af de tekniske løsninger.

Undervisningsministeriet har samtidigt allerede i dag en række kommunikationsplatforme, som fx EMU.dk, Danmarks Læringsfestival, læringskonferencer mv., som kan anvendes i formidlingen og remedieringen af bedste praksis.

Ønsker Undervisningsministeriet at skabe effekt på kort sigt vil et fokus på udbredelse af viden og praksis eksempler allerede i forlængelse af forundersøgelsen kunne understøtte en øget anvendelse af interaktive laboratoriesimulationer.

Tilgangen med kombination af handlingsrettede aktiviteter og kommunikation følger tilgangen til typisk markedsmodning, hvor test og afprøvning af løsninger medvirker til at skabe erfaringer og udbrede kendskab eller opsamle viden om behov for justeringer af løsninger som led i at skabe bedre løsninger på markedet.

Lokal prioritering og forankring af tiltag

En lokal forankring og opfølgning på igangsatte tiltag vil være central for at lykkes med udbredelsen af interaktive laboratoriesimulationer.

I tråd med Indsatsområde 5 i Regeringens naturfagsstrategi: "Lokal prioritering, faglige netværk og samarbejde" bør de handlingsrettede tiltag forankres lokalt fx ved hjælp af netværk, brug af naturfagskoordinatorerne i kommunerne og faglige fællesskaber.

Derigennem kan der skabes et lokalt fokus på at få delt viden og erfaringer samt hjælp til at påbegynde brug af interaktive laboratoriesimulationer i naturfagsundervisningen.

Som en del af den lokale prioritering bør øget fokus på brugen af løsningerne hos skoleledelserne ligeledes indtænkes for at sikre, at der er ledelsesmæssig opbakning og prioritering af indsatsen.

Foruden lokale netværk og skolernes egne ledelse bør de regionale centre for undervisningsmidler (CFU) inddrages i arbejdet med udbredelse af brugen af interaktive laboratoriesimulationer. Centrenes regionale forankring og fokus på formidling af viden om læremidler samt faglig og didaktisk vejledning vil kunne styrke fokus og bidrage til at omsætte inspiration til konkret handling for de lokale lærere i centrenes områder.

Anvendelse af interaktive simulationer i andre fag end naturvidenskab

Forundersøgelsen har fokuseret på brugen af interaktive laboratoriesimulationer i naturfagsundervisningen.

Foruden naturfag findes løsninger til interaktive simulationer, som kan anvendes i andre fag end naturfag. Arbejdet i markedsafdækningen har vist, at der findes løsninger til interaktive simulationer i fag som dansk og historie, hvor eleverne arbejder med konkrete problemstillinger, som skal løses som led i at fremme læringen, fx politiske dilemmaspil, som kan anvendes i samfundsfag.

Udbuddet af løsninger på tværs af fag viser, at leverandørmarkedet er større, mere diversificeret og samtidigt fagrettet fokuseret.

I takt med øget brug af interaktive simulationer i alle typer af fag og dermed en øget efterspørgsel, må det formodes, at der skabes et marked, hvor flere leverandører ser mulighederne i at levere løsninger til flere fag.

Anvendelse af interaktive simulationer særligt i fag på erhvervsuddannelser

Forundersøgelsens fokus på anvendelsen af interaktive laboratoriesimulationer i naturfag i grundskolen og på ungdomsuddannelser afgrænser undersøgelsen fra afdækning af brugen af og løsninger indenfor fag, som ikke er naturvidenskabelige.

Interaktive simulationer anvendes allerede i dag indenfor en række fagretninger på erhvervsuddannelserne, fx brug af fidelity dukker på SOSU-uddannelsen, interaktiv simulering ifm. træning af mekanikere o.lign.

Det vil i et videre arbejde med udbredelsen af brugen af interaktive simulationer være relevant at iværksætte tiltag, som retter sig mod de fag på erhvervsuddannelserne, som ikke er "klassiske" naturvidenskabelige fag som fysik, kemi og biologi.

Ligeledes bør det yderligere afdækkes, hvorvidt der er potentiale på erhvervsuddannelserne fx i grundforløbet at anvende interaktive laboratoriesimulationer i de naturvidenskabelige fag, hvilket pga. af nærværende undersøgelses datagrundlag synes vanskeligt at konkludere.

Anvendelse af strukturel respons til at understøtte udbredelse af løsninger

Strukturel respons (fx lovgivning, bekendtgørelser o.lign) kan anvendes som led i at stimulere en bestemt adfærd, i dette tilfælde øget brug af interaktive laboratoriesimulationer.

