

# Udforskning af generativ AI i grundskolen

– læringspotentialer og udfordringer



Pernille Rosenkvist, Alinea



Melissa Hansen, Nuuk Internationale Friskole

**Abstract:** Artiklen tager udgangspunkt i en undersøgelse af, hvordan generativ AI kan styrke elevernes naturfaglige og digitale kompetencer i grundskolen. Undersøgelsen omfattede en spørgeskemaundersøgelse blandt skoleledere og lærere samt en læringsaktivitet med elever. Resultaterne viser, at mens mange lærere er bekymrede for generativ AI's indflydelse på elevernes læring, er der betydelige læringspotentialer, hvis teknologien anvendes hensigtsmæssigt. Artiklen præsenterer bl.a. en eksemplarisk læringsaktivitet, som ramme for læring med generativ AI, og det konkluderes, at teknologien kan bidrage positivt til elevernes læring, forudsat at lærerne får uddannelse og ressourcer. Artiklen afslutter med anbefalinger om yderligere forskning og overvejelser om implementering af generativ AI.

## Indledning

Ifølge Steinbauer et al. (2021) er der flere færdigheder inden for kunstig intelligens der bliver stadig mere essentielle. Dette inkluderer bl.a. forståelse for hvilke AI-teknologier der eksisterer, og hvordan de fungerer, samt evnen til at vurdere nøjagtighed og pålidelighed af information fra generativ AI (herefter GenAI) og at kunne identificere potentielle bias, begrænsninger og muligheder ved brugen af GenAI. Steinbauer et al. (2021) understreger også at en essentiel foranstaltning i implementeringen af GenAI i undervisning er kvalificering af lærere inden for såvel AI-koncepter som de tilhørende teknologier. I 2023 nedsatte børne- og undervisningsministeren en ekspertgruppe som skulle arbejde med ChatGPT's og andre digitale hjælpemidlers konsekvenser for prøver i folkeskolen. Ekspertgruppens foreløbige anbefalinger fra december 2023 stemmer overens med ovenstående da de opfordrer til uddannelse af lærerne og inddragelse af viden om AI i undervisningen (BUVM, 2023).

“Kunstig intelligens påvirker undervisningen i hverdagen, og det er væsentligt, at lærere og elever taler om udviklingen, og at der generelt sker et løft af vidensniveauet om digital teknologi som for eksempel generativ kunstig intelligens og avancerede sprogmodeller.” (BUVM, 2023)

I ekspertgruppens endelige anbefalinger anbefales det at brugen af digital teknologi og kunstig intelligens bliver et strategisk indsatsområde på skolerne (BUVM, 2024).

Ovenstående medfører både udfordringer og muligheder. Udfordringer i form af ressourcetildeling til kompetenceudvikling af lærere samt udvikling af relevante læremidler og læreplaner. Dette har direkte indflydelse på udfordringerne vedrørende elevernes kompetenceudvikling da kompleksiteten i forståelsen af GenAI kræver adgang til AI-ressourcer, læremidler af høj kvalitet samt kvalificerede undervisere (Steinbauer et al., 2021).

En mulig løsning på disse udfordringer kan måske findes i regeringens digitaliseringsstrategi hvor der er tildelt en finansiering på 160 millioner kroner til teknologiforståelse, 10 millioner kroner til udvikling af teknologiforståelse som ny faglig kompetence og 55 millioner kroner til en strategisk indsats for AI (Digitaliserings- og Ligestillingsministeriet, 2023).

Debatter om fremtidige scenarier for GenAI, herunder et åbent brev der opfordrer til en midlertidig standsning af dens udvikling, underskrevet af bl.a. Steve Wozniak og Elon Musk (Future of Life Institute, 2023), understreger vigtigheden af undervisning i og med denne teknologi så eleverne lærer om både GenAI og deres egen rolle i forbindelse med brugen af denne. For at give et billede af hvordan GenAI kan integreres i undervisningen, er det vigtigt at forstå de fire elevpositioner: “eleven som kritisk undersøger”, “eleven som analyserende modtager”, “eleven som målrettet og kreativ producent” og “eleven som ansvarlig deltager” (BUVM, 2019). “Eleven som kritisk undersøger” fokuserer på elevens evne til kritisk at analysere og vurdere information. GenAI kan styrke denne position ved at give eleverne værktøjer til at stille spørgsmål og undersøge data på en nuanceret måde. Mulighederne som brugen af GenAI tilbyder, fordrer dog at eleverne kan være både analyserende modtagere, kritiske undersøgere, kreative producenter og ansvarlige brugere, hvilket beskrives i de fire elevpositioner.

Formålet med undersøgelsen som denne artikel er baseret på, er primært at afdække hvordan GenAI kan skabe værdi i læringssituationer inden for de rammer som er beskrevet i problemfeltet. Sekundært er formålet at udforme første fase i en implementerbar indsatsteori som indeholder aktiviteter der understøtter mulighederne for at udnytte læringspotentialerne i forbindelse med brug af GenAI i læringssituationer med eleverne. Overensstemmende med anbefalingerne fra Børne- og Undervisningsministeriets ekspertgruppe om AI i folkeskolen (BUVM, 2024) understreger dette studie betydningen af tidlig intervention og kvalificeret støtte fra lærerne når GenAI integreres i undervisningen.

### *Problemfelt*

Artiklens fokus er perspektiver på AI i naturfagene, nærmere bestemt hvordan AI-teknologien i Padlets “Jeg kan ikke tegne” kan inddrages i naturfagsundervisningen som et udforskende arbejdsredskab i forbindelse med udvikling af modelleringskompetencen.

I undersøgelsen arbejdede vi ud fra følgende problemstilling: Hvordan kan vi med implementering af den generative AI-teknologi “Jeg kan ikke tegne” i undervisningen stilladsere elevernes digitale og naturfaglige læreprocesser og kompetenceudvikling i forbindelse med elevpositionen “eleven som kritisk undersøger”?

## Undersøgelingsdesign og metode

Vi ønskede at undersøge hvordan brugen af GenAI kan øge elevernes læringspotentiale, men en forudsætning for at stilladsere elevernes læreprocesser er at lærerne er kompetente inden for området. Da GenAI i form af sprog- og billedgenereringsteknologier er nye teknologier set i lyset af deres tilgængelighed på markedet og i skolen, er det derfor relevant at undersøge skoleledelsens fokus på og holdning til implementering og brug af GenAI samt at afklare lærernes brug af GenAI, herunder hvilke betæneligheder de har i forbindelse med at inddrage GenAI i undervisningen. Derfor består det empiriske materiale af både en spørgeskemaundersøgelse blandt skoleledere og en spørgeskemaundersøgelse blandt lærere samt en læringsaktivitet som blev afprøvet i en 5.-klasse. Alt er udført ultimo 2023.

### *Dataindsamling*

Undersøgelsen er et sekventielt mixed methods-studie, som beskrevet af Johnson og Onwuegbuzie (2004), hvor vi indsamlede både kvantitative og kvalitative data i den rækkefølge som ses i figur 1.

1. Spørgeskema til skoleledere
2. Spørgeskema til lærere
3. Afprøvning og observation af læringsituation med brug af “Jeg kan ikke tegne”.

**Figur 1.** Data indsamlet ifm. Undersøgelsen.

Formålet med at benytte denne metode var at bruge indsigterne fra første dataindsamling til at vejlede i designet af næste dataindsamling. Endvidere var formålet at afdække både læreres og skolelederes holdning til læringspotentialerne i brugen af GenAI for derefter at sammenligne de indsamlede data. Derefter sammenholdt vi

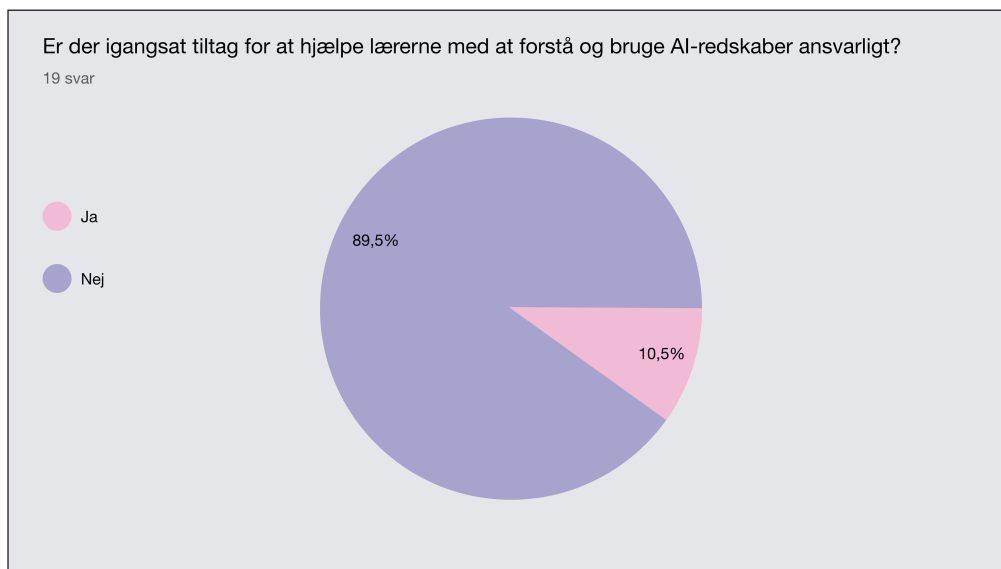
de indsamlede data fra spørgeskemaundersøgelserne med data fra afprøvning og observation af læringssituationen for således at belyse eventuelle udfordringer og muligheder ved stilladsering af elevernes digitale og naturfaglige læreprocesser og kompetenceudvikling ved brug af GenAI.

