

Kvaliteter ved digitale læremidler og ved pædagogiske praksisser med digitale læremidler

Forskningsbaseret bidrag til anbefalinger, pejlemærker og kriterier i forbindelse med udmøntning af midler til indkøb af digitale læremidler

Af Thomas Illum Hansen og Jeppe Bundsgaard

ISBN 987-87-7252-321-7



Dette værk er licenseret under en [Creative Commons Navngivelse-DelPåSammeVilkår 3.0 Unported Licens](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/).

Indholdsfortegnelse

1. Forord.....	3
1.1. Fokus på faglige, og pædagogiske og økonomiske effekter	3
2. Hvad virker under hvilke forhold.....	5
3. Vurdering af digitale læremidler	7
3.1. Typer og forventede effekter	7
Repetitive læremidler.....	7
Formidlende læremidler.....	8
Stilladserende læremidler.....	9
Praksisstilladserende læremidler.....	10
3.2. Kvaliteter og evalueringsparametre.....	11
Legitimitet.....	15
Indholdskvalitet & faglighed	16
Aktiviteter, interaktivitet og rum	18
Tilgængelighed.....	19
Progression og læringsudbytte.....	20
Differentiering.....	22
Brugervenlighed.....	24
Sammenhæng.....	26
4. Evaluerings- og designprincipper for digitale læremidler	28
4.1. Evaluering af digitale læremidler.....	28
4.2. Pejlemærker for anskaffelse af digitale læremidler.....	28
Objektive krav.....	28
Læse- og skriveteknologier	28
Åbne standarder og formater.....	29
Graden af interaktivitet	29
Typen af læremiddel.....	29
Evalueringskrav	30

Pejlemærker	30
4.3. Designprincipper for digitale læremidler	30
Fokusering: undgå unødvendig kognitivt arbejde	31
Tilgængelighedsprincippet	31
Reduktionsprincippet	31
Figur/baggrund-princippet	31
Gentagelsesprincippet	31
Nærhedsprincippet (spatial og temporal kontiguitet).....	32
Understøtning: støt op om væsentlige kognitive og kollaborative processer	32
Det eksemplariske princip.....	32
Det genetiske princip.....	32
Multimedie- og multimodalitetsprincippet	32
Samarbejdsprincippet	33
Sammenhængsprincippet	33
Udfordring: motivér og stimuler kognitive og kollaborative processer	33
Personaliseringsprincippet	33
Interaktivitetsprincippet	33
Autenticitetsprincippet	34
5. Referencer	35

1. Forord

Forskningsrapporten *Kvaliteter ved digitale læremidler og ved pædagogiske praksisser med digitale læremidler* er, som undertitlen angiver, et forskningsbaseret bidrag til stat, kommuner og skolars vurdering og brug af digitale læremidler. Grundlaget er et større review af international forskning i digitale læremidlers effekt samt en analyse og typologisering af de digitale læremidler, der var tilskudsberettigede i 2012/2013.

I rapporten præsenteres en typologi for digitale læremidler, otte evalueringsparametre til brug ved evaluering af digitale læremidler samt et bud på designprincipper, som kan anvendes af producenter af digitale læremidler.

Forskningsrapporten er udarbejdet af Jeppe Bundsgaard fra Århus Universitet (DPU) og Thomas Illum Hansen fra University College Lillebælt (Læremiddel.dk). Den udgør første delprodukt i en større effektmåling af digitale læremidler, som bliver gennemført i samarbejde med Rambøll Management Consulting og Boston Consulting Group. Projektet er finansieret af de 500 mio. kr., som regeringen har afsat i perioden 2012-2015 til at styrke anvendelsen af it i folkeskolen.

1.1. Fokus på faglige og pædagogiske effekter

Effektmålingen omfatter både en undersøgelse af faglige, pædagogiske og økonomiske effekter. Nærværende rapport fokuserer på de faglige og pædagogiske effekter, dvs. på hvordan digitale læremidlers implicitte fagforståelse og derved faglige potentialer kan vurderes, og på digitale læremidlers betydning for undervisningskulturen og omvendt kontekstens betydning for, om vi udnytter digitale læremidlers pædagogiske potentiale.

Effektmålingen skal kombinere den eksisterende forskningsviden fra internationale studier, som præsenteres i denne rapport, med en omfattende undersøgelse, hvor der blandt andet bliver gennemført en spørgeskemaundersøgelse og foretaget casestudier og strukturerede interviews.

Hensigten er at foretage en måling af den aktuelle situation i folkeskolen og analysere, hvilke effekter læremidlerne har i de konkrete læringssituationer. Spørgsmålet om effekt er imidlertid kompliceret. Effekterne afhænger nemlig af en række modifikatorer, blandt andet af den enkelte skoles kultur, lærertyper og elevgrundlaget. Forandringsteorien for projektet præsenteres derfor også i denne rapport. Denne forandringsteori illustrerer kompleksiteten ved anvendelsen af digitale læremidler og kan give beslutningstagere, konsulenter og praktikere indsigt i, hvilke faktorer der kan være medbestemmende for udfaldet af indkøb og brug af digitale læremidler, og hvorfor forventning om en positiv effekt ikke alene kan baseres på indkøb og brug af digitale læremidler.

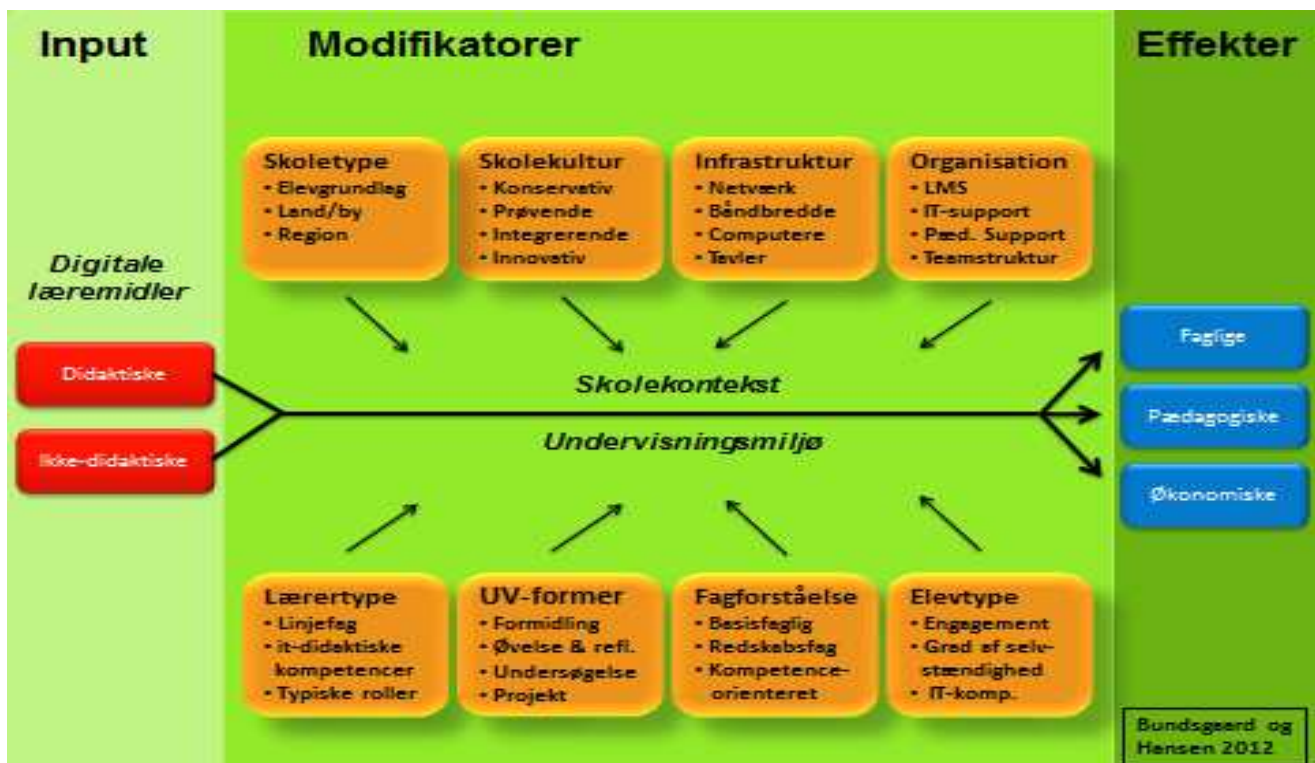
Jeppe Bundsgaard og Thomas Illum Hansen, juli 2013

2. Hvad virker under hvilke forhold

John Hattie konkluderer i sit metastudie af metastudier, at brug af computere samlet set har vist en effekt på $d=0.37$, men med en Common Language Effect (CLE) på 25 %, dvs. at 25 gange ud af hundrede vil brug af computere vise en effekt (Hattie 2008: 220). Hattie vurderer selv, at som så mange andre strukturelle innovationer i undervisning, så kan computere forøge sandsynligheden for læring, men der er ingen nødvendig forbindelse mellem at have computere, anvende computere og læringsudbytte (ibid.: 221). Der viser sig en fordel ved at anvende computere som supplement til, frem for en erstatning for lærerstyret undervisning (ibid.: 222). Det viser sig ligeledes, at der er bedre effekter, når det er eleverne, der er styrende for aktiviteterne, end hvis det er systemet eller læreren (ibid.: 225). Fx viser et metastudie, at elever der skriver på computer i stedet for på papir, skriver længere og mere kvalificerede tekster (ibid.: 225). Et andet klart resultat er, at det er væsentligt bedre, hvis eleverne anvender computeren sammen, end hvis de sidder hver for sig. Samtidig viser det sig, at denne effekt forbedres, hvis eleverne i forvejen har lært og har erfaring med at arbejde i grupper (ibid.: 225f.). Endelig er det af væsentlig betydning, at den feedback som gives, når elever arbejder med computer, er indholdsfyldt. Det er ikke nok, at computeren siger at en given handling er rigtig eller forkert (ibid.: 227).

De resultater, Hattie formidler, viser, at en undersøgelse af it's betydning alene ikke vil resultere i en tilstrækkelig nuanceret forståelse af, hvad der er sket, og hvad der har virket. Anvendelsen af it er stærkt afhængig af den kontekst, den foregår i. Det er således nødvendigt at have fokus på, hvilke typer af undervisning der foregår, hvilke aktiviteter eleverne udfører, hvordan it indgår i disse, og ikke mindst hvilke typer af digitale læremidler der konkret anvendes.

Det betyder, at der er en sammenhæng mellem type af digitale læremidler, der anvendes, og typen af skolekulturen, skoletype, infrastruktur, organisering på skolen, lærertype, læremiddelbrug og elevtype og det faglige og pædagogiske udbytte af anvendelse af digitale læremidler. Det kan skitseres i nedenstående forandringssteori for, hvordan digitale læremidler virker inden for forskellige institutionelle og undervisningsmæssige kontekster.



Modellen udtrykker, at der er solid forskningsviden om de enkelte modifikatorer, men begrænset viden om hvilke digitale læremidler der virker, hvordan, for hvem og under hvilke omstændigheder. Som det fremgår af kapitel 3 og 4 er det ikke desto mindre muligt at begrunde forventede effekter af bestemte typer med afsæt i international forskning, og i forlængelse heraf mere generelt beskrive kvaliteter ved digitale læremidler.

De otte kategorier af modifikatorer tegner tilsammen et billede af en kompleks kausalitet. De fire øverste er parametre for skolekonteksten. Datakilder hertil vil typisk være dokumentstudier af policy papers og surveys og interviews med ledere, vejledere eller lignende nøglepersoner som respondenter eller informanter, der har global, skoleomfattende viden om skolens profil.

De fire nederste kategorier er parametre for undervisningsmiljøet. Datakilder hertil vil typisk være undervisningsplaner, lærerlogbog og surveys og interviews med lærere som respondenter og/eller informanter, der har lokal, kontekstspecifik viden om undervisningens karakteristika. De to typer af kategorier og datakilder kan bruges til at triangulere data. Desuden har spørgsmål til lærerens karakteristika af elevtyper afgørende betydning for en valid karakteristika af undervisningen, fordi lærerens karakteristika af elever bliver en indirekte datakilde karakteristika af egen undervisning. Hvis eleverne fx uengagerede og uselvstændige, er der stor sandsynlighed for, at der er en kausal sammenhæng med lærerens fagforståelse, forudsætninger og anvendt undervisningsform.

Når vi i det følgende derfor taler om, hvordan digitale læremidler kan vurderes, og hvad der kan forventes af udbytte af brug, så skal det læses med bevidsthed om, at læremidlerne ikke i sig selv har de givne effekter, men at de er en faktor blandt mange, der kan føre til et givet, ønsket resultat.

3. Vurdering af digitale læremidler

3.1. Typer og forventede effekter

Inspireret af bl.a. Koschman (1996) og Saywer (2006) skelner vi mellem fire typer af didaktiske digitale læremidler baseret på en række prototypiske forskelle i forhold til de teorier om læring, undervisning og forskning, de bygger på. Der er tale om prototypisk organiserede kategorier (Rosch 1978 og Lakoff 1987) med en "radial" struktur (specifikke digitale læremidler kan være mere eller mindre centrale/perifere eksempler inden for kategorien) og "fuzzy" grænser (specifikke digitale læremidler kan befinde sig i en gråzone mellem forskellige kategorier).

Repetitive læremidler

Repetitive læremidler er designet med henblik på træning af simple rutiner, procedurer og/eller fakta, fx bogstavgenkendelse, regning, grammatik, ordforråd og videnskabelige dogmer. De er bygget op omkring kontekstafhængig, formaliseret viden og strukturerede problemer, der kan kodes ud fra en binær logik, fx sand/falsk eller rigtig/forkert. Typisk er de kendetegnet ved en IRF-struktur (Sinclair og Coulthard 1975), hvor maskinen initierer, eleven responderer og maskinen giver feedback. Læremidlet kan således stille et spørgsmål eller opstille en udfordring, som eleven skal svare på eller løse, og læremidlet giver umiddelbart derefter feedback i form af fx klapsalver, smileys, fejl-lyd eller ord som rigtigt eller forkert.

Repetitive læremidler implicerer typisk en behavioristisk læringsteori, dvs. en læringsteori som hævder at det, der skal læres, er procedural og deklarativ viden, og at det læres bedst, hvis der er et stimulus, som eleven giver respons på, hvorefter eleven får et feedback på korrektheden af responsen, også kaldet operant betingning. En del repetitive læremidler er designet som læringsspil, hvor der er en motiverende ramme med flot grafik, men de kan også være designet som en serie tekstbaserede multiple choice-tests eller tilsvarende lukkede opgaver. Eller de kan have form som læringsobjekter, der identificerer et bestemt sæt af læringsmål, nedbryder disse mål i et sæt af simple delopgaver (opgave-komponenter) og rammesætter en sekvens af aktiviteter, der er designet til at lede frem til et nærmere bestemt læringsudbytte.

Forskning i repetitive læremidler er ofte behavioristisk, eksperimentel og teknologidrevet. Læring opfattes som en afhængig variabel, der påvirkes af teknologisk innovation. Eksperimenter inden for denne tilgang har typisk form som måling af læringseffekter af en teknologisk intervention, der bliver kontrolleret i forhold til undervisning uden intervention. Internationalt bliver denne forskning betegnet CAI-forskning, fordi den har fokus på "computer assisted instruction".