Det kan overvejes i hvilket omfang, der i eksisterende bekendtgørelser for grundskoler og ungdomsuddannelser kan indskrives mulighederne for at anvende interaktive laboratoriesimulationer. Der kan fx være tale om muligheden for, at en bestemt andel af forsøg kan være interaktive eller, at der i bestemte fag er særlige muligheder for brugen af løsningerne fx i en eksamenssituation.

Anvendelse af strukturelle løsninger bør være gennem et fokus på muligheder, for den enkelte lærer og skole ifm. tilrettelæggelsen af læreplaner og undervisning og ikke gennem direkte pålæg om anvendelse, idet dette kan opleves som et ønske om en centralt styret anvendelse af løsningerne.

Samtænkning af midler til forskning og etablering af selvstændige forskningsprojekter fx med fokus på effekten af interaktive laboratorier

Som angivet under de anbefalede tiltag bør der igangsættes følgeforskning af anvendelsen af interaktive laboratoriesimulationer for at kunne følge op på effekterne af brugen af de teknologiske løsninger.

Som angivet i vidensnotatet i bilag 4 udmærker interaktive laboratorier sig ved, at kunne skabe interesse for et emne, men der vil være behov for at understøtte denne interesse for at skabe en fremtidig effekt, hvor flere vælger en naturvidenskabelig uddannelse.

Videnskortlægningen peger desuden på, at der kun i begrænset omfang findes forskning og viden om effekterne af brugen af interaktive laboratoriesimulationer. Yderligere forskningsprojekter bør tænkes sammen med Uddannelses- og Forskningsministeriets arbejde fx med fordeling af Ph.d-midler, som kan allokere til at skabe mere viden på området og styrke evidensgrundlaget om effekten af brugen af interaktive laboratoriesimulationer ift. at tiltrække studerende til naturvidenskabelige uddannelser.

Samtidigt vil denne type projekter kunne følge mere specifikke effekter af de enkelte tiltag ift. både succesfuld ibrugtagning af interaktive laboratoriesimulationer, udvikling af undervisningspraksis mm.

Forventet udvikling i tekniske platforme

Den teknologiske udvikling, også indenfor platforme, som understøtter interaktive laboratoriesimulationer går stærkt, hvilket betyder, at der må forventes at være et stigende antal teknologiske løsninger indenfor en årrække.

Forundersøgelsens tilknyttede eksperter har peget på, at netop den hastige teknologiske udvikling betyder, at man fra et centralt hold skal være opmærksomme på ikke at fastlåse sig til bestemte teknologiske platforme. Fremadrettet forventes de private leverandører af platforme i højere grad at stille de teknologiske platforme til rådighed, hvorefter andre aktører, som fx skoler, centraladministration og andre i højere grad forventes at få fokus på at bygge og dele indhold, som anvendes i undervisningen.

BILAG 1

Oversigt over respondenter til interviews

Oversigt over respondenter til interviews

	Leverandører	Universiteter og UC'er	Videnscentre	Skoler	Foreninger	Udenlandske aktører
Gennemført	Labster Serious Games Biotech Academy Praxis Gyldendal EON Reality Alinea Systime	RUC KU CFU - UCL	ASTRA Videncenter for e-læring LIFE Naturvidenskabernes hus Engineer the future (IDA)	Erhvervsskoler: <ul style="list-style-type: none"> Videnscenter Vejle/Fredericia Videnscenters Øst SOPU Frederikssund SOSU fyn SOSU Nord Gymnasier/HF: <ul style="list-style-type: none"> Slotshaven Gymnasium Middelfart Gymnasium og HF-Kursus Allerød Gymnasium Vest Himmerland Gymnasium ZBC Handelsgymnasiet Vordingborg Odder Gymnasium Himmelev Gymnasium Køge Gymnasium Folkeskoler: <ul style="list-style-type: none"> Vissenbjerg Skole Smidstrup-skærup Skole Sydmors skole og Børnehus Randers Lilleskole Ringkjøbing-Skjern ungdomsskole Østre Skole, Nykøbing Falster 	Skolelederforeningen It-vejlederforeningen Biologiforbundet (<i>Lektor på Absalon</i>) Geografforbundet (<i>Lektor på UC Nord</i>) Foreningen af danske biologer (<i>Lærer på gymnasium</i>) Geografilærerforeningen (<i>Lærer på gymnasium</i>) Danske Gymnasier, arbejdsgruppen for naturvidenskab (<i>Rektor på gymnasium</i>) Kemilærerforeningen (<i>Uddannelsesleder på gymnasium</i>) Danske Science gymnasier (<i>Rektor på gymnasium</i>) Danmarks fysik- og kemilærerforening (<i>Lærer på folkeskole</i>) Bioteknologiundervisere i Danmark	Pearson Education Center of Educational Technology (Israel) University of Colorado (PhET) The Archer School for Girls (USA)
Ikke kommet igennem til	Late Nite Labs Clio Online	Aarhus Universitet		19 skoler (er blevet rykket to gange)		Stanford University (BioLab) University of Utah Brigham Young University The Bunker Hill Community College The Cornerstone Charter Academy
Ønsker ikke at deltage, da de ikke har viden	Cames Khora Virtual reality Tibalo Aps Danske forlag	Københavns professionshøjskole	Future Lab Classroom Naturfagscenteret Norge	EUD Nordvest	Interactive Denmark Producentforeningen Gastronom: Det faglige Udvalg for Gastronomuddannelsen Personvognsmekaniker: Metalindustriens Uddannelsesudvalg Smedeuuddannelsen: Metalindustriens Uddannelsesudvalg Danske Erhvervsskoler og - Gymnasier BFU Sundheds- og assistentuddannelsen PASS	