### *Spørgeskemaundersøgelse – skoleledere*

I forbindelse med undersøgelsen spurgte vi 19 skoleledere om deres holdning til og viden om AI samt om hvilke tiltag vedrørende AI der var igangsat på deres skole. Vi modtog 19 besvarelser.

10,5 % svarer at der er taget initiativ til at hjælpe eleverne med at bruge AI-redskaber ansvarligt. 26,3 % af respondenterne har ingen bekymringer ved at eleverne bruger AI, 10,5 % ved ikke, mens 57,8 % udtrykker bekymring for snyd, manglende motivation, ensomhed, begrænsning af elevernes udvikling, afhængighed samt uansvarlig og ukritisk brug. Kun én skoleleder er bekymret for udviklingen af lærernes kompetencer.

Adspurgt om forventningerne til brugen af AI på skolerne svarer 26,3 % at de ikke har eller har lave forventninger til brugen af AI. Af de resterende nævnes hjælp til inspiration, kvalitetssikring, øget brug af digitale devices, udvikling af apps og generelt bedre forståelse for teknologien, men som det ses af nedenstående, er der på langt de fleste skoler endnu ikke taget initiativ til at inddrage lærerne.



**Figur 2.** Skoleledernes svar på om der er iværksat initiativer vedr. lærernes brug af AI.

Som det ses af figur 2, var kun 10,5 % af de adspurgte skoleledere opmærksomme på at sikre kompetenceudvikling af skolens lærere, hvilket giver anledning til at spørge lærerne om deres tilgang til brug af AI.

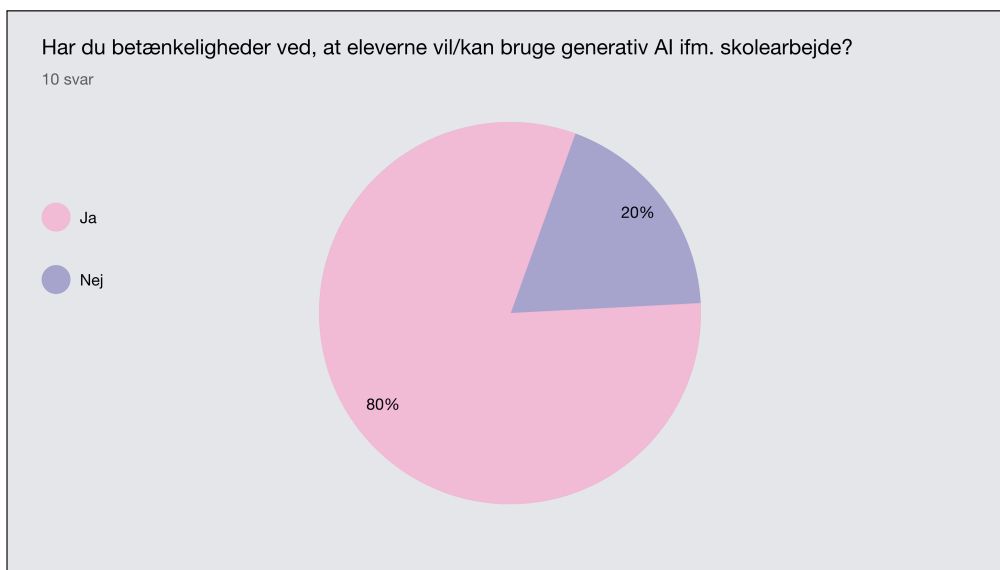
### Spørgeskemaundersøgelse – lærere

Undersøgelsen er foretaget på en skole med ca. 200 elever. For at afdække lærernes brug af GenAI i undervisningen med eleverne udsendte vi et spørgeskema på skolen, hvor også læringsaktiviteten er afprøvet. Spørgeskemaet blev udsendt til 19 lærere, men kun 10 responderede. Direkte adspurgt svarede de resterende 9 at de ikke ville deltage i undersøgelsen da de intet vidste om AI. De 10 respondenter svarede på spørgsmålene som ses i figur 3.

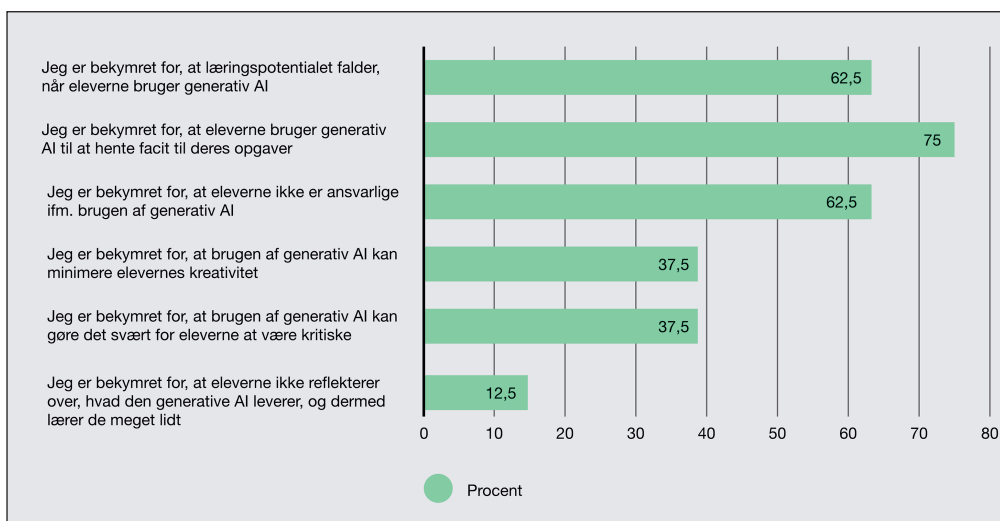
- Hvor ofte bruger du generativ AI i din forberedelse, undervisning eller evaluering?
- Hvad har du brugt generativ AI til i forbindelse med dit arbejde?
- Er der specifikke fag hvor inddragelsen af generativ AI sker mere/mindre hyppigt end andre? Hvis ja – angiv hvilke fag samt om brugen er større eller mindre.
- Overvejer du hvordan brugen af AI støtter de fire elevpositioner når du planlægger din undervisning? Hvis ja – hvordan?
- Hvilke typer generativ AI bruger du i din undervisning med eleverne?
- Hvor får du inspiration fra når du inddrager generativ AI i din undervisning?
- Hvordan bruger du generativ AI til at støtte elevernes læringspotentiale?
- Har du betænkeligheder ved at eleverne vil/kan bruge generativ AI i forbindelse med skolearbejde? Hvis ja – hvilke betænkeligheder har du?
- Er der andre kommentarer eller tanker du gerne vil dele vedrørende brugen af AI i undervisningen?

Figur 3. Spørgsmål som lærerne svarede på i spørgeskemaet.

30 % af respondenterne svarede at de har indgående kendskab til mindst én GenAI-teknologi. Andre 30 % svarede at de aldrig har arbejdet med GenAI, mens 40 % af lærerne svarede at de har middelkendskab til GenAI. 60 % af respondenterne har brugt GenAI i forbindelse med deres arbejde, men kun 16,67 % af disse har brugt GenAI i undervisningen med eleverne, og ingen har brugt billed-GenAI. På skolen er der stor variation i lærernes egen vurdering af kendskabet til og arbejdet med GenAI, og også i lærernes bekymringer vedrørende elevernes arbejde med GenAI ses der stor variation. 80 % har betænkeligheder ved at lade GenAI indgå som elevværktøj. Lærernes bekymringer vedrørende brugen af GenAI i undervisningen kan ses i figur 4 og 5.