Repetitive læremidlers typiske effekt i undervisningen er, at de individualiserer elevernes arbejde. Eleverne er nødt til at være aktive, de har mere tid med opgaverne, kan selv vælge tempo, feedback er privat, læremidlernes respons er umiddelbar, og deres tålmodighed er ubegrænset. Læreren er ikke bundet til fælles formidling på klassen, men kan målrette sin opmærksomhed mod enkelte elever. Typiske læringseffekter er, at eleverne bliver umiddelbart motiverede af den hurtige respons, men de lukkede opgaver og den formaliserede viden hæmmer det faglige engagement og rækkevidden af læringsudbyttet (dets generaliserbarhed og transfereffekt), da det er vanskeligt at overføre til forskellige former for kontekstspecifik problemløsning. Til gengæld bliver eleverne

trænet i at præstere i test inden for "accountability"-traditionen (fx nationale test), der ligeledes er bygget op om lukkede og kontekstafhængige opgaver med fokus på hukommelse og dekontekstualiseret fakta og problemløsning.

Formidlende læremidler

Formidlende læremidler er designet med henblik på formidling af viden inden for et fag, fagligt område eller tværfagligt tema, fx historie, litteratur eller danske dyr. De minder ofte om en digital version af et lærebogssystem, idet de varetager de samme funktioner i undervisningen: elevhenvendt formidling, forslag til opgaver og organisering af undervisning og lærerhenvendt støtte og vejledning. Typisk er de kendetegnet ved, at de støtter op om en LFOP-struktur (Bundsgaard og Hansen 2011). *L* står for "lærerfremlæggelse" i kombination med læremidlets formidling af indhold, *F* for forståelseskontrol, *O* for opgaveløsning og *P* for plumbearbejdning.

Formidlende læremidler implicerer typisk en instruktivistisk læringsteori (Saywer 2006), dvs. en læringsteori som hævder, at viden (forståelse og færdigheder) kan overføres og formidles i en generaliseret og regelbeskrevet form, og at den derefter skal indlæres gennem bearbejdning. Formidlingsorienterede læremidler kan både være bygget op som en hjemmeside med en flad hypertextstruktur, som iBog med en mere lineær progression og som et univers med en navigation, der er styret af en rumlig metafor, fx en ø-, en by- eller en landskabsmetafor. I sammenligning med repetitive læremidlers interaktivitet (der har form som stimuli-respons) har de en højere grad af frihed og brugerkontrol.

Forskning i formidlende læremidler har primært beskæftiget sig med lærebogssystemer ud fra en tekstanalytisk tilgang, der kan bruges til at opstille kriterier for god formidling og undervisning, men de er sjældent funderet i empiriske studier (Knudsen m.fl. 2011). Et enkelt studie har vist, at den generelle kvalitet i læremidler (der traditionelt set har været formidlende) har en statistisk signifikant, positiv effekt på PISA-resultater (Fuchs og Wössman 2004: 17). Denne undersøgelse er indifferent over for valg af medie og teknologi, men andre komparative eksperimentale studier dokumenterer en signifikant højere læringseffekt ved computerbaseret multimodal formidling i forhold til kontrolgrupper, der kun havde adgang til analog formidling (Brünken og Leutner 2001: 357-366). Den beskudne empiriske forskning i formidlingsorienterede læremidler kan i begrænset omfang kompenseres ved, at der eksisterer en del forskning i hjemmesiders usability (Nielsen 2010, Hansen 2012), men denne forskning vedrører primært interaktion med en brugerflade og ikke interaktion med et indhold.

Formidlende læremidlers typiske effekt i undervisningen er, at de understøtter en LFOP-struktur. Resultatet er en traditionel formidlingsorienteret og lærerstyret undervisning, hvor et stof præsenteres, og der stilles en opgave fx med afsæt i fagtekster. Derefter foregår der en kontrol (har alle forstået opgaven), inden man går i gang med en behandling individuelt eller i grupper af det præsenterede stof i form af opgaveløsning i bred forstand (fra besvarelse af rutinespørgsmål til diskussion eller applicering af stof på et fænomen). Til sidst bliver elevernes arbejde samlet op og bearbejdet i plenum på klassen. Denne struktur skaber et fællesskab omkring det formidlede indhold, men gør det også vanskeligt at differentiere i forhold til tid, tempo og arbejdsformer. Eleverne har ofte den samme tid til opgaverne og kan kun i begrænset omfang vælge tempo og arbejdsform.

Typiske læringseffekter er, at læremidlets systematiske formidling skaber et vist fagligt engagement og rækkevidden af læringsudbyttet øges i forhold til repetitive læremidler, da opgaverne sættes ind i en større indholdsmæssig kontekst. Indholdets generaliserede form har

imidlertid også en negativ effekt på tilgængelighed og læringsudbytte, hvilket er dokumenteret inden for lærebogsforskning (Edling 2006). Desuden er der en tendens til, at opgaver i formidlingsorienterede læremidler sjældent udfordrer elever på de øverste trin i en kognitiv taksonomi og kræver, at de skal arbejde innovativt og udvikle entreprenørskab. Læringseffekten er således en variabel, der er afhængig af abstraktionsgrad, multimodalitet og opgavernes indbyggede progression, men også af, om der er tydelig instruktion og motiverende temaer (Kay 2006-2007: 412).

Stilladserende læremidler

Stilladserende læremidler er designet med henblik på at støtte elever og bygge et stillads op om deres refleksive erfaringer med et indhold inden for et fag, et fagligt område eller et tværfagligt tema. De kan umiddelbart minde om formidlende læremidler, idet de varetager nogle af de samme funktioner i undervisningen, men de adskiller sig ved at støtte op om en anden type af strukturer i undervisningen, der sætter eleven i centrum som den aktive og tildeler lærer og læremiddel rollen som den responsive part. Det kan fx være en IDRF-struktur (Wegerif 2004: 182 ff.), hvor D står for diskussion eller lignende dialogisk fase, der er stilladseret af computeren. Det kan fx være i form af en interaktiv assistent, interaktive dilemmaspil eller en sekvens, der er struktureret af eksplorativt spørgsmål. Eleven skal stadig respondere og evalueres i sidste instans, men lægger man en dialogisk fase ind, kan elev og læremiddel skifte roller undervejs. Som en konsekvens heraf er det ikke blot læremidlet, der styrer. Det tilbyder også ressourcer og værktøjer til produktion og kommunikation, der kan støtte en åben og undersøgende proces. Et andet eksempel er, at man tildeler eleven rolle som programmør, som det er kendt fra didaktisk brug af Logo, et programmeringssprog, der blev udviklet af Wally Feurzig i 1960'erne (Papert 1980), og nyere eksempler som LEGO Mindstorm og det visuelle programmeringssprog Scratch.

Stilladserende læremidler implicerer typisk en kognitiv, konstruktivistisk læringsteori, som hævder, at forståelse og færdigheder ikke kan overføres, men at en person kun kan skabe sin egen forståelse og evne til håndtering af et fænomen gennem problemløsning, dvs. interaktion med fænomener. Stilladserende læremidler vil derfor vægte tilegnelse frem for overførsel, og de vil være mere spørgende og problemorienterede og lægge op til elevernes egen bearbejdning af eller refleksion over et stof. Det kan fx ske ved, at de i stedet for animationer prioriterer simulationer, der giver elever mulighed for interaktivt at erfare, hvad der sker med et system, hvis en faktor ændres, indføres eller fjernes. I sammenligning med repetitive og formidlende læremidler har interaktiviteten form som manipulation og bearbejdning af et stof og struktureret dialog med henblik på at konstruere viden.

Forskning i stilladserende læremidler har været forankret i en kognitiv udviklingspsykologi med fokus på transfer og mere generelle kognitive kompetencer som fx selv-organisering, eksternalisering, planlægning og metakognition (Koschmann 1996: 11). Som del af en bredere uddannelsesforskning har man anvendt forskningsmetoder som fx eksperimentel intervention med kontrolgrupper (De Corte, Verschaffel & Schrooten 1992; Lehrer & Littlefield 1993). Denne forskning er blevet udvidet med en diskursteoretisk dimension, der også sætter fokus på interaktion mellem lærer og elever. Et eksempel er Mercer, Wegerif, Dawes & Sams studier, der dokumenterer et øget læringsudbytte ved brug af digitale læremidler, som støtter IDRF-strukturer i undervisningen (Wegerif 2004: 187).

Stilladserende læremidlers typiske effekt i undervisningen er, at de understøtter en dialogisk og undersøgende tilgang til undervisningens indhold. Resultatet er en refleksionsorienteret og delvist

elevstyret undervisning, hvor valg og begrundelser undervejs i arbejdsprocessen prioriteres. Denne struktur åbner for en vis differentiering i forhold til tid, tempo og arbejdsformer.

Typiske læringseffekter er, at læremidlets stillads øger rækkevidden af læringsudbyttet, fordi det støtter udvikling af generelle kognitive kompetencer. Beslægtet med de formidlende læremidler kan der imidlertid være problemer med et generaliseret indhold, der har en negativ effekt på tilgængelighed og læringsudbytte. Desuden er der en særskilt problematik, der vedrører, at stilladset kan komme til at fungere som en protese, som eleverne ikke kan undvære (Pea 2004). Læringseffekten er således en variabel, der er afhængig af abstraktionsgrad, multimodalitet og stilladsets indbyggede progression – herunder muligheden for at det kan pilles ned igen.

Praksisstilladserende læremidler

Praksisstilladserende læremidler er designet med henblik på at støtte eleverne (oftest i grupper) i at løse en virkelighedsnær, evt. simuleret, opgave i en kompleks kontekst. Læremidlerne udvikles inden for en lang række nyere undervisningstilgange fx projektarbejde, inquiry based science teaching og entreprenørskabsundervisning. Det kan fx være storylinelæremidler, det kan være epistemiske spil (Shaffer 2006) eller praksisstilladserende interaktive platforme (Bundsgaard 2009), der understøtter, at eleverne simulerer professionelle praksisser som journalist, arkitekt eller politiker, det kan være dialogstøttende læremidler som initierer og stimulerer en dialog mellem elever lokalt eller på tværs af klasser, det kan være redskaber til organisering af samarbejde, eller det kan være læremidler som bistår eleverne med specifikke faglige refleksioner i et projektorienteret arbejde. Praksisstilladserende læremidler understøtter således andre typer af strukturer i undervisningen end IRF, IDRF og LFOP, idet de tildeler eleverne en mere aktiv og selvstændig rolle som primære aktører i forhold til at løse en opgave, der typisk kræver samarbejde, rollefordeling og en serie af koordinerede handlinger.

Praksisstilladserende læremidler implicerer typisk en socialkonstruktivistisk eller sociokulturel læringsteori, som hævder, at læring er en intersubjektiv og kollaborativ proces. Derfor prioriterer de deltagelse i et praksisfællesskab højere end individuel tilegnelse og udvikling af forståelse og færdigheder. Sammenlignet med de andre typer af læremidler har interaktiviteten en social karakter i form af interaktive værktøjer, der hjælper eleverne med at situere problemer i den virkelige verden, mediere kommunikation i klassen eller på tværs af klasser og skabe en fælles vidensopbygning.

Forskning i praksisstilladserende læremidler er funderet i socialvidenskaberne og mere deskriptiv end eksperimentel. Den er især kendt som CSCL-paradigmet, fordi den sætter fokus på "Computer Support for Collaborative Learning" og udvider undersøgelsen af effekt til også at omfatte analyser af elevprodukter (ITL Research 2011). Også inden for dette paradigme er der fokus på transfer, ikke blot i forhold til generelle kognitive kompetencer, men situeret i forhold til et praksisfællesskab og en epistemisk rammesætning (Shaffer 2006, Hauge m.fl. 2010). Centrale forskningsspørgsmål er således: Hvordan reflekteres læring i den lærendes sprog? Hvordan kommer sociale faktorer ind i læringsprocessen? Hvordan bliver teknologi anvendt til kollaborativ og epistemisk rammesætning?

Praksisstilladserende læremidlers typiske effekt i undervisningen er, at de understøtter en social og distribueret kognition. Resultatet er en projektorienteret og elevcentreret undervisning, der åbner for differentiering i forhold til både tid, tempo, arbejdsformer og rollefordeling, indhold, mål osv. (jf. Bundsgaard 2013), da et praksisfællesskab typisk rummer mange typer af aktører og delopgaver.

Typiske læringseffekter er, at praksisstilladset har en positiv effekt i forhold til indre motivation, fagligt engagement og rækkevidden af læringsudbyttet (Fougt 2009, Henderson 2008), fordi epistemisk rammesætning både omfatter at-viden (knowing what), hvordan-viden (knowing how) og med-viden (knowing with), dvs. den implicite viden, der binder et praksisfællesskab sammen. Læringsudbyttet er således mere end en samling af fakta og færdigheder. Det indbefatter også, at man ved og kan vælge, hvad der er værd at vide noget om, dvs. et værdisæt, en strategi for at identificere relevante spørgsmål, samle viden og evaluere resultater. I modsætning til de formidlende læremidler er der ikke problemer med, at indholdet er abstrakt og generaliseret, men der kan være problemer med, at den bliver for kompleks og kontekstspecifik. Desuden kan praksisstilladset også komme til at fungere som en protese, der ikke bliver pillet ned igen (Pea 2004, Tabak 2004). Læringseffekten er derfor en variabel, der er afhængig af praksisstilladsets kompleksitetsreduktion og indbyggede progression, men også af dets multimodalitet og usability ligesom de andre typer af læremidler.

3.2. Kvaliteter og evalueringsparametre

I dette afsnit præsenterer vi grundlaget for evaluering af digitale læremidler for på baggrund heraf at give et bud på hvilke objektive kriterier der kan opstilles for at et digitalt læremiddel er relevant at inddrage i undervisningen.

Som beskrevet ovenfor skelner vi mellem forskellige typer af didaktiske digitale læremidler ud fra deres indbyggede didaktiske design. I forbindelse med kategorisering af digitale læremidler opererer vi også med en række andre skel, der fremhæver andre aspekter, som er relevante i forholdt til at analysere og evaluere læremidlernes didaktiske design og interaktionsdesign. Vi skelner således mellem portaler, systemer, forløb og supplerende hjemmesider. Derudover findes en type digitale læremidler, der kun varetager enkelte opgaver i undervisningen som fx at formidle indhold, træne aktiviteter eller instruere i arbejdsgange. Vi kalder dem didaktiske delelementer for at understrege, at de ikke har en indbygget didaktik i forhold til undervisningsopgaven som helhed, men bidrager til løsning af delopgaver i undervisningen og som følge heraf ofte også formidles og anvendes som selvstændige digitale læremidler.

Portaler som fx dankshistorie.dk, danskedyr.dk, europas-lande.dk, og dansk.gyldendal.dk har form som reservoirer, der tilbyder materialer, redskaber og opgave- og undervisningsforslag. Til sammenligning er systemer som fx forskerland.dk, dankslandskabet.dk og [ibøger](http://ibøger.dk) til fagene mere stramt komponerede med en systematisk kobling til gældende læreplaner og indbygget metodik og progression. Forskellen viser sig bl.a. ved, at portalerne gradvis udbygges og opdateres, hvilket er muligt, fordi de har en flad og seriel struktur. Både systemer og portaler rummer typisk forløb, men forløb kan også fungere som selvstændige didaktiske læremidler, der bør vurderes for sig. Endelig er supplerende hjemmesider til lærebogssystemer beslægtede med portaler, fordi de også er bygget op som reservoirer. De rummer imidlertid ikke forløb, da progression og metodik er indbygget i lærebogssystemet, så hjemmesiden netop får funktion som supplement.

