

AVDELING FOR INGENIØRFAG, HØGSKOLEN I ØSTFOLD

Fleksibilisering av fysikkundervisning

Per Erik Skogh Nilsen

17. august 2017

INNHold

1 Innledning	1
1.1 Hva det var fra starten	1
1.2 Hva det ble etter hvert	1
1.3 Hvordan rapporten er organisert	2
2 Hva er gjort	3
2.1 Videoer som supplement til undervisningen	3
2.2 Animasjoner som supplement til undervisningen	3
2.3 Selvrettende tester som supplement til undervisningen	4
2.4 Bruk av læringstier og og integrasjon med fysikkdidaktikk	5
3 Veien videre - anbefalinger og dilemmaer	6
3.1 Hvordan integrere videoer	6
3.2 Hvordan integrere ulike verktøy for optimere pedagogisk effekt	7
3.3 Hvordan få en analytisk tilnærming til didaktiske perspektiv	8
3.4 Dilemmaer	8
4 Vedlegg	10
4.1 Vurdering av læringsutbytter med holdningstester i fysikk	10
4.2 Video i MOOC - erfaringer fra MIT	11
4.3 Læringstier generelt	12
4.4 EdX	12
4.4.1 Læringsstier i EdX	13
4.4.2 Testtyper i EdX	14
4.4.3 Verktøy og virkemidler i EdX	17
4.4.4 EdX i prosjektet	21
4.5 Vitenskapsteori	26
4.6 LateX	33
4.7 SurveyXact	33
4.8 Blogger	33
4.9 Lydfiler og podcast	33
Referanser	34

1 INNLEDNING

1.1 HVA DET VAR FRA STARTEN

Opprinnelig ([1]) gikk dette prosjektet ut på noen måter å se på måter undervisning i matematikk og fysikk kan gjøres mer fleksible. Det var tenkt som et prosjekt mange kunne bidra til.

Undervisning i matematikk og fysikk kan gjøres mer fleksibel, men det må gjøres i tett samvirkning med faglig styring. Undersøkelser vise at ren kopi/mangfoldiggjøring av eksisterende undervisning er lite effektivt. Å ha timevis med forelesninger tilgjengelig på video alene gjør det bare enklere å marginalisere fagene og forsterker lite effektive læringsmønstre. Vi skulle i utgangspunktet:

1. integrere eksisterende videoer i forarbeid, undervisning og etterarbeid.
2. produsere nye videoer med bruk av veldokumenterte virkemidler.
3. videreutvikle nye plattformer dette gjøres på.
4. viderutvikle bruk av ulike verktøy.
5. bruke punktene over sammen på en effektiv måte.

En sentral side ved alle disse er å samle informasjon om bruken og undersøke ulike hypoteser. I utgangspunktet var det tenkt som en ramme ulike innfallsvinkler kunne styres av. Omfang og mer detaljerte beskrivelser ville komme til etter hvert som arbeidet skred fram og flere kom til.

1.2 HVA DET BLE ETTER HVERT

Fra prosjektet startet ([1]) ble det gjort mye inn mot fysikk og fysikkundervisning. Etter hvert som det ble klart at bare en ble med i arbeidet, ble målsetningen justert fra matematikk og fysikk til bare fysikk.

Med bare 1 med ble også perspektivet justert fra altomfattende i bredde og dybde til mer spesifikk bruk. [2]

Bruk av videoer og en rekke andre verktøy ble testet ut i et fysikkfag. I samme fag ble også ulike diagnostiske tester gjort. Nye og mer avanserte plattformer og verktøy ble integrert i samme fysikkfag. [2]

På høsten ble mer enn 30 videoer og animasjoner integrert i undervisningen på forskjellige måter. Fronter ble brukt til å sette opp ulike læringstier. Selvrettende tester ble integrert i samme løpet og systematisk brukt. EdX ble satt opp og det ble sett på hvordan tilsvarende ting kunne gjøres der. ([3])

På tampen av høsten ble erfaringene fra fysikken brukt til å sette opp en automatisert læringssti i vitenskapsteori. Denne ble brukt i januar som en del av bachelorprosjektet til 3.klasse ingeniørfag.

På våren fortsatte den samme prosessen med å bygge opp læringsstier vha. videoer og Fronter, nå i en annen klasse. Det bygde på det som ble gjort på høsten, men justert i forhold til forskjellene mellom klassene. EdX kom inn i større og større grad og egne moduler ble bygd opp der. Disse modulene ble klare og er i bruk pt. som forberedelse til avsluttende eksamen for begge klassene.

Bruken av EdX innebar en omfattende jobb, da den inneholder mange avanserte momenter til oppbygging av læringsstier, behandling av videoer og konstruksjon av tester. Her er gjenbruksverdien stor så det er verdt en ekstra tidsbruk. Som del av totalbildet i formidlingen ble også blogger og podcast benyttet Underveis har kvantitative og kvalitative virkemidler kjent fra fysikkdidaktikk blitt brukt og vurdert. Ift. en framtidig kopling til metodisk måling av effektene er slike av stor betydning.

1.3 HVORDAN RAPPORTEN ER ORGANISERT

Dette er en revidert versjon av rapporten, hvor opprinnelig strukturer er justert. Mye av materialet er flyttet til en vedleggseksjon for å forsterke at dette er mer for spesielt interesserte. I tillegg er det satt inn en direkte gjennomgang av det som er gjort, en kortere drøftingsdel og en mer konkret anbefalingliste med vekt på overføringsverdien.

2 HVA ER GJORT

2.1 VIDEOER SOM SUPPLEMENT TIL UNDERVISNINGEN

Fysikk er et fag som inneholder en rekke ulike elementer. For å mestre faget må studenter forholde seg til matematikk og tall, fysiske lover som i en rekke tilfeller er kontraintuitive ift. hverdagsoppfatninger og logiske slutninger basert på disse. Undervisning av fysikk har en rik fagdidaktikk som bygger bro mellom slike. ([4], [5], [6], [7], [8], [9], [10], [9], [11], [12])

Dette prosjektet starter med en videreføring og videreutvikling av prosjektet i 2016 ([13]) Hovedkonklusjonene der var at videoproduksjon i fysikk kunne best gjøres med enkle midler og ved å følge opp de punktene man har kommet fram til på MIT(4.2).

Erfaringene fra ([13]) og 4.2 fikk oss til å utelukke egenproduksjon av videoer (for tidkrevende). I stedet ble arbeidet fokusert på å utrede hvordan bruke videoer i undervisningen på en integrert måte med andre virkemidler. En slik vektlegging innebar også å se nærmere på læringsstiene videoene ble brukt i og hvordan bruksstatistikk kan samles for å måle effekten av det.

Videoer finnes det mange av. Våre hovedkilder er YouTube [14] og Khan Academy [15]. Det å søke opp og finne integrerbare videoer er noe som systematisk trengs å gjøres stort sett første gangen. Spesielt på Khan Academy har det etterhvert blitt samlet mange videoer av god kvalitet innenfor mange tema. De er organiserte på faglig fornuftige måter og har god språkstøtte. Også på YouTube er det mye, men det er mindre organisert. Felles for både Khan og YouTube er at de avspilles direkte i en egen spiller som er tilpasset ulike teknologier (pc, mac, nettbrett, telefon). Siden alt på Khan er lagt ut på YouTube er det også mulighet til å tekste videoene som man selv ønsker (det var alt for tidkrevende innenfor dette prosjektet)

I alt ble det samlet og brukt rundt 50 videoer innen de fleste områdene i pensum. Gjenbruksverdien er stor.

Med så mange videoer av god kvalitet tilgjengelig har utfordringen vært å integrere dem best mulig i undervisningsopplegget. Valget som ble gjort ble gjennomført i mange temaer og førte etterhvert til at fokus flyttet seg litt vekk fra videoer og over på begrunnelse for og oppbygging av læringsstier.

2.2 ANIMASJONER SOM SUPPLEMENT TIL UNDERVISNINGEN

Animasjoner er et virkemiddel som i pc-æraen har fått større og større betydning. Man kan med slike anskuliggjøre fysiske fenomen som ellers ville krevd mye utstyr og fasiliteter. Spesielt i internetteraen og framveksten av java-animasjoner har tilgangen til gode animasjoner blitt både stor og lett tilgjengelig.

Nobelprisvinneren Carl Wiemann leder et ledende institutt for fysikdidaktikk i Colorado. Han var der med på i starten av 2000-tallet å grunnlegge Phet Interactive simulations (Phet) ([16]) som er et nettsted for gode animasjoner i en rekke fag. Disse animasjonene er bygd opp for interaktivitet og er tilpassbare til ulike bruk i undervisning. Ikke minst er det en base der koplet til hver animasjon en base med ulike undervisningsaktiviteter de har blitt brukt til (alle har anledning til å sende inn forslag som kan koples opp).