BILAG 2

Resultater af spørgeskemaundersøgelse

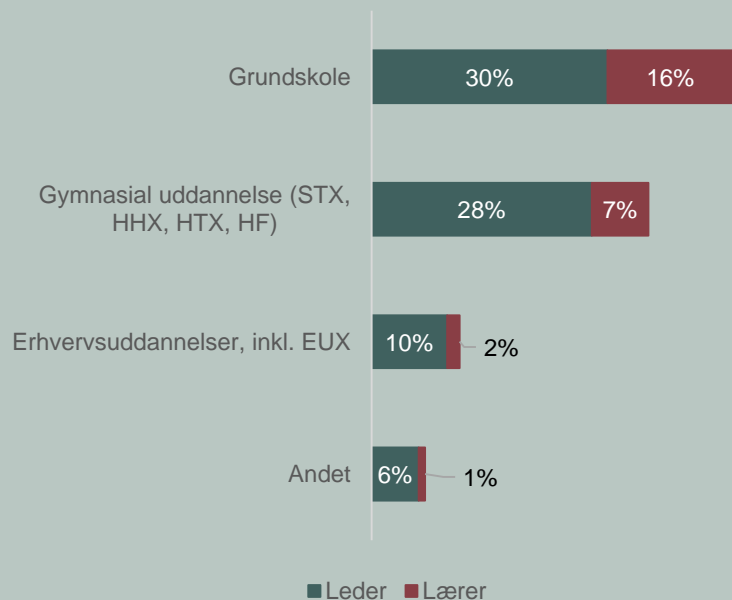
Resultater fra survey

Spørgeskemaet er sendt til 972 respondenter, hvor ca. 670 er folke- og efterskoler, mens der er sendt ud til alle ungdomsuddannelserne, som vi har oplysninger på, det svarer til ca. 300 skoler.

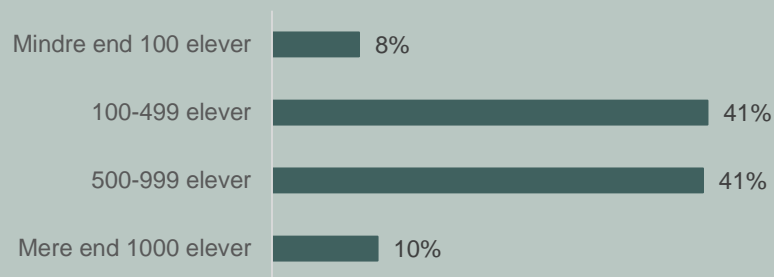
Spørgeskemaet er i uge 38 udsendt til en pilotgruppe for at teste det. Da en pæn andel besvarede spørgeskemaet uden kommentarer blev undersøgelsen udsendt til en større gruppe.

