INSTITUT FOR NATURFAGENES DIDAKTIK
KØBENHAVNS UNIVERSITET

Komparativ undersøgelse af deduktiv og induktiv matematikundervisning

Rasmus Olsen Svensson
Kandidatspeciale

Marts 2016

IND's studenterserie nr. 45

INSTITUT FOR NATURFAGENES DIDAKTIK, www.ind.ku.dk
Alle publikationer fra IND er tilgængelige via hjemmesiden.

IND's studenterserie

1. Ellen Berg Jensen: 15-åriges viden om klimaforskelle (2007)
2. Martin Sonnenborg: The Didactic Potential of CAS (2007)
3. Karina Søgaard og Sarah Kyhn Buskbjerg: Galoisteori i Gymnasiet (2007)
4. Ana Hesselbart: Mathematical reasoning and semiosis (2007)
5. Julian Tosev: Forskningslignende situationer (2007)
6. Niels Nørskov Laursen: En Covarians-tilgang til Variabelssammenhænge i gymnasiet (2007)
7. Katja Vinding Petersen: Lyd og Liv (2007)
8. Jesper Bruun: Krop og computer i fysikundervisning (2008)
9. Jakob Svendsen: Matematiklærerens forberedelse (2009)
10. Britta Hansen: Didaktik på tværs af matematik og historie (2009)
11. Nadja Ussingkær: En didaktisk undersøgelse af brudte lineære funktioner i rammerne af tysk fritidsmatematik (2009)
12. Thomas Thrane: Design og test af RSC-forløb om vektorfunktioner og bevægelse
13. Flemming Munch Hansen: Samspil omkring differentialregningens elementer i gymnasiets matematik og fysik (2009)
14. Hasan Ademovski og Hatice Ademovski: Proportionalitet på mellemtrinnet - Design af didaktiske situationer baseret på stofdidaktisk analyse (2009)
15. Philipp Lorenzen: Hvem er de nye studenter? Baggrund, interesse & uddannelsesstrategi (2010)
16. Signe Ougaard: Logiske strukturer i matematisk analyse på gymnasieniveau. Et forløb om kvantorer og ε-δ-definition af grænseværdi (2010)
17. Jesper Winther Sørensen: Abstrakt algebra i gymnasiet - design, udførelse og analyse af undervisning i gruppeteori (2010)
18. Sofie Stoustrup: En analyse af differentialligninger på A-niveau i STX ud fra den antropologiske didaktiske teori (2010)
19. Jan Henrik Egballe Heinze: Eksponentialfunktioner i STX (2010)
20. Mette Beier Jensen: Virtuelgalathea3.dk i biologiundervisningen i gymnasiet (2010)
21. Servet Dönmez: Tosprogede elever og matematik i gymnasiet (2011)
22. Therese Røndum Frederiksen: Designing and implementing an engaging learning experience about the electric sense of sharks for the visitors at Danmarks Akvarium (2011)
23. Sarah Elisabeth Klein: Using touch-tables and inquiry methods to attract and engage visitors (2011)
24. Line Kabell Nissen: Matematik for Sjov – Studie- og forskningsforløb i en eksperimentel kontekst (2011)
25. Jonathan Barrett: Trigonometriske Funktioner i en Gymnasial Kontekst – en epistemologisk referencemodel (2011)
26. Rune Skalborg Hansen: Et studie i læringsopfattelse og -udbytte – Om fysik C kursister på Københavns VUC (2011)
27. Astrid Camilus: Valideringssituationer i undervisningsforløb om differentialligninger og radioaktivitet (2012)
28. Niven Adel Atie: Didaktiske situationer for fuldstændiggørelse af kvadratet i andengradsligningen (2013)
29. Morten C. B. Persson: Kvantekemi i gymnasiet - Tilrettelæggelse, udførelse og evaluering af et undervisningsforløb (2013)
30. Sofie Birch Jensen: Køn, evaluering og The Force Concept Inventory (2013)
31. Simone Gravlund Nielsen: Når børn forsker i matematik (2013)
32. Henrik Egholm Wessel: Smartphones as Scientific Instruments in Inquiry Based Science Education (2013)
33. Nicole Koefoed: Et didaktisk design om definition, eksistens og eksakt værdi af bestemt integral (2013)
34. Trine Louise Brøndt Nielsen: From Master's programme to labour market – A study on physics graduates' experience of the transition to the labour market (2013**)**
35. Rie Hjørnegaard Malm: Becoming a Geologist – Identity negotiations among first year geology students (2013)
36. Mariam Babrakzai Zadran: Gymnasiealgebra I et historisk perspektiv – Matematiske organisationer I gymnasiealgebra (2014)
37. Marie Lohmann-Jensen: Flipped Classroom – andet end blot en strukturel ændring af undervisningen? (2014)
38. Jeppe Willads Petersen: Talent – Why do we do it? (2014)
39. Jeanette Kjølbæk: One-dimensional regression in high school (2015)
40. Anders Wolfsberg: A praxeological investigation of divergence – Exploring challenges of teaching and learning math-in-physics (2015)
41. Asger Brix Jensen: Number tricks as a didactical tool for teaching elementary algebra (2015)
42. Katrine Frovin Gravesen: Forskningslignende situationer på et førsteårskursus I matematisk analyse (2015)
43. Lene Eriksen: Studie og forskningsforløb om modellering med variabelsammenhænge (2015)
44. Caroline Sofie Poulsen: Basic Algebra in the transition from lower secondary school to high school
45. **Rasmus Olsen Svensson: Komparativ undersøgelse af deduktiv og induktiv matematikundervisning**

Abstract

Mange instanser af politisk og forskningsmæssig karakter ser induktiv undervisning, som noget matematikundervisningen på landets ungdomsuddannelser bør stræbe efter at få implementeret i en højere grad. Imidlertid virker det som om, at ønsket om øget implementering er stødt på nogle adaptionsvanskeligheder. Det viser sig bl.a. ved at implementeringsgraden er lav, og at der er mange lærere der udtrykker frustrationer, over at de induktive metoder er besværlige og ikke giver den forventede læringsmæssig effekt hos eleverne.

Det er med afsæt i den kontekst at nærværende speciale tager sit udspring. Vi undersøger i dette speciale på hvilke måder, der er forskel i den affektive del af de læringsmiljøer som henholdsvis induktiv og deduktiv undervisning skaber, og om man kan isolere en læringsmæssig effekt af induktiv undervisning.

Kandidatspeciale

Komparativ undersøgelse af deduktiv- og induktiv matematikundervisning

Rasmus Olsen Svensson

Vejleder: Jan Alexis Nielsen
Co. Vejleder: Mikkel Willum Johansen

02-03-2016

Speciale for cand.scient-graden i matematik. Institut for Naturfagenes Didaktik, Københavns universitet

Thesis for the Master degree in Mathematics. Department of Science Education, University of Copenhagen

Resume

Mange instanser af politisk og forskningsmæssig karakter ser induktiv undervisning, som noget matematikundervisningen på landets ungdomsuddannelser bør stræbe efter at få implementeret i en højere grad. Imidlertid virker det som om, at ønsket om øget implementering er stødt på nogle adaptionsvanskeligheder. Det viser sig bl.a. ved at implementeringsgraden er lav, og at der er mange lærere der udtrykker frustrationer, over at de induktive metoder er besværlige og ikke giver den forventede læringsmæssig effekt hos eleverne.

Det er med afsæt i den kontekst at nærværende speciale tager sit udspring. Vi undersøger i dette speciale på hvilke måder, der er forskel i den affektive del af de læringsmiljøer som henholdsvis induktiv og deduktiv undervisning skaber, og om man kan isolere en læringsmæssig effekt af induktiv undervisning.

Vores undersøgelse havde karakter af at være et eksperiment, og blev gennemført i forbindelse med matematikundervisningen af to hhx-klasser. I specialet har vi indsamlet data af kvantitativ såvel som kvalitativ karakter. Vores analyse peger på at den affektive del af de læringsmiljøer, som deduktiv og induktiv undervisning skaber er markant forskellige. Eleverne oplever det læringsmiljø som induktiv undervisning skaber som værende mere motiverende, skabe bedre rammer for læring i en social kontekst, giver bedre mulighed for at eleverne kan tage ansvar for egen læring og at det er nemmere for eleverne at gå til faglige udfordringer ud fra eget niveau.

På den korte bane fandt vi ikke, at der var signifikant forskel, mellem læringseffekten af induktiv og deduktiv undervisning. På lang sigt viste det sig at lærte regnefærdigheder forblev i højere grad i de elever, der var undervist via induktive undervisning. Vores undersøgelse fandt at, I gennemsnit vil elever der har tillært sig regnefærdigheder i et induktivt undervisningsforløb, få 1,52 standardafvigelse flere antal rigtige svar, et halvt år efter læringsmålet er etableret.

Abstract
There are many bodies, both in political and academic circles, who view inductive learning as something, which should be implemented in the teaching of mathematics in the country´s upper secondary education, to a higher degree than is the case today. However, it seems that the desire for increased implementation, has encountered some difficulties regarding adaption. This is shown, among other things, by the low degree of implementation, and the number of teachers who are expressing frustrations, arguing the inductive methods are cumbersome and they do not produce the expected learning outcome on pupils.

It is based on that context that this thesis takes its source. We examine in what ways there are differences in the affective part of the learning environments, that respectively inductive and deductive teaching creates, and whether you can isolate a learning outcome of inductive teaching.

Our study had the character of an experiment, and was conducted in conjunction with the teaching of mathematics in two hhx classes. In the thesis, we have collected data of both quantitative and qualitative nature. Our analysis suggests that the affective part of the learning environments, which deductive and inductive teaching creates are significantly different. The pupils experience the learning environment created by inductive teaching as more motivational, creating a better framework for learning in a social context, as well as making it easier for pupils to take responsibility for their own learning and to approach academic challenges from their level of experience.

In the short term, we found that there was not significant difference between the learning outcome of inductive and deductive teaching. In the long run it turned out that learned arithmetic skills remained more in the students who were taught through inductive teaching.

Indhold

Indledning

Traditionelt er matematikundervisning designet som et deduktivt forløb, hvor eleverne først får præsenteret teorien fra læreren, derefter gennemgår læreren en algoritmisk tilgang til, hvordan teorien appliceres på konkrete problemer. Elevernes rolle er herefter at løse problemer med den viste teori eller algoritme (Hansen og Hansen, 2013: 36). Denne fremgangsmåde kan bl.a. findes i Ole W. Olsens Matematik M1 for obligatorisk niveau fra 1995, som har været en anvendt grundbog i matematik i gymnasiet.

