

Scenariedidaktisk teknologiundervisning for naturfaglige lærerstuderende

Martin Sillasen, msil@via.dk

Forskningscenter for Pædagogik og Dannelse

Program for Matematik og Naturfagsdidaktik

VIA University College

Dette forsknings- og udviklingsprojekt er udført i samarbejde med:

Lektor Keld Nielsen, Stenoinstituttet, Aarhus Universitet

Fysik/kemi-hold på Læreruddannelsen i Silkeborg

Motivation for projektet

“Det er ikke kun den digitale teknologiforståelse der skal arbejdes med. Det er tydeligt for mig at det kræver en god portion indsigt at forstå de teknologier vi er omgivet af. Teknologien har betydning for en lang række ting i vores samfund: demokrati, økonomisk lighed/ulighed, sundhed og klima.”

(Lærerstuderende efter deltagelse i minikursus om teknologi, teknologiforståelse og teknologisk dannelse i april 2020).

Formålet med forskningsprojektet

- Udvikle og afprøve et minikursus om teknologisk dannende undervisning til læreruddannelsens naturfag
- Afprøve blended-learning format
 - Engineeringforløb med fokus på designprocesser (fysisk)
 - Teknologi og teknologisk dannelse (online, zoom – pga corona)
- Vurdere lærerstuderendes læringsudbytte

- Lærerstuderende og læreruddannerne agerede som læremiddelproducenter i samskabelsesprocesser
- Eksplorativt studie med tematisk analyse (Braun & Clarke, 2006)
- Datakilder: Litteraturstudie, Post-survey med åbne, refleksive spørgsmål og de lærerstuderendes forberedelsesopgaver, optagelse af online diskussioner

Forskningsspørgsmål

Kan man lave meningsfuld, dannende teknologiundervisning i læreruddannelsens naturfag med udgangspunkt i ITEA (2007) beskrivelse af “technological literacy”?

1. Hvilke erfaringer fra internationale studier om lærerstuderendes opfattelser og holdninger til STEM-integreret undervisning kan bruges til at designe et minikursus i teknologi?
2. Kan ITEA-rapportens syv mål relateres til målene for minikurset, som de er fastlagt i læreruddannelsens studieordning?
3. Kan kursets indhold bredes ud til at omfatte alle ITEA-målene?
4. Hvilke tegn på de studerendes læring kan registreres i forbindelse med ITEA-målene?
5. Giver minikurset grund til at tro at ITEA-målene kan bringes til at fungere i en dansk uddannelseskontekst?

ITEA. (2007). *Standards for Technological Literacy. Content for the Study of Technology*. Hentet fra www.iteaconnect.org.

ITEA = International Technology Education Agency

ITEA-mål (2007) vs. tek-mål i naturfagene (Nielsen & Sillasen, 2020)

| Teknologiske mål | Delmål |
|--|---|
| Eleverne udvikler indsigt i The Nature of Technology (NOT). Det omfatter at de får viden om: | 1. Karakteristiske træk ved teknologi og afgrænsning af teknologi |
| | 2. Teknologiske kernebegreber |
| | 3. Forholdet mellem forskellige teknologier og mellem teknologi og andre aktiviteter |
| Eleverne udvikler indsigt i forholdet mellem teknologi og samfund. Det omfatter at de lærer om: | 4. De kulturelle, sociale, økonomiske og politiske effekter af teknologi |
| | 5. Teknologiens effekter på miljøet |
| | 6. Samfundets rolle i udvikling og anvendelse af teknologi |
| | 7. Teknologien indflydelse på historien |
| Eleverne udvikler indsigt i Design. Det omfatter at de får kendskab til: | 8. Egenskaber ved design |
| | 9. Engineering-design |
| | 10. Betydningen af problemanalyse, forskning og udvikling, opfindelse og innovation samt eksperimenter i forbindelse med problemløsning |