Figur 4. Lærernes svar på om de har betænkeligheder ved at lade eleverne bruge AI.



Figur 5. Fordeling af lærernes svar vedr. deres bekymringer om elevernes brug af AI.

Som det fremgår af undersøgelsen, har mere end halvdelen af skolens lærere ingen erfaring med GenAI, og en stor del er bekymrede for brugen i undervisningen. På baggrund af disse forhold og den generelle respons på det udsendte spørgeskema vurderer vi at en undervisning der skal sikre elevernes kompetenceudvikling i arbejdet med GenAI, forudsætter at lærerne på skolen opøver færdigheder inden for disse teknologier samt understøttes i hvordan de stilladserer elevernes kompetenceudvikling som kritiske undersøgere gennem læring med GenAI. Vores hypotese er at dette forhold

gør sig gældende på flere af landets skoler, bl.a. fordi GenAI stadig er en ny teknologi i skolemæssig sammenhæng.

Lærernes største bekymring i undersøgelsen er elevernes mulighed for at bruge GenAI til at hente facit. Samme scenarie gør sig gældende når man ser på internationale studier om brugen af AI – i dette tilfælde ChatGPT i K-12-uddannelseskontekster. Selvom der ses adskillige læringspotentialer, fx øget elevengagement, kreativitet og initiativ, er lærerne bekymrede for eksempelvis plagiering (Zhang & Tur, 2023). Et litteraturreview af 13 artikler om brugen af ChatGPT i undervisningen for K-12 viser at brugen af ChatGPT kan have positiv indflydelse på elevers præstationer, give en forbedret læringsoplevelse og have positiv effekt på elevernes produktivitet. Derudover giver ChatGPT bl.a. mulighed for personligt tilrettelagt læring, differentieret instruktion og læringsstøtte til elever samt mulighed for at arbejde fokuseret med kritisk tænkning og refleksion (Zhang & Tur, 2023). Ulemperne ved brugen af ChatGPT viser sig bl.a. ved begrænset ræsonnementsevne og negativ indflydelse på produktiviteten når eleverne forlader sig for meget på ChatGPT. Desuden medførte implementeringen af ChatGPT bl.a. bekymringer om databeskyttelse og etik, potentiale for snyd, vanskeligheder med prompt-engineering samt upålidelige informationer. I alt fandtes 116 positive og 54 negative henvisninger til brugen af ChatGPT i undervisningen i de 13 artikler (Zhang & Tur, 2023).

Som det ses, findes der både fordele og ulemper ved brugen af GenAI, men det er vores vurdering at man gennem målrettet arbejde med indsats teorien, som udfoldes herefter, kan støtte lærerne i brugen af GenAI så ulemperne minimeres.

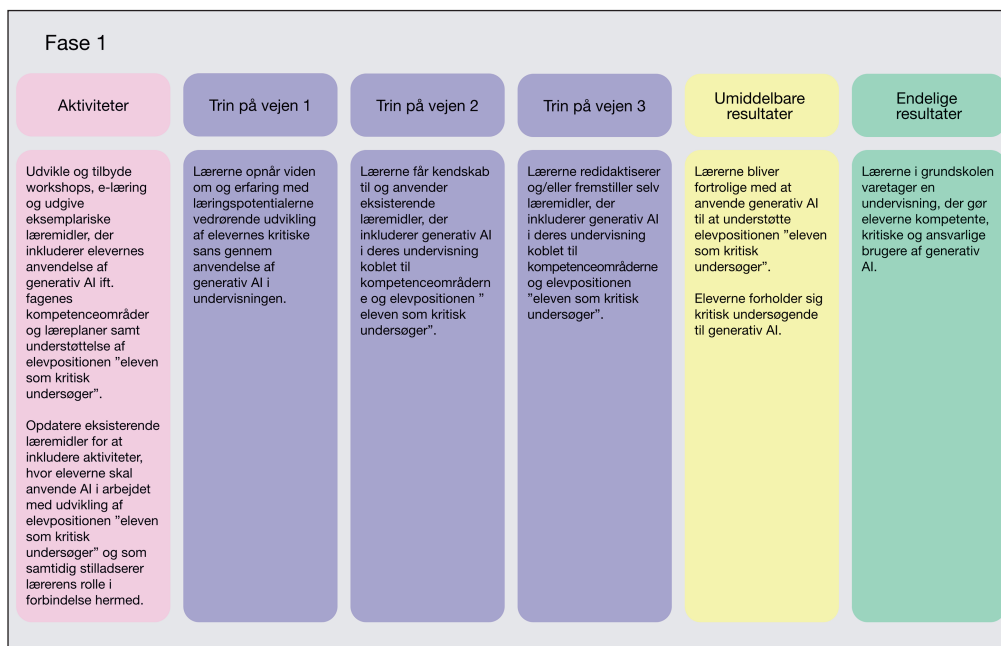
### *Indsats teori*

Ekspertgruppen om ChatGPT og andre digitale hjælpemidler anbefaler at ledelsen på den enkelte skole gør arbejdet med AI til et strategisk indsatsområde. Desuden anbefales det at der fokuseres på AI som et redskab til læring og støtte i udviklingen af elevernes kritiske og analytiske tilgang til teknologierne frem for at fokusere på muligheden for snyd (BUVM, 2024).

Vores fortolkning af ekspertgruppens anbefalinger er at de to mål, strategisk indsatsområde og fokus på læring ved brug af AI, gælder for alle skoler, men ud fra de indsamlede data ses det at kun 10,5 % af de adspurgte skoleledere har iværksat initiativer for både elevers og læreres brug af AI. Kun 20 % af de adspurgte lærere har ikke bekymringer vedrørende elevernes brug af AI.

Ved en gap-analyse (Ji & Kim, 2018) ses der en forskel på hhv. 89,5 % og 80 % i graden af målopfyldelse for de to mål. Det indikerer at der er behov for en indsats teori der styrker både lærernes og elevernes mulighed for kompetenceudvikling i brugen af AI og bringer de enkelte skoler tættere på at opfylde målet om AI som strategisk fokusområde.

På baggrund af ovenstående har vi udarbejdet fase 1 i en indsatssteori som redegør for aktiviteter og trin på vejen i et projekt hvor begge mål tilgodeses, og hvor både skolelederes og læreres bekymringer om brugen af AI adresseres, så der fokuseres på læreprocesser og kompetenceudvikling.



Figur 6. Indsatssteori, fase 1 (med udgangspunkt i model af indsatssteori fra EVA, 2009).

Indsatssteorien medtager to overordnede aktiviteter som vi vurderer understøtter det langsigtede mål: Lærerne i grundskolen varetager en undervisning i arbejdet med GenAI der støtter elevernes kompetenceudvikling i læreprocesserne relateret til de fire elevpositioner; i denne artikel med særligt fokus på "eleven som kritisk undersøger" (BUVM, 2019).

Aktiviteterne:

1. Workshop for lærere. Kursus for at understøtte lærernes brug af og undervisning med GenAI.
2. Udvikling og afprøvning af en eksemplarisk læringsaktivitet hvor eleverne arbejder undersøgende og kritisk med GenAI'en "Jeg kan ikke tegne".

Workshopen med henblik på lærernes kompetenceudvikling bør bl.a. omfatte øvelser der støtter lærernes brug af "Jeg kan ikke tegne". Fokus på lærernes viden om GenAI anbefales af både Steinbauer et al. (2021) og BUVM (2023), og da det er besluttet at



teknologiforståelse skal indgå i folkeskolens fag, er arbejdet med GenAI allerede under implementering i folkeskolen. Vedersøe (2024) beskriver at lærerens rolle i læringssituationer med AI bl.a. vil omfatte læreren som proces-vejleder, som proces-evaluator, som faglig garant, som central relation for eleven og som klasse- og gruppe-relationsopbygger og -vedligeholder. En workshop med fokus på lærerens viden om og brug af GenAI kan være med til at understøtte læreren i at varetage disse roller.

Workshoppen til lærerne indgår ikke som en praktisk del af denne undersøgelse, men som et forslag til et grundlag for at udvikle lærernes kompetencer inden for GenAI så lærerne kan stilladsere elevernes læringsproces og vejlede i arbejdet med både den afprøvede læringsaktivitet og læringsaktiviteter med GenAI generelt. Figur 7 viser et eksempel på indholdet i en sådan workshop.