De fire hovedtyper kan underinddeles yderligere. Man kan således skelne mellem fagportaler og temaportaler, der er tværfaglige (fx www.danskedyr.dk og www.europas-lande.dk). Inden for fagportaler kan man skelne yderligere mellem henholdsvis læse-, forløbs-, opgave- og læringsobjektportaler, afhængigt af hvilke typer af materialer portalen er bygget op omkring. Gyldendals og Alineas fagportaler er eksempler på forløbsportaler. Fælles for dem er, at de mange forslag til forløb er strukturerende for portalerne. En anden type er Clio Onlines fagportaler og Alineas ElevLab, der snarere har karakter af læringsobjektportaler. I ElevLab præsenteres fx en kæmpe

”resursebank” med 10.000 resurser til matematik og naturfag, men også denne portal rummer ”emneforløb”, og det hænger formentligt sammen med, at forslag til forløb repræsenterer en didaktisk merværdi i forhold til lærernes planlægning og gennemførelse af en undervisning med brug af online materialer og redskaber.

Af samme grund skelner vi mellem vurdering af didaktiske digitale læremidler på tre niveauer, et mikroniveau for didaktiske delelementer, et mellemniveau for forløb og et makroniveau for større systemer, portaler og hjemmesider. Repetitive læremidler befinder sig ofte på mikroniveau, fordi de støtter løsning af delopgaver i undervisningen. Formidlende læremidler befinder sig typisk på makroniveau, da de sigter mod at varetage undervisningsopgaven som helhed og gennem længere tid. Stilladserende og praksisstilladserende læremidler befinder sig derimod på mellemniveau, da de støtter undervisningsopgaven som helhed, men er forholdsvis afgrænset både tidsligt (typisk 2-3 uger) og tematisk.

Figur 1: Niveaudeling af digitale læremidler

Niveau/ perspektiv	Makro	Mellem	Mikro
<i>Kendetegn</i>	Bidraget til at løse den samlede undervisningsopgave inden for et større fagligt område.	Bidraget til at løse den samlede undervisningsopgave for et afgrænset forløb.	Løser didaktiske delopgaver som fx at støtte analyse, formidle indhold, træne aktiviteter eller instruere i arbejds gange.
<i>Typer</i>	Systemer, portaler og supplerende hjemmesider	Selvstudieforløb og undervisningsforløb	Opgaver, læringsspil, interaktive assistenter m.m.
<i>Opgavens tid</i>	År	Uger	Timer
<i>Eksempler</i>	<i>Dansklandskabet, Dansk Gyldendal.dk, iLitt.dk</i>	<i>Redaktionen – Ekstra Bladet, Filmlinjen.dk</i>	<i>”Filmstudiet” (fra Elevunivers), ”Artline” (fra Dansk Gyldendal.dk)</i>

Forløb, systemer, portaler og hjemmesider er bygget op af forløb og didaktiske delelementer, men da disse også ofte kan bruges og formidles som selvstændige læremidler, bør de kunne evalueres for sig.

Relevante evalueringsparametre varierer afhængigt af læremidlernes type og niveau. Fx er undervisningsdifferentiering et helt afgørende parameter for systemer, portaler og forløb. På mikroniveau må man spørge mere moderat til fleksibilitet og differentieringsmuligheder, fx i hvilken udstrækning læremidlet *bidrager* til undervisningsdifferentiering. Det overordnede krav er, at didaktiske delelementer varetager enkelte opgaver på en tydelig og klart struktureret måde, der kan kombineres med andre delelementer. Indhold og aktiviteter bør altså være kendetegnet ved en grad af åbenhed, alsidighed og kompleksitet, der udfordrer eleverne og engagerer dem som deltagere i undervisningen. Didaktiske delelementer kan også komme med forslag til eller direkte understøtte en differentiering af elevernes arbejde. Modsat kan de være indforståede og lukke sig om sig selv. Derfor er det relevant at evaluere, om de er fleksible og kan bruges til at tilrettelægge en differentieret progression.

Med henblik på en operationel model til evaluering af digitale læremidler kan man samle kravet

om fleksibilitet (bidrag til undervisningsdifferentiering) og understøttelse af undervisningsdifferentiering i et differentieringsparameter. Evalueringsspørgsmålene varierer afhængigt af type og niveau, men det pædagogiske princip om undervisningsdifferentiering udgør normen, der ligger til grund for evalueringsparametrets skala.

Et andet eksempel er evalueringskategorierne progression og læringsudbytte. Ikke alle digitale læremidler har en indbygget progression, men man bør som minimum evaluere, hvorvidt læremidlerne bidrager til elevernes læringsudbytte. Igen varierer evalueringsspørgsmål altså med type og niveau, men fælles for progression og læringsudbytte er en bagvedliggende norm for læring, der kan danne grundlag for en skala.

Vi har valgt seks evalueringsparametre ud fra tre typer af hensyn i forhold til henholdsvis forskning, lovgivning og brug:

- Forskningsviden om virkning: Hvordan understøtter læremidler en effektiv og hensigtsmæssig læring og undervisning?
- Folkeskoleloven og fagenes læreplaner: Hvordan understøtter læremidler en undervisning, der lever op til folkeskolens og fagenes formål?
- Anvendelighed og omsættelighed: Hvordan formuleres evalueringsparametre i et sprog og med skalaer der er til at forstå og anvende som grundlag for evaluering af digitale læremidler i relation til praksis?

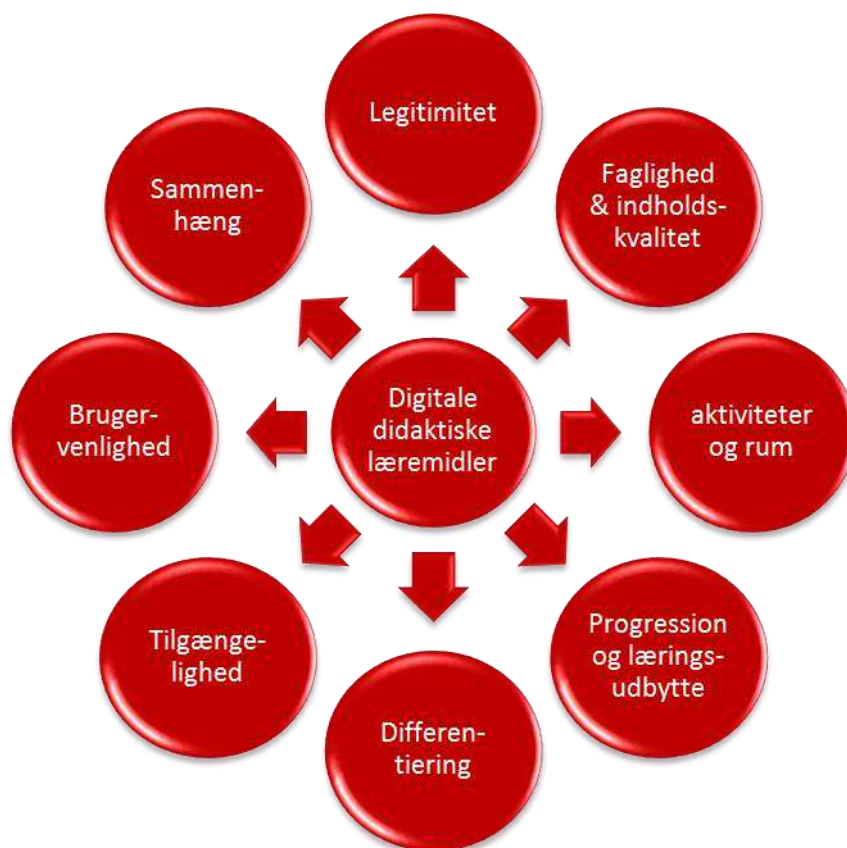
Når det er muligt at kombinere de forskellige hensyn, er det fordi der er en sammenhæng mellem forskningsviden og lovgivning. I folkeskoleloven paragraf 18, stykke 1 stilles der således krav om, at "valg af undervisnings- og arbejdsformer, metoder, *undervisningsmidler* og stofudvælgelse" (vores kursivering) skal leve op til både folkeskolens og fagenes formål samt "varieres, så den [undervisningen] svarer til den enkelte elevs behov og forudsætninger". Ser vi nærmere på formålsparagraffen, betyder det, at undervisningsmidler skal bidrage til:

- "at fremme elevernes alsidige udvikling" (paragraf 1.1)
- "at udvikle arbejdsmetoder og skabe rammer for oplevelse, fordybelse og virkelyst, så eleverne udvikler erkendelse og fantasi og får tillid til egne muligheder og baggrund for at tage stilling og handle" (paragraf 1.2)
- "faglig fordybelse, overblik og oplevelse af sammenhænge" (paragraf 5.1).

Disse krav til undervisningsmidler gælder også digitale læremidler, og de kan begrundes med basis i international forskning (Hattie 2009). Vi trækker i den forbindelse på to forskningstraditioner. Det særlige ved evaluering af digitale læremidler er nemlig, at det er en form for evaluering, der kræver et dobbeltblik. På den ene side må man evaluere digitale læremidlers bidrag til at skabe en god og effektiv undervisning. Til det formål har man brug for didaktiske kriterier og viden om undervisning fra den pædagogiske forskning. På den anden side må man stille krav til brugervenlighed på samme måde, som man stiller til hverdagsteknologier, når man fx skal købe telefon eller computer eller anskaffe sig ny software. Derfor har man brug for kriterier for brugbarhed – også kaldet "usability" – og viden om brugsmønstre fra forskning i interaktionsdesign.

Ud fra de tre typer af hensyn er vi nået frem til otte evalueringsparametre. Vi gennemgår parametrene hver for sig og henviser i den forbindelse til relevant forskningsviden.

Figur 2: Parametre til evaluering af digitale læremidler



Udgangspunktet for vurderingen af et læremiddel er legitimitet i forhold til gældende lovgivning og læreplaner samt nyeste pædagogiske og faglige viden. I tæt tilknytning til legitimitet befinder sig indholdskvalitet og faglighed, som drejer sig om at vurdere kvaliteten af indholdet i forhold til et opdateret fagsyn. Den tredje centrale kategori handler om, hvordan læremidlet støtter læreren i og lægger op til, at eleverne skal organisere sig omkring og arbejde med indholdet. Hvis ikke disse tre parametre vurderes tilstrækkeligt positivt, er der ikke grund til at gå videre med de øvrige parametre.

De tre følgende parametre er vejkatogier (tilgængelighed, progression og differentiering), der bruges til at bestemme læremidlets kvalitet ud fra et elevperspektiv og evaluere deres betydning for elevernes udvikling frem mod mål. Tilgængelighed er den første vejkategori, fordi et læremiddel og dets indhold skal være til at gå til. Progression er den anden, fordi man dernæst undersøger, på hvilke måder læremidlet gør det muligt at bevæge sig fremad og lære noget. Endelig er differentiering den tredje vejkategori, idet man undersøger, hvorvidt der ikke blot er én, men flere veje at gå ad. Differentiering opsummerer samtidig de fire foregående, da indholdskvalitet, aktivitets- og lærerstøtte, tilgængelighed og progression er forudsætninger for en differentieret undervisning, hvor alle elever er tilpas udfordret og engageret i fagligt relevant læring.

De to sidste parametre supplerer med et usability-perspektiv. Usability-kategorier er overfladiske af natur, da de vedrører brugerfladen, mens didaktiske kategorier sætter fokus på faglige udfordringer og fordybelse. Tager man en af pionererne inden for usability, danskeren Jakob Nielsen, så handler hans ti principper for et godt interaktionsdesign om, hvorvidt det er let at lære og let at huske, og om det er fleksibelt og effektivt (Nielsen 1993). Synspunktet er, at man ikke skal vurdere et design på, hvor gode brugervejledninger og mulighederne for fejlmeldinger er, men på, om der overhovedet er behov for brugervejledninger og fejlmeldinger. Designet skal være så tilgængeligt, at fejl minimeres, og brugen giver sig intuitivt.

Vi opererer med to usability-parametre, fordi vi både evaluerer i forhold til brugerens møde med det digitale læremiddel (brugervenlighed) og i forhold til betingelserne for brug og genbrug af digitale læremidler i forskellige sammenhænge (sammenhæng). Sammenlignet med evalueringsværktøjet Læremiddeltjek, der har evalueringsparametre for henholdsvis lærerstøtte og indre sammenhæng i læremidlet, har vi prioriteret to usability-parametre. Det skyldes bl.a., at mange digitale læremidler ikke har lærervejledninger eller lignende støttefunktioner, men også, at digitaliseringen af læremidler har skærpet vores opmærksomhed over for brugsperspektivet. Lærerstøtte og indre sammenhæng har også relevans for digitale læremidlers kvalitet, men begge dele kan indgå i evalueringen af progression, læringsudbytte og differentiering. Til gengæld er der behov for et øget fokus på brug, genbrug og brugervenlighed, fordi en evaluering heraf fortæller os mere om teknologiens muligheder og begrænsninger. Forskning i brugsmønstre bekræfter os i, at brugere har brug for feedback og sammenhæng. De har brug for at vide, hvor de er (overblik), og for identitet og sammenhæng i brugen af begreber og grafiske elementer (det skal være nemt at lære og huske), og de ønsker synlige valgmuligheder, uanset hvor de er i systemet, så det digitale læremiddel støtter genkendelse (recognition) frem for genkaldelse (recall). Det sidste er af stor betydning, fordi genkaldelse kræver en større kognitiv indsats, som ofte ikke er didaktisk begrundet (Granic 2008: 218 f.).

Legitimitet

Parameterene for legitimitet og indholdskvalitet er de første, fordi de vedrører kvalitet og legitimitet i forhold til gældende læreplaner og faglige og pædagogiske standarder for indhold i undervisningen. Uanset hvor godt designet et didaktisk læremiddel er i forhold til interaktion, så har det ringe didaktisk værdi, hvis ikke det har et lødigt indhold. Derfor bør man evaluere læremidlets troværdighed og pålidelighed. Formidler det viden på en fyldestgørende måde, der er opdateret i forhold til ny faglig og pædagogisk viden? Behandler det emner og problemstillinger på en meningsfuld måde, der kan relateres til elevernes hverdag og det omgivende samfund? Er dets indhold eksemplarisk? Repræsenterer det almene og væsentlige dele af et fag, der samtidig relaterer til elevernes problemhorisont? Er det faglige grundlag af en art der stemmer overens med de opfattelser der er udpeget som relevante af læseplaner og fagdidaktik.

Parameteret for legitimitet har specifikt fokus på, hvorvidt indholdet kan begrundes inden for de gældende læreplaner. I vurderingen indgår både, om der er tale om overopfyldelse, fx ved at læremidlet går alt for meget i detaljen eller lægger beslag på alt for meget tid, i forhold til det omfang målene er tildelt i læreplanen, eller underopfyldelse, fx ved at der om læremidlet hævdes, at det "dækker" et givet mål, men i praksis ikke behandler emnet tilstrækkeligt.