De siste årene har de javabaserte animasjonene som ligger begynt å bli erstattet av animasjo-

ner basert på HTML5. Dette er en stor fordel da HTML5-animasjoner enkelt kan embeddes i nettsider og kjøres fint på pc, nettbrett og telefoner. De javabaserte er avhengig av pc med oppdatert java. Embeddingen gjør som for vidoene at de vises naturlig i de fleste læringsplattformer.

Figur 1: Eksempel på embeddet animasjon

```
<iframe src="https://phet.colorado.edu/sims/html/energy-skate-park-basics/latest/energy-skate-park-basics_nb.html" width="800" height="600" scrolling="no" allowfullscreen></iframe>
```



Slike animasjoner embedded på nettsider med HTML5 muliggjør en variert undervisning, både ift. demonstrasjon, visualisering og egenaktivitet.

På [16] finnes mange opplegg for hvordan slike kan inkluderes i undervisning.

2.3 SELVRETTENDE TESTER SOM SUPPLEMENT TIL UNDERVISNINGEN

Mye undervisning bygger på at studenter skal øve på oppgaver og rette seg etter om de får riktige svar. Som selvstendig treningsaktivitet har dette en stor verdi, men har et grunnleggende problem. For å kunne rette seg trenger man en måte å finne ut om man har riktig svar. Med oppgaver på papir løses det med at man har fasit. Det kan gi uheldige bieffekter, da man mange fort venner seg til å se på svaret først og så prøve seg fram. I lengden gir dette svært liten læreeffekt.

Å ha oppgaver som registrerer svar og så retter seg selv automatisk er en elegant måte å unngå det på. I ulike testverktøy finnes mange godt utbygde testkonstruksjoner som bygger på flervalgsoppgaver. Disse kan brukes på en rekke måter (vi brukte de i et opplegg i vitenskapsteori hvor flervalgstester ble brukt sammen med oppbygde læringstier (4.5)) Den bruen viser hvordan man med enkle midler kan kombinere egenaktivitet med summativ vurdering. Dilemmaet her er å lage det kreativt nok til at det summative har stor korrelasjon med det formative. Da kreves det evne til å variere ting innen rammene av verktøyet. Det er imidlertid en myte at flervalgsoppgaver kun er egnet til å måle overføring av faktakunnskap.

Vi brukte også fra tidlig på høsten ferdige autoresponsoppgaver fra lærebok som forberedelse til tester. Disse var konstruert av læreboksforlaget og tilgjengelige på lukkede nettsider.

De beste er en rekke grunnleggende oppgaver. Effekten ble forsterket ved å integrere dem i øvingsoppgaver og prøver. Kapitteltestene fungerte tildels bra. Det å ha en slik tilnærming ble veldig sentralt i studentenes tilnærming, så betydelig fokus ble lagt på dette framfor en egenproduksjon av videoer i det videre arbeidet. Samtidig var de begrensede og vanskelig å justere, noe som ledet til å bygge opp et apparat for å produsere slike selv. Det gjorde vi gjennom 4.4. Der er det å konstruere tester langt mer fleksibelt samtidig som det integrerer testkonstruksjon med oppbygging av læringstier

2.4 BRUK AV LÆRINGSTIER OG INTEGRASJON MED FYSIKKDIDAKTIKK

I fysikdidaktikk legges det stor vekt på hvordan holdninger og begrepsoppfatninger som studenter har endrer seg gjennom undervisningen. En positiv utvikling av disse er et mye mer pålitelig kriterium for suksess enn popularitetsmålinger, måling av bruksfrekvenser eller prosentvis uttelling på prøver. I de fleste undersøkelser om videobruk er det som regel det siste som legges til grunn i analysen (som f.eks. i 4.2), så vi la vekt på hvordan slike metoder kunne integres med og støtte oppunder videobruken.

En hovedtrend her er å påvirke hvordan studentene tilegner seg stoffet. Helt grunnleggende i fysikdidaktikk den forskjellen mellom hvordan studenters novisetilnærming skal formes til en mer ekspertlik holdning. med på løpet innebærer det også at hverdagsoppfatninger blir bevisstgjort og erstattet med oppfatninger basert på fysikkforståelse.

Som en start her ble en anerkjent holdningstest oversatt og tatt i bruk (4.1, 4.7)

slike verktøy er helt essensielle i vurdering av ulike metoder, men ruken av disse må ses over lengre tid. Innenfor rammen av prosjektet ble det for liten tid til å få analyserbare resultat, men med slike verktøy utviklet er nettopp en slik analyse muliggjort for senere analyser.

3 VEIEN VIDERE - ANBEFALINGER OG DILEMMAER

3.1 HVORDAN INTEGRERE VIDEOER

Bruk av videoer er noe som er generelt nyttig for mange. Her er noen anbefalinger vi har kommet fram til: Integrasjon av videoer har hovedsakelig tre viktige komponenter. De to første er behandlet foran eller i vedlegg etter og blir fort veldig fagspesifikke. Det tredje er generelt anvendelig og blir behandlet under listen:

1. Velge hvilke videoer.
Det er en faglig vurdering som varierer veldig fra fag til fag, studentgruppe til studentgruppe og tidsramme til tidsramme. Dette momentet bør vurderes veldig nøye men er for vidtfavnende til å inkluderes her.
2. Sette sammen videoene med andre komponenter i en læringsti.
Se [4.3](#) og [4.4](#).
3. Finne ut på hvilken måte videoene bør presenteres.

Resten av [3.1](#) vil dreie seg om punkt [3](#).

Når webbaserte videoer presenteres kan det ofte være enkelt å sette dem opp som url-lenker. Det kan enkelt gjøres fra de fleste steder videoer er samlet på, men har noen ganger en del ulemper.

- man får ikke noe umiddelbart visuelt inntrykk av videoen.
det er ofte en vesentlig faktor da oversikter da fort blir ting man bruker så lite tid på som mulig.
- man får en mer omstendelig prosess med avspillingen ved at en ekstern side først ska åpnes og så en video avspilles.
Dette kan by på ekstra utfordringer på pc-er, nettbrett og telefoner.

Metoden bør likevel unntaksvis vurderes, spesielt på oversikter med mange videoer ment for repetisjon, da man på en effektiv måte kan samle mange på samme sted.

For førstegangs og umiddelbar bruk er embedding langt å foretrekke. Embedding er vha. av html-kode å vise videoen direkte på nettsiden. Kode for dette blir generert som standard på YouTube.

Figur 2: Eksempler fra temaet atomfysikk

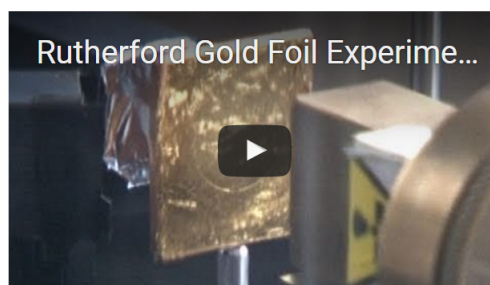
```
<p><iframe allowfullscreen="" frameborder="0" height="158"
src="https://www.youtube.com/embed/wzALbzTdc8" width="280"></iframe></p>
```

```
<p>&nbsp;</p>
```

```
<p><iframe allowfullscreen="" frameborder="0" height="158"
src="https://www.youtube.com/embed/XBqHkraf8iE" width="280"></iframe></p>
```



Video 1



Video 2

Med dette er vi inne på en helt sentral nerve i dette prosjektet. For få en effekt må bruken av videoer tilpasses det studentene tar i bruk på en effektiv måte. Spesielt med en hyppig bruk av virkemidlene bør de føre til en aktiv, undersøkende og hyppig forekommende bruk. Det er forskjell på bruk for prøvepugging og jevnlig bruk som fører til styrking av ønskete holdninger. For dette er det gjort et stort arbeide i fysikkdidaktikk (4.1) og for en fruktbar utvikling bør virkemidlene utvikles i nøye samssvar med hva de viser. I dette prosjektet har det ikke vært tid til å gjøre dette i full skala, men verktøyene er videreutviklet og klare til å implementeres i en videre prosess.

3.2 HVORDAN INTEGRERE ULIKE VERTØY FOR OPTIMERE PEDAGOGISK EFFEKT

Det å kombinere ulike verktøy må vurderes nøye. Hvordan ting bygges opp bør begrunnes med klare pedagogiske mål og hvordan de oppnås nøye overvveies. I de fleste sammenhenger er ett av hovedmålene økt egenaktivitet fra studentene. Det skal være variasjon nok til å motivere for slik innsats.

Samtidig bør en optimalisering søkes ved at de samme verktøyene kan tilpasses ulike problemstillinger, fra grunnleggende til mer avansert.