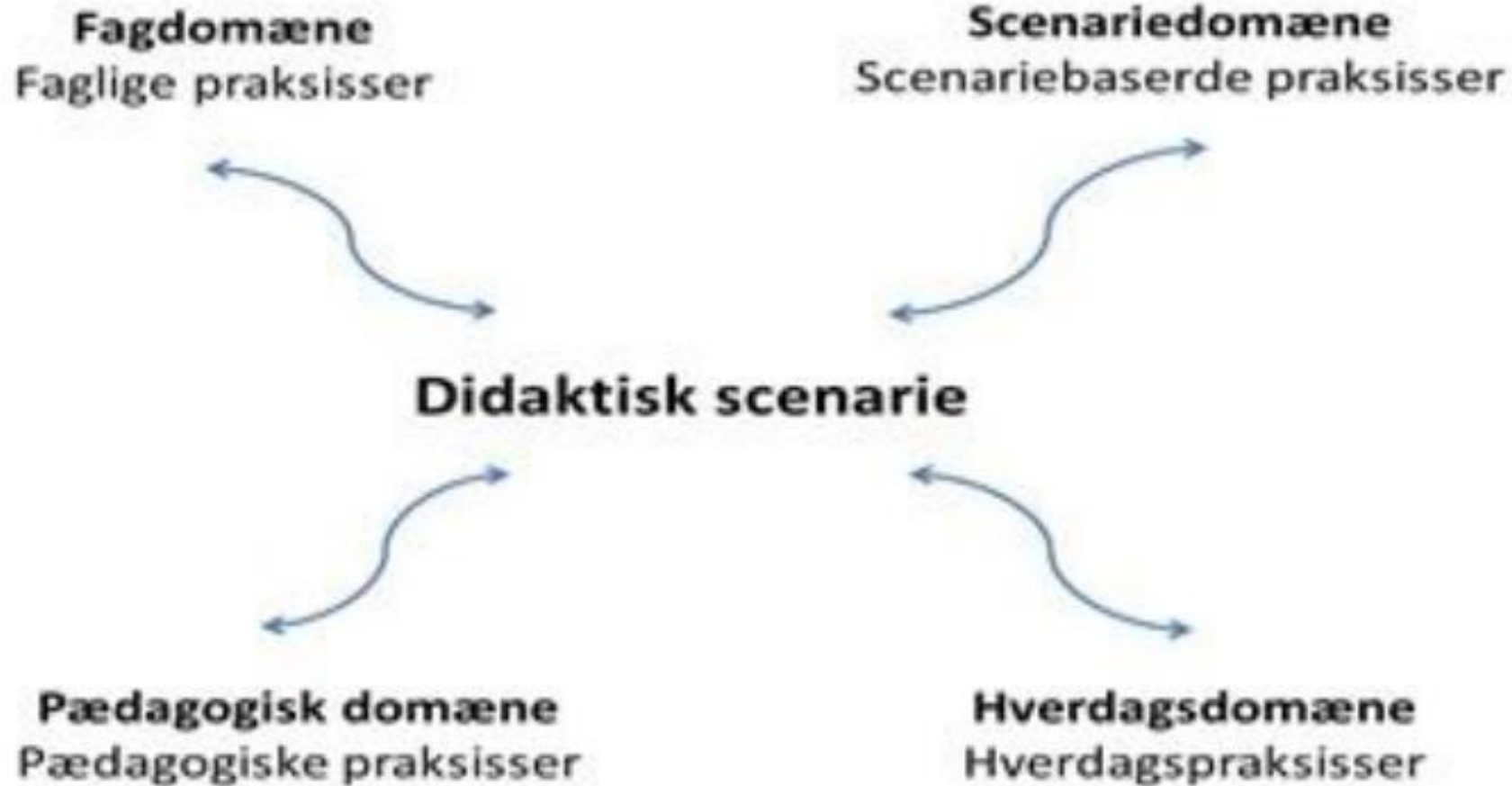
| Delmål fra STL-rapport | Teknologiske delmål fra naturfagene (natur/teknologi (n/t), fysik/kemi (f/k), biologi (bio) og geografi (geo)) |
|--|--|
| 1. Karakteristiske træk ved teknologi og afgrænsning af teknologi | <ul style="list-style-type: none"> n/t: Eleven kan genkende natur og teknologi i sin hverdag. bio: Eleven kan forklare årsager og virkninger af naturlige og menneskeskabte ændringer i økosystemer. |
| 3. Forholdet mellem forskellige teknologier om mellem teknologi og andre aktiviteter | <ul style="list-style-type: none"> n/t: Eleven kan relatere natur og teknologi til andre kontekster. n/t: Eleven kan perspektivere natur/teknologi til omverdenen og aktuelle hændelser. |
| 4. De kulturelle, sociale, økonomiske og politiske effekter af teknologi | <ul style="list-style-type: none"> f/k: Eleven kan beskrive sammenhænge mellem teknologisk udvikling og samfundsudvikling. |
| 5. Teknologiens effekter på miljøet | <ul style="list-style-type: none"> n/t: Eleven kan sætte anvendelse af natur og teknologi i et bæredygtigt perspektiv. Eleven har viden om enkle principper for bæredygtighed. n/t: Eleven kan beskrive interessemodsætninger ved produktionsforhold. Eleven har viden om produktioners afhængighed og påvirkning af naturgrundlaget. n/t: Eleven kan identificere ressourcebesparende teknologier. Eleven har viden om enkel miljøvurdering af produkter og produktioner. f/k: Eleven har viden om interessemodsætninger knyttet til bæredygtig udvikling. f/k: Eleven har viden om samfundets brug og udledning af stoffer. f/k: Eleven kan vurdere en teknologis bæredygtighed. Eleven har viden om teknologiers påvirkning og effekt på naturgrundlaget. geo: Eleven kan analysere befolknings- og erhvervsudviklings betydning for bæredygtig udvikling. Eleven har viden om kriterier for bæredygtig befolknings- og erhvervsudvikling. |