Udsendelsen er derefter udsendt i flere røl, hvor den første blev udsendt 24/10, mens den anden er udsendt 5/10 med et ønske om at øge antallet af svar fra ungdomsuddannelserne. Der er i uge 43 sendt en rykker til erhvervsskolerne for øge svarprocenter derfra. **Gennemførte besvarelser: 231 (24 pct.)**

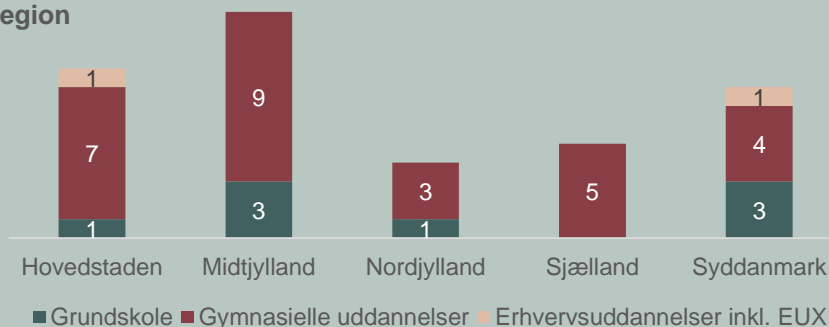
Svar fordelt på uddannelse og stilling



Antal svar fordelt på skole størrelse

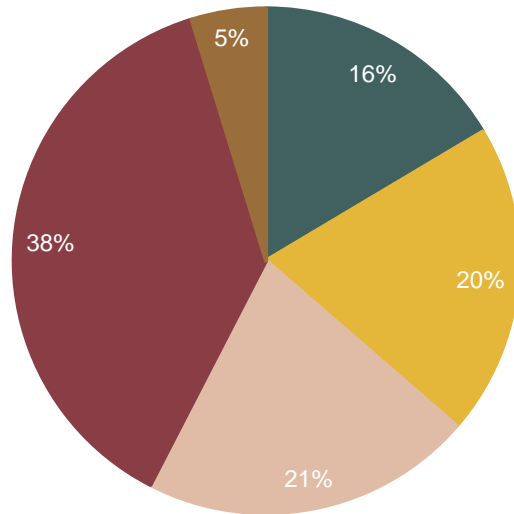


Antal skoler der anvender interaktive laboratoriesimulationer fordelt på uddannelsestype og region



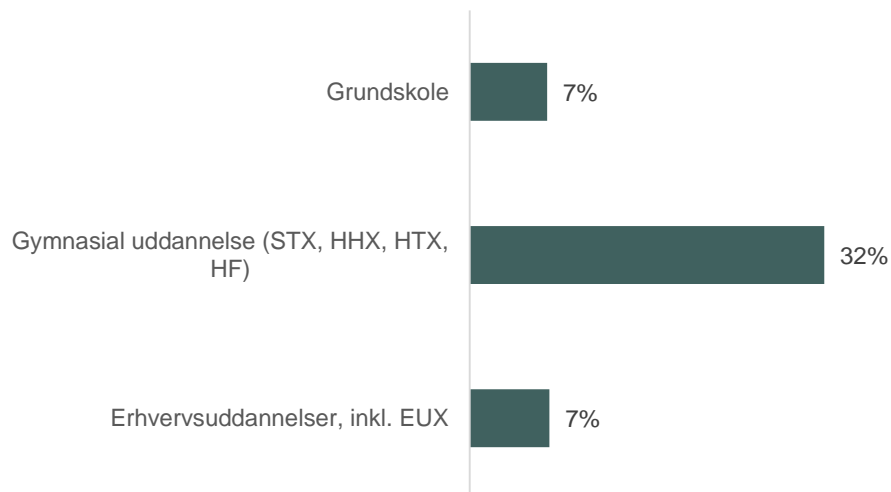
Anvendelse af interaktive laboratoriesimulationer

Anvender skolerne interaktive laboratoriesimulationer?



- Ja, vi anvender interaktive laboratoriesimulationer, som fx Labster eller Det Virtuelle Laboratorium (Biotech Academy)
- Måske, jeg ved ikke om der anvendes interaktive laboratoriesimulationer på vores skole
- Nej, jeg kender ikke til interaktive laboratoriesimulationer
- Nej, vi anvender ikke interaktive laboratoriesimulationer på vores skole
- Andet

Andel af den pågældende uddannelse, der anvender interaktive laboratoriesimulationer