Her er det også snakk om optimalisering innenfor gitte rammer, dvs. at en effektivisering, repeterbarhet og skalauavhengighet veier tung inn.

Med disse perspektivene er det å bruke EdX(4.4) blanding av læringstier, tilpasning til videobruk og avanserte testmuligheter unik.

Bruk av EdX er noe som anbefales varmt til alle fagmiljø. Det har en litt høyere terskel for å brukes, men i OpenEdX-varianten drevet av Bibsys har vi tilgang til noe av de mest fleksible

verktøyene som finnes. Det er i bruk av hundreis av de mest prestisjetunge miljøene i verden og brukes på en rekke fagområder.

3.3 HVORDAN FÅ EN ANALYTISK TILNÆRMING TIL DIDAKTISKE PERSPEKTIV

Generelt ønsker man først en måte å måle effekten av ulike virkemidler på. Det er svært problematisk uavhengig av fag og tema (hva er koplingen mellom det som skal måles og det som blir målt) og er ikke noe vi har berørt i dette prosjektet. EdX(4.4) inneholder i likhet med mange presise verktøy for innsamling av bruksstatistikk, men det gjør også en rekke andre verktøy. Som en generell anbefaling kan anbefales at slike perspektiv brukes, men at en grundig evaluering av hva man måler gjøres. Ved å samle analytiske data kan man underøke en rekke ting, skalere over tid, sammenligne med andre osv.

En analytisk tilnærming til didaktiske perspektiv høres ellers nesten selvmotsigende ut, men i fysikkdidaktikk er det utviklet flere metoder for nettopp det. To av de viktigste er begrepstester og holdingstester.

Begrepstester er noe som hører nøye sammen med fysikk og varierer en del fra tema til tema innen det faget. Der det finnes er det et verktøy som bør bygges inn i den didaktiske analysen, men det er ikke noe vi har berørt i prosjektet.

Den holdingstesten vi har brukt i prosjektet (MPEX, [17]) er spesielt rettet mot fysikk. Det er utviklet en for mer generelt naturitenskaplige holdninger: The Colorado Learning Attitudes about Science Survey (CLASS, [18], [19]). Den finnes i flere varianter for diverse felt (fysikk, biologi,...), både bygger på og generaliserer MPEX. Den vil på samme måten som MPEX bli oversatt og satt opp i SurveyXact(4.7).

3.4 DILEMMAER

Underveis i prosjektet kom vi opp i en rekke dilemmaer og måtte gjøre noen valg. Disse algene har betydning for hva det ble til og de viktigste nevnes her.

- Det er i utgangspunktet stor forskjell på studenter. Ulike verktøy virker på forskjellig måte fra student til student. Det gjør spørreundersøkelser og meningsmålinger vanskelig å bruke direkte.
- Det er vanskelig å prioritere når mangel på arbeidstimer er så monumental (kun 1 person var med i dette spesifikke delprosjektet). Det gjør at drastiske valg måtte gjøres (ingen egenproduksjon av videoer - bruk av MPEX, ikke CLASS, mm.)
- Det tekniske nivået på en del av verktøyene er såpass avansert at ting har blitt gjort med tanke på at det også skal kunne gjøres av andre. Feks. så har lite tid blitt lagt på integrering av Python og testkonstrksjon i EdX. Sammen med flere av de andre avanserte verktøyene er det retninger som kan benyttes av andre hvis de har dt tekniske nivået.
- Det har blitt lagt stor vekt på å få ting til å fungere, på bekostning av å gjøre ting mer fullstendig for analyse.

- Det har blitt lagt stor vekt på å ting til å fungere i sammenheng mer enn å optimere hver del. Feks. er det bygd opp noen moduler i EdX som har blitt tatt i bruk, men ingen fullstendige kurs.

4 VEDLEGG

4.1 VURDERING AV LÆRINGSUTBYTTER MED HOLDNINGSTESTER I FYSIKK

På slutten av 1990-tallet ble det satt ekstra fokus på holdninger i fysikk (Se f.eks. [20], [7]). Sentrale spørsmål var

- Hvilke holdninger har studenter som studerer fysikk?
- Hvordan forandrer holdningene seg gjennom undervisningen?
- Hvilke holdninger bør de bevege seg mot?

For å undersøke dette ble Maryland Physics Expectations Survey (MPEX) [17] laget. MPEX er en holdningstest som består av 34 påstander studentene skal vurdere hvor enige de er i på en 5 punkters Likert-skala. Påstandene er formulert på nøytral måte slik at ingen preferanser kan tolkes inn i formuleringene.

Påstandene plasserer holdningene innenfor følgende dimensjoner

- uavhengighet - autoritet
- begreper - formler
- sammenheng - separate deler
- abstraksjon - virkelighetstro
- sammenheng med matematikk

Testen har blitt gjennomført i ekspertgrupper så man har en fordeling å sammenligne med. Testen bør gjennomføres før undervisningen tar til og etter at undervisningen er ferdig. Effekten av virkemidler i undervisningen kan da vurderes ift. hvordan utviklingen var ift. ekspertgruppen. Tidlige resultater fra dette ([20], [9]), ga de frapperende resultatene at utviklingen hos studenter ble verre for mange grupper, men med en klar korrelasjon mellom faglig mestring og positiv utvikling.

Etter flere års bruk ble MPEX et standardverktøy innenfor fysikkdidaktikk i USA. Flere andre ble laget for å fokusere på spesielle ting. Etterhvert ble det hele samlet av forskere ved fysikkdidaktikksenteret i Colorado. De ga i 2006 ut The Colorado Learning Attitudes about Science Survey (CLASS) [19]. CLASS er en tilsvarende undersøkelse som MPEX, men litt mer generell (ikke direkte mot fysikk alene).

Vi brukte MPEX ([17]) som pre- og posttest knyttet til fysikken i den ene klassen. MPEX ble oversatt til norsk og satt inn i SurveyXact (4.7). Den ble så gjennomført tidlig på høsten og sent på våren. Kun 3 studenter gjennomførte begge i den grad det kan brukes, så ingen statistisk analyse har kunnet gjøres

På den første testen var det stort samsvar med det forventete i de fleste dimensjonene og anekdotisk var det en klar forskyving mot ekspertgruppen hos den av de som svarte på 2.gan som har vist best faglig mestring.

Erfaringene fra dette er klart positive. Bruken av slike holdningstester bør styrkes og kan gi

et kvantitativt mål på effekten av ulike tiltak. SurveyXact som verktøy fungerte svært bra til dette. Det må imidlertid planlegges bedre på forhånd, slik at innsamling av data blir bedre gjennomført. Det bør også sterkt vurderes å gå over til CLASS [19].

4.2 VIDEO I MOOC - ERFARINGER FRA MIT

På MIT har de gjennom flere år høstet rikelig med erfaring på undervisning i ulike MOOC'er som baserer seg på intensiv videobruk i mange ulike læringstier (Se f.eks. [21], [22], [23], [24]). De utnytter store muligheter til å samle data og kan komme med statistisk begrunnede anbefalinger om vellykket videobruk. Spesielt i [22] kommer de inn på følgende

Påvist effekt	Anbefaling
Kortere videoer engasjerer mer	Bruk mye ressurser på å planlegge en oppdeling av videoene til segmenter mindre enn 6 minutter
Videoer som bruker et talking head sammen med materialet engasjerer mer enn materialet alene.	Bruk ressurser på å vise et talking head på opportune steder i framvisingen.
Videoer produsert med enkle personlige midler kan være vel så engasjerende som store produksjoner.	Bruk en uformell setting; det er ikke nødvendig med store studioproduksjoner.
Skriving på tablets/tavler a-la Khan [15] er mer engasjerende enn Powerpoint og screencast.	Bruk bevegelse og få en visuell flyt i framvisningen koplet med tale i variabel hastighet.
Selv høykvalitets forelesninger delt opp i mindre biter blir mindre effektive enn dedikerte videoer	Hvis lærere insisterer på oppak av forelesninger, bør de planlegge for det formatet.
Videoer hvor læreren snakker hurtig med entusiasme er mer effektive	Lærere bør være entusiastiske og ikke føle behov for å snakke langsommere.
Studenter reagerer forskjellig på forelesninger og øvinger på video.	For forelesninger: fokuser på førstegangsopplevelsen. For øvinger; legg opp til at de skal kunne bruke høyere avspillingshastigheter.

Disse lærdommene var medvirkende til at egenproduksjon av videoer ble forlatt som del av dette prosjektet. Det er oppmuntrende med den vekt resultatene over legger på uformell enkelproduksjon, men selv det er så ressurskrevende for en person at veldig få andre veier ville blitt forsøkt. Videobruk fikk en sentral rolle i prosjektet, men dels ved at de kvantitative resultatene i referansene over viser verdien av videoer koplet mot bruksstatistikk og en systematisk bruk av video som ett verktøy blant flere i en heterogen tilnærming. Det ble også hovedtråden i dette prosjektet.