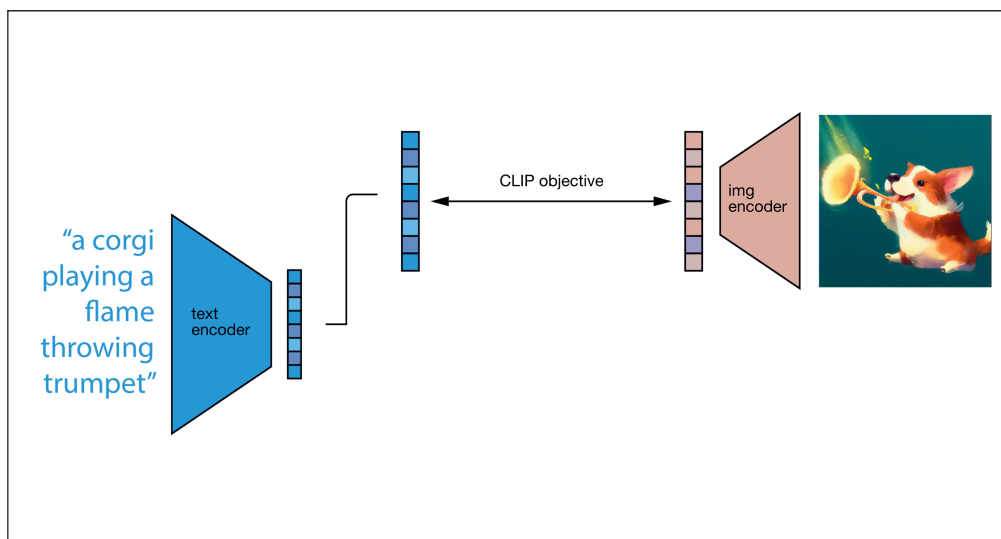


Figur 7. Eksempel på indhold i en workshop til lærerne.

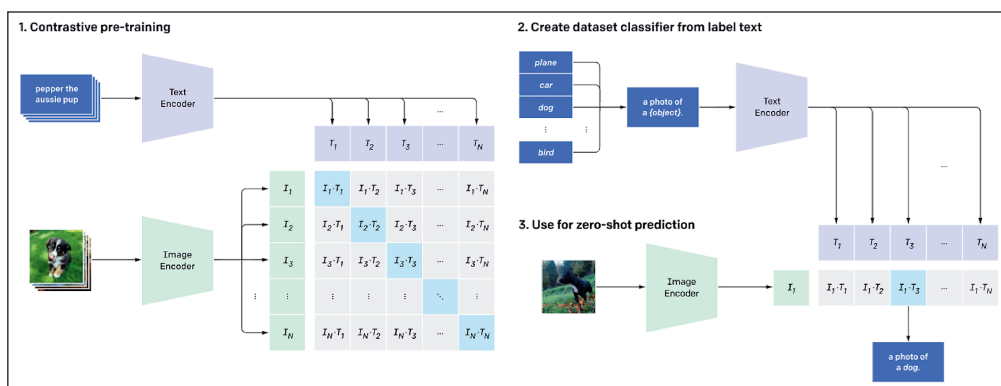
Viden om de tekniske funktionaliteter i “Jeg kan ikke tegne” bør indgå som en del af både lærernes og elevernes kompetenceudvikling i projektets aktiviteter for at maksimere læringspotentialiet i arbejdet med GenAI. Derfor er disse beskrevet på baggrund af Radford et al. (2021), Nichol et al. (2022) og Ramesh et al. (2022) i følgende afsnit.

## Tekniske funktionaliteter i “Jeg kan ikke tegne”

Som i enhver anden læringssituation er det vigtigt at tage højde for elevernes forhåndsviden og evne til abstraktion, hvorfor de tekniske aspekter vedrørende GenAI som er beskrevet i denne artikel, er tiltænkt som baggrundsinformation for undersøgelsens genstandsfelt, og altså ikke egner sig til direkte formidling til elever, men



Figur 8. Figuren viser processerne i træningen af CLIP (Ramesh et al., 2022).



Figur 9. CLIP trænes ved kombination og sammenligning af tekst og billeder, hvorefter der kan genereres billeder på baggrund af et tekstininput (Radford et al., 2021).

bør redigteres så de er pædagogisk tilpasset til elevernes niveau og læringsbehov. Eleverne bør vide hvordan AI fungerer, og allerede nu findes der læremidler om og med GenAI og dens funktionalitet til bl.a. dansk, matematik, historie, fransk, engelsk og teknologiforståelse hos forlaget Alinea. Fx forløbet “Kunstig intelligens” (Larsen et al., 2024) eller aktiviteten “Når døde bliver levende med AI” (Nielsen, 2024). Læremidlerne er didaktiseret til elevernes alder og kompetenceniveau. Der er desuden flere læremidler på vej til matematik og teknologiforståelse, som udarbejdes på baggrund af forskningsprojektet Albatros om algoritmisk bias (KU, 2024).

Padlets billedgenererende AI-funktionalitet “Jeg kan ikke tegne” er baseret på OpenAI’s Dall-E 2 (Padlet subprocesser list, 2023). Dall-E 2 er opbygget ved hjælp af GPT

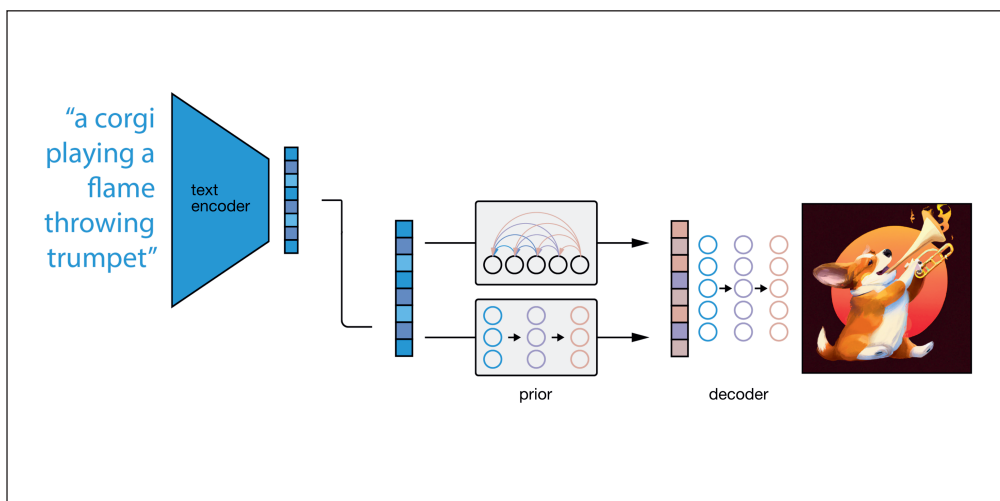
samt en kombination af CLIP og GLIDE, som alle er modeller der tilsammen kan generere realistiske billeder fra naturligt sprog (Ramesh et al., 2022). CLIP (contrastive language-image pretraining) trænes ved hjælp af datasæt bestående af billeder og tekstpar. Modellen associerer datasættene ved at omdanne billederne til numeriske repræsentationer gennem CNN (convolutional neural network) og tekst gennem GPT (generative pretraining transformer). Herefter kombineres repræsentationerne i en fælles transformermodel som søger at maksimere overensstemmelsen mellem rigtige par af billede og tekst og minimere overensstemmelsen mellem forkerte par gennem contrastive learning method (Radford et al., 2021).

Efter træningen kan CLIP bruge “zero-shot learning” til at genkende objekter eller koncepter i nye billeder baseret på naturlige sprogbeskrivelser. Når der gives et nyt billede eller en ny tekst som input, kan CLIP generere et relevant output baseret på de mønstre og sammenhænge den har lært under træningen (Radford et al., 2021).

I Dall-E 2 indgår også en unCLIP-proces hvor diffusionsmodellen GLIDE (guided language to image diffusion for generation and editing) trænes til at skabe billeder fra kode i modsætning til CLIP der skaber kode af billeder. GLIDE skaber nye billeder der ligner de billeder modellen er blevet trænet på, men da GLIDE ikke er deterministisk, kan den skabe flere forskellige billeder ud fra samme input. Diffusionsmodellering involverer en proces hvor et tilfældigt billede med støj iterativt raffineres til at ligne et realistisk billede gennem anvendelse af en serie “denoising”-trin. Udgangspunktet genereres fra prior, som er en forudgående sandsynlighed der bruges til at styre hvilke billeder der genereres. I hver iteration herefter sammenlignes de genererede resultater så resultaterne bliver stadig mere nøjagtige og realistiske, og derved skabes et nyt billede (Nichol et al., 2022).