Indholdskvalitet & faglighed

Spørgsmålet om effekt af en given indsats med inddragelse af digitale læremidler kræver viden om, hvad effekten skal måles i forhold til. Altså viden om hvilke faglige læringsmål, der skal nås, og i

hvilket omfang. Historisk kan man identificere en række faglighedsopfattelser, hvoraf der i dag særligt er fire, som i forskelligt omfang og i forskellige sammenhænge sætter dagsordenen. For det første er der basisfagstilgangen (Nielsen 1998), som handler om, at målet med undervisningen i et givet skolefag er, at eleverne stifter bekendtskab med centrale erkendelser og metoder fra de videnskabelige grundfag. For det andet har general skills-tilgangen (færdighedstilgangen) spillet en stor rolle særligt i grundskolen. I sin velfunderede teoretiske udfoldelse hos fx Peter Hirst (1975) og Jerome Bruner (1962) udgøres den af en udpegning af nogle grundlæggende menneskelige erkendelser og -metoder, fx matematisk tænkning, naturvidenskabelig tænkning, kunstnerisk tænkning, som det er tanken at skolen skal indføre eleverne i. I en simplificeret udgave består den i udpegning af en række grundfærdigheder, fx læsning, skrivning, regning, it-færdigheder osv. Den tredje tilgang kan kaldes dannelsesstilgangen. Den findes i en række forskelligartede udgaver, fra den klassiske dannelse, hvor eleverne skal dannes gennem indføring i klassiske tekster og erkendelser, over den livsfilosofiske dannelse, hvor målet er livsoplysning (Løgstrup 198x), til den kritisk-konstruktive dannelse, hvor målet er, at eleverne gennem arbejdet med epokaltypiske nøgleproblemer (Klafki 2001) eller udfordringer (Schnack 1998) udvikler sig som medbestemmende, selvbestemmende og solidariske borgere. Endelig er der kompetencetilgangen, som er blevet udfoldet på forskellige måder gennem historien, fra den progressive didaktik hos Dewey (1916) over OECD-projektet DeSeCo (Rychen & Salganik 2003) til 21st Century Skills-projekterne (fx ATC21s, P21)¹. Ifølge kompetencetilgangen er målet, at eleverne gennem undervisningen bliver i stand til at møde udfordringer i situationer, som de står i nu og i deres fremtidige liv i samfundet, på arbejdet, i familien og det sociale liv samt i uddannelsen.

Typisk vil der være et vist sammenfald mellem læremiddeltypen og fagligheds mål. Repetitive læremidler vil ofte have grundfærdigheds-/general skills-mål, formidlingsorienterede læremidler vil have basisfaglige eller dannelsesorienterede mål, stilladserende læremidler vil have basisfaglige mål eller kompetencemål, og praksisstilladserende læremidler vil have kompetencemål.

Internationale undersøgelser som PISA, ICILS og ATC21s har som intention at måle elevernes udvikling af kompetencer til at håndtere udfordringer i situationer. De adskiller sig fra de fleste andre effektmålinger ved, at de ikke fokuserer på en simpel måling af isolerede curriculum-mål, men i stedet forsøger at udsige noget om elevernes kompetencer til at deltage i deres fremtidige liv som borger, arbejder og menneske. Disse projekter er kommensurable med og henter inspiration fra fagligheds- eller 21st Century Skills-projekter som DeSeCo, P21 og ATC21S. Sidstnævnte har også som formål at udvikle redskaber til måling af 21st Century Skills, ganske som de ovennævnte undersøgelser hviler på faglige analyser af kompetencemål.

De evalueringsparametre og indsatsområder vedrørende demonstrationsskoler, der opstilles i de seneste opgavebeskrivelser fra MBU/KL, lægger i vid udstrækning op til mere kompetenceorienterede fagligheds mål, hvor eleverne skal udvikle kompetencer til det 21. århundrede, opleve autentiske situationer, arbejde produktivt og inddrages, og hvor målet er undervisning, der fremmer samarbejde, kreativitet og problemløsning.

Helt overordnet kan man forvente, at der vil måles et mere kompetenceorienteret læringsudbytte i undervisningspraksisser hvor primært stilladserende og praksisstilladserende læremidler er anvendt, mens der i praksisser, hvor repetitive læremidler har overvægt, vil ses at eleverne får et læringsudbytte der er mere centreret omkring mestring af procedurer og kendskab til fakta, dvs. general skills.

1 www.deseco.admin.ch, www.p21.org, www.atc21s.org

Det andet aspekt af parametret vedrører spørgsmålet om lødighed og indholdskvalitet, dvs. hvor vidt indholdet repræsenterer en nuanceret, opdateret og velbegrundet opfattelse af indholdet, samt hvordan indholdet præsenteres.

En del af spørgsmålet kan besvares ud fra en analyse af læremidlet, men koblingen til eleverne kræver en vis empiri, enten erfaringer med beslægtede læremidler eller allerbedst evaluering af aktuel brug af læremidlet.

Der findes international forskning i effekten af lærebøgers indholdskvalitet, som kan være med til at underbygge evalueringen (Knudsen m.fl. 2011). Abstrakt sprogbrug, mangelfuld argumentation, underforståede følgeslutninger og årsag-virkningsforbindelser, misvisende eksempler og stereotype fremstillinger af køn, alder og etnicitet har en række uheldige effekter i undervisningen, som også må gælde digitale læremidler (Sanger og Greenbowe 1999, Reichenberg 2000, Mikk 2002 og Edling 2006). Faktisk er der meget, der tyder på, at problemet med digitale læremidlers indholdskvalitet er endnu større. Allerede i 1993 gjorde Laurentis opmærksom på, at indholdet ofte er problematisk og mangelfuldt i forbindelse med e-læring. Hill og Hannafin tilføjer, at digitale læremidler ofte mangler regulering og validering (Hill og Hannafin 2001). I forlængelse heraf bekræfter erfaringerne i Danmark, at det er vanskeligt at få skabt et marked for digitale læremidler af en høj indholdsmæssig kvalitet. Producenter af portaler og systemer reklamerer ofte med, at de jævnligt opdaterer deres digitale læremidler, så de har høj nyhedsværdi. På den baggrund skal man være opmærksom på, om muligheden for at versionere og opdatere fx medfører, at pædagogiske kvalitetskriterier bliver erstattet af nyhedskriteriet. Nyt stof er ikke i sig selv ensbetydende med fagligt relevant og aktuelt stof.

På baggrund af den empiriske kortlægning, vi har gennemført af eksisterende digitale læremidler i Danmark i forbindelse med KMD Education og den aktuelle effektmåling af digitale læremidler i folkeskolen, kan vi pege på følgende fokuspunkter, der går ud over den traditionelle læremiddelforskning i lærebøger, og som synes at være forbundet med de muligheder og begrænsninger, der kendetegner digital undervisningsteknologi:

- Teknologisk aktivisme: Teknologisk motiverede aktiviteter, der ikke er fagligt begrundede. Teknologien gør det relativt nemt og billigt at masseproducere spil, som er umiddelbart sjove på kort sigt, og træningsaktiviteter, der holder eleverne beskæftigede, men som ikke indgår i en faglig progression og engagerer eleverne i faglig fordybelse og udfordringer.
- Digital pseudovirkelighed: Digitale universer, der lukker sig om sig selv og ikke relaterer til aktuelle faglige og tværfaglige udfordringer i verden.
- Teknologisk behaviorisme: Teknologisk motiverede evalueringer, der skaber et vrangbillede af, hvad eleverne burde have lært. Teknologien gør det relativt nemt og billigt at masseproducere selvrettende opgaver, der udelukkende evaluerer på de laveste niveauer i en kognitiv taksonomi (typiske finde, huske og matche) og derfor ikke befordrer en reflekteret udvikling af sammensatte kompetencer.

Når man skal evaluere digitale læremidlers indholdskvalitet, vil en kombination af utroværdighed og misvisende fremstilling af et fagligt indhold medføre en lav rangering. Er der derimod tale om en fagligt forsvarlig fremstilling, der lever op til en rimelig kvalitetsstandard, men som ikke formår

at prioritere pædagogisk, fremhæve væsentlige dele af faget og relatere det til elevernes problemhorisont, vil læremidlet få en medium rangering. Endelig vil digitale læremidler, der lever op til det eksemplariske princip om at koble fag og elev ved at fremstille et fagligt, væsentligt indhold på en meningsfuld måde, der både kan relateres til elevernes erfaring og det omgivende samfund, få en høj rangering.

Aktiviteter, interaktivitet og rum

Undervisning handler om at tilrettelægge rammerne for elevs aktiviteter, individuelt og sammen, i rum. Læremidler kan understøtte sådanne tilrettelæggelser helt eller delvist, og de kan hjælpe lærere og elever med at organisere rummet.

God undervisning hviler ifølge Lalley & Miler (2007: 70) på en balanceret kombination af forskellige metoder, afhængigt af indhold, lærerens baggrundsviden, resurser og elevernes særpræg. "[...] for successful learning experiences, students need to experience a variety of instructional methods and that direct instruction needs to be accompanied by methods that further student understanding and recognize why what they are learning is useful" (Lalley & Miler 2007: 76). Lalley & Miller anbefaler at betragte undervisningsmetoderne som liggende på et kontinuum, hvor alle metoderne har fordele og ulemper.

Man kan skelne mellem aktiviteter på makroniveau (forløb, årsplan), mesoniveau (workflow, hvor der typisk er flere workflows på en lektion) og mikroniveau (hvor delaktiviteter tilsammen udgør et workflow) (Bundsgaard & Hansen 2010). Et godt læremiddel vil repræsentere en gennemtænkt sammenhæng mellem aktiviteter på mikro-, meso- og makroniveau, således at der fx kan være researchaktiviteter efterfulgt af diskussion, selektion og præsentation af informationer. De omtalte niveauer knytter sig til sammenhængen i aktiviteter over tid. Tilsvarende kan man identificere aktivitetstyper ud fra deltagernes opgaver og relationer, fra de mere monologiske til de mere dialogiske, og fra de mere lærerstyrede mod de mere elevstyrede (jf. Bundsgaard 2009).

I en evaluering af læremidler i forhold til et aktivitetsparameter vil læremidler som lægger op til monotone, ikke-differentierede og kontekstløse aktiviteter derfor blive rangeret lavt. Læremidler som stiller en bred vifte af aktiviteter til rådighed, men ikke integrerer dem i en samlet logik og progression, vil få en mellem rangering, mens læremidler der støtter lærere og elever i at udføre en varieret, målfokuseret og sammenhængende progression vil rangeres højt.

Undervisningen foregår i rum. Man kan fx med Inge Mette Kirkeby skelne mellem en række funktionelle aspekter ved fysiske rum, og tale om det sociale rum, handlingens rum, det adfærdsregulerende rum, det betydningsbærende rum og det stemte rum (Kirkeby 2006: 4). I det sociale rum er samværet i fokus. I handlingens rum produceres, kommunikeres, eksperimenteres der. I det adfærdsregulerende rum handler det om at skabe rammerne om "korrekt" opførsel – i moralsk eller procedural forstand. I det betydningsbærende rum er der ting, former og billeder, der er fyldt med symbolik. Og endelig i det stemte rum handler det om menneskelig tilstedeværelse, følelse, oplevelse, fylde.

I et læremiddelperspektiv drejer det sig om, hvordan læremidlet repræsenterer, etablerer, understøtter og modarbejder undervisningens rum. Er der fx tale om, at læremidlet etablerer et rum til udvikling og vedligeholdelse af sociale relationer, eller er læremidlet beregnet på individuel anvendelse uden grundlag for samvær? Er der tale om et læremiddel, som støtter lærer og elever i at organisere og regulere adfærd, eller er læremidlet alene adfærdsregulerende ved at rose eller udpege fejl? Osv.

Tilgængelighed

Parameteret for tilgængelighed er det fjerde parameter, fordi tilgængelighed er en forudsætning for progression, læringsudbytte og undervisningsdifferentiering. I forbindelse med digitale læremidler opfattes tilgængelighed ofte mere eller mindre synonymt med kompenserende læse- og skriveteknologi, der giver adgang på trods af handicap, og læsbarhed, der giver adgang til forståelse af et indhold. Begge dele er væsentlige, men ikke tilstrækkelige forudsætninger. Tilgængelighed omfatter alle egenskaber ved læremidler, der enten fremmer eller hæmmer elevers adgang til læremidlets indhold. Udover teknologisk støtte og læsbarhed vedrører det således også læremidlernes psykologiske, sociokulturelle og læringsmæssige dimension i relation til elevernes behov, forudsætninger og potentialer. Fx er anknytningspunkter og motivationsfaktorer afgørende for, at elever har en intellektuel og følelsesmæssig adgang til læremidlets indhold. Derfor indgår både læremidlets udtryk, indhold og aktiviteter i den samlede evaluering.

Evaluering af udtryk og læsbarhed kan trække på en lang forskningstradition (fx Halbert 1944, Vernon 1946, Klare 1957, Hornby 1974, Klare 1985, Fry 1986, Spyridakis 1989, Chall & Dale 1995, DuBay 2006, Fry 2006, Jatowt & Tanaka 2012). Et centralt omdrejningspunkt har været teksters struktur og kohærens, men der er også relevant forskningsviden om en lang række andre variable, der har betydning for tilgængeligheden, fx metaforer, abstraktion og nominalisering, direkte og indirekte udsagn, typer af sætninger, konneksioner, fremstillingsformer og fortælle måder, semantisk tæthed, aktiv og passiv diatese, indlejring, diagrammer og grafer, fremhævning, skrifttyper og layout. Forskningsfeltet er stort, men kan gøres operationelt med basis i evaluatorens oplevelse af læremidlets læsbarhed. Væsentligst er, at man ikke begrænser fokus til verbalsproglig læsbarhed, men undersøger multimodalitetens betydning. Læsbarhed og mere generelt tilgængelighed bør evalueres samlet i forhold til både talt og skreven tekst, lydspor, film, billeder, diagrammer, ikoner og grafisk udtryk. Ordvalg, abstraktionsgrad, sætningsstrukturer og sproglige fremstillingsformer har stor betydning, men bør evalueres i sammenhæng med andre repræsentationsformer (jf. Tulodziecki 2010 og Brünken & Detlev 2000).

I lyset af den teknologiske udvikling af støtteværktøjer bør vi desuden stille krav til læremidlernes støtte til læsning og skrivning. En del læse- og skriveteknologi er oprindeligt udviklet med henblik på specialundervisning og compensation for handicap, men de bliver i stigende grad anvendt som almene støtteværktøjer (Arendal 2006 og 2012, Capacent 2010, Schultz 2011). Funktionaliteter som fx syntetisk tale, oplæsningsprogrammer, prædiktion, highlight af ord og talegenkendelse er efterhånden af en kvalitet, så de med fordel for alle brugere kan integreres med digitale læremidler. Som absolut minimum bør der med henvisning til FN-handicapkonventionen² stilles krav til, at tekster i digitale læremidler har et format, der er tilgængeligt for universelle oplæsningsprogrammer som fx CD-Ord. Derudover bør vi skærpe kravene til highlight- og prædiktionsfunktioner, så læremidlerne både støtter læsning og skrivning. De *skal* støtte elever med læse- og skrivevanskeligheder, men *kan* som sagt også fungere som stillads for alle. Fx kan ordforslag være med til at udvide ordforrådet og understøtte en procesorienteret skrivning, der gradvist bliver mere selvstændig og uafhængig.