4.3 LÆRINGSTIER GENERELT

En læringsti er et opplegg hvor læringsaktiviteter er organisert i en rekkefølge for å optimalisere læring. Det er et gammelt begrep som har fått ny aktualitet med innføring av nye verktøy for å organisere undervisningen [25].

Alle læringsplattformer kan brukes til å sette opp læringsstier, men det varierer hvor tilpasset de er til slike ting som adaptivitet og interaktivitet. I dette prosjektet brukte vi det vi hadde tilgjengelig, dvs. læringsplattformen Fronter. Siden Fronter skal erstattes med Canvas har vi også sett på mulighetene der.

En tredje læringsplattform er EdX. Siden den er spesiallaget for bruk i MOOC, er læringsstibegrepet helt sentralt. Vi har tatt EdX (OpenEdX) i bruk, satt oss inn i mange av mulighetene der og bygd opp moduler studentene har tatt i bruk, se (4.4).

4.4 EDX

Våren 2012 startet MIT og Harvard sitt første Massive Open Online Course (MOOC). Det var et elektronikkurs og hvor rundt 150 000 studenter meldte seg på og rundt 5 000 fullførte. I løpet av sommeren 2012 hadde MIT og Harvard slått seg sammen med Berkeley for å samarbeide videre med MOOCer. Dette samarbeidet ble kalt EdX.

Alle kurs på EdX gis på samme plattform (også kalt Edx). Denne ble bygd opp på midler fra Bill Gates. En av forutsetningene for denne støtten var at det skulle være non-profit [26]. Koden for EdX-plattformen ble derfor gjort åpen og fritt tilgjengelig for alle som ønsket å bruke den. Den ble da kalt Open-EdX [27].

I 2014 installerte BibSys OpenEdX for bruk i universitets- og høyskolesektoren i Norge. NTNU og Universitetet i Oslo tok dette i bruk og har brukt dette til både generelle kurs og flere MOOCer. På sommeren 2016 fikk jeg tilgang og har brukt en god del tid på å sette meg inn i bruken. Som en del av dette prosjektet resulterte det i to moduler som er tatt i bruk som eksamensforberedelse i faget forkursfysikk.

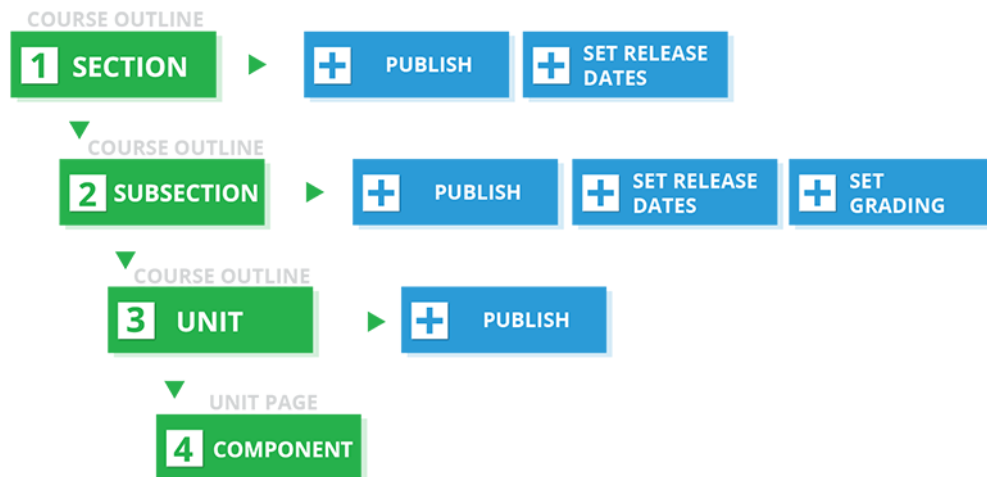
EdX har en omfattende støtte for oppbygging av læringsstier, bruk av et stort antall grunnleggende og avanserte testtyper og kommunikasjon mellom studenter (det skal i utgangspunktet fungere selvdrevet for tusenvis av studenter). I tillegg er det store muligheter for å samle omfattende bruksstatistikk (arbeidene i [22], [21] og [25] er basert på det).

I dette prosjektet har vi satt oss inn i og brukt mange av verktøyene og testene, men ikke brukt tid på statistikken. Muligheten til å utføre den er imidlertid svært viktig for framtidig bruk.

4.4.1 LÆRINGSSTIER I EDX

EdX er laget for å være kjernen i en fullskala MOOC, men kan tilpasses mer begrenset bruk. Strukturen i ethvert kurs på EdX bygges opp som på figuren under:

Figur 3: Ytre struktur i et EdX-kurs

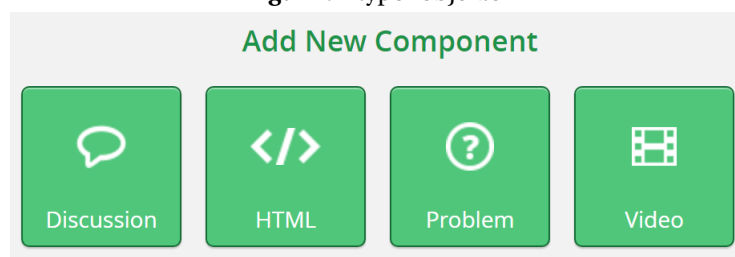


I [25] er det gjort en analyse av hvordan man ved å lage en tilpasset og mindre lineær læringsti kan påvirke gjennomføringen av MOOCer. I EdX er dette mulig ved å bruke disse virkemidlene effektivt. I dette prosjektet er vi langt fra å ha slikt som umiddelbart mål, men vi må starte i det små.

Hver enhet på nivå 3 (Unit), er en selvstendig læringssti. Man kan i større kurs strukturere læringsløpet ved å kombinere disse på en rekke måter, men det faller utenom det vi har konsentrert oss om i dette prosjektet. Det er på nivå 3 og 4 det har vært naturlig å fokusere innsatsen.

På nivå 3 får man opp valget mellom 4 typer objekter

Figur 4: 4 typer objekter



Hver av disse inneholder en lang rekke måter å bruke dem på (Se 4.4.2 og 4.4.3).

Når disse skal brukes får man som student opp en arbeidsoversikt over enheten (se figur 5).

Figur 5: Læringssti med 5 videoer og 2 tester



Ved å bygge slike læringstier får man et svært tilpasselig verktøy. For lineære læringstier, er ikke det noe vesentlig forbedring av hva man kan få til med en rekke andre verktøy, men ved den enkle strukturen og det hierarkiet den kan bygges inn i passer dette også til en rekke andre (også ikke-lineære) læringstier.

Den største fordelen til EdX er imidlertid ikke dette, men det som blir mulig fra mangfoldet av kvalitetstester og -virkemidler som er tilgjengelig når enhetene skal bygges. (Se 4.4.2 og 4.4.3).

4.4.2 TESTTYPER I EDX

I enhetstypen **Problem** over er det lagt opp til en rekke ulike oppgavetyper (i manualen er 44 beskrevet). De vanlige flervalgsalternativene som finnes på andre plattformer utgjør bare 5-6 av dem. De som finnes direkte i standardutgaven er

- Grunnleggende** Avkrysningsbokser
 - Dropdown
 - Flervalg
 - Numerisk
 - Frisvar
 - Avkrysningsbokser med hint og feedback
 - Dropdown med hint og feedback
 - Flervalg med hint og feedback
 - Numerisk med hint og feedback
 - Frisvar med hint og feedback.
- Avanserte** Kretsbygger til elektronikk
 - Javaskript til konstruksjon og retting
 - Python-baserte oppgaver
 - Dra og slipp-oppgaver
 - Bildebehandlende oppgaver
 - Matematisk formelbehandling.
 - Molekylbygger

Peer Assessment

Adaptive hint

(I tillegg til disse standardiserte, kan enda flere brukes ved å integrere ikke-standardiserte verktøy.)

Alle disse oppgavetyperne bygger på programmering (en miks av HTML, XML og MATHML). På en del av **Grunnleggende**-oppgavene kan man komme langt ved lettere modifikasjon av de typeoppgavene som finnes, men den store fleksibiliteten kommer når flere av de nevnte programmeringsspråkene kan brukes. Som eksempel ser vi på figurene under kodingen og det ferdige resultatet av en av de oppgavene som ble brukt i dette prosjektet.