Denne tilgang til matematikundervisningen hviler ifølge Wynne Harlen (2011) på den behavioristiske læringsteori, hvor eleverne er modtagere af færdigproduceret viden, som de skal kunne gengive. I behaviorismen adfærdsregulerer man ved at belønne korrekt adfærd og straffe forkert adfærd. Derved sker styringen af læringen uden for eleven (Harlen, 2011: 51, Dolin og Kaspersen, 2013: 173-174).

Matematikundervisning som et deduktivt forløb har de seneste år været under beskydning bl.a. med begrundelse i, at eleverne kopierer lærerens algoritme og ikke reflekterer over den bagvedliggende teori, altså arbejder eleverne aktivt med algoritmen, men ikke med teorien. Grunden til at det anses som et problem er, at det lærte kan blive situationeret, og derfor ikke umiddelbart kan overføres til andre områder, hvor det kan være praktisk anvendeligt (Harlen, 2011: 51).

Et andet problem der peges på i forbindelse med deduktive forløb er, at det er svært at motivere eleverne. Elever, der bliver undervist efter den deduktive metode, vil ofte have et billede af matematik, som noget der er svært at forstå, men hvis man bare følger de opskrifter/den algoritmiske tilgang som læreren eller formelsamlingen giver, så kan man klare eksamen. Det giver problemer, da mange elever ikke finder det motiverende blot at have fokus på at huske en masse algoritmer (Dolin og Kaspersen, 2013: 173-174).

I modsætning til det deduktive forløb vil læreren i et induktivt undervisningsforløb præsentere eleverne for et problem, som eleverne selv skal undersøge for at komme frem til et produkt. Elevaktiviteten flyttes altså fra at skulle genanvende den præsenterede algoritme til selv, eller i samarbejde med andre elever/lærere, at skulle opdage algoritmen. Den induktive tilgang kræver, at eleverne tager ejerskab over opgaven, da de igennem undersøgelse og konstruktion af viden skal komme frem til en kulturel viden. Elevernes arbejdsproces sikrer tid og mulighed for kreativ tænkning og forundring, hvilket motiverer og giver mulighed for, at eleverne kan angribe problemet ud fra deres egen zone for nærmeste udvikling (Bybee, Powell og Trowbridge, 2008: 88).

Det stemmer overens med den konstruktivistiske læringsteori, da eleverne gennem refleksion skaber deres egne erfaringer, som de skal passe ind i deres mentale skemaer. Den konstruktivistiske læringsteori er baseret på en påstand om, at læring sker i individet, og derfor er idiosynkratisk. Derfor bør undervisning ifølge konstruktivistisk læringsteori give elever mulighed for selv at styre læringen og dermed konstruere viden på egne præmisser (Kirschner, Sweller og Clark, 2006: 78).

Den induktive undervisningsmetode kan imidlertid også give problemer. Svage elever kan have svært ved at administrere, at ansvaret for læring i høj grad ligger på elevens egne skuldre. De kan have svært ved at finde ud af, hvordan de skal starte deres undersøgelser og vil have brug for støtte fra lærer eller andre elever til at komme i gang med problemløsningen.

Det at initiativet til læring ligger hos eleverne, kombineret med at det devaluerede objektive miljø ikke nødvendigvis giver en specifik strategi, som eleverne skal bruge, kan medføre, at det kan være svært at sikre, at eleverne kommer frem til den specifikke kulturelle viden, som pensum dikterer skal institutionaliseres (Hersant og Perrin-Glorian, 2005: 114).

Den sidste indvending kan give indtryk af, at induktiv undervisning udelukkende består af åbne undervisningsforløb, hvor hvorvidt eleverne opnår den i pensum dikterede kulturelle viden afhænger af, om eleverne når til de korrekte opdagelser. Sådan forholder det sig imidlertid ikke - induktiv undervisning har deduktive elementer, og ligeledes har deduktiv undervisning induktive elementer. Et induktivt forløb vil ofte afsluttes med en deduktiv lærerstyret institutionalisering for at sikre, at eleverne får præsenteret den kulturelle viden, som undervisningsforløbet har været målrettet. Forskellen mellem deduktive og induktive undervisningsforløb ligger i rækkefølgen af, hvornår de deduktive og induktive elementer introduceres, samt hvilken karakter elevaktiviteterne har (Felder og Prince, 2006: 124).

Kirschner, Sweller og Clark (2006) retter skarp kritik af de induktive metoder ud fra den kognitive læringsteori. Deres kritik går på, at induktive tilgange godt nok har forstået de kognitive principper, der ligger bag læring, nemlig det at læring er idiosynkratisk, men at de har trukket for vidtstrakte konklusioner ud fra dette. Det at læring sker ved, at individet skal indsætte ny viden i deres mentale skemaer, enten ved at tilpasse den nye viden eller ved rekonstruktion af de eksisterende mentale skemaer, er ikke ensbetydende med, at læring for individet optimeres ved graden af individets involvering i konstruktionen af læringsmiljøet. Elever vil konstruere mentale skemaer, ligegyldigt om de selv skal definere, hvordan de skal angribe en problematik, eller om det er defineret for dem (Kirschner, Sweller og Clark, 2006: 78).

De udtrykker derimod, at læring oftest er mere effektiv, når eleverne får fuldstændig information om, hvordan de skal gå til et problem. Grunden til dette er, at de definerer læring som lagring af viden i langtidshukommelsen. Måden lagringen sker på, er ved et samarbejde mellem arbejdshukommelsen og langtidshukommelsen. For at arbejdshukommelsen skal have overskud til at lagre den tilsigtede nye viden, må den ikke være for belastet af arbejdsprocesser, som ikke ligger i langtidshukommelsen. Det betyder, at hvis eleverne skal bruge arbejdshukommelsens ressourcer på at finde ud af, hvordan de skal bearbejde den opstillede problematik, så vil der ikke være lige så mange resurser til at lagre den tilsigtede viden i langtidshukommelsen (Kirschner, Sweller og Clark, 2006: 76-77).

Hmelo-silver, Duncan og Chinn (2007) responderer på denne kritik ved at påpege, at Kirschner, Sweller og Clark (2006) skærer konstruktivistisk, opdagelse, problembaseret, eksperimental og undersøgelsesbaseret læring over en kam, og derved ikke tager højde for den høje grad af stilladsering, som metoderne gør brug af (Crawford, 2014: 519).

I ovenstående har vi redegjort for deduktiv undervisning og induktiv undervisning med det formål at sammenligne dem og derved tydeliggøre forskellene i mellem de to tilgange. Dette er relevant, fordi vi er nødt til at have en tydelig afklaring af, hvordan de to metoder fremstilles i litteraturen for at kunne designe et eksperiment, som er i stand til give indikatorer på problemstillingen:

På hvilke måder er der forskel i den affektive del af de læringsmiljøer, som henholdsvis induktiv og deduktiv undervisning skaber, og kan man isolere en læringsmæssig effekt af induktiv undervisning?

For at motivere denne problemstilling vil vi i det følgende give en uddybende forklaring af teorien bag induktiv undervisning.

Teori

Induktiv undervisning er et overordnet begreb, der dækker over flere forskellige induktive undervisningsmetoder. Felder og Prince (2006) har udarbejdet nedenstående tabel, som giver et overblik over de forskellige induktive metoder, og hvilke karakteristika der er mest prominente for de forskellige metoder.

Tabel 1. Induktive metoder og deres karakteristika

Feature ↓ Method →	Guided Inquiry	Problem-based	Project-based	Case-based	Discovery	Just-in-Time
Questions or problems provide context for learning	**1**	2	2	2	2	2
Complex, ill-structured, open-ended real-world problems provide context for learning	4	**1**	3	2	4	4
Major projects provide context for learning	4	4	**1**	3	4	4
Case studies provide context for learning	4	4	4	**1**	4	4
Students discover course content for themselves	2	2	2	3	**1**	2
Students complete and submit conceptual exercises electronically; instructor adjusts lessons according to their responses	4	4	4	4	4	**1**
Primarily self-directed learning	4	3	3	3	2	4
Active learning	2	2	2	2	2	2
Collaborative/cooperative (team-based) learning	4	3	3	4	4	4

Note: 1–by definition, 2–always, 3–usually, 4–possibly

(Felder og Prince, 2006: 124)

Vi vil i denne opgave ikke gå i en dybdegående forklaring af hvad, der karakteriserer de forskellige underkategorier, men fokusere på undersøgelsesbaseret undervisning (IBE). I skemaet kaldes dette guided Inquiry. Årsagen til at der fokuseres på undersøgelsesbaseret undervisning er, at den ifølge Felder og Prince (2006) er den simpleste af de seks overstående teorier, og derfor egner sig godt til bl.a. undervisere der har begrænset erfaring med induktiv undervisning (Felder og Prince, 2006: 134). På den baggrund vurderes undersøgelsesbaseret undervisning som teori at være det rette valg til at besvare problemstillingen i denne opgave.

Vi har indledningsvis afklaret, hvilke forskelle der er i mellem induktiv og deduktiv undervisning. Der er ydermere blevet gjort opmærksomt på, at der er mange forskellige tilgange til induktiv undervisning, og der er redegjort for, hvorfor, ud af alle disse tilgange, at undersøgelsesbaseret undervisning er den rette tilgang til vores design af eksperiment. Vi vil derfor i det følgende foretage en tilbundsgående redegørelse af, hvad undersøgelsesbaseret undervisning er, hvorfor det er en ønskværdig undervisningsmetode, og hvordan man implementerer den undersøgelsesbaserede tilgang i undervisningen.

Om undersøgelsesbaseret naturvidenskabelig undervisning

Undersøgelsesbaseret naturvidenskabelig undervisning (IBSE) er en meget alsidig undervisningsstrategi, hvilket gør det vanskeligt, at formulere en konkret konceptuel ramme for hvad IBSE er. Vi vil derfor i nedenstående give en kort begrundelse for, hvorfor IBSE er så komplekst en undervisningsmetode at beskrive, og derved motivere en grundig gennemgang af hvordan metoden historisk er forsøgt konkretiseret.