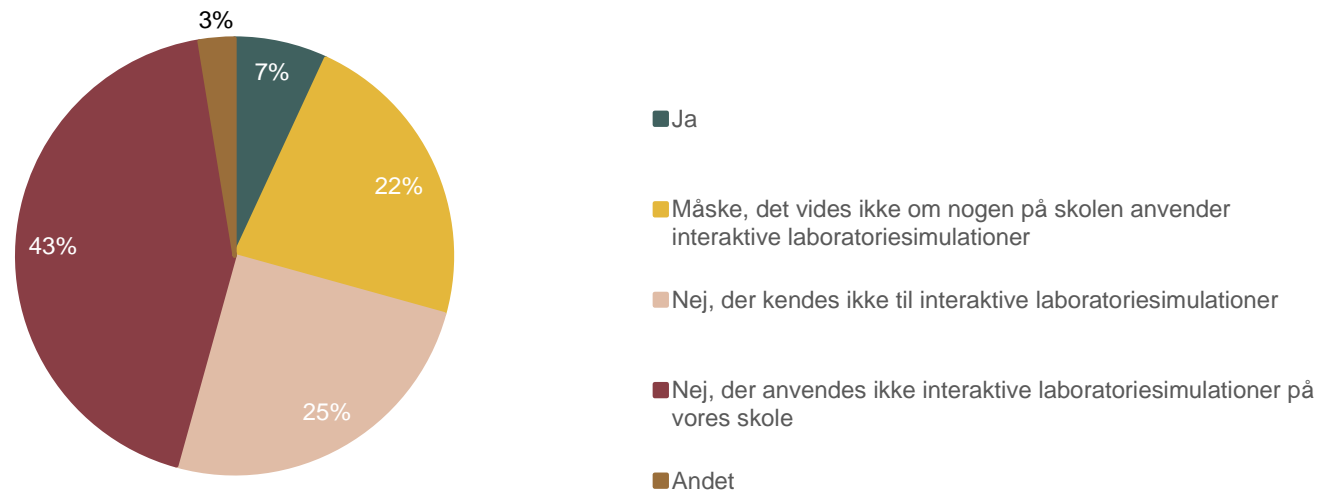
Eksempler på produkter, der anvendes:

- » PhET (fysik, kemi): <https://phet.colorado.edu/>
- » NAAP (fysik, astronomi): <http://astro.unl.edu/naap/>
- » CLEA (astronomi, fysik): http://www3.gettysburg.edu/~marschal/clea/CLEAsoft_overview.html
- » Walter Fendt (fysik): <http://www.walter-fendt.de/html5/phda/>
- » Biotechacademy.com, det virtuelle laboratorie
- » Virtuel Earthquake, Klimascenarier, Gapminder.org
- » DNA-extraction fra Utah uni på, <https://learn.genetics.utah.edu/content/labs/extraction/>
- » Labster

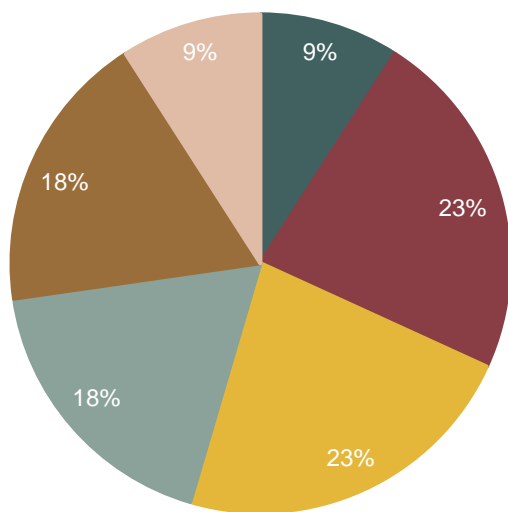
Hovedpointer

- » 7 pct. af grundskolerne anvender interaktive laboratoriesimulationer
- » Interaktive laboratoriesimulationer anvendes oftest i faget fysisk/kemi, men i lige høj grad på alle klassetrin i udskoling
- » Den mest anvendte produkt er phet.colorado.edu
- » Lærerne anvender typisk interaktive laboratoriesimulationer 2-5 gange om året og angiver i høj grad at have de nødvendige didaktiske og tekniske kompetencer til at anvendelse i undervisningen
- » Der er gode erfaringer med, at det understøtter elevernes faglige forståelse og løfter det faglige niveau i de naturvidenskabelige fag

Anvender skolerne interaktive laboratoriesimulationer?

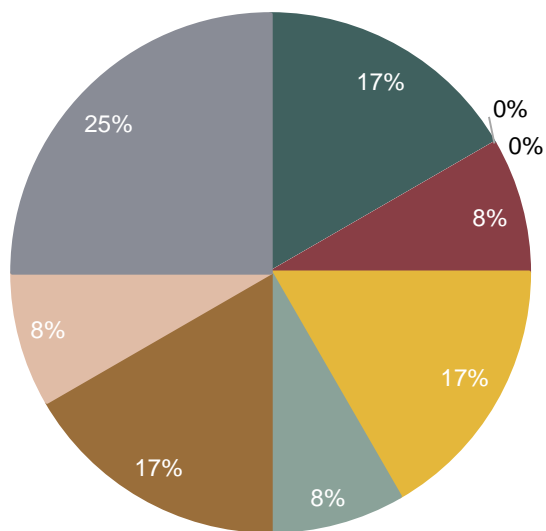


Gode erfaring med anvendelse af interaktive laboratoriesimulationer



- Skaber en større interesse for naturfag blandt eleverne
- Understøtter elevernes faglige forståelse og udvikling
- Løfter elevernes faglige niveau i de naturvidenskabelige fag
- Understøtter elevernes motivation i undervisningen
- Skaber bedre mulighed for undervisningsdifferentiering
- Andet