I det omfang læse- og skriveteknologi integreres som en almen teknologi i læremidlerne, undgår man desuden at gøre læse- og skriveteknologi til et specialpædagogisk redskab, der synliggør et

2 Se fx artikel 4, 9 og 21 <http://www.sm.dk/Temaer/social-omraader/Handicap/handicappolitik/FN-Handicapkonvention/Documents/FN-konventionen-om-rettigheder-for-personer-med-handicap.pdf>

handicap. En særlig it-rygsæk kan være med til at stigmatisere elever med et handicap (Arendal 2012: 5). Den teknologiske inklusion af elever med læse- og skrivevanskeligheder kan således i værste fald bidrage til en social eksklusion. På den baggrund kan man se en tendens i kommunale udviklingsprojekter³ fra en stigmatiserende tilgang til specialværktøjer mod en stilladserende tilgang til universalværktøjer, der er blevet mulig i kraft af den teknologiske udvikling. Man bør dog være opmærksom på, at de mange nye læser- og skriveapplikationer, fx Dragon, Dictation og Prizmo, endnu ikke har samme funktionaliteter som en it-rygsæk. Derfor må tage flere typer af hensyn, når man evaluerer læse- og skriveteknologi. På den ene side er der sociale hensyn til integration af teknologien i et digitalt læringsmiljø. På den anden side er der kognitive hensyn til elever med særlige behov. Endelig kan der være mere faglige hensyn. Fx vil udviklingen af fagspecifikke og kontekstbaserede ordforslag øge brugernes forventninger til, at teknologien kan lette adgangen til et fagsprog. Derfor skal kvaliteten af fx syntetisk tale, ordforslag og highlight af ord evalueres i sammenhæng med læremidlets mål og indhold.

Evaluering af tilgængelighed skal i det hele taget også omfatte indholdets og aktiviteterens tilgængelighed. Det kan begrundes og underbygges med psykologiske og sociokulturelle motivations- og læringsteorier. Med henvisning til Vygotsky kan man pege på, at temaer, problemstillinger og aktiviteter både skal være forståelige og udfordrende i forhold til læremidlets målgruppe. Indholdet skal have en appelstruktur og grad af kompleksitet, der er tilgængelig vurderet ud fra elevernes kognitive og emotionelle kapacitet. Det skal på én gang være motiverende og meningsfuldt (Vygotsky 1971, Bruner & Ross 1976, Sawyer 2005). Og aktiviteterne skal være til at udføre kropsligt, intellektuelt og følelsesmæssigt i kraft af et samspil mellem konkrete, kropslige aktiviteter og mere abstrakte, symbolske aktiviteter som fx at skrive, regne og fremføre argumenter. Desuden kan man stille krav til, at de er meningsfulde, fx ved at knytte an til hverdagens roller og handlingsmønstre. Det gør træningsopgaver sjældent, men så kan man stille krav til, at de er tydeligt motiveret og fagligt begrundet, så de giver mening i en større sammenhæng. Hvis eleverne oplever, at træningsopgaver er kedelig gentagelse, har det en negativ virkning på tilgængelighed pga. tab af koncentration og opmærksomhed.

Et digitalt læremiddel vil blive rangeret lavt, hvis det har et vanskeligt tilgængeligt indhold, en lav grad af læsbarhed, ikke tilbyder støtte til læsning og skrivning og er vanskeligt at arbejde selvstændigt med, fordi der er mange abstrakte og kontekstafhængige aktiviteter. Det kan fx være en interaktiv model eller et læringsspil, der anvender unødvendigt mange abstrakte begreber og indforståede ikoner og links. Det vil derimod blive rangeret medium, hvis det enten har et tilgængeligt indhold eller et design, der øger tilgængelighed. Det kræver imidlertid, at både indhold og design er tilgængeligt, dvs. både meningsfuldt, nemt at lære og nemt at lære at bruge, hvis det skal få en høj rangering.

Progression og læringsudbytte

Det femte parameter sætter fokus fra progression og læringsudbytte, der kan relateres til slut- og trinmål i læreplanerne. Dette fokus er udvidet i forhold til Læremiddeltjek-modellens evaluering af progression. Det skyldes bl.a., at mange digitale læremidler ikke har en indbygget progression, men dog stadig bør evalueres i forhold til, hvor effektivt det er i forhold til elevernes læringsudbytte og

3 Se fx <http://skanderborgkommune.net.dynamicweb.dk/Default.aspx?AreaID=67>,
<http://www.csu-holbaek.dk/index.php/laese/laesetek-holbaek>,
<http://www.institutioner.horsenskom.dk/PUC/Projekter/IT-stoette.aspx>

lærerens gennemførelse af undervisning. Lærer eleverne nok? Lærer de det rigtige? Kan udbyttet omsættes? Bidrager det til at øge elevernes aktionsradius? Har læringsudbyttet et vidtrækkende anvendelsesområde? Kan det bruges til noget, der rækker ud over den aktuelle skolesammenhæng (også kendt som transfer)?

Som grundlag for evaluering af læringsudbytte kan man benytte forskellige taksonomier for progression. Mest kendt er Benjamin Blooms taksonomi, der beskriver en kognitiv udvikling fra at kunne genkende enkelte fænomener til at kunne vurdere og perspektivere komplekse sammenhænge på et abstrakt niveau. De senere år er denne taksonomi især blevet suppleret med John Biggs og Kevin Collis SOLO-taksonomi (Structure of the Observed Learning Outcome), fordi denne er bedre til at indfange strukturer og kompleksitet i forståelsen, der gør det muligt at generalisere og overføre sit læringsudbytte til andre områder (Hansen 2012: 214 f.). Begge typer af taksonomier er vigtige for en samlet evaluering af et læremiddels potentielle læringsudbytte.

Som en del af eduvoc.dk har vi med inspiration fra Loring Anderson og David Kratwohl udviklet en opdateret og mere dynamisk version af Blooms taksonomi, hvor niveauerne er angivet med verber, der svarer til elevernes handlinger.

Figur 3: Taksonomi for læringsniveauer



Blooms øverste niveauer, syntese og vurdering, er byttet om. Syntesen er desuden skiftet ud med et kreativt og produktivt niveau, fordi syntese kræver, at man sammensætter og anvender det, man har forstået, på en ny måde. Det modsvarer en generel opprioritering af kreativitet i uddannelsessystemet og en forestilling om, at kreativitet er en væsentlig og betydelig udfordring for eleverne. Progressionen afspejler således en stigende grad af selvstændighed, selvbevidsthed og handlekompetence. I eduvoc.dk bruges taksonomien for læringsniveauer deskriptivt til at karakterisere læremidler, men den kan også bruges normativt til at evaluere dem. Når man evaluerer, skal man tage stilling til, om læremidlets didaktiske design støtter elevernes udvikling af kompetencer på en kontinuerlig og opbyggelig måde. Det er ikke nok, at læremidlet tilrettelægger aktiviteter på øverste niveau i taksonomien. Der skal være en organisk sammenhæng mellem mål, indhold og læringsniveauer, så det er realistisk, at eleverne er i stand til at udvikle sig og handle kompetent og selvstændigt på de øverste niveauer i taksonomien.

Ifølge Biggs og Collis er det højeste læringsniveau "udvidet abstrakt", fordi det indeholder en forståelse af strukturer og sammenhænge, der gør det muligt at generalisere og anvende sin forståelse inden for andre områder. Det betyder, at anvendelse kan forstås på flere niveauer. På det andet læringsniveau i figur 3 skal man kunne anvende færdigheder og kundskaber i læringssituationen, fx når man træner en faglig metode. På det øverste niveau skal man være i stand til at anvende det lærte i autentiske anvendelsessituationer, dvs. der skal være en transfer fra lærings-situation til anvendelsessituationer.

Forskning i transfer viser imidlertid, at der er grænser for, hvor abstrakt denne transfer er. Der er således ikke tale om en kontekstafhængig overførsel af viden til andre områder, men snarere en transformation, fordi læring ikke blot er et produkt, men også en relationel størrelse, der varierer med konteksten (Engestrøm og Tuomi-Gröhn 2003). Forskning i transfer har ikke specielt fokus på læremidler, men ud fra forskningsviden om transferfaktorer, kan man udlede, hvad et læremiddel, der skal øge elevernes aktionsradius, bør understøtte (Washington 2000, Yamnill og McLean 2001, Lim & Morris 2006, Illeris 2009 og Leimbach 2010). Det skal dels relatere til en praksis uden for læringssituationen og tilbyde et varieret udbud af eksempler, dels indeholde metakognitive opgaver, der lægger op til refleksion over anvendelse på tværs af kontekster.

I det perspektiv er det interessant, at digitaliseringen af læremidler kan bruges til at skabe bedre betingelser for transfer. Digitaliseringen af informations- og kommunikationsteknologi har gjort det nemmere at simulere en praksis, variere eksempler, styrke koblingen mellem skole og omverden (og hermed lærings- og anvendelsessituationer) og skabe mere autentiske repræsentationer i kraft af samspillet mellem tekst og levende lyd og billeder.

Filmlinjen.dk er et eksempel på et digitalt læremiddel, der simulerer en bestemt praksis. I den forbindelse bør det fremhæves, at denne transfer ikke blot gælder elever, der vil have job inden for filmbranchen. En praksisrelateret forståelse af filmproduktion kan også have en mere generel transfer i forhold til at forstå filmproduktionens rolle i et demokratisk vidensamfund og i forhold til at arbejde filmisk med fagligt indhold, men for at vurdere denne transfer, må man undersøge den tilrettelagte progression, og i hvilken udstrækning den medtænker kendte transferfaktorer som fx motivation, mestringsforventninger og varierede eksempler (Walhgren 2009).

Rangeringen af digitale læremidlers læringsudbytte afhænger således af flere forhold. Mangel på kontinuitet, ensidig træning med for mange opgaver på samme taksonomiske niveau og en dårlig kobling mellem læringssituation og anvendelsessituation vil føre til en lav rangering. Blooms taksonomi er imidlertid en indgroet del af mange fags forståelse af progression. En del læremidler vil derfor typisk kunne få en medium rangering, fordi de tilrettelægger en progression fra et forholdsvist simpelt niveau, hvor man skal huske og følge regler, til et mere sammensat niveau, hvor man skal analysere, fortolke og vurdere (det skal bemærkes at der ofte produceres læremidler, som alene initierer og støtter analyse, men ikke leder til endsige støtter fortolkning). Det er mere sjældent, at læremidler når det øverste niveau, især hvis man også kaster et kritisk blik på transferfaktorer. Den højeste rangering kræver således, at læremidlet udnytter de digitale muligheder for at motivere, skabe mestringsforventninger, variere eksempler og koble lærings- og anvendelsessituationer.

Differentiering

Det sjette parameter er ligeledes didaktisk. Det vedrører nemlig, i hvilken udstrækning et læremiddel i sin form, sit indhold og sin aktivitetsunderstøttelse understøtter

undervisningsdifferentiering. Giver det mulighed for, kommer det med forslag til eller støtter det direkte undervisningsdifferentiering?

Oftest forveksles tilgængelighed og undervisningsdifferentiering, fordi en differentieret undervisning kræver, at man ikke udelukker grupper af elever, der mangler forudsætningerne for at forstå læremidlet. Desuden har det skabt en del opmærksomhed, at brugen af digitale læse- og skriveteknologier, fx syntetisk tale og skrivepen, gør det muligt at inkludere flere elever i undervisningen (jf. tilgængelighedsparameteret). Inklusion er vigtig, men ikke i sig selv nok til en differentieret undervisning. Eleverne skal også udfordres hver for sig og i fællesskab. Derfor stiller vi krav til både inklusion, progression og organisering under ét og samme differentieringsparameter, for det er kombinationen heraf, der skaber undervisningsdifferentiering. Indhold og aktiviteter bør være forståelige i form af en struktur og kompleksitet, der modsvarer elevernes sociale, kognitive og emotionelle kompetencer. Desuden bør indhold og aktiviteter have en grad af åbenhed, alsidighed og kompleksitet, så alle elever bliver engageret og udfordret som deltagere i undervisningen. Det skal således være muligt for læreren at tilrettelægge en differentieret progression, der er tilgængelig for flere typer af elever, så flere lærer mere.

Mange digitale læremidler differentierer i forhold til emner og sværhedsgrad, mens der er få digitale læremidler, der differentierer i forhold til rollefordeling, samarbejdsformer og stilladsering af læreprocesserne. Det hænger formentligt sammen med, at digital støtte til differentiering af metoder og organisering kræver mere tid og flere ressourcer til didaktisk design og programmering.

Når man evaluerer, i hvilken udstrækning digitale læremidler understøtter differentiering, må man have blik for hele viften af differentieringsmuligheder. Digitaliseringen har således gjort det muligt at støtte differentiering i forhold til både mål, indhold (problemstillinger, udfordringer og sværhedsgrader), repræsentationsformer (tekst, lyd, billede, diagrammer, symboler mm.), samarbejdsformer, processtyring og evaluering. En portal med mange træningsaktiviteter på samme læringsniveau (fx læringspil der træner, at man kan huske og følge regler) og uden inkluderende læse- og skriveteknologier, vil derfor blive rangeret lavt på differentiering. Et digitalt læremiddel, der derimod tilbyder inkluderende teknologi og rummer et varieret udbud af emner og aktiviteter, men ikke støtter en metodisk differentiering, vil få en medium rangering. Den højeste rangering kræver et sammenhængende didaktisk design, der ikke blot er præsenteret i en lærervejledning, men programmeret, så læreren får teknologisk støtte til at planlægge, gennemføre og evaluere en både metodisk og indholdsmæssigt differentieret undervisning.

Kravene til undervisningsdifferentiering bør imidlertid variere med læremidlets omfang og design. Mindre digitale læremidler (didaktiske delelementer) rummer sjældent et større didaktisk design, da de er produceret med henblik på at varetage enkelte opgaver i undervisningen, og altså ikke undervisningsopgaven som helhed. Derfor må man mere moderat undersøge, i hvilken udstrækning læremidlet *bidrager* til undervisningsdifferentiering. Det overordnede krav er, at læremidlerne som minimum varetager enkelte opgaver på en tydelig og klart struktureret måde, der kan kombineres med andre læremidler. Indhold og aktiviteter bør altså være kendetegnet ved en grad af åbenhed, alsidighed og kompleksitet, der udfordrer eleverne og engagerer dem som deltagere i undervisningen. Digitale læremidler kan også komme med forslag til eller direkte understøtte en differentiering af elevernes arbejde. Modsat kan de være indforståede og lukke sig om sig selv. Derfor er det relevant at evaluere, om de er fleksible og kan bruges til at tilrettelægge en differentieret progression. Et eksempel er en digital grammatikøvelse med selvrettende funktion.

Figur 4: Grammatikøvelse med selvrettende funktion

Opgaver af denne art er forholdsvis indforståede og lukkede. De befinder sig på et lavt taksonomisk læringsniveau (identifikation af verballed). De rummer ikke meget metatekst omkring formål, brug af fagtermer og perspektivering. Desuden er de vanskelige at anvende til differentiering, da de ikke åbner for flere mulige svar. Nogle vil sikkert mene, at sådan må det være med grammatikøvelser, men man kan sagtens åbne opgaven. Hvad vil det fx sige, at "jeg spiller" er en god dansk sætning? Hvad sker der, hvis man udskifter verbet i den første sætning i teksten til højre, så der står "FCK slås desværre bedre end AGF for øjeblikket". Eller hvad hvis man udskifter med verberne "filmer" eller "danser"? En sådan kreativ variation af opgaven kunne understøttes digitalt og åbne for en refleksion over verbers kognitive funktion. I sin nuværende form er opgaven imidlertid ikke fleksibel. Den kan bruges snævert i forbindelse med en bestemt type grammatikforløb med fokus på ordklasser, men vil fx være vanskelig at integrere i et mere funktionelt forløb med fokus på talehandlinger.