Igennem de sidste 100 år har IBSE været et begreb, der har forandret sig meget. Dette har, kombineret med det faktum, at der ikke er en konkret model til hvordan man omsætter teorien til undervisningspraksis (Michelsen, 2011: 72), ledt til en del misforståelser blandt fagfolk der beskæftiger sig med IBSE (Barrow, 2006: 1). For eksempel pegede National Research Counsil (NRC) i 2000 på fem udbredte misforståelser omhandlende IBSE;

- Alle naturvidenskabelige emner bør læres igennem IBSE
- IBSE sker kun hvis elever selv genererer og udforsker deres egen spørgsmål
- IBSE implementeres let via instruktionsmateriale som fokuserer på hands-on aktiviteter.
- Hvis eleverne er engagerede i hands-on aktiviteter så garanteres et succesfuldt IBSE forløb
- IBSE kan udføres uden omtanke om hvilket emne der skal undervises i.

(NRC, 2000: 35-37)

Trods de forskellige definitioner der har været af IBSE, har de alle haft det til fælles, at de, udover at have fokus på at undervise i den faktuelle viden som ligger inden for faget, også har haft fokus på at undervise i hvilke metoder man bruger til at bedrive naturvidenskab og derved give eleverne mulighed for at forstå det naturvidenskabelige væsen (Crawford, 2014: 517).

For at give et indblik i IBSEs kerneelementer vil vi i det følgende først give en kort historisk gennemgang af hvordan begrebet IBSE har udviklet sig i Amerika. Dernæst vil vi give et overblik over nogle variationer af tilgange til IBSE.

Historisk oversigt over udviklingen af IBSE i Amerika

John Dewey fremsagde allerede i 1910 at naturvidenskab er mere end dens resultater. For at forstå naturvidenskaben til fulde er man nødt til at forstå de processer eller metoder, som forskere gør brug af (Barrow, 2006: 1-2).

Dewey foreslog derfor, at undersøgelse skulle være en udbredt undervisningsstrategi i de naturvidenskabelige fag. Den undersøgelsesmetode, som han mente, eleverne skulle undervises ud fra, bestod af seks trin:

Tabel 2. Deweys undervisningsmetode

Elevens rolle	Lærens rolle
Opdag problemet	Præsentere et eksperiment som undrer eleverne og hvor eleverne kan opdage et problem
Definer problemet	Hjælp eleverne med at definere problemet
Formuler en foreløbig hypotese	Giv eleverne mulighed for at formulere en hypotese og relatere problemet til tidligere erfaringer
Test hypotesen	Opfordre eleverne til at afprøve forskellige eksperimenter
Revidere hypotesen med yderligere tests	Forslå tests der kan verificere eller falsificere hypotesen
Formuler løsning	Bede eleverne om at formulere deres svar

I forløbene var eleverne aktivt deltagende, og læreren havde rollen som facilitator og guide. For at sikre at eleverne havde de fornødne evner til kunne være aktivt deltagende, skulle problemet ligge inden for elevernes faglige formåen og ligge sig op af elevernes forventede erfaringer (Barrow, 2006: 2, Crawford, 2014: 521).

Deweys model blev grundlag for det naturvidenskabelige pensum for ”Secondary School” i 1937.

Det at Amerika tabte rumkapløbet til USSR i 1957, fik amerikanerne til at sætte spørgsmålstegn ved deres naturvidenskabelige uddannelsesstrategi. Der kom et forøget fokus på, at de studerende skulle lære naturvidenskab ved hjælp af eksperimenter, og de enkelte processer i eksperimenter blev set som individuelle egenskaber, som skulle læres.

Joseph Schwab mente, at naturvidenskab skulle læres, ligesom forskerne bedriver forskning. Han foreslog derfor i 1960, at undervisning skulle være undersøgelsesbaseret. Der skulle bruges mere tid i laboratorierne, og der skulle sættes tid af til, at eleverne kunne opsøge information i litteraturen, diskutere problemer og indsamlet data (Barrow, 2006: 2),(Crawford, 2014: 521).

Op igennem 60’erne, 70’erne og 80’erne, blev der lavet undersøgelser, som havde til formål at afdække implementeringsgraden af IBSE i klasseværelserne. Af undersøgelserne fremgår det, at implementeringsgraden ikke var tilstrækkelig. Undersøgelserne pegede blandt andet på følgende forklaringer på fraværet af IBSE i klasseværelserne:

- Manglende forberedelsestid.
- Svært ved at nå pensum, når man skulle bruge tid på IBSE forløb.
- Manglende materiale.
- Mangel på støtte fra skolens ledelse.
- Svært at undervise i.
- Svært at kontrollere klassen.

Undersøgelserne viste også, at lærerne hellere ville undervise efter den traditionelle tilgang, da lærerbogen understøtter undervisning i den faktuelle viden, og lærerne havde manglende tiltro til, at IBSE metoden virkede bedre end traditionel undervisning.

Undersøgelserne viste desuden, at en stor del af lærerne ikke var helt klar over præcist hvad IBSE var (Barrow, 2006: 3, Crawford, 2014: 521).

National Science Education Standards 1996

Undersøgelserne bidrog til, at der kom et øget politisk fokus på at synliggøre IBSE. Det kom til udtryk i 1996, da NRC udgav National Science Education Standards (NSES), som udtrykte, at IBSE var den ønskede undervisningsstrategi i naturvidenskabelig undervisning (Crawford, 2014: 522). Af NSES fremgår det at:

"*Learning science is something that students do, not something that is done to them"*

(NRC, 1996: 2)

Med udtalelsen gør NRC det klart, at de naturvidenskabelige fag skal have et øget fokus på elev-aktivitet i klasseværelserne. De fortsætter endvidere med at elevaktiviteterne skal have et vist kvalitetsniveau, som sikrer, at de ikke kun er ”hands-on”, men også ”minds-on” (NRC, 1996: 2). Det betyder, at det ikke er nok, at eleverne laver eksperimenter, hvor de blot observerer. Eleverne skal konstruere, observere, diskutere, konkludere og perspektivere. NRC udtrykker dermed, at naturvidenskab ikke kun skal undervises som faktuel viden - det er også essentielt at eleverne undervises, så de udvikler evner til at bedrive naturvidenskab, og på denne måde få de fornødne evner til at kunne forholde sig kritisk til den faktuelle viden (NRC, 1996: 20-21). NRC bekræfter, og udbygger, dermed Deweys grundlæggende tanker om, at målet for naturvidenskabelig undervisning ikke kun er at undervise i faktuel viden, men også i de processer og metoder som man gør brug af, når man bedriver naturvidenskab. Det opnås ved at have større fokus på den konstruktivistiske læringsteoris idealer om, at elevaktiviteten er i hovedsædet, og derved øger elevernes evne til kritisk tænkning inden for naturvidenskaben.

NRC mener, at læring i de naturvidenskabelige fag skal resultere i tre distinkte læringsmål, som er: lære videnskab, lære at bedrive videnskab og lære om videnskab (NRC, 2000: xv). Selv om NRC lægger vægt på, at definere den faktuelle viden og de processuelle evner der skal til for at bedrive naturvidenskab som to separate læringsfelter, så udtrykker NRC klart, at undervisningen skal tilrettelægges, så begge felter integreres på en gang. NRC mener, at IBSE er den rette strategi til at facilitere disse ændringer af fokus i undervisningen (NRC, 1996: 2).

For at implementere disse ændringer i klasseværelserne opstiller NRC følgende tabel i NSES, som udtrykker hvad naturvidenskabelig undervisning skal have en mindre grad af fokus på, og hvad den skal have en større grad af fokus på:

Tabel 3. Oversigt over fokusområder – NSES 1996

Mindre fokus på	Mere fokus på
Vide videnskabelig fakta og information	Forstå videnskabelige koncepter og udvikler evner til at bedrive undersøgelser
Studere fagets discipliner, for deres egen skyld	Lære fagets discipliner i kontekst med undersøgelse, teknologi, videnskabens tilgang til personelle og sociale perspektiver, historie og naturvidenskabens karakter.
Separere den videnskabelige faktuelle viden og de processuelle egenskaber der skal til for at udføre undersøgelser.	Integre alle aspekter af naturvidenskaben
Gennemgå mange af fagets emner	Studer få emner som er fundamentale for faget
Gennemføre undersøgelser som et sæt af processer	Gennemførelse af undersøgelse som strategier, evner og ideer, der skal læres

(NRC,1996: 113)

Som tidligere beskrevet, udgav NRC NSES for at promovere og tydeliggøre, hvad IBSE er. NRC lavede derfor følgende tabel, som skulle guide lærerne mod NRCs syn på, hvad et IBSE forløb skulle have fokus på.

Tabel 4. Oversigt over fokus i et IBSE forløb – NSES 1996

Mindre fokus på	Mere fokus på
Aktiviteter der demonstrerer og verificerer videnskabelige fænomener.	Aktiviteter der undersøger og analyserer videnskabelige spørgsmål.
Undersøgelser der kun forløber over en undervisnings gang.	Undersøgelser der forløber over længere tid.
Processuelle evner uden for kontekst.	Processuelle evner i kontekst.
Fokus på individuelle processuelle evner.	Fokus på flere processuelle evner.
Få et svar.	Brug evidens og strategier for at udvikle eller genevaluere forklaringer.
Videnskab som udforskning og eksperiment.	Videnskab som argumentation og forklaring.
Give svar på spørgsmål om videnskabeligt indhold.	Kommunikere videnskabelige forklaringer.
Individer og grupper af studerende analyserer og syntetiserer data, uden at de forsvarer en konklusion.	Grupper af studerende ofte analyserer og syntetiserer data efter de har forsvaret en konklusion.
Laver få undersøgelser for at efterlade tid til nå flere af fagets emner.	Laver flere undersøgelser for at udvikle forståelse, evner, værdier af undersøgelse og viden om det videnskabelige indhold.
Konkluderer undersøgelser med eksperimentets resultat.	Anvender eksperimentets resultat til videnskabelige argumenter og forklaringer.
Forvaltning af materialer og udstyr	Forvalte ideer og information
Privat kommunikation af elevernes ideer og konklusioner til underviseren	Kommunikation af elevernes ideer og arbejde til klassekammerater

(NRC,1996: 113)

Den fremlægning der er af IBSE i NSES var dog stadig uklar for de fleste, så NRC udgav i 2000 "*Inquiry and the National Science Education Standards*" (INSES), hvor de formulerer fem væsentlige træk som karakteriserer et IBSE forløb, for at konkretisere NRCs syn på IBSE (Barrow, 2006: 268):

- Elever bliver præsenteret med et videnskabeligt orienteret spørgsmål som engagere dem.
- Elever skal indsamle evidens, som tillader dem at udvikle og evaluerer forklaringer til det videnskabelige spørgsmål i mente.
- Elever formulerer, ud fra evidens, forklaringer på det videnskabelige spørgsmål som de er blevet præsenteret med.
- Elever evaluerer deres forklaringer ved at sætte dem op mod alternative forklaringer som reflektere videnskabelig forståelse.
- Elever kommunikerer og retfærdiggøre deres forslåede forklaringer.