Mindre gode erfaringer med interaktive laboratoriesimulationer

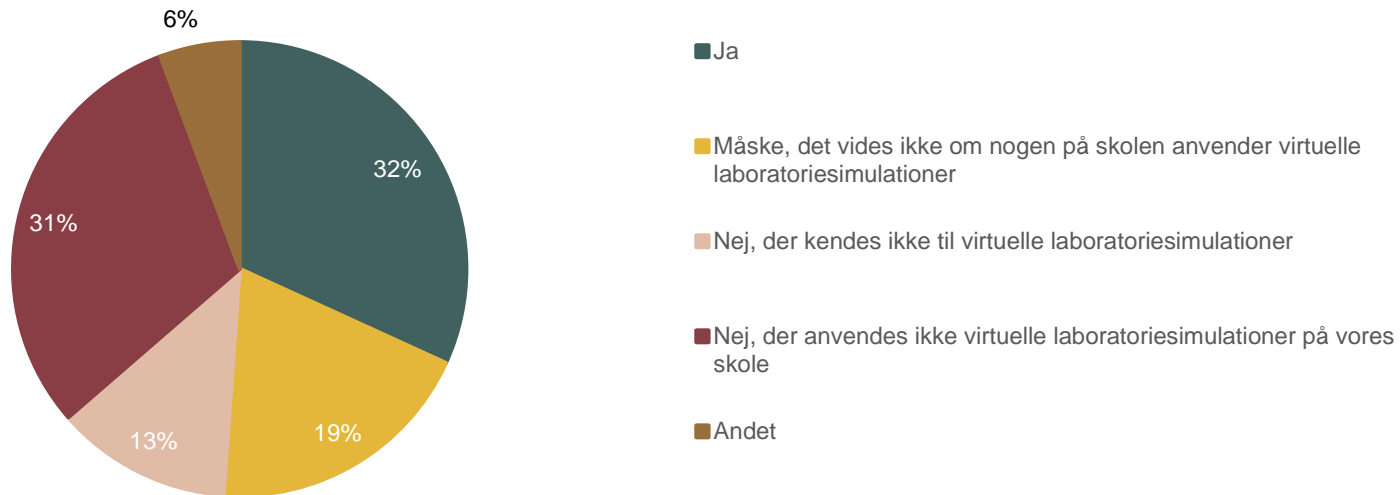


- Manglende kendskab til de interaktive laboratoriesimulationer til at kunne gennemføre kvalificeret undervisning med dem
- Manglende didaktiske kompetencer til at kunne gennemføre kvalificeret undervisning med interaktive laboratoriesimulationer
- Manglende tekniske kompetencer til at kunne gennemføre kvalificeret undervisning med interaktive laboratoriesimulationer
- Manglende tekniske udstyr og/eller internetadgang til rådighed til at kunne gennemføre kvalificeret undervisning med interaktive laboratoriesimulationer
- Produkterne har system fejl eller tekniske udfordringer, der gør det svært at gennemføre undervisningen
- Produkternes indhold er ikke fagligt relevant for undervisningen
- Der er sproglige udfordringer, da produkterne ofte er på engelsk
- Ingen mindre gode erfaringer
- Andet