Kan ITEA-rapportens syv mål relateres til målene for minikurset, som de er fastlagt i læreruddannelsens studieordning?

| Færdighedsmål: <i>Den studerende kan planlægge, gennemføre, evaluere og udvikle fysik-/kemiundervisning ...:</i> | Vidensmål: <i>Den studerende har viden om ...:</i> |
|---|---|
| som inddrager tværfaglige perspektiver på teknologisk udvikling og teknologiens betydning for menneskers sundhed og levevilkår. | tværfaglige perspektiver på teknologisk udvikling og teknologiens betydning for menneskers sundhed og levevilkår. |
| som inddrager tværfaglige perspektiver på menneskets udnyttelse af naturgrundlaget. | tværfaglige perspektiver på bæredygtig udnyttelse af naturgrundlaget, herunder bæredygtig produktion. |
| om produktion og teknologi. | produktions- og forædlingsprocesser samt teknologisk udvikling, herunder digital styring. |

Færdigheds- og vidensmål for fysik-/kemifagets modul 2 på læreruddannelsen som inkluderer teknologi (VIA University College, studieordning, 2020)

Minikurset tilrettelagt som et didaktisk scenarie!



Mini-kursets indhold

Praktiske rammer

3 kursusgange á fire lektioner

Forberedelse

Gruppeaktiviteter

Zoom

Læringsudbyttet er evalueret formativt udfra almindelige standarder

18 studerende

Indholdsmæssige kvalitetskriterier

(Dakers, 2011)

Teknologiers funktionalitet

Hvordan fungerer dette stykke teknologi?

Hvilke opgaver løser det?

Hvad er det lavet af?

Hvordan fremstilles det?

Teknologiers betydning

Hvorfor bruger vi denne teknologi?

Hvor kom den fra?

Hvordan ændrer den vore liv og vores sociale relationer?

Hvordan regulerer man brug af teknologi?

Kan man undgå de uønskede effekter?

Hvordan fremmer man udviklingen af visser typer teknologier?

| Kursusgang 1 | |
|--|--|
| Rettet mod flg. STL-mål fra tabel 1 | <i>Hvad er teknologi? Hvor er den? Hvordan ser den ud? Hvad kan den? Hvordan taler man om den?</i> |
| 1 og 2 | <p><i>Forberedelse. De studerende arbejder i studiegrupper. De:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Læser og diskuterer en artikel om teknologibegrebet og teknologisk dannelse (Nielsen, 2019). • Vælger og kategoriserer 10-15 teknologiske produkter og maskiner i deres hjem og relaterer dem til følgende kategorier af teknologi: medicinske-, landbrugs-, energi- og maskin-, IKT-, transport-, fremstillings- og konstruktionsteknologier. • Udvalger teknologier i deres bolig som er forbundet med teknologiske systemer som rækker uden for boligen. De laver en prioriteret liste over de teknologiske systemer som de under ingen omstændigheder kan undvære. |
| 1 og 3 | |
| 2. med særlig vægt på teknologiens systemnatur | |
| 1 og 2 | <p><i>På kursusdagen. De studerende:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Hører et kort oplæg om teknologibegrebet. • Diskuterer artiklen og fremlægger dens hovedpunkter. • Fremlægger og diskuterer resultater om systemer i og uden for boligen. • Fremlægger resultater om kategorier af teknologi. |
| 1 og 2 | |
| 2 | |
| 3 | |