Rangeringen af digitale læremidler i forhold til både differentiering og læringsudbytte afhænger således af, hvor dynamiske og velegnede de er i forhold til lærerens planlægning af et forløb. Ofte vil de indgå i en kombination med andre læremidler, fx hvis læreren laver et arbejdsrum i Skoleintra eller et forløb i et softwareprogram til en interaktiv tavle. Rating af mindre digitale læremidler på mikroniveau vedrører med andre ord, hvor velegnede de er til at indgå i produktion af forløb på mellemniveauet.

Brugervenlighed

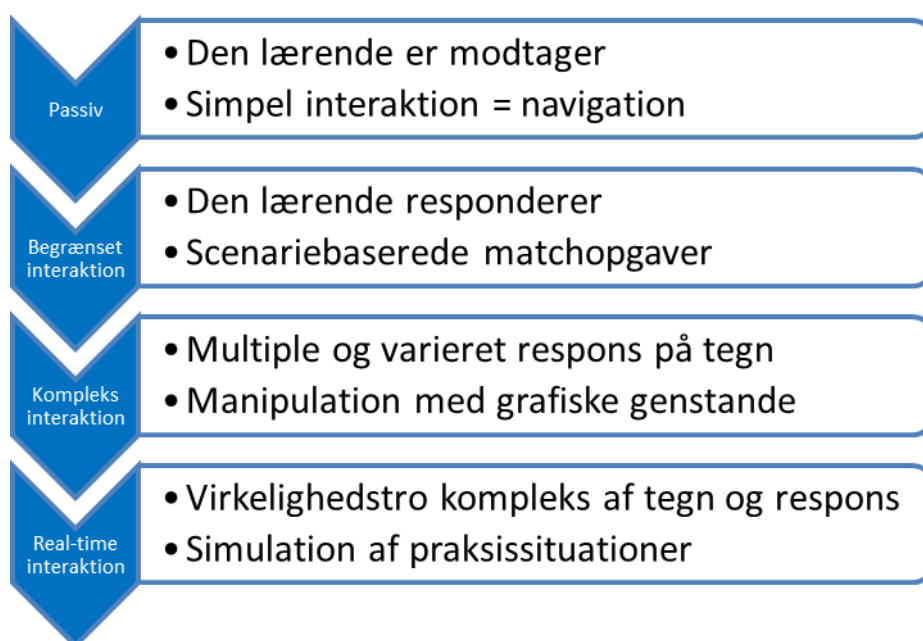
Det første usability-parameter sammenfatter en del usability-kriterier fra æstetiske krav til et appetitvækkende design til pragmatiske krav til handlemuligheder. Har læremidlet appel og er appetitvækkende? Har det en god navigationsstruktur? Ved man, hvor man er, og hvor man kan komme hen? Er det nemt at orientere sig i grafik, layout, design, overskrifter, link, tekstbokse,

fremhævede nøgleord mm.? Er det fleksibelt med gode genvejstaster, høj grad af frihed, brugerkontrol og kan fejlvalg nemt omgøres?

Krav til brugerkontrol kan også stilles som et spørgsmål til interaktivitet, der er beslægtet med spørgsmålene til undervisningsdifferentiering. Det vedrører ligeledes handlemuligheder bare fra et usability-perspektiv snarere end et didaktisk perspektiv. Således kan man spørge til, om læremidlet har en lav eller høj graf af interaktivitet, dvs. om brugerens handlinger skaber en forskel, der gør en forskel i forhold til indhold og/eller struktur. Det afgøres af forholdet mellem menneskets viljesbestemte handlingsmønstre på den ene side (mål, planer og mentale drejebøger også kaldet scripts), og computerens teknologisk bestemte handlemuligheder (affordances) på den anden.

Graden af interaktivitet kan beskrives ud fra en taksonomi for, hvilke rolle man får tildelt som bruger, og hvilke handlemuligheder man som følge heraf har. Der findes adskillige taksonomier, der niveaudeler graden af læring og interaktivitet. Figur 5 er et eksempel på en sådan taksonomi. Pilene angiver en progression fra en simpel interaktion på en todimensionel hjemmeside, hvor brugeren konsumerer tekst, billeder, grafik eller kort, til den mest komplekse interaktion, hvor brugeren får tildelt rollen som aktør i en tredimensionel praksissimulering.

Figur 5: Taksonomi for læring og interaktivitet:



Når man evaluerer graden af interaktivitet, bør man vurdere den i sammenhæng med mål og indhold. En klassisk hjemmeside med en åben og flad hypertextstruktur kan være det optimale interaktionsdesign, når brugeren skal tilegne sig viden, der er velegnet at formidle via tekst, og som ikke kræver simulationer. Man bør altså ikke forveksle høj grad af interaktivitet med højeste rangering. På hjemmesiden NetLogo finder man fx mange simulationer med en høj grad af interaktivitet, der ikke er hensigtsmæssige at bruge i folkeskolen, fordi de er for komplekse til elevernes læringsniveau (ccl.northwestern.edu/netlogo/). Omvendt er der mange teksttunge digitale læremidler, der kunne forbedres ved at øge graden af interaktivitet. Derfor bør man spørge til, om læremidlet udnytter computerens interaktive potentiale hensigtsmæssigt og begrundet, hvad der er mest hensigtsmæssigt i den aktuelle faglige og pædagogiske kontekst.

Hvis læremidlet savner æstetisk appel, er vanskeligt at orientere sig i og har en u hensigtsmæssig

navigationsstruktur og grad af interaktivitet, vil det blive rangeret lavt. Ofte er det først, når man oplever et lækkert design og et godt interaktionsdesign, at man bliver bevidst om computerens mange muligheder, der helt automatisk skærper det kritiske blik for brugervenlighed. Den højeste rangering tilfalder således de digitale læremidler, hvor æstetik, navigation og graden af interaktivitet går op i en højere enhed med læremidlets mål og indhold.

Sammenhæng

Sammenhæng er det sidste parameter, der sammenfatter alle de tekniske og lovmæssige betingelser for brug og genbrug af digitale læremidler i forskellige kontekster. De tekniske betingelser er prioriteret højt, fordi de har vist sig at have stor betydning for kvaliteten af digitale læremidler. De bliver ofte diskuteret ud fra tekniske termer som fx "interoperationalitet", "kompabilitet" og "udvekslingsformat", men vi har valgt den mere dagligdags betegnelse "sammenhæng", fordi det gennemgående spørgsmål er, om digitale læremidler og produkter produceret med dem, kan bruges og genbruges på tværs af forskellige systemer og virtuelle læringsmiljøer. Læremidlers værdi for en bruger hænger i høj grad sammen med, i hvilken udstrækning de kan bruges sammen med andre læremidler, brugerne har adgang til. Man bør derfor spørge til, om læremidlet er et åbent eller lukket system. Bygger det på åbne standarder? Kan det integreres med skolens intranet (fx Fronter eller Skoleintra)? Kan indholdet downloades og bruges i andre sammenhænge? Er det muligt at redigere indholdet og integrere det med andre læremidler?

En af de store fordele ved digitalisering af læremidler er, at det gør det nemt at dele dem og genbruge dem i forskellige sammenhænge (Harden 2005, Hirumi 2005, Koppi, Bogle og Bogle 2005 og Leacock og Nesbit 2007). Det kræver imidlertid, at de forskellige digitale systemer kan tale sammen. Det blev tydeligt med de digitale læremidler, der blev produceret i forbindelse med ITIF (it i folkeskolen 2004-2007). Der blev ikke stillet krav til læremidlernes standarder. Resultatet blev lukkede systemer, der ikke gav brugerne mulighed for at integrere læremidlerne med skolernes digitale læringsmiljøer. Det havde bl.a. den konsekvens, at læremidlerne ikke kan bruges til elevernes e-portefølje, der dokumenterer deres læring. Ligeledes blev eleverne afskåret fra at arbejde kreativt med lyd og billede, fordi læremidlernes format ikke tillader, at man downloader og bearbejder deres indhold. Desuden har det vist sig problematisk, at flere af ITIF-læremidlerne er lukket ned pga. dårlig økonomi. Havde systemerne haft åbne standarder, kunne man overføre indholdet og genbruge det i andre digitale læremidler.

På den baggrund er det interessant at se nærmere på Digitaliseringsstyrelsens mål med at indføre standarder for it. Det overordnede mål er at skabe og opretholde et velfungerende marked, der gør det muligt for mange leverandører at tilbyde løsninger på en opgave. Derfor anbefaler de en åben og gennemskelig standard, der er:

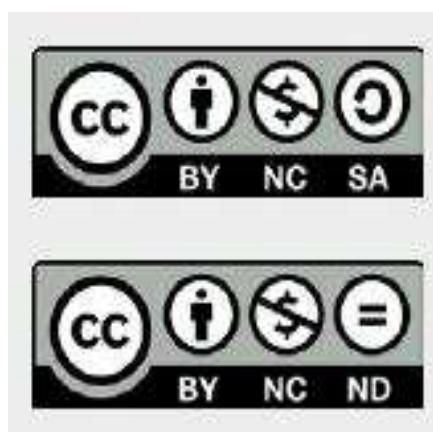
- Veldokumenteret med den fuldstændige specifikation offentlig tilgængelig
- Frit implementerbar uden økonomiske, politiske eller juridiske begrænsninger på implementering og anvendelse
- Standardiseret og vedligeholdt i et åbent forum (en såkaldt standardiseringsorganisation) via en åben proces.

Man kan overveje, om det ikke er nok, at de ansvarlige for anskaffelse af digitale læremidler er opmærksomme på denne problematik. Det kræver teknisk indsigt at forstå problematikken, og indkøberne kan stille krav om åbne standarder. Konsekvenserne viser sig imidlertid tydeligst i den

daglige brug, hvor genbrugelighed er afgørende for kvaliteten af læremidlet. Desuden gælder problematikken ikke kun i forbindelse med køb af læremidler, men også i forhold til brug af gratis web 2.0-teknologier, der ligeledes kan være lukkede og give problemer, fx hvis udbyderen af teknologien pludselig lukker den, og man ikke kan overføre sine data.

Muligheden for at bearbejde indholdet er et andet vigtigt aspekt for brugeren. Det er kendt under betegnelsen "creative commons", der er en betegnelse for en række licenser for brugsrettigheder. Peter Leth beskriver licenserne som det mest brugervenlige og samtidig mest udbredte værktøj i verden, som en ophavsmand kan bruge til at give en kollektiv tilladelse til at andre må bruge dennes værk (Leth 2011: 53). Creative commons er beskrevet i et let forståeligt sprog med ikoner og forkortelser, så lærer og elever umiddelbart kan forstå, om indholdet blot er til at "se" eller til at "røre", dvs. må bearbejdes og genbruges i andre sammenhænge.

Figur 6: To eksempler på kombinationer af CC-rettigheder:



Ikonet med et menneske fortæller, at man skal angive kilden, når man bruger værket. Er der kun angivet dette symbol, kan man gøre, hvad man vil, bare man henviser korrekt. Dollartegnet med en streg over angiver, at man ikke må tjene penge på værket. Lighedstegnet, at man ikke må bearbejde værket. Genbrugspilen, at man skal dele på samme vilkår, dvs. lade andre få de samme rettigheder til ens værk, som man selv havde, da man lavede det med afsæt i andres værker.

Creative commons kan bedst oversættes som det kreative fællesskab, der opstår, når man følger fælles rettigheder for at dele og bearbejde indhold via nettet. Sammen med standarder udgør rettigheder betingelserne for tilgængelighed, brug og genbrug af digitale læremidler i forskellige kontekster. Digitale læremidler, der både begrænser brugeren teknisk og lovmæssigt, vil blive rangeret lavt. Det hænger sammen med, at brugeren reduceres til en passiv modtager af det digitale læremiddel, der ikke har mulighed for at arbejde kreativt og selvstændigt med indholdet. Mange digitale læremidler giver kun mulighed for at bearbejde tekst, mens levende lyd og billede har et lukket format uden mulighed for at bearbejde indholdet. Læremidler med åbne standarder og et indhold, der kan downloades og integreres med andre systemer, men hvor rettighederne begrænser ens muligheder for at arbejde kreativt vil få en medium rangering. Omvendt kan man også forestille sig et læremiddel med vide rettigheder, men begrænset tekniske muligheder for at integrere med andre systemer, der ligeledes vil få en medium rangering. Den højeste rangering opnår læremidler, der giver brugeren optimale muligheder for at arbejde kreativt med indholdet, anvende det på tværs af forskellige kontekster og gøre det til en del af en e-portefølje, fordi det ikke er bundet af abonnement eller andre lovmæssige restriktioner. De forskellige former for

begrænsning i brug skal forstås i lyset af, at stabil indholdsproduktion kræver forretningsmodeller, der ofte fører til en eller anden form for begrænsning af hensyn til producentens økonomi.

4. Evaluerings- og designprincipper for digitale læremidler

4.1. Evaluering af digitale læremidler

I dette kapitel samler vi med basis i eksisterende international forskning i digitale læremidlers design og virkning i et undervisningsmiljø en række kriterier, som kan anvendes som en art tjekliste ved anskaffelse af digitale læremidler. Denne tjekliste kan anvendes af beslutningstagere på alle niveauer fra kommunale konsulenter til lærere der diskuterer anskaffelse af digitale læremidler. Derefter opstiller vi et bud på designprincipper for digitale læremidler. Disse kan bruges som pejlemærker, både når man designer, evaluerer, anskaffer, anvender og investerer i digitale læremidler.

4.2. Pejlemærker for anskaffelse af digitale læremidler

Med afsæt i principperne for tilgængelighed, sammenhæng og interaktivitet kan man stille krav til:

- Formater der er tilgængelige for læse- og skriveteknologier
- Åbne standarder og formater
- Graden af interaktivitet
- Typen af læremiddel

I det følgende udfolder vi kort disse punkter.

Læse- og skriveteknologier

Tilgængelighed handler både om, at brugeren skal kunne forstå indholdet og kunne håndtere formen. Det første kan man ikke opstille objektive kriterier for, idet det afhænger af brugeren og fortolkning af, hvornår noget er tilstrækkeligt tilgængeligt.

Til gengæld kan man teknisk omsætte tekst fra skrift til lyd, og dette kan objektivt afgøres. Man kan vælge enten at kræve, at teksten har en form, så et hvilket som helst læseteknologisk program kan tilgå det, eller man kan kræve at dette er tilfældet, *eller* at systemet selv indeholder funktioner til oplæsning.

Hvis man opstiller lignende krav til skriveteknologi, vil det være vanskeligere at specificere om systemet i sig selv understøtter skrivning. For hvornår er der skrivestøtte? Når systemet foreslår afslutning af påbegyndt ord (som fx LibreOffice gør det), eller når systemet er i stand til at analysere skrift ud fra fonetiske principper?

Læse- og skriveteknologier er de typisk anvendte teknologier i forbindelse med tilgængelighed. Man ville også kunne opstille krav om, at systemerne muliggør integration med programmer til omsætning af tekst til blindeskrift, lyd til tekst for hørehæmmede mv.