Figur 6: Kodeeksempel

```
<problem>
  <p></p>
  <p> x = ? </p>
  <optionresponse>
    <optioninput label="x">
      <option correct="True">1 </option>
      <option correct="False">2 </option>
      <option correct="False">3 </option>
      <option correct="False">4 </option>
      <option correct="False">5 </option>
      <option correct="False">6 </option>
    </optioninput>
  </optionresponse>
  <p> y = ? </p>
  <optionresponse>
    <optioninput label="y">
      <option correct="False">1 </option>
      <option correct="False">2 </option>
      <option correct="True">3 </option>
      <option correct="False">4 </option>
      <option correct="False">5 </option>
      <option correct="False">6 </option>
    </optioninput>
  </optionresponse>
  <p> z = ? </p>
  <optionresponse>
    <optioninput label="z">
      <option correct="False">1 </option>
      <option correct="True">2 </option>
      <option correct="False">3 </option>
      <option correct="False">4 </option>
      <option correct="False">5 </option>
      <option correct="False">6 </option>
    </optioninput>
  </optionresponse>
</problem>
```

Figur 7: Bilde av testen fra koden i figur 6

Oppgave 1 EDIT

OPPGAVE 1 (0.1 points possible)

$$x\cdot\text{N}_2 + y\cdot\text{H}_2 \longrightarrow z\cdot\text{NH}_3$$

x = ?
 ?

y = ?
 ?

z = ?
 ?

You have used 0 of 5 submissions

4.4.3 VERKTØY OG VIRKEMIDLER I EDX

VIDEOER På videoenheten vist i figur 4 er det et utmerket verktøy for embedding av videoer. På figuren rett under vises grensesnittet som møter deg og på neste hvordan det ser ut på EdX.

Figur 8: Grenssnitt for embedding av videoer i EdX

Editing: Video BASIC ADVANCED

Component Display Name Video
The name students see. This name appears in the course ribbon and as a header for the video.

Default Video URL http://youtu.be/3_yD_cEKoCk
The URL for your video. This can be a YouTube URL or a link to an .mp4, .ogg, or .webm video file hosted elsewhere on the Internet.
[+ Add URLs for additional versions](#)

Default Timed Transcript **✖ No EdX Timed Transcript**
EdX doesn't have a timed transcript for this video in Studio, but we found a transcript on YouTube. You can import the YouTube transcript or upload your own .srt transcript file.
[Import YouTube Transcript](#) [Upload New Transcript](#)

[Save](#) [Cancel](#)

Figur 9: Video i EdX

VIDEO



Video 3 på YouTube

Som kan sees i figur 8 legges det opp til inkludering av teksting på videoer. På YouTube er det også støtte for å lage tekster på norsk, men det er en omstendelig prosess som ikke er

benyttet i dette prosjektet.





DISKUSJONSFORA På diskusjonsenheten vist i figur 4 er det et verktøy for oppsett av diskusjonsfora. Disse er først og fremst aktuelle når studiene er rent fjernundervisning og antallet studenter er stort. Det har ikke vært tatt i bruk i dette prosjektet. Etter å ha deltatt på 50+ MOOCer, de fleste på EdX, kan jeg underskrive på at fornuftig bruk av disse er essensielt for resultatet. Organiseringen på EdX er veldig tilpassbar og fungerer fint i store grupper.

HTML De siste verktøyet fra figur 4 er verktøyet for direkte HTML-bruk. Ved bruke dette kan man utnytte HTML til å produsere avanserte tekster og bilder. Alle vanlige beskjeder o.l. gis via dette verktøyet, hvor det er en rich content editor sam ar de skrive ting som du ser dem, men pga. den HTML-baserte grunnstrukturen lar det seg greit tilpasse en rekke spesialbehov. Denne grunnstrukturen gjør det også enkelt å kombinere ulike elementer (XML, MathML, LaTeX) for optimal presisjon. Som eksempel vises kode og presentert resultat fra en beskrivelse fra kjemi-modulen som er tatt i bruk.

Figur 10: Kode til HTML-side

```
<p></p>
<p></p>
```

Figur 11: Presentert HTML-side

Metode EDIT    

Balansere kjemiske reaksjoner med brenning av metanol som eksempel

1. Reaksjonen skrives opp uten å angi antall molekyler
 $\text{CH}_3\text{OH} + \text{O}_2 \longrightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
2. Ett av molekylene velges som stamme, de andre får en parameter som angir antall.
 $\text{stamme} \cdot \text{CH}_3\text{OH} + x \cdot \text{O}_2 \longrightarrow y \cdot \text{CO}_2 + z \cdot \text{H}_2\text{O}$
3. Stammen starter på 1 og følgende prosedyre gjentas til svar finnes
 - Teller antall atomer på hver side for hvert grunnstoff.
 - Setter de lik hverandre og løser likningsystemet.
 - Hvis bare heltallige løsninger, er vi ferdige.
Hvis ikke økes stammen med 1 og telling + balanseringen gjentas.

Prøver med stamme = 1

$$\text{CH}_3\text{OH} + x \cdot \text{O}_2 \longrightarrow y \cdot \text{CO}_2 + z \cdot \text{H}_2\text{O}$$

Teller atomer:

Atom	venstre	høyre
C	1	y
H	4	2z
O	1+2x	2y+z

$x = \frac{3}{2}, y=1, z=2$. Ikke hele tall.

Prøver med stamme = 2

$$2\text{CH}_3\text{OH} + x \cdot \text{O}_2 \longrightarrow y \cdot \text{CO}_2 + z \cdot \text{H}_2\text{O}$$

Teller atomer:

Atom	venstre	høyre
C	2	y
H	8	2z
O	2+2x	2y+z

$x=3, y=2, z=4$.

$$\underline{\underline{2\text{CH}_3\text{OH} + 3\text{O}_2 \longrightarrow 2\text{CO}_2 + 4\text{H}_2\text{O}}}$$

PRESENTASJON AV FORMLER OG TALL For å presentere formler og tall bruker EdX HTML [28], XML [29] og MATHML [30] i ulike settinger og det vil være nødvendig å kjenne en del til hver. Det figurene 10 og 13 viser er en tilsynelatende avansert koding som egentlig er en enkelt embedding av kode i et annet verktøy som viser et bilde som så presenteres med html.

Ved å ta i bruk sammensatte teknikker som dette, kan man få et tilnærmet optimalt resultat (i dette tilfellet kunne formler og tabeller kodes direkte i html, men ved å gjøre det rt detaljerti LaTeX ([31] og 4.6) og så importere det, får man et mye bedre resultat).

STATISTIKK En av de problemstillingene vi hadde fra starten i prosjektet var det å utvikle verktøy for statisisk å undersøke hvordan ting ble brukt og effektiviteten av det (se punkt 4 i 1.1). EdX har et svært detaljert oppleggfor innsamlin av slik informasjon, og sammen med dedikert bruk av læringstier vil det kunne utnyttes til et godt kvantiativt forskningsverktøy. Rammene rundt dette prosjektet tillot ikke at vi gjorde noe med det nå.

4.4.4 EDX I PROSJEKTET

Etter denne innledende oversikten over EdX med verktøy, muligheter og hva vi ikke har fått gjort kan det være på tide å gi en oversikt over hva som er gjort.

HØSTEN ble brukt til å sette oss inn i en rekke av verktøyene. HTML, XML, MATHML, LATEX, testtyper, intern struktur, import av brukere, publisering av moduler mm. er alle verktøy det tar tid å lære seg, så det ble ikke publisert noe før på vinteren.

VÅREN. To ting var publisert per 17.mai og tatt i bruk i eksamensforberedelsene(alle studentene på forkurs og realfagskurs har fått adgang.)

En er en modul med tilpassete videoer, lateXskrevne instruksjoner og et utvalg tester som utgjør et halvt dusin læringsstier for kjemidelen av pensum. Samlet dekker det hele den delen av pensum.

Figur 12: Kjemi-modul på EdX

The screenshot shows the EdX course interface for 'Hiof: 2 Kjemi på forkurset'. At the top right, there is a user profile icon and the name 'fysikus'. Below this is a navigation bar with a dropdown menu set to 'Staff'. A secondary navigation bar contains tabs for 'Courseware', 'Course Info', 'Discussion', 'Wiki', 'Progress', 'Generell periodisk tabell', 'Periodisk tabell fra kjemisk institutt, UiO', and 'Instructor'. The 'Courseware' tab is active, displaying a sidebar with a list of course sections under the heading 'Grunnleggende kjemi'. The main content area shows the title 'GRUNNLEGGENDE KJEMI' and a message: 'You were most recently in [Innledning](#). If you're done with that, choose another section on the left.'

Hiof: 2 Kjemi på forkurset fysikus ▾

View this course as: Staff ▾

Courseware Course Info Discussion Wiki Progress Generell periodisk tabell Periodisk tabell fra kjemisk institutt, UiO Instructor

▾ Grunnleggende kjemi

- Innledning
- Det periodiske systemet
- Kjemiske bindinger
- Vann
- Navnsetting
- Balansering
- Stoffmengde
- Brenselsceller

GRUNNLEGGENDE KJEMI

You were most recently in [Innledning](#). If you're done with that, choose another section on the left.