(NRC, 2000: 25)

Det seneste forsøg fra NRC på at udbrede og præcisere definitionen af IBSE kom i 2012. Her tager NRC højde for, at IBSE har haft mange fortolkninger i tidens løb, og derfor tager de en ny terminologi i brug (Crawford, 2014: 523).

Next Generation Science Standards 2012

Alsidigheden af IBSE er svær at kommunikere, uden at det giver anledning til uklare fortolkninger. Dette, kombineret med at IBSE har haft forskellige definitioner i tidens løb, gør, at NRC i Next Generation Science Standards 2012 (NGSS) stort set går væk fra at bruge ordet "inquiry", og i stedet formidler IBSE igennem begreberne videnskabelige praksisser og ingeniør praksisser (Crawford, 2014: 523, NCR, 2012: 30).

Grunden til at de bruger ordet praksisser, er fordi, det kræver både faktuel viden og processuelle egenskaber for ingeniøren og videnskabsmanden at udøve deres praksisser. Derfor indfanger ordet praksisser IBSEs syn på læring (NRC, 2012: 30).

NRC formulerer i 2012 otte praksisser, som et undervisningsforløb kan bestå af:

- Stil spørgsmål (for videnskab) og definer problem (for ingeniør)
- Udvikle og brug af modeller
- Planlæg og udfør undersøgelser
- Analyser og fortolk data
- Brug matematisk og computational tænkning
- Konstruere forklaringer (for videnskab) og design løsninger (for ingeniør)
- Engagere sig i argumenter ud fra evidens
- Opnå, evaluer, og kommuniker information

(NRC, 2012: 49)

Grunden til at NRC både bruger en videnskabelig praksis og ingeniør praksisser til at give de teoretiske rammer, for hvordan man skal designe et undervisningsforløb, er bl.a. for nemmere at kommunikere alsidigheden i et IBSE forløb. To IBSE forløb funderet omkring det samme spørgsmål, kan have to vidt forskellige tilgange, alt efter hvad målet med undersøgelsen er. Ligesom det at en ingeniør og en videnskabsmand går til samme problematik på to forskellige måder, da de har to forskellige mål (NRC, 2012: 46-48).

NRC giver derfor to definitioner af hver af de otte praksisser, en set ud for videnskabsmandens perspektiv og en anden set ud fra ingeniørens perspektiv (NRC, 2012: 50-79).

Men er formålet med NGSS så bare at rebrande IBSE for at slippe af med fortidens konnotationer og præcisere definitionen af IBSE og derved nemme den pædagogiske formidling, eller giver denne nye definition anledning til at fortolke IBSE på en ny måde? (NRC, 2012: 50-79).

Crawford (2014) opstiller de fem væsentlige træk, som karakteriserer et IBSE forløb i INSES fra 2000, over for de otte praksisser som et undervisningsforløb kan bestå af i NGSS fra 2012, og konkluderer, at der ved denne nyfortolkning af IBSE er kommet et skift i fokus. IBSE forløb skal nu have en højere grad af fokus imod teoretisk funderede modeller (Crawford, 2014: 523).

I ovenstående har vi forsøgt at indramme teorien omkring IBSE metoden. Det viste sig, at denne teori er meget løst formuleret, dette har både styrker og svagheder. Styrkerne er, at den ved at være løst formuleret nemmere kan implementeres i undervisningsforløb, der er præget af vidt forskellige begrænsninger. Svagheden er, at det gør, at der hersker en del forvirring omkring teorien. NRC har igennem itterationer, forsøgt at præcisere teorien for at imødekomme noget af denne forvirring, og forsøgt ikke at miste for meget af den fleksibilitet, som er en nødvendighed for, at metoden kan implementeres i nutidens klasselokaler. Igennem alle disse itterationer af fortolkninger har teorien dog holdt den vigtigste kerne i IBSE intakt, nemlig det, at eleverne skal lære videnskab, lære at bedrive videnskab og lære om videnskab igennem undersøgelser. I det følgende vil vi gøre rede for forskellige måder, man kan variere et IBSE forløb på. Dette er vi nød til at have klarlagt, for at vi ved, hvilke værktøjer vi har at arbejde med, når vi skal designe de induktive undervisningsforløb, som skal indgå i vores eksperiment.

Variationer af IBSE forløb

Som tidligere beskrevet er IBSE en meget alsidig metode. Det er den, fordi den skal kunne implementeres i undervisningspraksis, som er begrænset af vidt forskellige restriktioner, som fx undervisningens tema, læreren, elevernes alder, tid, hvilke resurser der er til rådighed, samt hvilke læringsmål der er for undervisningen. Det fører til, at IBSE er en overordnet kategori, der rummer forskellige tilgange til undervisning. Fælles for de forskellige tilgange er, at de tager udgangspunkt i et overordnet spørgsmål, som eleverne skal arbejde med på en sådan måde, at de, udover at lære den faktuelle viden som ligger inden for faget, også lærer hvilke metoder man bruger til at bedrive naturvidenskab og derved give eleverne mulighed for at forstå det naturvidenskabelige væsen. Altså skal de forskellige tilgange have fokus på, at eleverne skal lære videnskab, lære at bedrive videnskab og lære om videnskab (Frisdahl, et. al, 2014: 11, Crawford, 2014: 517, Michelsen, 2011: 72).

Undersøgelsens grad af åbenhed

En måde at variere IBSE forløbet på er ved graden af åbenhed i undersøgelsen. Åbenhed refererer til forholdet mellem mængden af underviserstyring over for elevstyring. Jo højere grad af åbenhed, jo mere elev-styring.

Schwab (1960) kategoriserede i 1960 tre grader af åbenhed:

- *Struktureret undersøgelse* gives de studerende et spørgsmål eller problem, og en strategi til hvordan de skal gribe undersøgelsen an.
- *Guidet undersøgelse* skal eleverne selv finde en strategi til hvordan de skal undersøge.
- *Åben undersøgelse* skal eleverne selv formulere deres problem og bestemme sig for en strategi
  (Crawford,2014: 522).

NRC giver i deres INSES fra 2000 følgende oversigt over variationer på de fem væsentlige træk, som karakteriserer et IBSE forløb ud fra graden af åbenhed. I nedenstående er de fem træk præsenteret i hver sin tabel.

Tabel 5a. Elever bliver præsenteret med et videnskabeligt orienteret spørgsmål som engagere dem

Graden af åbenhed	Variationer
Åben	Elever formulerer selv deres spørgsmål
↓	Elever vælger mellem spørgsmål, og danner derfra nye underspørgsmål
	Elever præciserer et præsenteret spørgsmål
Lukket	Elever får præsenteret et spørgsmål

(NRC, 2000: 29)

Tabel 5b. Elever skal indsamle evidens, som tillader dem at udvikle og evaluere forklaringer til det videnskabelige spørgsmål in mente

Graden af åbenhed	Variationer
Åben	Elever skal selv finde ud af hvilken data der er relevant for at besvare spørgsmålet og hvordan de skal indsamle den
	Elever får at vide hvilken data de skal indsamle
	Elever får udleveret data og har til opgave at analysere den
Lukket	Elever får udleveret data og får at vide hvordan de skal analysere dem

(NRC, 2000: 29)

Tabel 5c. Elever formulerer, ud fra evidens, forklaringer på det videnskabelige spørgsmål som de er blevet præsenteret med

Graden af åbenhed	Variationer
Åben	Elever formulerer forklaring ud fra deres analyse af data
	Elever bliver guidet under formuleringen af forklaringen ud fra dataanalysen
	Elever bliver præsenteret med forskellige muligheder til hvordan man kan formulere forklaringen ud fra data
Lukket	Elever får at vide hvordan de skal bruge data til at formulerer forklaring

(NRC, 2000: 29)

Tabel 5d. Elever evaluere deres forklaringer ved at sætte dem op mod alternative forklaringer som reflektere videnskabelig forståelse

Graden af åbenhed	Variationer
Åben ↓	Elever eksperimenterer og finder selv materiale til at præcisere, verificere eller falsificere deres forklaring
	Læreren guider eleverne mod hvilke eksperimenter og materiale der kan bruges til at præcisere, verificere eller falsificere deres forklaring
Lukket	Elever bliver givet hvordan de kan præcisere deres forklaring så den stemmer overens undervisningsmålets kulturelle viden

(NRC, 2000: 29)

Tabel 5e. Elever kommunikerer og retfærdiggør deres forslåede forklaringer

Graden af åbenhed	Variationer
Åben ↓ **Lukket**	Elever formulerer logiske argumenter de kan bruge til at kommunikere deres forklaring
	Elever bliver guidet til hvordan de kan formulere logiske argumenter de kan bruge til at kommunikere deres forklaring
	Underviser giver brede guidelines til hvordan kommunikationen af forklaringen skal udføres
	Underviser giver en trin for trin guide til hvordan kommunikationen af forklaringen skal udføres

(NRC, 2000: 29)

Når man arbejder med elever, der er uvante med undersøgelsesbaseret undervisning, hersker der uenighed om, hvorvidt det er bedst at starte med struktureret undersøgelse og så gradvist arbejde sig over mod åben undersøgelse, eller om man skal hoppe direkte ud i den åbne undersøgelse (Felder og Prince, 2006: 127). Hvis man tager udgangspunkt i Kirschner et. al. (2006) syn på læring, så vil de anbefale, at man starter meget struktureret, med øget fokus på hvordan man bedriver undersøgelser inden for naturvidenskaben. NRCs syn på dette er, at det er læringsmålet, der afgør graden af åbenhed. Hvis målet er, at elever skal lære at formulere spørgsmål, så er eleverne nødt til at øve sig i at stille spørgsmål. Derfor vil en åben tilgang være ønsket. Hvis formålet er, at lære et videnskabeligt emne, så er oprindelsen af spørgsmålet mindre relevant (NRC, 2000: 36).