Åbne standarder og formater

Dette krav kan formuleres fra den milde udgave, hvor kravet er, at læremidlet kan afvikles i standardoverholdende browsere (fx HTML-javascript) eller på tilgængelige styresystemer (Windows, MacOS, Linux, Android osv.). Den stærke udgave af kravet er, at alle produkter udviklet med systemet skal kunne eksporteres i et standard-format (fx tekster i Open Document-format, HTML eller XML-format, billeder i PNG, lyd og video i ogg-vorbis-theora-format osv.), og at

sammenhængende aktiviteter er eksporterbare i et standardiseret learning object metadata-sprog (fx IEEE LOM). Det sidste kan dog næppe være et krav på nuværende tidspunkt, da der ikke findes tilstrækkeligt sofistikerede sprog til dette formål endnu.

Et tredje krav kan være, at der er integration i form af mulighed for dybe links, import/eksport af produkter osv. med standard-learning management-systemer som SkoleIntra, KMD Education, Fronter osv.

Graden af interaktion

Hvis digitale læremidler skal bidrage med noget, som papir ikke gør lige så godt eller bedre, skal de støtte en eller anden form for social interaktion.

I forlængelse heraf kan man opstille krav om, at systemet muliggør en eller et antal af følgende funktioner:

- Overblik for læreren eller eleverne over elevers opgaveløsning og progression
- Samarbejde mellem lærer og elev eller mellem elever organiseres
- Kommunikation håndteres
- Oversigt over tidligere handlinger
- Håndtering af elevproducerede delprodukter

Typen af læremiddel

I nærværende rapport skelner vi mellem repetitive, formidlingsorienterede, stilladserende og praksisstilladserende læremidler. Den første slags er kendetegnet ved i udstrakt grad at hvile på behavioristiske læringsteorier og derved ikke være i overensstemmelse med nyere viden om læring og undervisning. Før anskaffelse og anvendelse af sådanne læremidler, bør man derfor gøre sig helt klart, hvilke opgaver det givne læremiddel løser og ikke løser – og om der er tale om færdigheder, der ikke kan udvikles bedre med andre typer læremidler.

Alternativt kan man kræve, at repetitive læremidler indgår i et didaktiseret og sammenhængende system med et større antal repetitive objekter som tilsammen udgør en faglig/færdighedsorienteret progression. Kravet kan desuden være, at der i systemet er tilbagemelding til såvel lærer som elever om mængden af afsluttede og korrekte øvelser og en tilhørende tolkning af betydningen af de enkelte objekters indhold.

4.3. Designprincipper for digitale læremidler

Med basis i eksisterende international forskning i digitale læremidlers design og virkning i et undervisningsmiljø kan man opstille designprincipper for digitale læremidler. De kan bruges som pejlemærker, både når man designer, evaluerer, anskaffer, anvender og investerer i digitale læremidler.

Principperne for design af digitale læremidler kan inddeles i tre klynger. Den første klynge omfatter de principper, der vedrører fokusering. Læremidler bør minimere unødvendige kognitive og kropslige processer og handlinger og skærpe fokus på genstanden for elevernes opmærksomhed og handlinger. Den anden klynge omfatter de principper, der vedrører støtte til elevernes kognitive og kollaborative processer. Læremidler bør facilitere elevernes aktiviteter og samarbejde. Den tredje gruppe omfatter de principper, der vedrører udfordring. Læremidler bør motivere og stimulere elevernes kognitive og kollaborative processer.

Fokusering: undgå unødvendig kognitivt arbejde

Tilgængelighedsprincippet

Både udtryk, indhold og aktiviteter i digitale læremidler bør være tilgængelige for læremidlets målgruppe. Teksterne bør være læsbare og kendetegnet ved et meningsfuldt samspil mellem sprog og billeder samt et format, der er tilgængeligt for universelle oplæsningsprogrammer. Derudover bør man stille krav til oplæsnings- og prædiktionsfunktioner, så læremidlerne både støtter læsning og skrivning. De *skal* støtte elever med læse- og skrivevanskeligheder, men *bør* derudover tilbyde støtte for alle, fx i form af ordforslag, der udvider ordforrådet og understøtter en procesorienteret tekstproduktion.

Reduktionsprincippet

Alle former for udtryk, indhold og aktiviteter i digitale læremidler bør have en funktion i forhold til læremidlets faglige og dannelsesmæssige mål. Unødvendigt og overflødigt materiale bør reduceres og skæres bort, så eleverne ikke bruger kognitiv og emotionel energi på irrelevante detaljer, uden at relevante detaljer og helheder reduceres bort. Reduktionen skal minimere overfladisk udsmykning, udenomssnak og aktivisme, men på den anden side skal der være en sammenhæng at relatere handlinger og forståelse til. Bemærk desuden, at æstetiske kvaliteter ved digitale læremidler meget vel kan have en funktion i forhold til fx at skabe relevant fokus og bidrage til åbne læreprocesser. Til gengæld peger empiriske studier på, at irrelevante, men fængende film, fotos, anekdoter og hverdagshistorier tiltrækker sig unødvendig opmærksomhed og nedsætter læringsudbyttet (Mayer 2010, Maagerø & Skjelbred 2010), men empiriske studier med rotter peger også på at dyr der vokser op i simple, reducerede kontekster, udvikler mindre intelligens, end dyr der vokser op i komplekse kontekster (Bransford 2006). Målet er at fokusere elevernes opmærksomhed på de i sammenhængen relevante faktorer, hverken at aflede den eller dekontekstualisere den – sidstnævnte resulterer i transferproblemer, dvs. problemer med at anvende de lærte faglige tilgange, metoder og viden i andre sammenhænge.

Figur/baggrund-princippet

Digitale læremidlers repræsentation af indhold bør være prioriteret ud fra et figur/baggrund-princip, der sætter vigtige dele i forgrunden som figur i forhold til en baggrund ved at anvende grafik (fx rubrikker, fremhævede citater, farvekoder, ikoner) og layout (placering og organisering i rum) til at styre elevernes opmærksomhed. Forholdet mellem figur og baggrund bør understøtte en hensigtsmæssig skærmlæsning og rumlig og tidslig orientering og prioritering af sprog, billeder, diagrammer og lydspor (Kress & van Leuwen 2006, Bundsgaard 2008, Hansen 2012).

Figur/baggrund-princippet kan begrundes kognitivt ud fra gestalt- og perceptionspsykologi (Rubin 1916, Talmy 2001, Mandler 2004).

Gentagelsesprincippet

Gentagelse af udtryk, indhold og aktiviteter bør supplere og udbygge med ny viden og/eller skift i repræsentationsform. En gentagelse skal både rumme noget af det samme (skabe genkendelse) og noget forskelligt (skabe erkendelse). Elever præsterer bedre, når man kombinerer forskellige repræsentationsformer, fx sprog og billede, end når man fordobler inden for samme repræsentationsform, fx talt og skreven tekst på skærm i forbindelse med en animation (Brünken & Leutner 2001, Mayer og Moreno 2003, Mayer 2010). Man kan således skelne mellem positiv redundans, hvor gentagelsen uddyber, varierer, skaber kontinuitet og aflaster den kognitive

kapacitet ved at kombinere repræsentationsformer (multimodalitet), og negativ redundans, hvor gentagelsen bliver unødvendig repetition.

Nærhedsprincippet (spatial og temporal kontiguitet)

Relaterede repræsentationsformer bør være placeret i nærheden af hinanden i tid og rum og tydeligt støtte konstruktion af en læsesti (Kress 2003). Nærhed i tid og rum øger læringsudbyttet, fx når animation og fortællende "voice over" er samtidige, eller når forklarende tekst, billede og diagram er organiseret i sammenhæng som en visuel klynge (Baldry & Thibault 2006, Maagerø & Skjelbred 2010, Mayer 2010). Nærhedsprincippet for digitale læremidler er beslægtet med principper for analog informationsgrafik og leksivisualisering (dvs. visualisering af det omtalte via et opslag, hvor tekst, billede og diagram kombineres) inden for journalistik og lærebogsproduktion (Lidman 1973).

Understøtning: støt op om væsentlige kognitive og kollaborative processer

Det eksemplariske princip

Valg og kombination af udtryk, indhold og aktiviteter i digitale læremidler bør være eksemplarisk og repræsentere almene, væsentlige og særlige træk ved læremidlets genstandsfelt. Udgangspunktet er, at der altid foreligger mere viden, end det er muligt at repræsentere i et læremiddel. Derfor bør man inkludere respektive ekskludere og organisere viden ud fra væsentlighedskriterier. Samtidig bør den repræsenterede viden kunne relateres til eleverne og gøres relevant og vedkommende i forhold til deres forståelseshorisont. Kravet om eksemplaritet er forankret i den fagdidaktiske forskning og er især blevet fremført af den tyske naturfagsdidaktiker Martin Wagenschein (Wagenschein 1968).

Det genetiske princip

Digitale læremidler bør medtænke elevernes læringstid og erkendelsestrin i deres didaktiske design. Empiriske studier peger på, at digitale læremidler, der gør det muligt at segmentere indholdet og selv vælge tempo, øger læringsudbyttet (Mayer 2010). Opdelingen kan både have form som delopgaver, sekvenser og faser i en arbejdsproces. Det genetiske består i, at elever selv bør have mulighed for at gennemløbe en erkendelsesproces og erfare en selvstændig problemløsning frem for udelukkende at blive præsenteret for overleverede kulturprodukter og teknologiske og videnskabelige landvindinger (Wagenschein 1968). Wagenschein advarer mod at forveksle indholdets systematik med læreprocessens systematik, der har sin egen indbyggede tidlige struktur og progression, som læremidlets didaktiske design bør tage højde for.

Multimedie- og multimodalitetsprincippet

Digitale læremidler bør udnytte muligheden for at bringe flere medier (lyd og lys på skærm) og sansemodaliteter i spil (fx den auditive og den visuelle). Digitale læremidler appellerer typisk primært til den visuelle sansemodalitet gennem film, billeder, diagrammer og skrevet tekst. Empiriske studier peger imidlertid på, at en kombination af sansemodaliteter øger læringsudbyttet, et årsagsvirkningsforhold der af samme grund betegnes modalitetseffekten (Ginns 2006). Kombinationen af talt tekst og billede fremmer læring sammenlignet med en kombination af skrevet tekst og billede (Brünken, Plass og Leutner 2004, Tabbers, Martens & van Merriënboer 2004, Moreno og Mayer 2007, Mayer 2010). I forlængelse heraf kan det mere generelt anbefales at bringe flere repræsentationsformer i spil ved at kombinere talt og skrevet tekst, billeder, ikoniske tegn og lydspor på en varieret måde, så de forskellige sansemodaliteter

arbejder sammen – herunder også den kinæstetiske, idet ikoniske tegn, grafik og layout har betydning for den kropsligt forankrede orientering. I det rette samspil kan det øge læringsudbyttet (Mayer 2010, Baldry & Thibault 2006, Kress & van Leuwen 2006, Leutner & Brünken 2001). Det særlige ved digitale læremidler er, at interaktive multimedier (skærm, lydenheder, inputenheder) åbner for en dynamisk multimodalitet (fx et samspil mellem lydspor, talt tekst, film, animationer, interaktive modeller mm.), og det er denne dynamik, der bør anvendes til at skabe en engagerende undervisning.

Samarbejdsprincippet

Digitale læremidler bør støtte op om samarbejde og gøre det nemt at kommunikere om proces og produkt. Empiriske studier peger på, at samarbejde øger læringsudbyttet af at anvende it som læringsredskab i undervisningen (Hattie 2009, OECD 2010, Shear, Gallagher, & Patel, 2011). Et design, der understøtter samarbejde, kan således både begrundes kognitivt og dannelsesmæssigt i forhold til Folkeskolelovens formål, stk. 3.

Sammenhængsprincippet

En af de store fordele ved digitalisering af læremidler er, at digitaliseringen gør det nemt at dele dem og genbruge dem i forskellige sammenhænge (Harden 2005, Hirumi 2005, Koppi, Bogle og Bogle 2005 og Leacock og Nesbit 2007). Det kræver imidlertid, at de forskellige digitale systemer kan tale sammen. Derfor bør man stille krav til digitale læremidler om, at de bygger på åbne standarder og kan integreres og anvendes på tværs af systemer og digitale læringsmiljøer, jf. Digitaliseringsstyrelsens anbefalinger. Indholdet bør kunne downloades, bearbejdes og gemmes, så det kan bruges til elevernes e-portefølje og som dokumentation for elevernes læreproces og genstand for lærerens formative evaluering.

Udfordring: motivér og stimuler kognitive og kollaborative processer

Personaliseringsprincippet

Digitale læremidlers henvendelsesform og brugerflade bør være personaliseret eller personaliserbar i forhold til målgruppen. Empiriske studier i analoge og digitale læremidler peger på, at en "levende" henvendelsesform med en nærværende afsender og en tydelig brug af årsagsforbindelser har en positiv betydning for læseforståelse og læringsudbytte (Reichenberg 2000 & Mayer 2010). Undersøgelser af børns brug af hjemmesider tilføjer, at personaliserede funktioner, fx muligheden for at bruge en 'mine spil' funktion og gemme yndlingsspillene, har stor betydning for brugervenligheden (Nielsen 2010). Digitaliseringen har gjort det muligt at personalisere læremidler med 'mine'-funktioner, fx i forbindelse med noter, forløb eller foretrukne film.

Interaktivitetsprincippet

Digitale læremidler bør udnytte muligheden for at skabe interaktive design, der åbner for selvstændig handling og interaktion med et indhold. Det kan være i form af simulationer, brugerkontrol, hypertekst og mulighed for programmering. Interaktiviteten bør være tilpasset målgruppen og tilbyde handlemuligheder, der modsvarer brugernes kognitive kapacitet. Princippet kan begrundes ud fra empiriske studier i interaktivitetens betydning for elevernes oplevede læringsudbytte (Kay 2006-2007). Mere generelt kan man pege på, at det har en mere positiv effekt, når det er eleverne, der er styrende for aktiviteterne, end hvis det er systemet eller læreren (Hattie 2008).

Autenticitetsprincippet

Motivationsforskning peger på, at længerevarende engagement afhænger af faktorerne mål, følelser og personlig handlesevtillid (Ford 1992). Hvis eleverne oplever, at de har et meningsfuldt, efterstræbelsesværdigt mål med deres aktiviteter, og samtidig oplever en venlig, støttende, imødekommende atmosfære, og selv har og oplever omgivelsernes tillid til, at de kan klare udfordringerne i situationen, så vil de opleve motivation til at håndtere også komplekse og svære udfordringer. Dette kan sammen med ønsket om at eleverne skal kunne håndtere udfordringer i komplekse situationer ("det 21. århundredes kompetencer") opnås gennem et princip om autenticitet ("thick authenticity", Shaffer & Resnick 1999). Ved at indgå i autentiske situationer – evt. simulerede – vil eleverne opleve udfordringer i kontekst, de vil opleve sociale relationer, og de vil have mulighed for at handle med de faglige tilgange, metoder og viden som læremidlet understøtter, at eleverne udvikler og anvender. Udfordringerne i sådanne situationer skal have en tilpas, autentisk kompleksitet og sværhedsgrad, dvs. ikke være for let og ikke være for svær, evt. støttet gennem stilladsering (Bruner, Wood & Ross 1976), således at eleverne kan komme i en tilstand af flow, hvor de har fokuseret al deres opmærksomhed på en bestemt aktivitet, fastholder den der og samtidig føler glæde ved det (Andersen 2006).