Udfordring 1: Kategorisering af teknologier var ikke et godt udgangspunkt for en mere generel diskussion om teknologier i samfundet

| Teknologier | Fra hjemmet |
|------------------------------|--|
| Medicinske | Hovedpinepiller, Panodil Zapp, |
| Landbrugs og relaterede bio | Drivhus, Vandhane, Paprika |
| Energi og maskiner | Eltavle, Køleskab, Mikrobølgeovn, Højttaler (lyd), Philips Hue (lys), Brændeovn, Blu-ray, Opvaskemaskine, Ovn, Kaffemaskine, Lampe |
| Information og kommunikation | Wifi, Bluetooth, Telefoner, Tv, Kuglepen, Alarmsystem, Fjernsyn, Playstation, Chromecast, Computer |
| Transport | Cykel, Bil, Rulleskøjter |
| Fremstilling | Vandglas, Vase, Sko |
| Konstruktion | Vindue, Spejl, Vinglas, Hårbørste, Billederamme, Hovedpude, Bogreol, Stol, Køkkenrulleholder, Sofa, Sko |

En gruppes svar på opgave til kursusgang 1: Find og kategorisér teknologier der findes i dit hjem.

Satte gang i frugtbare refleksioner!

Der er ikke mange ting i vores hverdag som ikke på en eller anden måde er forarbejdet af noget menneskeskabt. Opdelingen af teknologierne kan være svær at afgrænse eller begrænse. Er fremstillingsteknologier fx når noget er fremstillet, eller de værktøjer vi bruger til at fremstille med? Der er også teknologier som er svære at placere, fx en bruser.

(Studiegruppe 1, besvarelse af forberedelsesopgave til kursusgang 1).

Hvordan skal man tale med elever om teknologi?



En gruppe studerendes forslag til hvordan man i en diskussion med elever kan trække forbindelser fra eksempler på teknologier der findes i hjemmet, til teknologier uden for hjemmet.

- Kategoriseringen fra ITEA-rapporten var ikke et godt udgangspunkt for en mere generel diskussion om teknologier i samfundet!
- Der opstod et behov for at skelne mellem teknologier tæt på hjemmet og produktionsteknologier, som kan facilitere en yderligere forståelse hos elever!

| Kursusgang 1 | |
|--|--|
| Rettet mod flg. STL-mål fra tabel 1 | <i>Hvad er teknologi? Hvor er den? Hvordan ser den ud? Hvad kan den? Hvordan taler man om den?</i> |
| 1 og 2 | <p><i>Forberedelse. De studerende arbejder i studiegrupper. De:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Læser og diskuterer en artikel om teknologibegrebet og teknologisk dannelse (Nielsen, 2019). • Vælger og kategoriserer 10-15 teknologiske produkter og maskiner i deres hjem og relaterer dem til følgende kategorier af teknologi: medicinske-, landbrugs-, energi- og maskin-, IKT-, transport-, fremstillings- og konstruktionsteknologier. • Udvalger teknologier i deres bolig som er forbundet med teknologiske systemer som rækker uden for boligen. De laver en prioriteret liste over de teknologiske systemer som de under ingen omstændigheder kan undvære. |
| 1 og 3 | |
| 2. med særlig vægt på teknologiens systemnatur | |
| 1 og 2 | <p><i>På kursusdagen. De studerende:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Hører et kort oplæg om teknologibegrebet. • Diskuterer artiklen og fremlægger dens hovedpunkter. • Fremlægger og diskuterer resultater om systemer i og uden for boligen. • Fremlægger resultater om kategorier af teknologi. |
| 1 og 2 | |
| 2 | |
| 3 | |



Udfordring 2: Forstås moderne teknologi bedst gennem en systembeskrivelse?

Kompleksitet vs. sammenhæng

1. Vand, varme og el
 - 1.1. Isolering
 - 1.2. Rensningsanlæg
2. Natur og landbrugssystemer
3. Affald og kloaksystemer
4. Sundhedsvæsenet
 - 4.1. Medicin – farmakologi
 - 4.2. Alarmberedskab
5. Informationsteknologi
 - 5.1. Internet
 - 5.2. Telefoni
6. Finanssystem

En gruppe studerendes svar på opgaven: Find eksempler på teknologiske systemer der optræder i din bolig, men som rækker uden for boligen.