De fleste elever vil være uvante med at skulle lave forsøg, da traditionel undervisning stadig i udbredt grad er tilrettelagt efter en deduktiv fremgangsmåde. Når eleverne støder på undersøgelsesbaseret undervisning, vil de opleve en større grad af ansvar for egen læring, end de er vant til. Mange elever yder modstand, når elevens eget ansvar for læring stiger (Felder og Brent, 1996). Derfor er det vigtigt, at sørge for at eleverne har den rette mængde stilladsering, så det bliver nemmere at ramme individuelle elevers zone for nærmeste udvikling (Felder og Prince, 2006: 135). Frisdahl (2014) forklarer, at hvorvidt et IBSE forløb vil opleves som en succes for den enkelte elev, også afhænger af elevens læringsopfattelse. Elevernes læringsopfattelse bliver præsenteret som et kontinuum imellem to yderligheder, som er at eleven ser viden som sandhed som skal proppes ind i hovedet udefra, den anden yderlighed er, at eleven ser det at lære som at ændre sin viden og derfor sin tolkning af omverdenen. Disse to yderligheder vil have hver deres forventninger til undervisningen. Forløb hvor ansvaret for læring i højere grad end sædvanligt ligger hos eleverne, vil møde modstand fra elever, der ser viden, som noget de blot er modtagere af. Derfor vil IBSE forløb møde modstand fra elever med denne læringsopfattelse (Frisdahl et.al, 2014: 20).

En vigtig pointe i Vygotskys konstruktivistiske læringsteori om zonen for nærmeste udvikling er, at læring skal tage udgangspunkt i elevernes nederste grænse i deres zone for nærmeste udvikling, og bevæge eleven mod deres øvre grænse i deres zone for nærmeste udvikling. Dvs. at der skal tages udgangspunkt i elevens forventede erfaringsgrundlag, og så bevæge eleven mod grænsen for hvad de kan forstå ved hjælp fra en lærer eller klassekammerat, på denne måde hæver man elevens nedre grænse (Felder og Prince, 2006: 125).

Frisdahl (2014) mener, at graden af åbenhed bestemmes ved en række variable som emnets kompleksitet, elevernes erfaringer med selvstændigt arbejde, elevgruppens størrelse osv.

Han mener dog også, at man, udover at lade graden af ansvar udelukkende bestemme af elevens forventede faglige erfaringsgrundlag som Vygotskys teori ville gøre, også bør have fokus på elevens psykiske tilstand. Han taler her om en balancering af riskzone og comfortzone (Frisdahl, 2014: 32-33). Tosev (2007) beskriver elevens comfortzone som værende den psykiske tilstand, hvor eleven kan løse problemstillingen ved at trække på eksisterende viden. Riskzone er den psykiske tilstand, hvor det fagligt bliver for kompliceret, og eleven mister overblik. Eleven foretrækker at være i comfortzone, men gode ideer og hypoteser kan føre eleven ud i riskzone. Det gælder for underviseren om at understøtte eleven, så de har mod på at forblive i riskzone og derved få eleven til at forfølge sine gode ideer og hypoteser (Tosev, 2007: 25).

Vi har nu gjort rede for nogle af de måder, man kan variere sit IBSE forløb, på når man skal tilpasse det de restriktioner, som undervisning byder på. Der er dog nogle restriktioner, som ofte nævnes er svære at tage højde for i et IBSE forløb. Som tidligere nævnt ytrer mange undervisere, at IBSE forløb er for tidskrævende. En anden begrænsning som man kan have i forhold til et IBSE forløb er, at man ikke har nok materiel til rådighed til, at samtlige elever kan udfører eksperimentet. Den sidste begrænsning er sjældent et problem i forbindelse med matematik undervisning. Bybee et. al. præsenterer i 2008 et glimrende alternativ til IBSE, når de er stødt på disse begrænsninger, nemlig demonstrationer. Dette er relevant for os, da vi arbejder under nogle tidsmæssige restriktioner, der gør, at det kan være svært at nå samtlige læringsmål via elev-eksperimenter.

Eksperimenter eller demonstrationer

Med det utal af restriktioner som undervisere støder på i planlægningen af deres undervisningsforløb, kan det ofte være svært at få tid og materiale til, at alle elever skal udføre deres egne eksperimenter. Bybee et. al. (2008) foreslår derfor, at hvis man blot forbereder og udføre demonstrationer med kriterierne fra et IBSE forløb in mente, så kan demonstrationer godt være et fornuftigt alternativ til eksperimenter. Han påpeger, at elev-eksperimenter giver et bedre læringsudbytte, men i lyset af virkelighedens restriktioner så byder demonstrationer på nogle klare fordele (Bybee et. al., 2008: 236-237). Fordelene er:

- Lavere omkostninger
- Nemmere at have mængden af nødvendigt udstyr til rådighed
- Sparer tid

- Bedre mulighed for at underviseren kan styre elevernes tankeproces
- Underviseren kan demonstrere, hvordan udstyr benyttes.

I en demonstration ville det være underviserens rolle at starte med udgangspunkt i et spørgsmål, der engagere eleverne. Hvis eksperimentet gør brug af noget spændende apparatur, kan underviseren fange eleverne med spørgsmål som hvad de tror, det skal bruges til. Generelt er det vigtigt, at underviseren stiller mange spørgsmål undervejs, som hvad sker der lige nu? Hvorfor tror I det sker? Hvad tror I der sker hvis. ..? Spørgsmålene vil hjælpe eleverne til at formulere forklaringer. Elevernes rolle vil være at tage notater, opsamle data, svare på spørgsmål og prøve at formulere forklaringer (Bybee et. al., 2008: 236-237).

I hvilken grad kan man designe en demonstration, der lever op til kriterierne for et IBSE forløb? Demonstrationer ligger ikke så langt fra et IBSE tankegangen. En stor del af det Dewey mente med at eleverne skulle lave undersøgelser, tog ofte udgangspunkt i demonstrationer.

Hvis demonstrationer holdes op imod hhv. struktureret-, guidet- og åben undersøgelse, kan man se, at demonstrationer kun kan falde ind under struktureret undersøgelse, da læreren formulerer problemet, og giver strategien til, hvordan det skal undersøges.

Ud fra grundtanken om at eleven skal lære videnskab, lære at bedrive videnskab og lære om videnskab, vil der ved demonstrationer være et lavere læringsudbytte i forhold til at lære at bedrive videnskab og lære om videnskab, da der er en lavere grad af hands-on i forhold til udførelsen af eksperimentet, og minds-on i forbindelse med selv at skulle formulere spørgsmål og komme med en strategi til hvordan undersøgelsen skal udføres. I forhold til det at lære videnskab kan der både tales for og imod. Hvis man ser det ud fra det konstruktivistiske synspunkt, så vil den høje grad af lærer-styring formindske elevernes muligheder for at konstruere og tilpasse den nye viden til deres mentale skemaer, og det vil være sværere for eleverne at angribe problemet ud fra deres egen zone for nærmeste udvikling. Hvis man ser på Erick Wittmans teori om, at elever på egen hånd ofte har svært ved at oversætte ”teori om omverden” til formel teori, så vil den højere grad af lærerstyring styrke denne overgang.

Hvis vi ser på demonstrationer ud fra de fem væsentlige træk, der karakteriserer IBSE ifølge NSES, så fremgår det, at demonstration som undervisningsmetode lever op til fire ud af de fem træk. Der er dog problemer ved det træk, som udtrykkes; ”Elever evaluerer deres forklaringer ved at sætte dem op mod alternative forklaringer som reflektere videnskabelig forståelse”. Eleverne vil få svært ved at komme med præcise formulerede forklaringer, da de ikke kan teste eventuelle misforståelser, som der er opstået i læringen. Den eneste måde de kan finde ud af, om de har forstået det lærte korrekt, er ved at spørge læreren, eller opsøge materiale som kan give dem en forklaring, da de ikke har adgang til at teste deres alternative forklaringer undervejs. Det bliver derved lærerens opgave at designe forløbet på en sådan måde, at eventuelle misforståelser der kan være opstået hos eleverne, bliver afklaret igennem falsificering af forkerte forklaringer. Dette er svært at forlige med tanken om, at læring er idiosynkratisk.

En pointe man kan indvende i forhold til demonstrationer er, at de umiddelbart kan minde om en deduktiv teorigennemgang. Forskellen ligger dog i, at man i demonstrationer inddrager eleverne i teorigennemgangen, ved at opfordrer eleverne til at bidrage til bl.a. hvilken strategi, der skal benyttes, gætte på hvad resultaterne vil være og reflektere over resultaterne igennem spørgsmål. Dette skal ikke forstås, som at lærerne skal udelukke elevaktivitet i teorigennemgangen i deduktive forløb ved ikke at besvare eventuelle spørgsmål fra eleverne, men som at underviseren i et deduktivt undervisningsforløb ikke lige så direkte skal opfordre eleverne til at deltage i teorigennemgangen.

Selv om der er nogle punkter ved demonstrationer, der vil medføre et nedsat læringsudbytte set ud fra et IBSE perspektiv, så ligger demonstrationer sig tæt op af et struktureret undersøgelsesforløb. Dette, sammen med de tids og ressourcemæssige gevinster, gør demonstration til et fornuftigt alternativ til et IBSE forløb i tilfælde, hvor restriktioner ikke tillader et IBSE forløb (Bybee et. al., 2008: 239).

Vi har netop behandlet, hvad man stiller op som lærer, hvis tidsmæssige- eller materialemæssige restriktioner forhindrer en i at udføre ens undervisning efter IBSE metoden. Vores forslag var at bruge demonstrationer. Demonstrationer vil fra et teoretisk synspunkt tilbyde en mindre forringelse i læringseffekten hos de eleverne, men langt hen af vejen er det en glimrende alternativ til IBSE forløb.

I det følgende vil vi gøre rede for 6f metoden, som er et værktøj, vi anvender til at strukture hvordan IBSE forløbene skal foregå i forhold til de enkelte læringsmål.

6f metoden

6f er en metode til hvordan man implementerer IBSE forløb i klasseværelset. 6f er en dansk videreudvikling af 5-E modellen, som er lavet ved at tilpasse teorien om læringscykler, så den passer på et IBSE forløb. (Bass et.al, 2009: 90-91).

Vi vil i nedenstående tabel opstille de fem faser, som 5-E modellen bygger på, så de står over for de fem væsentlige træk, som karakteriserer et IBSE forløb, som defineret i INSES (2000). Desuden vil vi relatere faserne i 5-E modellen til faserne i 6F-modellen.