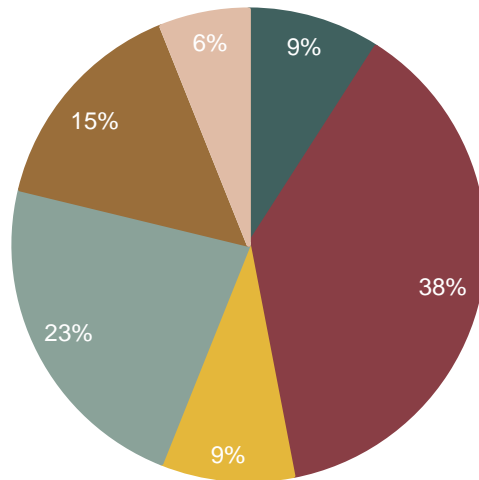
Hovedpointer

- » 32 pct. af de gymnasiale uddannelser anvender interaktive laboratoriesimulationer
- » Interaktive laboratoriesimulationer anvendes oftest i faget biologi/bioteknologi og anvendes på alle klassetrin
- » Den mest anvendte produkt er phet.colorado.edu, det virtuelle laboratorie og Labster
- » Nogle ledere mener, at deres undervisere anvender interaktive laboratoriesimulationer et par gang gange om året, mens andre steder bliver det anvendt hver måned
- » Lærerne angiver, at de typisk anvender interaktive laboratoriesimulationer 2-5 gange om året og angiver at de i høj grad har de nødvendige didaktiske og tekniske kompetencer til at anvendelse i undervisningen

Anvender skolerne virtuelle laboratoriesimulationer?

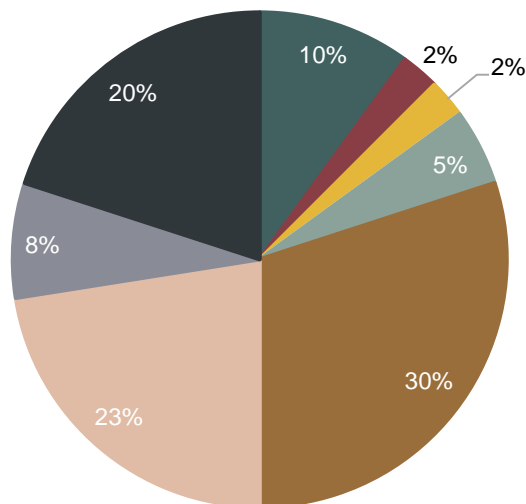


Gode erfaringer med anvendelse af interaktive laboratoriesimulationer



- Skaber en større interesse for naturfag blandt eleverne
- Understøtter elevernes faglige forståelse og udvikling
- Løfter elevernes faglige niveau i de naturvidenskabelige fag
- Understøtter elevernes motivation i undervisningen
- Skaber bedre mulighed for undervisningsdifferentiering
- Ingen gode erfaringer
- Andet

Mindre gode erfaringer med interaktive laboratoriesimulationer



- Manglende kendskab til de interaktive laboratoriesimulationer til at kunne gennemføre kvalificeret undervisning med dem
- Manglende didaktiske kompetencer til at kunne gennemføre kvalificeret undervisning med interaktive laboratoriesimulationer
- Manglende tekniske kompetencer til at kunne gennemføre kvalificeret undervisning med interaktive laboratoriesimulationer
- Manglende tekniske udstyr og/eller internetadgang til rådighed til at kunne gennemføre kvalificeret undervisning med interaktive laboratoriesimulationer
- Produkternes indhold er ikke fagligt relevant for undervisningen
- Produkterne har system fejl eller tekniske udfordringer, der gør det svært at gennemføre undervisningen
- Der er sproglige udfordringer, da produkterne ofte er på engelsk
- Ingen mindre gode erfaringer
- Andet

Hovedpointer

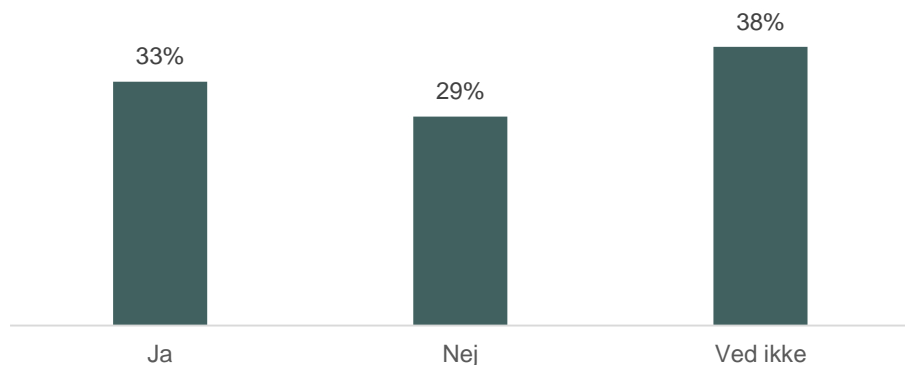
- » Kun 2 ud af 28 erhvervsskoler, der har besvaret undersøgelsen anvender interaktive laboratoriesimulationer.
- » Anvendelsen af interaktive laboratoriesimulationer sker på to forskellige hovedforløb hhv. omsorg, sundhed og pædagogik samt teknologi, byggeri og transport, hvor det på begge anvendes VR briller, samt et interaktivt laboratorie
- » Det er i fagene biologi, kemi og naturfag de interaktive laboratoriesimulationer anvendes
- » De er gode erfaring med at anvendelse af interaktive laboratoriesimulationer skaber bedre faglig forståelse, motivation og udvikling hos eleven, samt skaber mulighed for undervisningsdifferentiering
- » De mindre gode erfaringer blandt dem, der anvender interaktive laboratoriesimulationer, at produkterne har systemfejl eller tekniske udfordringer, der gør det svært at gennemføre undervisningen.