- De studerende fandt at systembetragtninger gør undervisning kompleks → kan blokere for elevernes forståelse af teknologi
- Kurset endte med at identificere et behov for yderligere didaktisk udviklingsarbejde omkring modsætningen ml **teknologisk kompleksitet** og **teknologisk sammenhæng**

| Kursusgang 2 | |
|-------------------------------------|---|
| Rettet mod flg. STL-mål fra tabel 1 | <i>Afhængighed af teknologi og cases om en teknologisk historie</i> |
| 4 6 og 7 | <p><i>Forberedelse. De studerende arbejder i studiegrupper. De:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Skriver en fiktiv historie om hvad de gjorde den tredje dag efter at en hackergruppe havde lukket for alle kraftværker og højspændingsnettet så der ingen elektricitet var. De skal beskrive problemer og løsninger og hvordan de vil overleve en måned uden elektricitet. • Forbereder en præsentation af et historisk teknologigennembrud, fx dampmaskinen, telegrafene, radioen, elektrisk lys eller film. (kilder udleveret på forhånd). |
| 4 3, 6 og 7 | <p><i>På kursusdagen:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Kursusholder opsummerer fortællinger om elektriciteten der forsvandt, og hvad vi kan lære af dem. Efterfølgende diskussion om den fiktive fortælling som et muligt scenarie. • Studiegrupperne fremlægger deres historiske teknologicases. Efterfølgende diskussion om hvordan cases kan anvendes i deres kommende undervisningspraksis, og om elevers udbytte ved at arbejde med teknologicases i historisk perspektiv. |



Udfordring 3: Teknologiske gennembrud og eksempler fra teknologiens historie

- Fremlæggelserne bar præg af at være alt for “teknologihistoriske” med stor vægt på hvem der opfandt hvad og hvornår.
- Fremlæggelserne blev domineret af navne og årstal og tekniske detaljer. Den type viden er legitim, og bøger om teknologiens historie er fulde af den.
- Men i forbindelse med dannende undervisning i grundskolen er den mindre vedkommende.

Konklusion: Stil de rigtige spørgsmål!

Hvad er de rigtige spørgsmål?

I forbindelse med store teknologiske gennembrud – som fx dampmaskinen eller telefonen – er det vigtigt at overveje spørgsmål som:

- **Hvad satte denne teknologi mennesker i stand til:** Efter at denne teknologi var udviklet, hvad var så muligt som ikke var muligt før? For den enkelte? For samfundet?
- **Hvad har denne teknologi af “efterkommere”:** Hvilke moderne teknologier blev mulige på grund af denne teknologi eller ville have været umulige uden den?
- **Hvilke uønskede/skadelige effekter har denne teknologi haft?** På kort sigt? På lang sigt?
- **Hvordan er denne teknologi blevet standardiseret og/ eller reguleret gennem lovgivning?** Hvorfor er/var denne standardisering/regulering nødvendig?

| Kursusgang 3 | |
|-------------------------------------|---|
| Rettet mod flg. STL-mål fra tabel 1 | <i>Teknologiske svipsere, T'et i STEM og teknologisk dannelse</i> |
| 4 og 6 | <p><i>Forberedelse. De studerende arbejder i studiegrupper. De:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Forbereder en præsentation af et af tre eksempler på teknologi der gik galt: Theranos & Elisabeth Holmes (teknologisk hype), Boeing 737 MAX (teknologisk kynisme) og Cambridge Analytica (teknologisk manipulation). (Kilder udleveret på forhånd). |
| | <i>På kursusdagen:</i> |
| 3, 4 og 7 | <ul style="list-style-type: none"> • Kursusholder giver respons på de lærerstuderendes overvejelser om brugen af historiske teknologicases i undervisningen. |
| 4 og 6 | <ul style="list-style-type: none"> • Præsentation af tre cases om teknologiske svipsere og diskussion af hvad elever kan lære om teknologi på baggrund heraf. Diskussion om behov for kontrol med teknologisk udvikling. |
| 4, 5 og 6 | <ul style="list-style-type: none"> • Præsentation af begrundelsen for at arbejde med teknologiforståelse i relation til globale udfordringer rammesat af en STEM-faglighed. Plenumdiskussion om T'et i relation til STEM. |
| 3 og 6 | <ul style="list-style-type: none"> • Gruppearbejde: Hver gruppe skitserer et undervisningsforløb hvor en af de teknologier gruppen har arbejdet med, indgår. Derefter fremlæggelse. |

Hvad har de studerende fået ud af kurset?