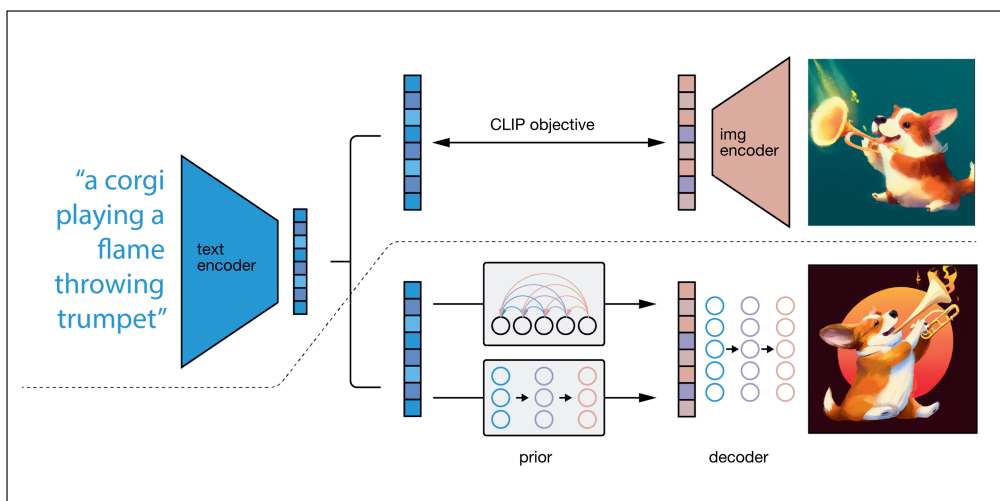


**Figur 10.** Figuren viser denoising-trin i diffusionsmodellen (Ho et al., 2020). I kombination med CLIP kan delementerne i billedet desuden tilpasses på baggrund af CLIPs forståelse for semantiske forbindelser mellem ord og visuelle repræsentationer (Ramesh et al., 2022).



**Figur 11.** Figuren viser processerne i træning af diffusionsmodellen GLIDE (Ramesh et al., 2022).

Ved at kombinere sprog- og billed-GenAI kan Dall-E 2 og dermed "Jeg kan ikke tegne" generere visuelle skildringer baseret på skriftlige beskrivelser. En sprogmodel promptes, hvorefter denne prompt omsættes til en numerisk repræsentation som diffusionsmodellen kan afkode. Herefter påbegyndes diffusionsmodellering med udgangspunkt i prior og gennem oplysninger i den numeriske værdi fra GPT. Efter mange denoising-trin genereres et nyt billede der er inspireret af tekstprompten (Ramesh et al., 2022).



**Figur 12.** Figuren viser billedgenerering med Dall-E 2 (Ramesh et al., 2022). Ifølge Bolander (2023) er forståelse af funktionaliteten i GenAI central læring – også for folkeskoleelever – i forhold til at kunne forholde sig kritisk, kreativt og ansvarligt til både input og output.

## Eksemplarisk læringsaktivitet

Undersøgelsen blev foretaget i en 5.-klasse med 14 elever. Introduktion og opsamling blev filmet med fokus på den samlede klasse, mens gruppernes arbejde blev filmet med fokus på én gruppes arbejde og de andre elevers interaktion med denne gruppe. Underviseren fungerede som observatør under gruppernes selvstændige arbejde. Temaet var vandets kredsløb, som eleverne forud for denne øvelse havde arbejdet med i ca. fire lektioner. Eleverne blev inddelt i grupper med to elever i hver så hver elev havde en sparringspartner gennem forløbet. Vi valgte gruppearbejde som arbejdsform da det tillader en højere grad af aktiv deltagelse fra hver elev end samlet klasseundervisning (Chiriac, 2011). Når eleverne har mulighed for at arbejde mere selvstændigt, opnår de større indflydelse på hvordan opgaven tilgås og løses (Blatchford et al., 2003), hvilket vi vurderede ville støtte elevernes mulighed for at aktivere og dele deres viden om vandets kredsløb for derefter at kunne omformulere det til brugbare og relevante prompter.

I den eksemplariske læringsaktivitet fokuseres på elevernes læreproces i forbindelse med elevpositionen "eleven som kritisk undersøger" (BUVM, 2019), vel vidende at eleverne skifter mellem de fire elevpositioner. Vi vurderer at det er vigtigt i arbejdet med AI at der fokuseres på processen frem for produktet, da det er i processen elevernes kompetenceudvikling forekommer. Dette fokus fremhæves også af ekspertgruppen der har udarbejdet anbefalinger for bl.a. brug af ChatGPT i folkeskolen (Vedersøe, 2024). En forudsætning for kvalificeret undervisning i denne proces er lærerens kompetencer, og derfor er underviseren i den beskrevne læringsituation erfaren både inden for naturfagsundervisning i grundskolen og inden for arbejdet med GenAI. Det er vores hypotese at udfordringer der ses i denne læringsituation, formentlig vil udgøre et minimum af hvad man kan forvente at se i andre sammenhænge hvor læreren er mindre erfaren.

### *Læringsituationens forløb*

Da eleverne påbegynder opgaven, bruges inputfeltet som søgefeltet i en browser ved at de indtaster "vandets kredsløb" som prompt. Eleverne får et resultat, men da opgaven lyder på at skabe et billede der viser vandets kredsløb, er de tvunget til at forholde sig reflekterende og kritiske samt bruge deres viden om vandets kredsløb, hvorfor både elevpositionen "eleven som kritisk undersøger" og modelleringskompetencen sættes i spil. Da eleverne ikke opnår de ønskede resultater, indfinder der sig en frustration på tværs af klassen som bevirker at eleverne deler deres resultater og taler om dem i langt højere grad end vi ser i mange andre læringsituationer. Vi oplever at alle elever deltager og inkluderes, uanset deres faglige niveau. Her ses altså et engagement og læringspotentiale vedrørende samarbejde som vi ikke havde forudset. Der er dog

## Billedgenerering af vandets kredsløb

### Formål:

At udvikle elevernes modelleringskompetence og fremme elevpositionen "eleven som kritisk undersøger" gennem arbejdet med generativ AI. Herudover at opøve elevernes viden om vandets kredsløb gennem generativ AI.

### Baggrund:

Denne elevaktivitet er en del af et større projekt om vand målrettet 5. klasse. I aktiviteten arbejdes der med modelleringskompetencen i naturfag og den generative AI-teknologi integreret i Padlets "Jeg kan ikke tegne".

### Faglig forudsætning:

Eleverne arbejder med Alineas natur og teknologi-forløb "Det rene vand" og har således en forståelse for vands vigtighed, vands tilstandsformer og vands kredsløb.

### Teknisk forudsætning:

Eleverne har tidligere berørt emnet AI og kender derfor til eksempler på generativ AI og ved hvad en prompt er.

### Materialer:

Eleverne skal bruge en iPad/tablet eller en computer og have adgang til programmet Padlet.

### Opgavebeskrivelse:

Generér et billede/en model ved at bruge "Jeg kan ikke tegne" i Padlet. Billedet skal vise vandets kredsløb. Når I er tilfredse med jeres billede/model, sættes det/den ind i Padlet, og følgende spørgsmål besvares:

1. Hvad er jeres prompt?
2. Viser billedet det det skal? Og er budskabet tydeligt?
3. Er der noget i billedet I synes fungerer rigtig godt?
4. Er der elementer i billedet I mener ikke burde være der?
5. Hvad vil I gerne ændre hvis I kunne?
6. Hvad tænker I om at I kan lade "Jeg kan ikke tegne" lave billedet/modellen for jer?
7. Andet I gerne vil dele?


Figur 13. Læringsaktivitet.

**Vandets kredsløb**

**Opgaven**

1. Hvad er jeres prompt?
2. Viser billedet det, det skal?
3. Er der noget i billedet, I synes fungerer rigtig godt?
4. Er der elementer i billedet, I ikke mener burde være der?
5. Hvad ville I gerne have ændret hvis I kunne?
6. Hvad tænker I om at I kan lade "I can't draw" lave billedet / modellen for jer?
7. Andet I gerne vil dele med mig?