Anvender skolerne interaktive laboratoriesimulationer?

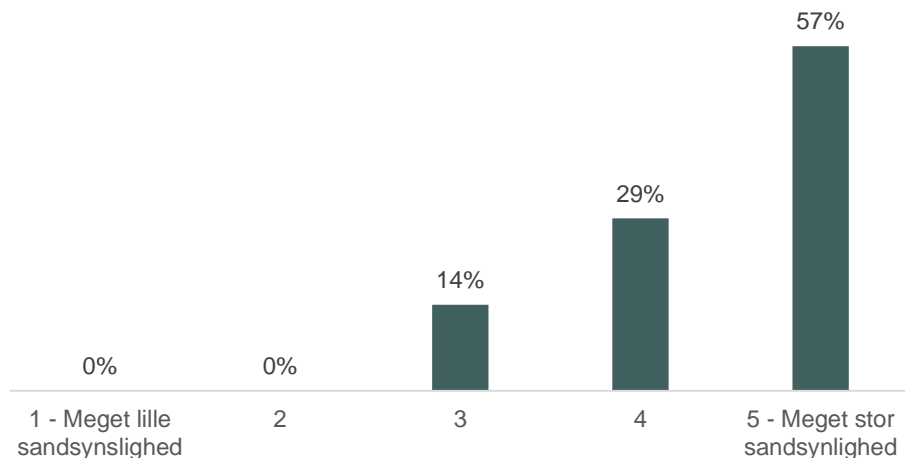


Erhvervsskolerne – ingen anvendelse af laboratoriesimulationer

Forventer I inden for de kommende to år at anvende interaktive laboratoriesimulationer i undervisningen?



Hvor stor er sandsynligheden for, at I om to år anvender interaktive laboratorier i undervisningen?



Primære årsager til at interaktive laboratoriesimulationer ikke anvendes



BILAG 3

Eksempler på tekniske
løsninger for interaktive
laboratoriesimulationer

Bruttoliste over digitale løsninger for laboratoriesimulationer

Som led i undersøgelsen af interaktive laboratoriesimulationer blev der udarbejdet en bruttoliste over potentielle leverandører af interaktive laboratoriesimulationer til brug for markedsafdækninger. Bruttolisten er dels et resultat af forslag fra ekspertgruppemedlemmerne og der til input fra spørgeskemaundersøgelsen.

Alle leverandører er blevet undersøgt, og mange er i den forbindelse fravalgt, da løsninger ikke giver mulighed for interaktivitet eller ikke er relevante for naturvidenskabelige fag.

Navn	Web
BiotechAcademy	biotechacademy.dk/
PhET	phet.colorado.edu/da/
Labster	labster.com/
eduMedia	edumedia-sciences.com/en
Naturfagssenteret (NO)	viten.no
Planet Schule	planet-schule.de
ChemSketch	acdlabs.com/resources/freeware/chemsketch/
MarvinSketch	chemaxon.com/products/marvin
Biolab	biolab.dk/
Falstad	Falstad.com
Vituel interactive Bacteriology Laboratory	learn.chm.msu.edu/vibl/
Yenka	yenka.com
University of Utah	learn.genetics.utah.edu/content/labs/extraction

Navn	Web
Virtuel Earthquake	gcmd.nasa.gov/records/Virtual_Earthquake-00.html
Gapminder	gapminder.org
NAAP	astro.unl.edu/naap/
CLEA	gettysburg.edu/~marschal/clea/CLEAsoft_overview.html
Walter Fendt	walter-fendt.de/html5/phda
EON Reality	eonreality.com
Late Nite Labs	labs.latenitelabs.com
VirtualLab	vlab.dk
Learnsmart Lab	mheducation.co.uk/learnsmart-labs
Khora Virtual Reality	khora-vr.com/
Molomil	molamil.com
Jove	jove.com/science-education/chem
Learn Brite	learnbrite.com
4experience	4experience.co
Serious Games	seriousgames.net

BILAG 4

Vidensnotat