Tema 1: Det er vigtigt at teknologi behandles i et bredt perspektiv!

“Teknologi er langt mere omfattende og kontekstbestemt end jeg havde regnet med.”

“Jeg har fået meget mere viden om kompleksiteten i teknologiforståelse og hvorfor det er vigtigt at udvikle et mere universelt begrebsapparat der ikke kun knytter sig til moderne digitale teknologier.”

Tema 2: Forståelse af teknologi gennem systembeskrivelse – teknologi er mere end genstande; det er også viden og organisering

“Det [kurset] har i høj grad været med til at brede min horisont ud ift. hvordan vi taler om teknologi. Samtidig har jeg fået en større forståelse for de “usynlige” systemer i samfundet der griber ind i teknologien.”

Hvad har de studerende fået ud af kurset?

Tema 3: Teknologi-emner lægger op til tværfaglig undervisning

“For det første har jeg ikke selv været klar over hvor meget teknologi fylder i hverdagen, og hvor bredt emnet har været. Derfor har jeg fået et helt nyt indblik i hvor meget det fylder i hverdagen. Denne forståelse jeg har fået af teknologi, mener jeg helt sikkert også er noget eleverne burde vide, så kan [de] helt sikkert også godt forstå hvorfor det skal inddrages i undervisningen.”

Tema 4: Teknologiens etiske aspekter og behovet for kritik og regulering af teknologi

“Især problemstillingen “hvordan påvirker teknologi samfundet hvis den ikke anvendes korrekt og dermed misbruges?” Altså den pointe om at en teknologi på en og samme tid kan reformere et samfund og være banebrydende både inden for medicin, transport, erhverv mm. og samtidig være så katastrofal at den får konsekvenser både lokalt, nationalt og universalt ...”

Opsamling

- Udviklingen af minikurset har demonstreret, at det er muligt at udvide lærerstuderendes forståelse af hvad teknologi er og hvilken rolle teknologi spiller for den enkelte og samfundet.
- De lærerstuderende har oplevet deres udbytte som godt på ITEA-mål 1-2-4-6
- En række opgaver undervejs skal tilpasses for at kvalificere de lærerstuderendes refleksioner og læring
- Lærerstuderende og læreruddannere agerede som producenter af læremidler og didaktisk teori for teknologi-undervisning i samskabende processer
- Projektet er en trædesten på vej mod udvikling af en STEM-didaktik
- Online formatet fungerede rigtig godt i et forskningsperspektiv, fordi det tillod intensiv indsamling af data fra multiple digitale kilder. Det var nemt både at optage zoom, indsamle spørgeskemaer, få adgang til studerendes produkter etc. MEN den sociale interaktion manglede.

Referencer

Braun, V., & Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77-101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp063oa>

Dakers, J. R. (2011). Blurring the Boundaries between Human and World. In *de Vries, Marc J (ed.), Positioning Technology Education in the Curriculum* (pp. 41-52).

Daugbjerg, Peer S.; Krogh, Lars Brian; Nielsen, Keld; Sillasen, M. K. (2018). *Engineering i Skolen – Vidensgrundlag*. Aarhus: VIA University College.

ITEA. (2007). *Standards for Technological Literacy. Content for the Study of Technology*. Hentet fra www.iteaconnect.org

Nielsen, K. (2019). Engineering og teknologiforståelse. *Liv i Skolen*, 2, 84-99.

Nielsen, K., & Sillasen, M. (2020a). Teknologiforstyrrelse: Hvad mener Børne- og Undervisningsministeriet, når de skriver "teknologi"? *MONA*, 3, 63-73.

Nielsen, K., & Sillasen, M. (2020b). Teknologisk dannelse: Hvorfor og hvad? *MONA*, 4, 66-82.

Pleasant, J. (2020). Inquiring into the Nature of STEM Problems: Implications for Pre-college Education. *Science and Education*, 29(4), 831-855. <https://doi.org/10.1007/s11191-020-00135-5>

VIA University College (2020). Studieordningen for Læreruddannelsen i VIA, fagspecifik del. Hentet fra <https://www.via.dk/uddannelser/paedagogik-og-laering/laerer/tidligere-studieordninger>