Figur 13: Presentert HTML-side

Hiof: 2 Kjemf på forkurset fysikus ▾

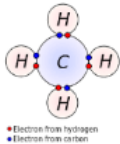
View this course as: Staff ▾

Courseware Course Info Discussion Wiki Progress Generell periodisk tabell Periodisk tabell fra kjemisk institutt, UiO Instructor

▾ Grunnleggende kjemi

- Innledning
- Det periodiske systemet
- Kjemiske bindinger**
- Vann
- Navnsetting
- Balansering
- Stoffmengde
- Brenselceller

Kjemiske bindinger



• Electron from hydrogen
• Electron from carbon

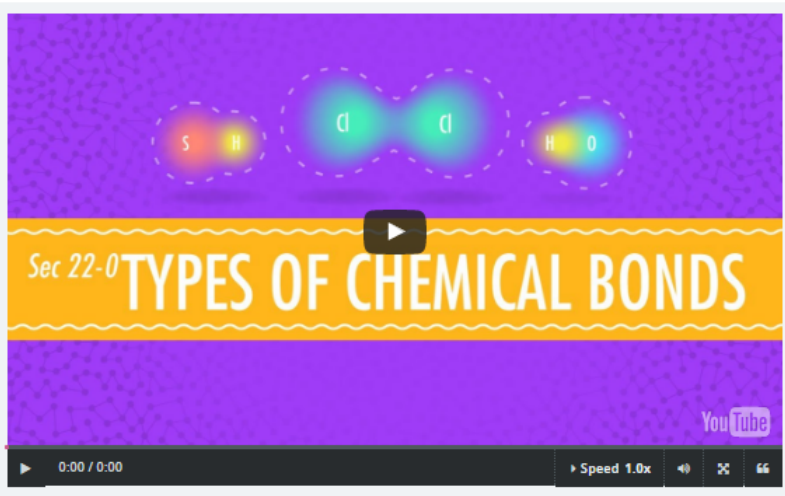
En **kjemisk binding** er en varig binding mellom flere atomer, ioner eller molekyler som får dem til å danne molekyler og kjemiske forbindelser. Bindingene kommer fra en kombinasjon av tiltrekkende elektriske krefter mellom ulike ladninger og fra en deling av elektroner. Kjemiske bindinger varierer mye i styrke fra **sterke** bindinger (som kovalente, ionske og polarkovalente) eller **svake** bindinger (som hydrogenbindinger eller dipol-dipolbindinger). Dette er en grov klassifisering og de sterkeste svake kan være sterkere enn du svakeste sterke.

I atomer kretser negative elektroner rundt kjerner som inneholder positive protoner. Et elektron som befinner seg mellom to kjerner vil tiltrekkes til begge og begge kjernene vil tiltrekkes det samme elektronet. Siden elektronene og protonene har bølgenatur, må de behandles med kvanteteori som forårsaker at de trenger mer plass jo lavere massen er. Dermed må elektronene ha mye mer plass enn protonene som igjen gjør at avstanden mellom kjernene er mye større enn størrelsen til kjernene. På den måten får hver bindingstype en karakteristisk avstand.

Den detaljerte beskrivelsen av kjemiske bindinger er knyttet til kvanteteori, men det er utviklet et rekke forenklete regler som beskriver hvordan man kan bestemme de viktigste egenskapene.

STAFF DEBUG INFO

KJEMISKE BINDINGER



STAFF DEBUG INFO

< >

På sikt er planen å ha en rekke slike moduler som supplement til undervisningen. Den andre tingen er en modul direkte mot eksamensforberedelse. I den er det midre ideer og alternative læringsstier, men oppgaver med forklaring knyttet til et par oppgavetyper på eksamen (blandingsoppgave og bevegelse med konstant akselerasjon).

Figur 14: Eksamensforberedelse-modul på EdX

The screenshot shows the EdX Studio interface for a course titled "Eksamensforberedelse". The top navigation bar includes "Content", "Settings", and "Tools". The main content area is titled "Course Outline" and shows a "Course Start Date: May 16, 2017 at 00:00 UTC". The outline is organized into sections:

- Noen klassiske eksamensoppgaver**
 - Released: May 16, 2017 at 00:00 UTC
 - Blandingsoppgave**
 - Released: May 16, 2017 at 00:00 UTC
- Rettlinjet bevegelse med konstant akseleras..**
 - Released: May 16, 2017 at 00:00 UTC
 - Et system med eksempel og oppgaver**
 - Released: May 16, 2017 at 00:00 UTC

At the bottom of the page, there is a copyright notice: "© 2015 BIBSYS OpenEdX test. EdX, Open edX, Studio, and the edX and Open edX logos are registered trademarks or trademarks of edX Inc." and a link for "Looking for help with Studio?".

Figur 15: Typeoppgave med forklaring

1d) EDIT

1D) (1/1 point)

En ball starter i ro og ruller med konstant akselerasjon ned en bakke.

Fra 5,0 s til 10,0 s etter starten ruller den 150 m.

Hvor mange meter rullet den fra 0,0 s til 5,0 s?

✓ Answer: 50

\[\]

Akselerasjonen er konstant lik a .

Hastighetene ved 0s, 5s og 10s er v_0 , v_1 og v_2

$v_0 = 0$, $v_1 = 5a$ og $v_2 = 10a$.

Fra veiformel 2 på strekning 2 får vi $s = \frac{v_1 + v_2}{2} \cdot t = \frac{5a + 10a}{2} \cdot 5,0$ (regner ubenevnt) \Rightarrow

$$150 = \frac{15a}{2} \cdot 5,0 \Rightarrow a = 4,0$$

Fra veiformel 2 på strekning 1 får vi $s = \frac{v_0 + v_1}{2} \cdot t = \frac{0 + 5a}{2} \cdot 5,0 = 12,5a = 50$

Den kommer 50 meter på den første strekningen.

Også for denne typen er planen å bygge ut med alle type oppgaver det er viktig å trene på. Et stor tiltak, langt ut over dette prosjektet.

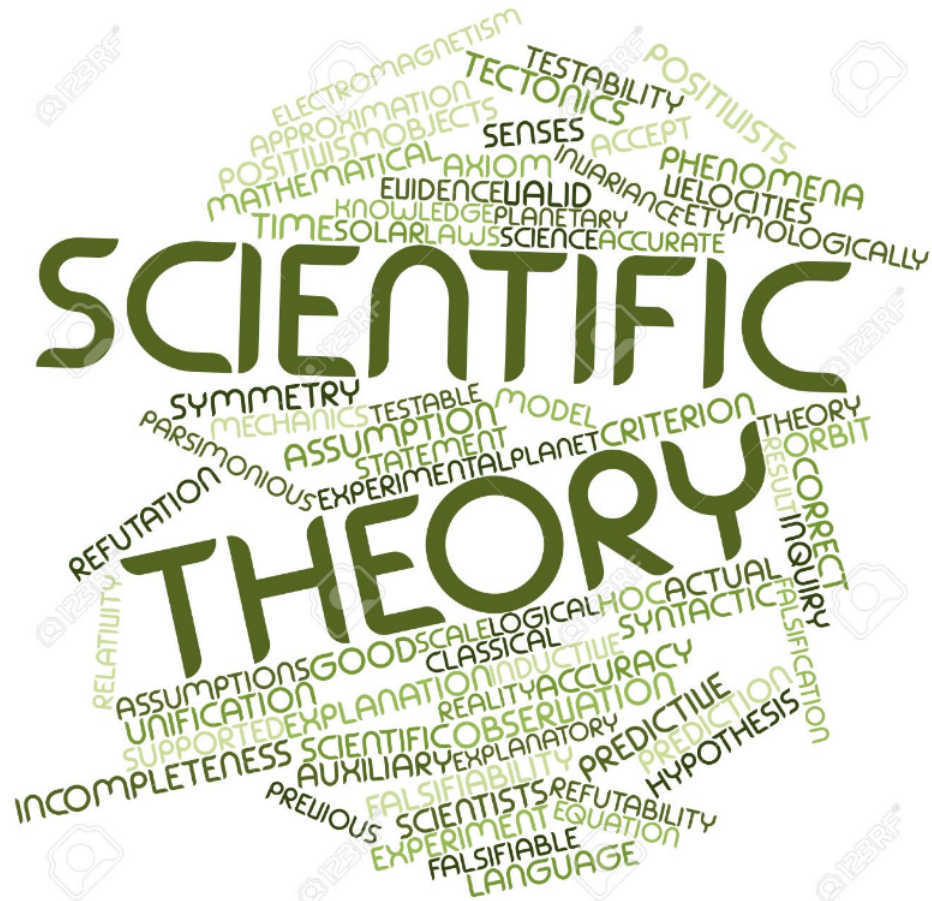
Siden EdX er en åpen plattform vil slike moduler kunne lages og settes sammen til en større bolk som åpner for deltakende studenter fra hele Norge.