Tabel 6. De væsentlige IBSE-træk vs. hhv. faserne i 5-E og i 6F modellerne

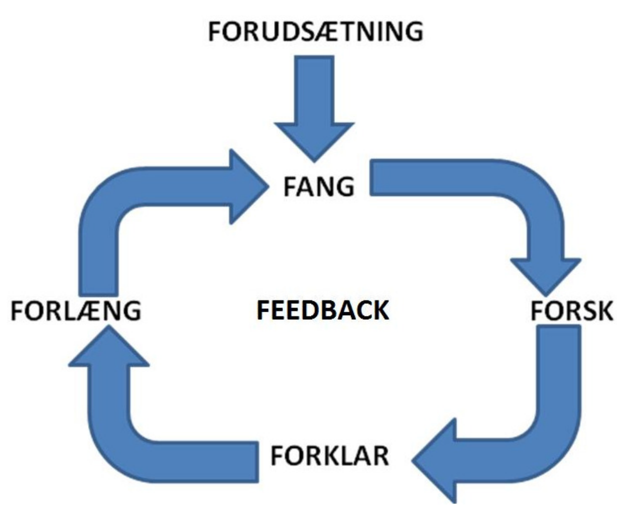
De fem væsentlige træk i IBSE	Fase i 5-E	Fase i 6F
Elever bliver præsenteret med et videnskabeligt orienteret spørgsmål som engagerer dem.	Engage	Fang
Elever skal indsamle evidens, som tillader dem at udvikle og evaluere forklaringer til det videnskabelige spørgsmål i mente.	Explore	Forsk
Elever formulerer, ud fra evidens, forklaringer på det videnskabelige spørgsmål som de er blevet præsenteret med.	Explain	Forklar
Elever evaluerer deres forklaringer ved at sætte dem op mod alternative forklaringer som reflekterer videnskabelig forståelse.	Elaborate	Forlæng
Elever kommunikerer og retfærdiggør deres foreslåede forklaringer.	Evaluate	

(Bass et.al, 2009: 91)

6F modellen består i midlertidigt af seks faser, og ikke kun de fire som står nævnt i ovenstående tabel. Den første fase i 6F modellen, som ikke fremgår af tabellen, er ´forudsætninger´. Fasen går ud på, at læreren skal have indsigt i elevernes faglige og interessemæssige forudsætninger for forløbet.

Den sidste fase som ikke nævnes i ovenstående tabel er ´feedback fasen´. Denne fase indeholder de elementer, der ligger i "evaluate" fasen fra 5-E, men indeholder desuden også den løbende feedback, som foregår lærer elev og elev elev i mellem. Det er altså ikke en fase, der ligger på et bestemt tidspunkt, som "evaluate" gør det i 5-E modellen, men en fase der hele tiden er tilstedeværende sideløbende med de andre faser. Nedenstående illustration beskriver, hvordan de forskellige faser i 6F modellen forholder sig til hinanden.

Figur 1. Faserne i 6F modellen



(Evans og Madsen, 2012)

Som tidligere skrevet har 6F modellen sin inspiration i teorien om læringscykler. Det ses også i illustrationen, da man hver gang man når til ´forlæng´ fasen og sætter sin forklaringer op mod alternative forklaringer, kan komme op med nye spørgsmål, der giver anledning til at begynde en ny runde i fang, forsk, forklar, forlæng cyklen (Frisdahl et.al, 2014: 21-27).

Men hvorfor er IBSE en ønskværdig tilgang til undervisning? I det følgende afsnit redegøres der for nogle af de begrundelser, der er for, hvorfor der fokuseres så mange resurser på at forske, udbrede og implementere IBSE.

Hvorfor undervise efter IBSE?

I nærværende afsnit redegøres der for seks argumenter som er formuleret med inspiration i litteraturen Harlen (2011), Frisdahl et. al. (2014) og Crawford (2014). Argumenterne omhandler hvorfor IBSE er en fornuftig investering både på internationalt, nationalt såvel som individuelt niveau.

Det kognitive argument

Som tidligere nævnt bygger IBSE tankegangen på den konstruktivistiske læringsteori. I den konstruktivistiske læringsteori mener man, i overensstemmelse med læringspsykologien, at læring sker i individet og derfor er idiosynkratisk. Derfor skal undervisning give elever mulighed for selv at styre læringen, og dermed konstruere viden på egne præmisser. (Harlen, 2011: 51, Frisdahl et. al., 2014: 17, Crawford, 2014: 519).

Det samfundsøkonomiske argument

Samfundet har brug for forskere og ingeniører. IBSE forløb har fokus på at tilrettelægge undervisning, så elever lærer i rammer, der minder om dem, som forskere og ingeniører arbejder under. Dette vil forhåbentligt skabe individer, som er bedre til at forstå og bedrive forskning (Crawford, 2014: 519-520).

Argumentet om individuel kompetenceudvikling

Fokus i undervisningen i dag er flyttet fra at være viden for videns skyld til at være viden i en kontekst. Undervisningen har altså til formål, at give eleverne kompetencer som er studie-forberedende eller målrettet nytte i hverdagen. Altså kompetencer der er givtige for det lærende individ. IBSE har, som sagt i argumentet ovenover, til formål, at undervisning skal minde om de rammer, forskere og ingeniører arbejder under. Disse rammer vil i højere grad end traditionel undervisning facilitere kompetenceudvikling (Frisdahl et.al, 2014: 18-19, Crawford, 2014: 520).

Argumentet om øget motivation

Ifølge Crawford (2014) er det et velkendt faktum, at mange elever taber interessen for naturvidenskab, når de er 10-14 år. Det er altså et vigtigt mål for undervisningen i naturfag at få eleverne til at bibeholde deres interesse. IBSE har en række punkter som, ifølge Frisdahl et. al (2014) og Crawford (2014), bidrager til dette mål. Det, at eleverne er inkluderet i konstruktionen af læringsprocessen, giver eleverne en fornemmelse af ejerskab og ansvarsfølelse over for problemstillingen. IBSE forløb ligger næsten altid op til gruppearbejde, hvor elever på alle niveauer kan bidrage til produktet. Det giver elever en følelse af tilhørsforhold, som virker motiverende. Som skrevet ovenover har IBSE fokus på, at viden skal sættes i kontekst. Dette giver undervisningen et strejf af autenticitet, som gør det nemmere for eleverne at se nytten og derfor meningen med undervisningen (Frisdahl et.al, 2014: 27-29, Crawford, 2014: 520).

Det videnskabsfilosofiske argument

Ud fra den traditionelle undervisningsmetode kan naturvidenskab nemt komme til at se ud som en statisk mængde af sandhed, som eleverne skal lære uden at stille for mange kritiske spørgsmål. Ved at eleverne får lov til at udføre undersøgelser, får de et indblik i, hvordan forskere arbejder. Dette kan være med til at øge elevernes kritiske tilgang til naturvidenskab, og gøre dem opmærksomme på at naturvidenskab altid har været, og stadig er, en verden i konstant forandring (Harlen: 2011: 52, Crawford, 2014: 520).

Det demokratiske argument

To vigtige grundelementer i demokratiet er gennemsigtighed og lige adgang til viden. Borgerne skal have mulighed for at tage en oplyst holdning til det samfund de er en del af. I dagens samfund bliver man informeret igennem meningsmålinger og politikerne skal ofte behandle lovforslag, som indeholder emner af naturvidenskabelig karakter. For at befolkningen kan tage oplyst stilling kræver det, at de kan tolke og forstå, hvordan disse meningsmålinger og lovforslag er blevet til. Det sætter krav til, at befolkningen skal forstå den videnskabelige metode, hvilket IBSE, jævnfør ovenstående argumenter, kan bidrage til (Crawford, 2014: 520).

Når det kommer til spørgsmålet om, hvordan læringsbyttet af IBSE forløb er, er der uenighed i forskningsmiljøet. Der er nemlig meget empirisk forskning, der både taler for og imod IBSE undervisning. Via metastudier af de mange forskningsresultater, har man dog fundet, at der er en overvægt af forskning, der peger mod at IBSE forløb styrker elevernes evne til at til lære sig dybde læring, giver en mere kritisk tilgang til viden og at læringseffekten aftager langsommere over tid (Felder og Prince, 2006: 135).

Grunden til modstridende konklusioner i empiriske undersøgelser, kan ifølge Frisdahl et al. (2014) og Harlen (2011) forklares af, at det stort set er umuligt at sammenligne forskellige undervisningsforløb, grundet de mange forskellige baggrundsvariable (Harlen, 2011: 56), samt at læringsmål og evalueringsform kan have haft en bias mod en af undervisningsformerne. Fx kan det siges, at læringsmål som er centreret omkring et enkelt meget specifikt kernestof, som definitioner og enkle sammenhæng, kan IBSE tilgangen være for tidskrævende og ufokuseret (Frisdahl et. al, 2014: 16).

I de foregående afsnit er kerneelementer i IBSE tankegangen blevet behandlet. Dette er gjort ved at se på, hvordan teorien bag metoden har udviklet sig historisk, ved at se på nogle af de variationer, som teorien tillader, man kan behandle metoden ud fra, ved at se hvordan man konkret kan strukturere IBSE forløb og ved at se på nogle af de argumenter der er, for at det er ønskværdigt at bruge IBSE i undervisningen. NRC indfanger essensen af vores afdækning af IBSE ganske glimrende i følgende beskrivelse fra NSES:

"inquiry is a multifaceted activity that involves making observations; posing questions; examining books and other sources of information to see what is already known; planning investigations; reviewing what is already known in light of experimental evidence; using tools to gather, analyze, and interpret data; proposing answers, explanations, and predictions; and communicating the results. Inquiry requires identification of assumptions, use of critical and logical thinking, and consideration of alternative explanations."

(NRC, 1996:23)

Indtil videre har vores teoretiske afklaring været centreret omkring IBSE, altså undersøgelsesbaseret naturvidenskabelig undervisning. I denne opgave har vi fokus på undersøgelsesbaseret matematikundervisning (IBME). Kan teorien bag IBSE metoden uden videre overføres til en teori, der kan understøtte IBME metoden? Dette vil vi se nærmere på i følgende afsnit.

Undersøgelsesbaseret matematikundervisning

Op igennem 1990'erne, fik undersøgelsesbaserede undervisning sit indtog inden for matematikundervisningen (Hansen og Hansen, 2013: 36). Det kan bl.a. ses i dette udsnit fra afsnittet didaktiske principper i Undervisningsministeriets bekendtgørelse for matematik c-niveau på hhx fra 2013;

"Forløbet skal opleves som en helhed med hovedvægt på et fagsyn på matematik som anvendelsesfag. Derfor skal der i vid udstrækning gennem hele forløbet anvendes undervisningsmetoder, der understøtter en induktiv undervisning og sigter mod at styrke elevernes faglige nysgerrighed, intuition og kreativitet."