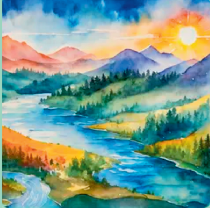
**Gruppe S.D og D**



Vandets kredsløb

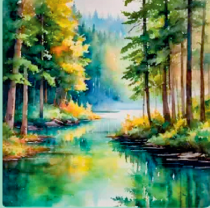
1. Vandet bliver til skyer og falder ned som regn uden personer
2. Ja nogenlunde
3. Havet
4. Fævrige skyer
5. Regn
6. Lidt mærkeligt og jeg ville lave det selv
7. Ja det vil jeg gerne, det var sjovt og lid uhyggeligt

**Gruppe JM og I**




1. Vandets kredsløb natur grund vand havet regn damp og sol
2. Ja lidt, men den mangler havet
3. Lyset. Der er meget damp
4. Der kan godt være lidt mange skyer i stedet for damp
5. Lidt af floden var havet, så man kunne se at den kom ned i havet
6. Det er fedt nok, men den ved ikke helt hvad vi vil have
7. Den er lidt i mellem helt ubrugelig og lidt brugelig

**Gruppe F og E**




1. Skov med vand
2. Vand natur sol damp. Budskabet er ikke vandets kredsløb
3. Ikke så meget vandets kredsløb
4. Nej det er fint
5. Ikke rigtig noget
6. Det er sjovt at bruge og meget spændende, men vi lærer ikke så meget af det kun at bruge sin computer
7. Man kunne godt bruge sine egne talenter til at tegne, for man kan jo altid blive bedre og det er lidt lige meget om ens tegning er grim men man har prøvet

**Gruppe L og N**



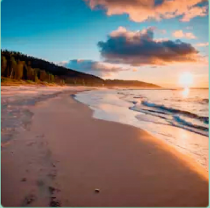
1. Strand
2. Ja lidt, fordi at der ikke er skyer og regn, men der er hav, klipper og sol
3. Ja at billedet viser klipper, sol og havet
4. Nej
5. Vi ville nok ændre at der er flere skyer og noget regn
6. Det var sjovt men også lidt irriterende fordi den første gang kom den ikke med det vi bad om
7. Hvorfor svarer den ikke første gang?

**Gruppe S og J**



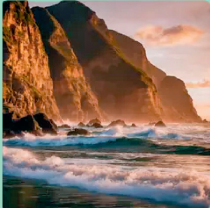
1. Vandets kredsløb, skyer der regner, havet, sne på fjeld, solen der skinner og havet
2. Fjeld
3. Der er sne på fjeld
4. Der er korn i billedet
5. Så man kan se solen
6. Det er sjovt at kigge på billeder
7. Nej

**Gruppe N og A**



1. En strand om efteråret
2. Det ligner lidt vandets kredsløb. At alle elementerne mangler, fordi vi mangler regn og sådan noget.
3. Nej
4. Nej
5. At det ligner vandets kredsløb lidt mere, og at det var tydeligere
6. Det er uhyggeligt at det tager vores data, men det er sejt alligevel
7. Det er sjovt, men AI vil ikke det samme som vi vil

**Gruppe P og I**



1. Vandets kredsløb
2. Lidt, fordi der er vand og bjerge
3. Det er flot
4. Nej
5. Zoom lidt ud
6. Det fungerer godt, men det der er problemet er, at det nogle gange tegner noget helt andet end det man skrev
7. Nej

Figur 14. Elevernes skriftlige besvarelser.

også risiko for at elevernes frustration i værste fald kan føre til demotivation, såfremt processen ikke stilladseres af en kompetent underviser der kan stilladserer elevernes læring om hvordan GenAI fungerer.

Elevernes modelleringskompetence og kommunikationskompetence er i spil under hele læreprocessen og udbygges efterhånden som de ved gentagelser arbejder mere kritisk undersøgende med forskellige prompter som de selv formulerer, fx udbygges prompten "vandets kredsløb" til at omfatte færfaglige begreber som sol og damp, og

mod lektionens afslutning bruges også faglige begreber som fordampning og fortætning. Også læreprocesser vedrørende elevpositionen “eleven som kritisk undersøger” ses gentagne gange i læringsituationen da eleverne er tvunget til at forholde sig reflekterende og kritisk igennem hele opgaven. Eleverne personificerer flere gange “Jeg kan ikke tegne”, fx siger en elev: “... den ville ikke samarbejde.” Her bliver den generative AI attribueret den menneskelige egenskab samarbejde. Eftersom teknologien er robotter med viden baseret på træning, besidder den ikke egentlig forståelse og vilje – begge nødvendige elementer i samarbejde. Det udgør en vigtig indsigt for såvel lærere som elever med henblik på at maksimere læringspotentialet af GenAI gennem læreprocesserne relateret til elevpositionen “eleven som kritisk undersøger”. Derfor anbefaler vi at både lærere og elever opnår forståelse for de tekniske funktionaliteter i “Jeg kan ikke tegne”, med udgangspunkt i lærernes baggrundsviden og elevernes aktuelle kognitive udviklingsstadie.

Undervejs oplever eleverne bias i resultaterne da de søger på “strand” og får piger i bikini frem i det genererede billede. Her ses endnu et læringspotentiale, denne gang vedrørende bias hvor eleverne har mulighed for at forholde sig kritiske og undersøgende. Under evalueringen vurderer eleverne anvendelsesmulighederne for “Jeg kan ikke tegne” og ser muligheder i realistisk genererede eksempler, men vil i lignende sammenhænge vælge at bruge Google i forbindelse med modellering. Her ser vi en oplagt mulighed for at lære eleverne om hvordan GenAI fungerer sammenlignet med fx Google som søgemaskine. Trods elevernes præference vil vi ikke anbefale at bruge Google til en lignende aktivitet da vi så mange flere elever deltage aktivt og kommunikere fagligt end vi tidligere har gjort ved lignende aktiviteter og brug af netop søgeresultater fra Google.

Som det ses af ovennævnte, er læringspotentialet i arbejdet med GenAI omfattende. Vi oplevede flere gange eksempler på læringspotentialer som vi ikke havde forudsat, hvorfor en læringsaktivitet som den afprøvede med fordel kan udvides, særligt i efterbearbejdningen med klassen hvor der er mulighed for yderligere aktivering af elevernes refleksion og kritiske stillingtagen.

### *Tilpasning og udvidelse af læringsaktiviteten*

Under selve genereringsprocessen kan der med fordel afsættes mere tid til at stilladser arbejdet med elevernes prompter. Herved skabes der mulighed for at de oplever at kunne generere billeder der nærmer sig det oprindelige mål, således at de undervejs også opnår viden om vigtigheden af prompt-engineering. Vær opmærksom på at vi i afprøvningen af prompter erfarede at der fremkom bedre modeller når der blev promptet på engelsk.

Prompt: “Display a model of the watercycle. Show evaporation, condensation, rain,



sun and the progress with arrows.”

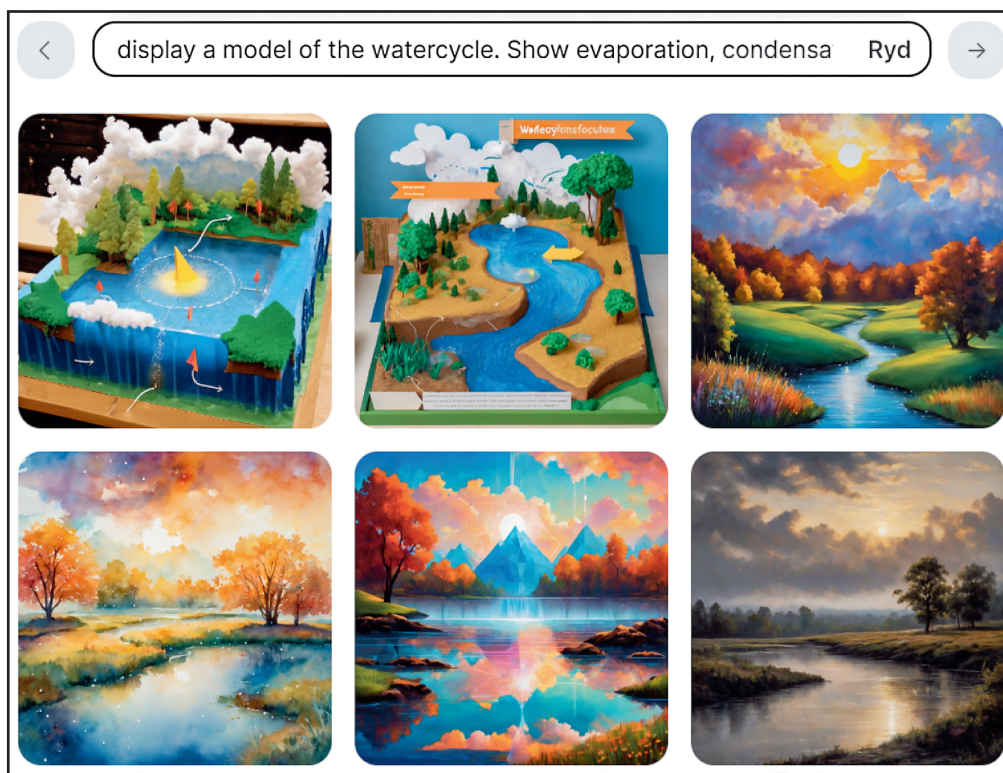
Særligt i forbindelse med opsamlingen i klassen er der mulighed for at aktivere elevernes refleksion og kritiske stillingtagen i forhold til arbejdet med GenAI, hvorfor vi foreslår at der afsættes yderligere tid til opsamlingen, fx ved en samtale i klassen vedrørende uddybning af aktivitetens spørgsmål og de afledte læringspotentialer med afsæt i hv-spørgsmål der bl.a. stilladserer elevpositionen “eleven som kritisk undersøger” (BUVM, 2019). Fx:

- Hvad skal der til for at I selv kan tegne en model af vandets kredsløb? (Formål: Eleverne reflekterer over og italesætter at der er behov for baggrundsviden om hvad vandets kredsløb er, og hvordan elementerne i kredsløbet spiller sammen med og i forhold til hinanden).
- Hvad tror I der skal til for at “Jeg kan ikke tegne” kan generere en model som I er tilfredse med? (Formål: Eleverne reflekterer over og italesætter at “Jeg kan ikke tegne” mangler den nødvendige baggrundsviden).
- Hvordan tror I at “Jeg kan ikke tegne” kan få den nødvendige viden? (Formål: Eleverne reflekterer over og italesætter hvordan GenAI opnår “viden”).
- Hvad betyder jeres viden om robotens træning for de resultater I generelt kan forvente at få fra “Jeg kan ikke tegne” og andre billedgenererings-AI-værktøjer? (Formål: Eleverne reflekterer over og italesætter at de er nødt til at forholde sig undersøgende og kritisk til billedgenererings-AI).
- Hvorfor kom der mon piger frem i billedet da I søgte på “strand”? (Formål: Eleverne reflekterer over robotens træning og den deraf følgende bias).
- Hvilke formål tror I at “Jeg kan ikke tegne” vil være rigtig god til? (Formål: Eleverne reflekterer over mulighederne ved brug af “Jeg kan ikke tegne” baseret på deres nuværende erfaringer).

## Diskussion

Undersøgelsen og konklusionerne herpå skal ses i lyset af at det var en lille gruppe elever, lærere og skoleledere der deltog. Undersøgelsen giver dermed ikke grundlag for at generalisere, men giver dog et indblik i hvordan GenAI kan indgå i naturfagsundervisning, hvilket der for nuværende er meget begrænsede eksempler på.

Baseret på denne undersøgelse mener vi at man med fordel kan undersøge om brugen af GenAI kan understøtte naturfaglig kompetenceudvikling i andre lærings-situationer. Eksempler på dette kan være at man fx med fokus på modelleringskompetencen kan bruge GenAI til at hjælpe med at forklare komplekse datamønstre ved at generere visualiseringer og assistere eleverne i at opbygge egne modeller, fx ved at



Figur 15. Eksempler på genererede billeder.

automatisere dele af processen eller ved at foreslå ændringer og forbedringer. GenAI kan også hjælpe eleverne med at afprøve deres idéer og udforske potentielle resultater. Ved at bruge generative AI-modeller kan eleverne simulere forskellige eksperimentelle forhold og observere sandsynlige resultater. Dette kan fx hjælpe dem med en større forståelse for hvordan man designer et godt eksperiment, hvilket vil understøtte udvikling af undersøgelseskompetencen. I denne proces kan AI også assistere eleverne med at identificere potentielle fejl i deres metoder eller resultater ved at guide til en kritisk evaluering baseret på bestemte kriterier. GenAI kan desuden hjælpe med sortering og analyse af store mængder data, hvilket kan være særlig nyttigt i naturvidenskabelige undersøgelser da det kan gøre det muligt for eleverne at fokusere på tolkningen af data. GenAI kan desuden hjælpe med at øve elevernes evne til at generalisere ved at generere nye datasæt baseret på de principper og mønstre den har lært. Dette kan hjælpe eleverne med at se hvordan resultaterne fra en undersøgelse kan anvendes i nye situationer, hvilket kan understøtte udvikling af perspektiveringskompetencen. Ovennævnte er blot enkelte eksempler på hvor vi ser muligheder for hensigtsmæssigt at inddrage GenAI i læringsituationer med eleverne, men udforskning af læringspo-

tentialerne forbundet hermed kræver mindre tilbageholdenhed blandt undervisere og skoleledere.

En del af den tilbageholdenhed der findes vedrørende integration af AI i undervisningen, skyldes bekymring om snyd og negativt læringspotentiale. Desuden er der bekymring for hvordan det vil påvirke lærerens rolle. Dette kommer bl.a. til udtryk i et interview med underviser Morten Walsted i *Uddannelsesbladet* (Plechinger, 2023). Det er vores vurdering at GenAI aldrig vil kunne erstatte læreren, men at GenAI kan styrke lærerens rolle. Læreren vil i arbejdet med GenAI bl.a. skulle varetage rollen som procesvejleder, som proces-evaluator og som faglig garant (Vedersøe, 2024). Det er en omfattende opgave hvis man ikke er erfaren i arbejdet med GenAI og måske ovenikøbet er urolig for plagiat og negativt læringspotentiale. Vores anbefaling vil i så fald være at man som lærer begynder at bruge GenAI i sin forberedelse og deler erfaringerne med sine kolleger. Herefter kan man bruge de læringsaktiviteter der allerede er udviklet af bl.a. Alinea og KU, og som stræber mod at give eleverne et positivt læringsudbytte uden mulighed for snyd.

Faktum er at den verden vi forbereder eleverne på at være kompetente og ansvarlige deltagere i, er en verden med AI, og det er essentielt for vores bæredygtige fremtid at eleverne også er kompetente og ansvarlige i forbindelse med AI – og det ansvar mener vi at skolen skal være med til at løfte. Dette er i overensstemmelse med ekspertgruppens anbefaling om at skoleledelsen bør have fokus på digitalisering og AI som et redskab til læring. Som det ses af spørgeskemaundersøgelsen til skolelederne, var kun 10,5 % opmærksomme på at sikre kompetenceudvikling af lærerne, og størstedelen af skolelederne var selv usikre på brugen af AI. Skolelederne skrev bl.a. følgende i spørgeskemaet:

- “Aner ikke noget om AI.”
- “Kender ikke så meget til det, men kan regne med, at man kan bruge det til inspiration eller som hjælpemidler.”
- “Jeg ved ikke om vi kan bruge det på skolen.”
- “Jeg kender ikke ret meget til AI, mine forventninger er minimale.”

Dette giver, efter vores vurdering, anledning til også at vende fokus mod skolernes ledelse. Spørgsmålet er om fokus på bekymringer vedrørende brugen af GenAI overskygges af fordelene ved relevant og værdifuld anvendelse af AI i skolens undervisning. Det er vigtigt at ledelsen på hver skole anerkender betydningen af at uddanne både lærere og elever i brugen af AI så de er rustet til at håndtere de etiske, sociale og teknologiske udfordringer der følger med. Denne kompetenceudvikling bør ikke kun fokusere på de tekniske aspekter af AI, men også på hvordan man kritisk og reflekterende kan anvende AI i læringsituationer så eleverne udvikler en evne til at

være både analyserende modtagere, kritiske undersøgere, kreative producenter og ansvarlige brugere.

Ydermere bør der skabes en åben dialog mellem lærere, elever, forældre og ledelse for at sikre en fælles forståelse for GenAI's anvendelse i undervisningen. Dette kan bidrage til at afmystificere teknologien og minimere de bekymringer der opstår i takt med nye teknologiers indtog i skoleverdenen. Skolernes ledelse vil i denne sammenhæng spille en central rolle i at sikre at denne dialog er konstruktiv, inkluderende og værdiskabende for elevernes læring.

## Konklusion

På baggrund af vores undersøgelse, afprøvning og analyse konkluderer vi at implementering af GenAI i læringssituationer har et betydeligt potentiale til at stilladse elevernes digitale og naturfaglige læreprocesser og kompetenceudvikling i relation til elevpositionen "eleven som kritisk undersøger". GenAI bør dog kun implementeres i undervisningen hvor det giver værdi for elevernes læring, og det er vigtigt at man fokuserer på processen i elevernes arbejde frem for produktet. Desuden har det grundlæggende betydning for elevernes læring om og med GenAI, i dette tilfælde "Jeg kan ikke tegne", at eleverne opnår forståelse for hvordan teknologien fungerer, for at opnå maksimalt læringsudbytte.