4.5 VITENSKAPSTEORI

Alle tredjeklassinger på IR tar emnet IRF37516 Bachelorprosjekt med vitenskapsteori [32]. Som en del av det skal de ha noe vitenskapsteori. I år fikk de en helautomatisert læringsti på dette med en blanding av nettsider, videoer og tester. Alle testene var selvrettende. Erfaringer fra videobruken og læringstioppbyggingen i dette prosjekte ble brukt til å lage opplegget. Verktøyene var ipå læringsplattformen Fronter, så like avanserte verktøy som i Edx var ikke tilgjengelig. Alt arbeidet med dette ble gjort av oss Se figurene under

Figur 16: Start på vitenskapsteori

Vitenskapsteori



(Klikk på ordskya for introduksjon)

Figur 17: Læringsti i vitenskapsteori



Vitenskapsteori from Kunnskapsfilm on Vimeo.

Del 1: Karl Popper og Thomas Kuhn

[Lenke 1: Om Popper på norsk wikipedia](#)

[Lenke 2: Om Kuhn på norsk wikipedia](#)

[Ideo 1: Science as Falsification](#)



Sir Karl Popper's "Science as Falsification" from C0nc0rdance on YouTube.

[Video 5 på Vimeo](#)

[Video 6 på YouTube](#)

Figur 18: Læringsti i vitenskapsteori forts

[Lenke 3: Blogg - What is a Scientific Theory](#)

[Lenke 4: Thomas Kuhns Theory of Scientific Revolutions \(nettside om\)](#)

[Lenke 5: Outline and Study guide for Tomas Kuhns Theory of Scientific Revolutior](#)

Del 2: Hvordan man kan ta feil

[Lenke 6: Why Most Published Research Findings are False - originalartikkelen](#)

[Video 2: Why Most Published Research Findings Are False](#)



Why Most Published Research Findings Are False
from C0nc0rdance on YouTube.

[Lenke 7: Om Richard Feynman på norsk wikipediaedia](#)

[Lenke 8: Cargo Cult Science - teksten](#)

[Video 3: Cargo Cult Science](#)

[Video 7 på YouTube](#)

Figur 19: Læringsti i vitenskapsteori forts



"Cargo Cult Science" by Richard Feynman
from C0nc0rdance on YouTube.

Del 3: Teknologi og patenttering

Video 4: Min teknologiske framtid - program vist på NRK

Video 5: Patenttering versus forskning - debattmøte filmet av NRK

[Video 7 på YouTube](#)

x

Figur 20: Eksempel på test i vitenskapsteori

Karl Popper | Thomas Kuhn | Vitenskapsteori | Vitenskaplig revolusjon

▶ Endre egenskaper

Velg alle

Spørsmål 1.1. Påstander om Karl Popper

Her er det 15 påstander om Karl Popper.
5 er korrekte og 10 er gale.

Hvem er korrekte?

(Markert korrekt påstand gir +1 poeng. Markert gal påstand gir -1 poeng).

Krav til godkjent: 100%

- Popper fulgte forelesninger i matematikk og fysikk i Wien.
- Mont Perrin Society støtter liberalisme.
- Popper var kritisk til induksjon i en forklaring av hvordan en vitenskaplig teori blir til.
- Mont Perrin Society støtter konservatisme.
- Popper ble født i Storbritannia.
- Popper ble født i Østerrike og døde i London.
- Popper døde i Østerrike.
- Poppers vitenskapsteori legger stor vekt på falsifisering.
- Popper uttalte seg ikke om til induksjon når han forklarte hvordan en vitenskaplig teori blir til.
- Poppers vitenskapsteori legger liten vekt på falsifisering.
- Popper fulgte forelesninger i matematikk og fysikk i Auckland.
- Mont Perrin Society støtter marxist-leninisme.
- Popper fulgte forelesninger i matematikk og fysikk i London.
- Popper la stor vekt på induksjon i en forklaring av hvordan en vitenskaplig teori blir til.
- Poppers vitenskapsteori er helt nøytral til falsifisering.

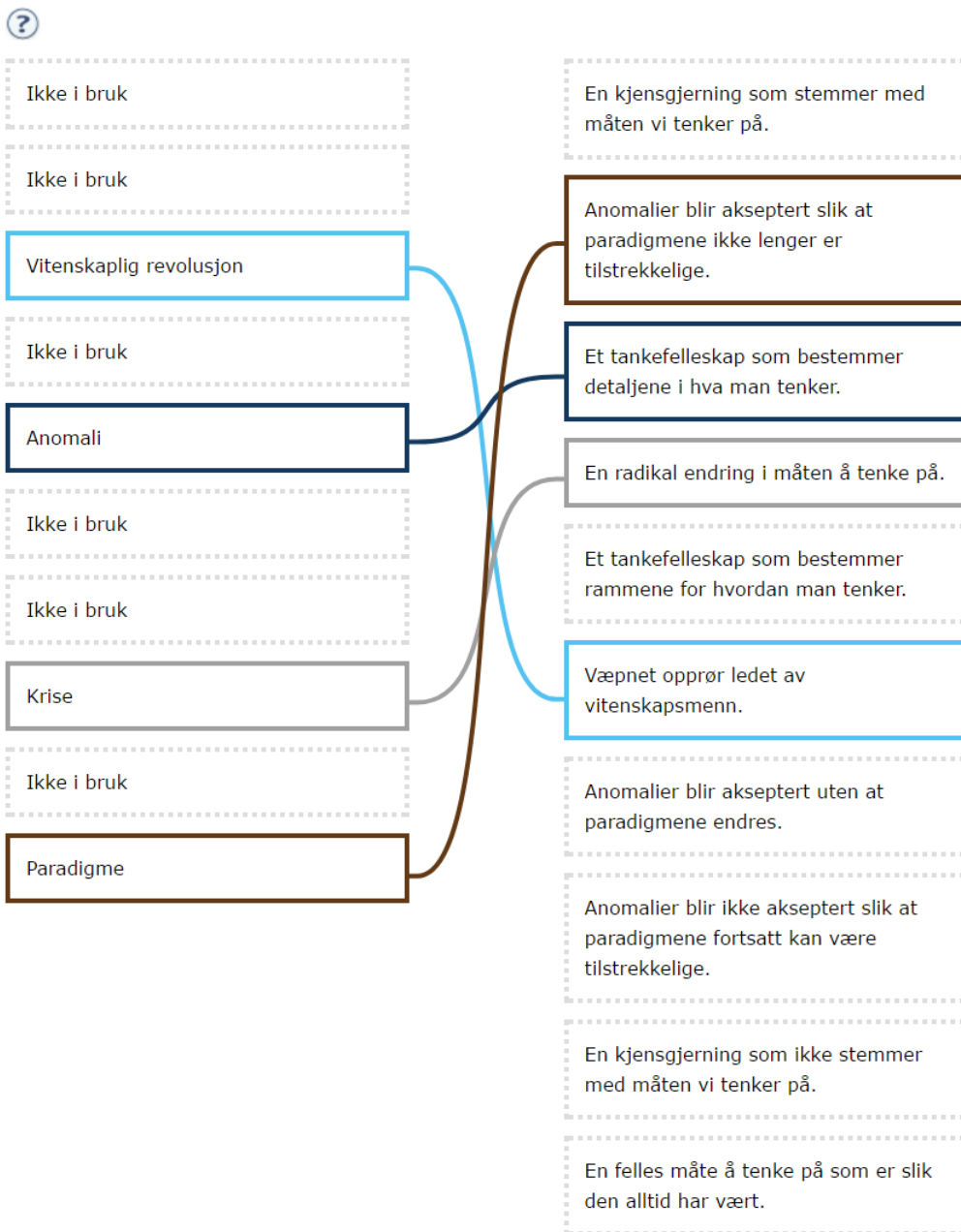
Figur 21: Nytt eksempel på test i vitenskapsteori

Spørsmål 4.1. Vitenskaplig revolusjon

4 sentrale ord og uttrykk i Kuhns vitenskapsteori er forklart. I tillegg er det satt opp 6 feilaktige forklaringer.

Kombiner de korrekte parene.