(Undervisningsministeriet, 2013)

Dette indtog er især blevet båret af politiske ønsker grundet i argumenter af samfundsøkonomisk karakter. Problemet, som politikerne ønsker imødekommet, er, at undersøgelser har vist, at studerende i Europa taber interessen for matematik, hvilket er et problem i forhold til udvikling af forskere og ingeniører. Nogle forskere mener, at måden at imødekomme denne problematik er undersøgelsesbaseret undervisning, jævnført argumentet om øget motivation (Frisdahl et.al, 2014: 27-29) (Crawford, 2014: 520).

Den didaktiske teori omkring IBME er historisk blevet behandlet som at matematik og naturvidenskab er to meget ens områder. Dvs. at matematik ikke kun er en deduktiv videnskab, men også har undersøgende sider lige som de øvrige naturvidenskabelige fag. Den opfattelse af matematik afspejles tydeligt i ovennævnte udsnit af bekendtgørelsen, og i, at det er meget svært at finde teori, der specifikt omhandler IBME. Langt størstedelen af teorien om IBME beskrives samlet med teorien om IBSE, og kaldes undersøgelsesbaseret naturvidenskabelig og matematikundervisning (IBSME). Dog hvis man skal opsøge litteratur, skal man søge efter IBSE (Michelsen, 2011: 72).

I 2006 var implementeringsgraden af IBME i klasseværelserne kun på ca. 15 pct. (Hansen og Hansen, 2013: 36). At implementeringsgraden er så lav, kan indikere at undervisere har adaptionsvanskeligheder. Hvilket leder op til spørgsmålet om, hvorvidt teorien om IBSE uden videre kan overføres til matematikundervisningen?

Artigue og Blomhøj (2013) prøver at præcisere og problematisere begrebet IBME for at danne ramme for videre forskning på området. Dette gør de ved at holde teorien om IBSE op mod veletablerede teorier inden for matematik didaktikken (Artique og Blomhøj, 2013: 802).

De kommer frem til, at IBME kan understøttes af de etablerede teorier. Og derfor kan IBME langt hen af vejen godt bruge teorien fra IBSE (Artique og Blomhøj, 2013: 809).

IBME har dog et større område, hvor de kan lave undersøgelser på, da man både kan lave undersøgelser af en lang række virkelige fænomener igennem matematikkens karakter som værktøjsfag, men også lave undersøgelser på matematiske størrelser, hvilket giver eleverne mulighed for at forstå, hvordan matematisk viden opstår (Artique og Blomhøj, 2013: 808).

Denne todeling af undersøgelsesområder gør, ifølge Artique og Blomhøj (2013), at man skal være opmærksom på i hvilken grad den problematik, som de studerende skal undersøge, giver mening for matematikundervisning, set i forhold til at holde tidsrammen for pensum og den additive proces som matematisk viden ofte har karaktertræk af (Artique og Blomhøj, 2013: 809).

Forskningsspørgsmål

IBME er en matematisk undervisningstilgang som både politisk og forskningsmæssigt oplever øget interesse. Der er adskillige internationale forskningsprojekter, der beskæftiger sig med undersøgelsesbaseret undervisning og Undervisningsministeriet fagbekendtgørelser for matematik (2013) lægger vægt på, at det skal være den prominente undervisningsform.

Imidlertid er undervisernes adaptionsrate langsom. En af årsagerne kan være, at størstedelen af den litteratur der danner grundlaget for IBME, behandler matematik og andre naturfag som værende identiske. Ifølge Artique og Blomhøj (2013) danner IBSE et rimeligt teoretisk fundament for IBME i matematisk didaktik. Artique og Blomhøj (2013) nævner dog også, at der fortsat er forskelle imellem matematik og de øvrige naturvidenskabelige fag, som de forskellige tilgange, variationer og metoder i IBSE ikke tager højde for.

En anden grund til undervisernes langsomme adaptionsrate kan ifølge Artique og Bloomhøj (2013) være, at det er vanskeligt for lærere at tilrettelægge IBME forløb, så man sikrer, at den i pensum dikterede matematiske viden stadig er i fokus og læres i en fornuftig rækkefølge.

Det kan ydermere være at lærere har dårlige erfaringer med læringsudbyttet af IBME forløb. Som tidligere nævnt har den empiriske forskning omkring læringsudbyttet af IBSE draget modstridende konklusioner. Så hvordan ser empirien omkring læringsudbyttet af IBME forløb ud?

Hvis vi laver et litterature search and review, får vi ikke nogle matchs, som giver eller omtaler empiri omkring læringsudbyttet af IBME[1]. Vi antager derfor, at der er et tomrum i litteraturen med henblik på det empiriske fundament for læringsudbyttet af IBME forløb, og vil derfor designe et eksperiment, som har til formål at besvare følgende todelte problemstilling:

På hvilke måder er der forskel i den affektive del af de læringsmiljøer som henholdsvis induktiv og deduktiv undervisning skaber, og kan man isolere en læringsmæssig effekt af induktiv undervisning?

Vores overordnede tilgang til at bearbejde denne problemstilling er ved at opstille et eksperiment. I forhold til at analysere første del af problemstillingen skal eksperimentet producere data, der vil gøre det muligt, at holde vores opfattelse af hvordan eleverne har

[1] Vi lavede søgningen på databasen ERIC, hvor vi bruger følgende søgninger: Education & inquiry & mathematics & deductive; Education & inquiry & mathematics & empirical; Education & inquiry & mathematics & inductive.

oplevet læringsmiljøet i de to forløb op mod elevernes opfattelse af hvordan læringsmiljøet har været.

For at stille kriterier op for hvordan vi måler den affektive del af læringsmiljøet, tager vi udgangspunkt i Vygotzkis social konstruktivistiske teori om zoner for nærmeste udvikling, og Piagets konstruktivistiske skemateori. Vi definerer den affektive del af læringsmiljøet ud fra fire kriterier:

- I hvilken grad har undervisningen motiveret de eleverne til at være aktivt deltagende?
- Har eleverne haft mulighed for at deltage i undervisningen ud fra deres niveau?
- I hvilken grad har undervisningen faciliteret at eleverne tager ansvar for egen læri
- I hvor vellykket en grad er læring sket i en social kontekst?

Vores opfattelse af hvordan eleverne har oplevet læringsmiljøet, undersøger vi igennem vores observationer fra undervisningsforløbene.

Elevernes opfattelse af læringsmiljøet undersøges igennem sammenligning af spørgeskema og ved analyse af fokusgruppeinterviews.

Til anden del af problemstillingen skal eksperimentet producere data, der vil gøre det muligt at analysere elevernes læringsmæssige effekt af undervisningsforløbet. Derfor vil vi i eksperimentet benytte os af en prætest, en posttest1, en posttest2 og logbøger.

Den læringsmæssige effekt vil blive målt ud for elevernes regnefærdigheder og dybdelæring, samt hvorledes disse evner forbliver i eleverne over tid.

Prætesten er til for at etablere en baseline for elevernes regnefærdigheder, så vi har et sammenligningsgrundlag. Dybdelæring af læringsmålene antages at være ikke eksisterende hos eleverne forud for undervisningsforløbene. Posttest1 er til for at se undervisningsforløbenes umiddelbare læringsmæssige effekt, posttest2 bruges til at undersøge undervisningens læringsmæssige effekt over tid, og logbøger tages i brug for at evaluere den læringsmæssige effekt i rammer der i højere grad minder om de rammer, hvori undervisningen er fundet sted.

For at besvare forskningsspørgsmålet vil vi operationalisere det ud i følgende hypoteser, med baggrund i vores teoretiske forforståelse, som er, at induktiv undervisning vil have en positiv effekt på de kriterier, vi har sat op for at finde forskelle i den affektive del af læringsmiljøet. At induktiv undervisning har en positiv effekt på dybdelæring, og hvor godt de tilsigtede læringsmål forbliver i eleverne over tid, og endeligt at deduktiv undervisning har en positiv umiddelbar effekt på regnefærdigheder.

Tabel 7. Oversigt over hypoteser afledt af forskningsspørgsmålet

Problemstilling	Hypotese
"På hvilke måder er der forskel i den affektive del af de læringsmiljøer som henholdsvis induktiv og deduktiv undervisning skaber"	- H_0: Der er ikke forskel i den affektive del af de læringsmiljøer som induktive- og deduktive undervisningsforløb skaber. - H_1: Der er forskel i den affektive del af de læringsmiljøer som induktive- og deduktive undervisningsforløb skaber.
"kan man isolere en læringsmæssig effekt af induktiv undervisning"	- H_0: Der er ingen forskel i den læringsmæssige effekt af de to undervisningsforløb i forhold til dybdelæring. - H_1: Induktiv undervisning har den største positiv effekt på den læringsmæssige effekt i forhold til dybdelæring. - H_2: deduktiv undervisning har den største positiv effekt på den læringsmæssige effekt i forhold til dybdelæring.

	- H_0: Der er ingen forskel i den læringsmæssige effekt af de to undervisningsforløb i forhold til regnefærdigheder. - H_1: Induktiv undervisning har den største positiv effekt på den læringsmæssige effekt i forhold til regnefærdigheder. - H_2: deduktiv undervisning har den største positiv effekt på den læringsmæssige effekt i forhold til regnefærdigheder.

Begrebsafklaring

For at kunne empirisk teste hvorvidt teorien bag IBSE kan adapteres som en teori som IBME kan bygge på, er vi nødt til at få defineret vores begreber så klart og entydigt som muligt, da hvis vores begreber er upræcise, så vil vores resultater også blive det (Bøgh Andersen et al. 2012: 30). Vi skal derfor tænke os grundigt om, før vi definerer vores begreber, og bestræbe os på at undgå conceptual stretching (Bøgh Andersen et al. 2012: 30-31).

Deduktiv undervisning

Som vi tidligere har defineret, vil eleverne i et deduktivt undervisningsforløb først få præsenteret teorien fra læreren. Derefter gennemgår læreren en algoritmisk tilgang til hvordan teorien appliceres på konkrete problemer. Elevernes rolle er derefter at løse problemer med den viste teori eller algoritme.

Induktiv undervisning

I et induktivt undervisningsforløb præsenteres eleverne for et problem, som eleverne selv, eller i samarbejde med andre elever/lærer, skal undersøge for at komme frem til et produkt.