På baggrund af respons på det udsendte spørgeskema til lærerne kan vi dog konkludere at en stor andel af de adspurgte lærere er bekymrede for GenAI's potentielle negative indflydelse på elevernes læringspotentiale, hvorfor teknologien muligvis slet ikke integreres i deres undervisning. Derfor er det vores vurdering at hensigtsmæssig brug af GenAI i læringssituationer med eleverne kræver en indsats i form af kompetenceudvikling hos lærerne på den pågældende skole, og sandsynligvis på en stor del af landets skoler, hvilket involverer en grundlæggende forståelse for generative AI-teknologier.

Mens brugen af GenAI kan bidrage til udvikling af elevernes faglige og digitale kompetencer vedrørende læreprocesser i relation til elevpositionen "eleven som kritisk undersøger", er det vores vurdering at der på nuværende tidspunkt også er væsentlige udfordringer. Disse gør sig særligt gældende i forbindelse med kompetenceudvikling af lærerne, udvikling af læremidler og velovervejet implementering af brugen af GenAI, fx gennem læreplanerne.

Sammenfattende konkluderer vi at udfordringerne kan imødegås ved at udmønte aktiviteterne i indsats-teorien (figur 6) som et element i den enkelte skoles strategiske indsatsområde i arbejdet med GenAI. Herved sikres både en opkvalificering af lærerne og en stilladsering af elevernes faglige og digitale læreprocesser samt kompetenceudvikling i relation til elevpositionen "eleven som kritisk undersøger". Dette gøres

gennem bl.a. lærerworkshops, e-learning og eksemplariske læremidler så der sikres et generelt løft af vidensniveauet vedrørende GenAI.

På baggrund af ovenstående foreslår vi yderligere forskning og debatter om optimale strategier for implementering. Dette inkluderer overvejelser om ressourcetildeling til læreres kompetenceudvikling samt udvikling af kvalitetslæremidler orienteret mod GenAI til uddannelse af både lærere og elever og desuden et fokus på både praktisk anvendelighed, digital dannelse og elevernes læringspotentiale ved brug af GenAI.

## Referencer

- Blatchford, P., Kutnick, P., Baines, E. & Galton, M. (2003). Toward a social pedagogy of classroom group work. *International Journal of Educational Research*, 39(1-2), 153-172. [https://doi.org/10.1016/S0883-0355\(03\)00078-8](https://doi.org/10.1016/S0883-0355(03)00078-8)
- Bolander, T. (2023). *ChatGPT – forstå robotten og den kunstige intelligens*. Webinar hostet af Zevio, 28. november. <https://zevio.com/da/event/chatgpt-forsta-robotten-og-den-kunstige-intelligens-1890>
- Børne- og Undervisningsministeriet (BUVM). (2019). *It og medier – vejledning*. <https://emu.dk/sites/default/files/2020-04/It%20og%20Medier%20-%20vejledning.pdf>
- Børne- og Undervisningsministeriet (BUVM). (2023). *Ekspertgruppen om ChatGPT og andre digitale hjælpemidlers foreløbige anbefalinger*. <https://www.uvm.dk/-/media/filer/uvm/aktuelt/pdf23/dec/231217-ekspertgruppens-foreloebige-anbefalinger-chatgpt.pdf>
- Børne- og Undervisningsministeriet (BUVM). (2024). *Ekspertgruppen om ChatGPT og andre digitale hjælpemidler – anbefalinger, april 2024*. <https://www.uvm.dk/-/media/filer/uvm/aktuelt/pdf24/april/240423-ekspertgruppen-om-chatgpt-og-andre-digitale-hjaelpemidlers-rapport.pdf>
- Chiriac, E.H. (2011). Research on group work in education. I R.V. Nata (red.), *Emerging Issues in Compulsory Education: Progress in Education* (20. udg., s. 25-44). Nova Science Publishers.
- Danmarks Evalueringsinstitut (EVA). (2009). *En lærerig vej til resultater – håndbog i evaluering ved hjælp af indsatsteori*. Danmarks Evalueringsinstitut. <https://admin.eva.dk/Media/638344032662866546/En%20laererig%20vej%20til%20resultater%20h%C3%A5ndbog.pdf>
- Digitaliserings- og Ligestillingsministeriet. (2023). *Faktaark – økonomioversigt for initiativer i Digitaliseringsstrategien*. <https://www.digmin.dk/Media/638357262201752327/Faktaark%20-%20c3%98konomioversigt%20PDF.pdf>
- Future of Life Institute. (2023). *Pause giant AI experiments: An open letter*. <https://futureoflife.org/open-letter/pause-giant-ai-experiments/>
- Ho, J., Jain, A. & Abbeel, P. (2020). *Denoising diffusion probabilistic models*. <http://doi.org/10.48550/arXiv.2006.11239>
- Ji, Y. & Kim, S. (2018). Gap analysis. I *The International Encyclopedia of Strategic Communication*. <https://doi.org/10.1002/9781119010722.iesc0079>

- Johnson, R.B. & Onwuegbuzie, A.J. (2004). Mixed methods research: A research paradigm whose time has come. *Educational Researcher*, 33(7), 14-26. <https://doi.org/10.3102/0013189X033007014>
- Københavns Universitet (KU). (2024). *Fra datalogisk frontforskning i algoritmisk bias til autentisk integration af teknologiforståelse i matematikundervisning*. Institut for Naturfagenes Didaktik, Københavns Universitet. <https://www.ind.ku.dk/projekter/albatros/>
- Larsen, L.Z., Nielsen, N. & Pejtersen, A. (2024). Kunstig intelligens. *Alinea*. <https://dansk.alinea.dk/course/aYui-kunstig-intelligens>
- Nichol, A., Dhariwal, P., Ramesh, A., Shyam, P., Mishkin, P., McGrew, B., Sutskever, I. & Chen, M. (2022). *GLIDE: Towards photorealistic image generation and editing with text-guided diffusion models*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2112.10741>
- Nielsen, N.P. (2024). Når døde bliver levende med AI. *Alinea*. <https://portal.alinea.dk/activity/alc5-n-ar-doede-bliver-levende-med-a>
- Padlet subprocesser list. (2023). <https://docs.google.com/spreadsheets/d/1sJAt34Co7SyJHSwNmm6UsMxlgajurgORbPW5NwhFRFk/edit#gid=1979223826>
- Plechinger, D. (2023). Lærere skal ikke være eksperter i AI for at bruge det. *Uddannelsesbladet*, 3. november. <https://uddannelsesbladet.dk/artikel/laerere-skal-ikke-vaere-eksperter-i-ai-bruge-det>
- Radford, A., Kim, J.W., Hallacy, C., Ramesh, A., Goh, G., Agarwal, S., Sastry, G., Askell, A., Mishkin, P., Clark, J., Krueger, G. & Sutskever, I. (2021). *Learning transferable visual models from natural language supervision*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2103.00020>
- Ramesh, A., Dhariwal, P., Nichol, A., Chu, C. & Chen, M. (2022). *Hierarchical text-conditional image generation with CLIP latents*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2204.06125>
- Steinbauer, G., Kandlhofer, M., Chklovski, T., Heintz, F. & Koenig, S. (2021). A differentiated discussion about AI education K-12. *KI – Künstliche Intelligenz*, 35, 131-137. <https://doi.org/10.1007/s13218-021-00724-8>
- Vedersøe, B. (2024). *Ekspertgruppen om ChatGPT og prøver – foreløbige anbefalinger og det videre arbejde*. SIG-webinar, 9. januar, It-vest. <https://www.it-vest.dk/arrangementer/sig-webinar-9-januar-2024-ekspertgruppen-om-chatgpt-og-proever>
- Zhang, P. & Tur G. (2023). A systematic review of ChatGPT use in K-12 education. *European Journal of Education*, 59(2), e12599. <https://doi.org/10.1111/ejed.12599>

## English abstract

*The article is based on a study examining how generative AI can enhance students' scientific and digital competencies in primary and secondary education. The study included a survey among school leaders and teachers as well as a learning activity with students. The results show that while many teachers are concerned about the influence of generative AI on students' learning, there is significant learning potential if the technology is used appropriately. The article presents an exemplary learning activity as a framework for learning with generative AI and concludes that the technology can positively contribute to students' learning, provided that teachers receive training and resources. The article concludes with recommendations for further research and considerations regarding the implementation of generative AI.*