5. Referencer

- Adams, A., Lubega, J., Walmsley, S. & Williams, S. (2004): "The effectiveness of assessment learning objects produced using pair programming", *Electronic Journal of e-Learning*, 2(2): 247–256.
- Andersen, F.Ø. (2006): *Flow og fordybelse*, København, Hans Reitzels Forlag.
- Arendal, Erik (2012): "Læse- og skriveteknologi – status og perspektiver", *Viden om læsning*: 11.
- Baruque, L. B. & Melo, R. N. (2004): "Learning theory and instructional design using learning objects", *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 13(4): 343-370.
- Bower, M. & Hedberg, J. (2010): *A quantitative multimodal discourse analysis of teaching and learning in a web-conferencing environment - The efficacy of student-centred learning designs*, *Computers & Education*, 54(2): 462-478.
- Boyle, T. (2003): "Design principles for authoring dynamic, reusable learning objects", *Australian Journal of Educational Technology*, 19(1): 46-58.
- Bradley, C. & Boyle, T. (2004): "The design, development, and use of multimedia learning objects", *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 13(4): 371-389.
- Bruner, J. (1962): *On knowing. Essays for the left hand*. Oxford University Press.
- Bundsgaard, J. (2013): "Redaktionen – computerstøttet udfordringsdifferentiering" I: M. Jørgensen og Troelsen, B. *Undervisningsdifferentiering og teknologi*. Aarhus: KvaN.
- Bundsgaard, J. (2009): "Krydsmodel for undervisningstilrettelæggelse", *Dansk Universitetspædagogisk Tidsskrift*, 4(7): 10–17.
- Bundsgaard, J. (2008): "Søgning er læsning", *Viden om Læsning* (3): 5–10.
- Bundsgaard, J. (2005): "Interaktivitet" I: Bidrag til danskfagets it-didaktik. ph.d.-afhandling. Lokaliseret d. 15.februar 2013 på <http://www.did2.bundsgaard.net/situationen/kommunikation/teknologimaerkeogmedium/interaktivitet/>
- Bundsgaard, J. & Hansen, T. I. (2010): "Processer i undervisningen", *Læremiddeldidaktik*, (4): 18–27.
- Butson, R. (2003): "Learning objects: Weapons of mass instruction", *British Journal of Educational Technology*, 34(5): 667-669.
- Chall, J.S. (1958): "Readability: An appraisal of research and application", *Bureau of Educational Research*, Columbus OH, Ohio State University.
- Christiansen, R m.fl.: *Den digitale skole i Vordingborg*, Læremiddel.dk 2013 (in print).
- Clark, H.H. & Haviland, S.E. (1977): "Comprehension and the given-new contract", Freedle, R.O. & Norwood, N.J.: *Discourse production and comprehension*, Ablex Press: 1–40.
- Cochrane, T. (2005): "Interactive QuickTime: Developing and evaluating multimedia learning objects to enhance both face-to-face and distance e-learning environments", *Interdisciplinary Journal of Knowledge and Learning Objects*, 1. Retrieved August 3, 2005 from www.ijkl.org/Volume1/v1p033-054Cochrane.pdf.
- Coleman, E.B. & Blumenfeld, P.J. (1963): "Cloze scores of nominalization and their grammatical transformations using active verbs", *Psychology reports* 13: 651–654.
- Coleman, E.B. (1966): "Learning of prose written in four grammatical transformations", *Journal of applied psychology* 49: 332–341.
- Collis, B. & Strijker, A. (2003): "Re-usable learning objects in context", *International Journal of E-Learning*, 2(4): 5-16.
- Dewey, J. (2006/1916): *Demokrati og uddannelse*. Aarhus: Klim.
- Dolch. E.W. (1939): "Fact burden and reading difficulty", *Elementary English review* 16: 135–138.
- Duval, E., Hodgins, W., Rehak, D. & Robson, R. (2004): "Learning objects symposium special issue guest editorial", *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia*, 13(4): 331-342.

- Edling, Agnes (2006): Abstraction and authority in textbooks. The textual paths towards specialized language, Acta Universitatis Upsaliensis, Uppsala universitet.
- Faidhi, J. & Mohammed, S. (2004): "Design issues involved in using learning objects for teaching programming language within a collaborative eLearning environment", *International Journal of Instructional Technology and Distance Learning*, 1(3).
- Felker, D.B., Pickering, F., Charrow, V.R., Holland, V.M. & Redish J.C. (1981): *Guidelines for document designers*, Washington, D. C: American Institutes for Research.
- Flesch, R. (1949): *The art of readable writing*, New York, Harper.
- Ford, M. E. (1992): *Motivating humans*, Newbury Park, Sage.
- Fougst, S. (2009): *Didaktisk design af interaktive assistenter*. Speciale.
- Gibbons, A. S., Nelson, J. & Richards, R. (2000): "The nature and origin of instructional objects", D. A. Wiley (Ed.): *The Instructional Use of Learning Objects: Online Version*. *Skal der være et link?*
- Gough, P.B. (1965): "Grammatical transformations and the speed of understanding", *Journal of verbal learning and verbal behavior* 4: 107–111.
- Graf, S., Hansen, J.J. & Hansen, T.I. (2012): *Læremidler i didaktikken. Didaktikken i læremidler*, Klim.
- Gray, W.S. & Leary, B. (1935): *What makes a book readable*, Chicago: Chicago University Press.
- Gunning, R. (1952): *The Technique of Clear Writing*, New York, McGraw–Hill.
- Gynther, K. (2005): *Blended Learning*, Unge pædagoger.
- Gynther, K. & Christiansen, R: *Barrierer og potentialer for integration i fagene i folkeskolen i Slagelse Kommune*, Læremiddel.dk 2011.
- Halbert, M.G. (1944): "The teaching value of illustrated books", *American school board journal* 108(5): 43–44.
- Hamel, C. J. & Ryan-Jones, D. (2002): "Designing instruction with learning objects", *International Journal of Educational Technology*, 3(1).
- Hansen, J.J. (2006): *Mellem didaktik og design*, Ph.d.-afhandling, Syddansk Universitet.
- Hansen, T.I. & Skovmand, K (2011): *Fælles mål og midler*, Klim.
- Hauge, T.E, Lund, A. & Vestøl, J.M. (red.), (2010): *Undervisningens nye sammenhænge – it, aktivitet, design*, Klim.
- Harden, R. M. (2005): "A new vision for distance learning and continuing medical education", *The Journal of Continuing Education in the Health Professions*, 25: 43–51.
- Hattie, J. (2009): *Visible Learning: A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*, Routledge.
- Hauge, T.E, Lund, A. & Vestøl, J.M. (red.), (2010): *Undervisningens nye sammenhænge – it, aktivitet, design*, Klim.
- Henderson, L. (2008): *Praksisfællesskaber i undervisningen. Elevers deltagelsesformer i undervisning baseret på PracSIP'en*: Redaktionen. Speciale.
- Hirst, P. (1975): *Knowledge and the Curriculum: A Collection of Philosophical Papers*. Routledge.
- Hirumi, A. (2005): "In search of quality: Analysis of e-learning guidelines and specifications", *The Quarterly Review of Distance Education*, 6: 309–330.
- Hornby, P.A. (1974): "Surface structure and presupposition", *Journal of verbal learning and verbal behavior* 13: 530–538.
- Illeris, K. (2009): "Transfer of learning in the learning society: How can the barriers between different learning spaces be surmounted, and how can the gap between learning inside and outside schools be bridged?", *International Journal of Lifelong Education*, 28(2): 137-148.
- Jatowt, A. & Tanaka, K. (2012): "Longitudinal analysis of historical texts' readability", *Proceedings of Joint Conference on Digital Libraries 2012*: 353-354.

- K&V Stief Associates (2001): "Implementation of Information and Communication Technology (ICT)", *Canadian K-12 Schools: An Overview*, Retrieved March 14, 2007, http://www.schoolnet.ca/snab/e/reports/ICT_Imp_Report-P.pdf.
- Kirkeby, I. M. (2006): *Skolen finder sted*, Århus: Statens Byggeforskningsinstitut Arkitektskolen.
- Klafki, W. (2001/1994): *Dannelsesteori og didaktik*. Århus: Klim.
- Klare, G.R., Mabry, J.E. & Gustafson, L.M. (1955): "The relationship of patterning (underlining) to immediate retention and to acceptability of technical material", *Journal of applied psychology* 39(1): 40–42.
- Klare, G.R. (1957): "The relationship of typographic arrangement to the learning of technical material." *Journal of applied psychology* 41(1): 41–45.
- Knudsen, S.V. (red.) i samarbejde med Stefan Graf, Jens Jørgen Hansen, Thomas Illum Hansen, Marie Falkesgaard Slot, Liv Ingunn Haugen, Magnus Honvedt, Eva Insulander, Lars Harald Maagerø, Heidi Kristin Olsen, Catherine Radtka, Staffan Selander, Anne Kristine Solberg Runestad, Linda Wahlmann Olsen & Tom Wikman (2011): *Internasjonal forskning på læremidler – en kunnskapsstatus*, http://www.udir.no/Upload/Rapporter/2012/laremidler_hive.pdf?epslanguage=no.
- Koppi, T., Bogle, L. & Bogle, M. (2005): "Learning objects, repositories, sharing and reusability", *Open Learning*, 20(1): 83–91.
- Koschmann, T. (1996a): "Paradigm shifts and instructional technology", Koschmann, T. (Ed.): *CSSL: Theory and practice of an emerging paradigm*, Mahwah, NJ, Lawrence Erlbaum: 1–23.
- Krauss, F. & Ally, M. (2005): "A study of the design and evaluation of a learning object and implications for content development", *Interdisciplinary Journal of Knowledge and Learning Objects*, 1: 1–22.
- Leimbach, M. (2010): "Learning transfer model: a research-driven approach to enhancing learning effectiveness", *Industrial and Commercial Training*, 42(2): 81–86.
- Leth, Peter (2011): *Creative commons*, Holstebro.
- Levinsen, K.T. & Ørngreen, R. (2009): *Evalueringsrapport: E-museum: evaluering af digitale undervisningsmaterialer*, www.kulturarv.dk/fileadmin/user_upload/kulturarv/publikationer/emneopdelt/museer/evaluering_emuseum.pdf.
- Lim, D. H. & Morris, M. L. (2006): "Influence of trainee characteristics, instructional satisfaction, and organizational climate on perceived learning and training transfer", *Human Resource Development Quarterly*, 17(1): 85-115.
- Littlejohn, A. (2003): "Issues in reusing online resources", *Journal of Interactive Media in Education*, 1, Special issue on reusing online Resources.
- Løgstrup, K. E. (1987): "Skolens formål" I: *Kærlighed og solidaritet. Essays*. København: Gyldendal.
- MacDonald, C. J., Stodel, E., Thompson, T. L., Muirhead, B., Hinton, C. & Carson, B. (2005): "Addressing the eLearning contradiction: A collaborative approach for developing a conceptual framework learning object", *Interdisciplinary Journal of Knowledge and Learning Objects*, 1: 79–98.
- Maclaren, I. (2004): "New trends in Web-based learning: Objects, repositories and learner engagement", *European Journal of Engineering Education*, 29(1): 65-71.
- Metros, S. E. (2005): "Visualizing knowledge in new educational environments: A course on learning objects", *Open Learning*, 20(1): 93-102.
- Muzio, J. A., Heins, T. & Mundell, R. (2002): "Experiences with reusable e-learning objects from theory to practice", *Internet and Higher Education*, 2002(5): 21-34.
- Nielsen Norman Group Report (2010): *Usability of Websites for Children*, www.nngroup.com/reports/kids.
- Nielsen, F.V. (1998): *Almen musikdidaktik*. København: Akademisk Forlag.

- Pea, R. (2004): "The Social and Technological Dimensions of Scaffolding and Related Theoretical Concepts for Learning, Education, and Human Activity", *The Journal of the Learning Sciences*, 13 (3): 423-451.
- Prensky, M. (2001): "Digital Natives, Digital Immigrants", *On the Horizon*, 9(5): 1–6, NCB UP.
- Raskin, J. (1994): "[Intuitive equals familiar](#)", *Communications of the ACM*, 37(9), september: 17–18.
- Reichenberg, M. (2000): Röst och kausalitet i lärobokstexter. En studie av elevers förståelse av olika textversioner, Göteborgs universitet.
- Roschelle J. & DiGiano, C. (2004): "ESCOT: Coordinating the influence of R&D and classroom practice to produce educational software from reusable components", *Interactive Learning Environments*, 12(1–2): 73–107.
- Rychen, D.S. & Salganik, L.H. (red.) (2003): Key Competencies for a Successful Life and a Well-Functioning Society. Cambridge, MA Hogrefe & Huber Publishers.
- Sanger, M. J. & Greenbowe, T. J. (1999): "An analysis of college chemistry textbooks as sources of misconceptions and errors in electrochemistry", *Journal of Chemistry Education*, 76(6): 853–860.
- Saywer, K. (2005): "Introduction", Saywer, K. (red.): *The Cambridge Handbook of the Learning Sciences*, Cambridge, Cambridge University Press: 1-16.
- Schnack, K. (1998): "Handlekompetence", I: Bisgaard, Niels Jørgen (red): *Pædagogiske teorier*, København: Billesøe & Baltzer.
- Shaffer, D. W. (2006): "Epistemic frames for epistemic games", *Computers & Education* 46(3): 223–234.
- Shear, L., Gallagher, L., & Patel, D. (2011). *Innovative Teaching and Learning 2011 Findings and Implications*. Menlo Park, CA: SRI International. Hentet fra <http://itlresearch.com/images/stories/reports/ITL%20Research%202011%20Findings%20and%20Implications%20-%20Final.pdf>
- Spyridakis, J.H. (1989): "Signaling effects: A review of the research-Part 1", *Journal of technical writing and communication* 19(3) :227-240.
- Spyridakis, J.H. (1989): "Signaling effects: Increased content retention and new answers-Part 2", *Journal of technical writing and communication* 19(4): 395–415.
- Tabak, I. (2004): "Synergi: A complement to emerging patterns of distributed scaffolding", *The Journal of the Learning Sciences*, 13 (3): 305-335.
- Tuomi-Gröhn, T. & Engeström, Y. (red.), (2003): *Between school and work: New perspectives on transfer and boundary crossing*, Pergamon, Amsterdam.
- Vernon, M.D. (1946): "Learning from graphic material", *British journal of psychology* 36: 145–158.
- Vygotsky, L.S. (1971): *Tænkning og sprog*, København, Hans Reitzels Forlag.
- Walhgren, Bjarne (2009): *Transfer mellem uddannelse og arbejde*, Nationalt Center for Kompetenceudvikling, København, [http://ncfk.dpu.dk/fileadmin/nck/Opgave_2.5/Transfer - mellem uddannelse og arbejde. Med summary. Haefte.pdf](http://ncfk.dpu.dk/fileadmin/nck/Opgave_2.5/Transfer_-_mellem_uddannelse_og_arbejde_Med_summary_Haefte.pdf).
- Washington, C. L. (2000): *Influencing process change: Understanding the role of learning transfer climate, self-efficacy, and goal commitment*, Ohio State University, Workforce Development and Education Section.
- Wood, D. J., Bruner, J. S. & Ross, G. (1976): "The role of tutoring in problem solving", *Journal of Child Psychiatry and Psychology*, 17(2): 89-100.
- Yamnill, S. & McLean, G. N. (2001): "Theories supporting transfer of training", *Human Resource Development Quarterly*, 12(2), 195-208.