Krav til godkjent = 100%



Fjern alle sammenkoblinger

4.6 LATEX

LateX [31], [33] et suverent verktøy for å produsere teknisk og vitenskaplige tekster. Det setter standarder som er veldig anvendelig og som åpen kode lar seg buke overalt. Med sitt fokus på presisjon og nærhet til maskinvare er det utmerket egnet til å kombinere tekniske tekster med struktur, illustrasjoner og bildebehandling. LateX er brukt som standard i utgangspunktet på mye av det som er produsert i dette prosjektet og denne rapporten er skrevet i det.

4.7 SURVEYXACT

SurveyXact ble innført som standard spørreskjemaverktøy på høyskolen etter at prosjektet startet. Det har blitt konsekvent brukt i alle tilfelle data har blitt samlet direkte fra studenter. Det har gitt en fin fleksibilitet og kvalitetssikrer alle datainnsamlinger.

4.8 BLOGGER

Blogg har blitt brukt både om prosjektet og til undervisningen generelt. Det er store likhets-trekk mellom å kommunisere gjennom læringsplattformer og blogger, bare det at på de siste kommuniserer man med mange flere. [34]

4.9 LYDFILER OG PODCAST

Underveis i prosjektet ble det avdekket at uike studenter hadde ulike bruksmønstre og for noen var video lite aktuelt. En viktig årsak til dette er at nettbruk hos mange nå foregår via telefon. Det legger helt andre rammer på hva som fungerer hvordan, og bl.a. nettsider med video og animasjoner er mindre effektivt. I prosjektet ble det derfor organisert innspilling av lydfiler og oppsett av podcast. Det var ikke tid til å bruke dette over lengre tid, men det fungerte mye etter hensikten og lydfiler/podcast anbefales som alternativ del av en fleksibel fysikkundervisning. [35], [36]

REFERANSER

- [1] Per Erik Skogh Nilsen. [Revidert søknad](#), 28.aug 2016.
- [2] Per Erik Skogh Nilsen. [Underveisrapport](#) , 4.okt 2016.
- [3] Per Erik Skogh Nilsen. [Halvveisrapport](#), 8.des 2016.
- [4] Arnold B Arons and Edward F Redish. *Teaching introductory physics*, volume 22. Wiley New York, 1997.
- [5] Eric Mazur. Peer instruction: getting students to think in class. In *AIP Conference Proceedings*, volume 399, pages 981–988. AIP, 1997.
- [6] L Bao. Using the context of physics problem solving to evaluate the coherence of student knowledge. *unpublished Ph. D. dissertation, available at <http://physics.umd.edu/perg/dissertations/>* , University of Maryland, 1999.
- [7] Jeffry M. Saul. Beyond problem solving: Evaluating introductory physics courses through the hidden curriculum. *unpublished Ph. D. dissertation, available at <http://www.physics.umd.edu/perg/dissertations/>*, University of Maryland, 1998.
- [8] Adrian Madsen, Sarah B McKagan, and Eleanor C Sayre. How physics instruction impacts students' beliefs about learning physics: A meta-analysis of 24 studies. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research*, 11(1):010115, 2015.
- [9] Edward F Redish, Jeffery M Saul, and Richard N Steinberg. Student expectations in introductory physics. *American Journal of Physics*, 66(3):212–224, 1998.
- [10] Kelly Miller, Sacha Zyto, David Karger, Junehee Yoo, and Eric Mazur. Analysis of student engagement in an online annotation system in the context of a flipped introductory physics class. *Physical Review Physics Education Research*, 12(2):020143, 2016.
- [11] Ping Zhang, Lin Ding, and Eric Mazur. Peer instruction in introductory physics: A method to bring about positive changes in students' attitudes and beliefs. *Physical Review Physics Education Research*, 13(1):010104, 2017.
- [12] Richard R Hake. Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-student survey of mechanics test data for introductory physics courses. *American journal of Physics*, 66(1):64–74, 1998.
- [13] Mikjel Thorsrud Tore Kro, Per Erik Skogh Nilsen. [Prosjekter om undervisningsopptak](#), 19.sep 2016.
- [14] [Hjemmeside for YouTube](#)
<http://www.youtube.com>, Mai 2017.
- [15] [Hjemmeside for fysikk på Khan Academy](#)
<https://nb.khanacademy.org/science/physics>, Mai 2017.

- [16] [Hjemmeside for Phet-animasjoner](https://phet.colorado.edu/nb/)
<https://phet.colorado.edu/nb/>, Mai 2017.
- [17] [Hjemmeside for MPEX og lignende i Maryland](http://www.physics.umd.edu/perg/tools/attsur.html)
<http://www.physics.umd.edu/perg/tools/attsur.html>, Mai 2017.
- [18] [Hjemmeside CLASS i Colorado](http://www.colorado.edu/sei/surveys/Faculty/CLASS-PHYS-faculty.html)
<http://www.colorado.edu/sei/surveys/Faculty/CLASS-PHYS-faculty.html>, August 2017.
- [19] Wendy K Adams, Katherine K Perkins, Noah S Podolefsky, Michael Dubson, Noah D Finkelstein, and Carl E Wieman. New instrument for measuring student beliefs about physics and learning physics: The colorado learning attitudes about science survey. *Physical review special topics-physics education research*, 2(1):010101, 2006.
- [20] Edward F Redish, Richard N Steinberg, and Jeffrey M Saul. The distribution and change of student expectations in introductory physics. In *AIP conference proceedings*, volume 399, pages 689–698. AIP, 1997.
- [21] Lori Breslow, David E Pritchard, Jennifer DeBoer, Glenda S Stump, Andrew D Ho, and Daniel T Seaton. Studying learning in the worldwide classroom: Research into edx's first mooc. *Research & Practice in Assessment*, 8, 2013.
- [22] Philip J Guo, Juho Kim, and Rob Rubin. How video production affects student engagement: An empirical study of mooc videos. In *Proceedings of the first ACM conference on Learning@ scale conference*, pages 41–50. ACM, 2014.
- [23] Juho Kim, Philip J Guo, Daniel T Seaton, Piotr Mitros, Krzysztof Z Gajos, and Robert C Miller. Understanding in-video dropouts and interaction peaks in online lecture videos. In *Proceedings of the first ACM conference on Learning@ scale conference*, pages 31–40. ACM, 2014.
- [24] Juho Kim, Philip J Guo, Carrie J Cai, Shang-Wen Daniel Li, Krzysztof Z Gajos, and Robert C Miller. Data-driven interaction techniques for improving navigation of educational videos. In *Proceedings of the 27th annual ACM symposium on User interface software and technology*, pages 563–572. ACM, 2014.
- [25] Dan Davis, Guanliang Chen, Claudia Hauff, and Geert-Jan Houben. Gauging mooc learners' adherence to the designed learning path. In *Proceedings of the 9th International Conference on Educational Data Mining (EDM)*. Raleigh, NC, USA, 2016.
- [26] [Om EdX på Wikipaedia](https://en.wikipedia.org/wiki/EdX)
<https://en.wikipedia.org/wiki/EdX>, Mai 2017.
- [27] [Om Open EdX på Wikipaedia](https://en.wikipedia.org/wiki/Open_edX)
https://en.wikipedia.org/wiki/Open_edX, Mai 2017.
- [28] [Hypertext Markup Language på Wikipaedia](https://en.wikipedia.org/wiki/HTML)
<https://en.wikipedia.org/wiki/HTML>, Mai 2017.

- [29] [Extendible Markup Language på Wikipaedia](https://en.wikipedia.org/wiki/XML)
https://en.wikipedia.org/wiki/XML, Mai 2017.
- [30] [Mathematical Markup Language på Wikipaedia](https://en.wikipedia.org/wiki/MathML)
https://en.wikipedia.org/wiki/MathML, Mai 2017.
- [31] [Om LateX på Wikpaedia](https://no.wikipedia.org/wiki/LaTeX)
https://no.wikipedia.org/wiki/LaTeX, Mai 2017.
- [32] [Emnebeskrivelse vitenskapsteori 2017](http://www.hiof.no/studieinformasjon/studieplaner/?&displayitem=8870&module=studieinfo&type=emne)
http://www.hiof.no/studieinformasjon/studieplaner/?&displayitem=8870&module=studieinfo&type=emne,
Mai 2017.
- [33] [Hjemmeside LateX](https://www.latex-project.org)
https://www.latex-project.org, Mai 2017.
- [34] Per Erik Skogh Nilsen. [Blogg for sommerundervisning 2017](https://blogg.hiof.no/2017sommerskole/)
https://blogg.hiof.no/2017sommerskole/, Mai 2017.
- [35] Per Erik Skogh Nilsen. [Lydfiler brukt V-2017](https://soundcloud.com/user-422605030)
https://soundcloud.com/user-422605030, Feb-mars 2017.
- [36] Gunnar Andersson and Per Erik Skogh Nilsen. Podcasting and learning electromagnetism. In *9th International Conference on Engineering Education, M5H-1-M5H-6*, 2006.