Læringsmiljø

For at definere hvad vi mener med læringsmiljø, tager vi udgangspunkt i Beard og Wilsons definition fra 2007:

"A physical, intellectual, psychological environment which facilitates learning through connectivity and community"

(Beard & Wilson, 2007: 80)

Læringsmiljøet skal altså ses som de fysiske, intellektuelle og psykiske rammer, hvori de eleverne skal agere:

- De fysiske rammer definerer vi som antallet af elever i klassen og klassespejl
- De intellektuelle rammer definerer vi, som den problematik som eleverne sættes overfor, og den tilgang underviseren har til devolutionen af problemet.
- De psykiske rammer definerer vi som forhold imellem underviser og studerende, de sociale forhold der er imellem de studerende, og hvilke baggrunde de studerende kommer med.

Den affektive del af læringsmiljøet

I forhold til en begrebsafklaring af den affektive del af læringsmiljøet tager vi udgangspunkt i følgende fire kriterier:

Tabel 8. Oversigt over de fire kriterier vi måler den affektive del af læringsmiljøet ud fra og hvordan vi måler dem

Kriterie	Måde vi måler den på
I hvilken grad har undervisningen motiveret de studerende til at være aktivt deltagende?	Hvilken indstilling eleverne har haft til at gå ind i en problemstilling.
Har eleverne haft mulighed for at deltage i undervisningen ud fra deres niveau?	Hvorvidt elever følte at niveauet i undervisningen var så de kunne finde en måde at være aktivt deltagende både i klasseundervisningen og i gruppearbejdet.

I hvilken grad har undervisningen faciliteret at eleverne tager ansvar for egen læring?	Måler vi ud fra hvor gode eleverne har været til at tage ejerskab over den problematik, som de er stået overfor. Dvs. at være gode til at holde fokus på arbejdet, ikke bare give op når de er støt på problemer, og at eleverne har haft lyst til at indgå i diskussioner om emnet.
I hvor vellykket en grad er læring sket i en social kontekst?	Når vi snakker om at læringen er sket i en social kontekst, forholder vi os til gruppearbejde og klasseundervisning. Hvor vellykket læringen har været, måler vi ud fra hvilket læringsudbytte, eleverne føler, at de har fået af disse former for undervisning, og i hvilken grad de føler, at de har haft mulighed for at deltage i disse former for undervisning. Og i hvilken grad vi har observeret, at de har været deltagende i disse aktiviteter.

Læringsmæssig effekt

I denne opgave ses læringsmæssig effekt, som de elevernes læring. Læringen separeres i to læringsfelter:

1) Regnefærdigheder: elevernes evner til at løse regnestykker.
2) Dybdelæring: elevernes evne til bruge proces orienterede kompetencer og anvende begreber.

Da teorien angiver at den læringsmæssige effekt af de to undervisningsforløb vil ændre sig forskelligt over tid, introducerer vi en tidsdimension i forhold til den læringsmæssige effekt. Denne tidsmæssige dimension vil komme til udtryk i følgende to begreber:

1) Den umiddelbare læringsmæssige effekt: Den læringsmæssige effekt af undervisningsforløbene lige efter at de er gennemført

2) Den læringsmæssige effekt over tid: Den læringsmæssige effekt af undervisningsforløbene et halvt år efter de er gennemført.

Metode

Dette afsnit præsenterer specialets metode og analysedesign, samt de metodiske værktøjer vi vil anvende i specialet.

Idet vi i nærværende speciale har startet teoretisk, og formuleret vores hypotese ud fra den eksisterende viden om hhv. induktiv og deduktiv undervisning, anvender vi en deduktiv tilgang, der kommer til udtryk ved, at vores problemstilling er skrevet med en teoretisk forforståelse, om at induktiv undervisning skaber et læringsmiljø, som vil have en mere positiv effekt på de kriterier vi har sat op for at finde forskelle i den affektive del af læringsmiljøet. At induktiv undervisning har en større positiv effekt på dybdelæring, og hvor godt de tilsigtede læringsmål forbliver i eleverne over tid, samt at deduktiv undervisning har en større positiv umiddelbar effekt på regnefærdigheder jævnfør vores hypoteser.

I modsætning til den deduktive tilgang som er teoriafprøvende, er den induktive tilgang teorigenererende, da den fokuserer på empirien først, for derved at danne teori på baggrund af de empiriske observationer (Johnson et. al. 2008: 42, 43)

Da vi i vores analyse bl.a. anvender fokusgruppeinterviews og observationer som primærdata, kan man argumenterer for, at vores analyse har induktive islæt, da den induktive metode fokuserer på at danne teori på baggrund af empiriske observationer (Johnson et. al. 2008: 42, 43). Det er vores overbevisning, at analysen styrkes ved, at vi inkluderer empiriske observationer, da de vil styrke vores grundlag for at afprøve vores teori. Derudover er vores interviewguide udarbejdet med en teoretisk forforståelse, og vores interviews er fortolket i en teoretisk kontekst. På den baggrund mener vi at have belæg for at sige, at vi anvender en deduktiv tilgang, på trods af at tilgangen har induktive islæt.

Analysedesign

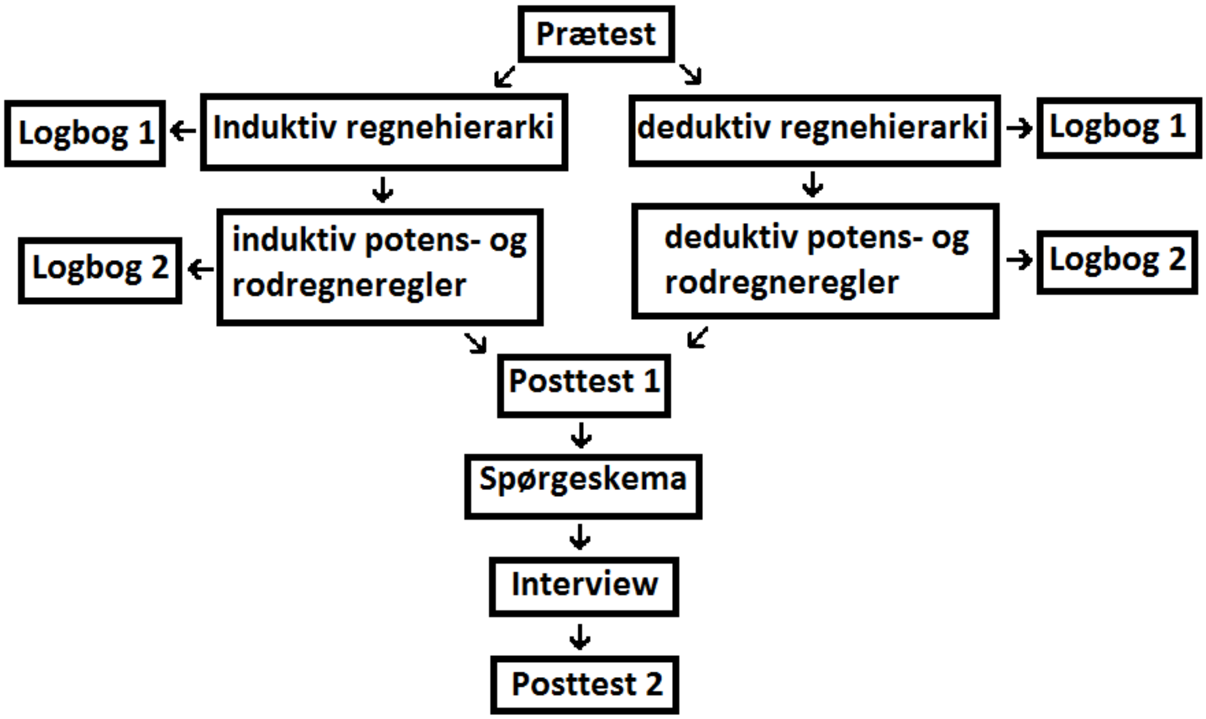
Analysens design er bygget op som et eksperiment. Et eksperiment er et forskningsdesign, hvor de uafhængige variable manipuleres (Bøgh Andersen et al. 2012: 76). I vores tilfælde er det hhv. deduktiv og induktiv undervisning. Eksperimentelle designs adskiller sig fra ikke-eksperimentelle designs, netop fordi man har mulighed for at manipulere den uafhængige variabel (Bøgh Andersen et al.2012: 94).

I eksperimenter observeres effekten på den afhængige variable, hvilket i vores tilfælde er læringsmiljøet samt den læringsmæssige effekt (Campell og Stanley, 1963: 1). Vi vil via eksperimentet undersøge kausalrelationen ved at manipulere den uafhængige variabel og derefter måle effekten på den afhængige variabel. På den måde kan vi være sikre på kausalretningen, idet respondenten først bliver påvirket af stimuli, i dette tilfælde undervisningstilgangen, og vores måling af effekt tidsmæssigt sker herefter.

Konkret vil vi lave et eksperiment hvor to klasser skal gennemgå det samme emne, men ud fra hhv. en deduktiv og induktiv undervisningstilgang. Dernæst vil vi se, om de to forskellige undervisningstilgange giver udslag i vores oplevelse af, hvordan eleverne oplevede læringsmiljøet og elevernes oplevede læringsmiljø. For at vurdere om der er en forskel i elevernes oplevede læringsmiljø, vil eleverne i de to klasser blive bedt om at udfylde et spørgeskema. I tillæg hertil vil vi efterfølgende foretage en række fokusgruppeinterviews. For at kunne vurdere om der kan isoleres en læringsmæssig effekt af induktiv undervisning, vil eleverne i begge klasser blive udsat for en faglig prætest og to posttests, samt logbøger i forbindelse med eksperimentet. Vi sammensætter altså både kvantitative og kvalitative metoder, og sigter derved mod en triangulering. Grunden til dette er, at vi ikke alene ved enten kvalitativ eller kvantitativ data kan få adgang til alt den data, som vi ser nødvendig for at kunne besvare vores problemformulering udførligt. Derudover vil det, at man bruger flere forskellige metoder øge validiteten af vores resultater, da de forskellige metoder kan bruges til at kontrollere hinanden (Marsh & Stoker, 2002: 237).

I nedenstående afsnit vil de forskellige indsamlingsmetoder blive præsenteret og gennemgået. Vi sammensætter altså både kvantitative og kvalitative metoder og sigter derved mod en triangulering.

Figur 2. Grafisk fremstilling over eksperimentet



I forbindelse med eksperimentet er inddelingen i stimuli- og kontrolgruppe sket ved randomisering, idet der er tale om to tilfældige klasser på et handelsgymnasium, der undervises i samme niveau i matematik. Ideen med en stimuli- og kontrolgruppe er, at der i udgangspunktet ikke er nogen systematisk forskel på grupperne, såfremt de har en vis størrelse og inddelingen i grupper er tilfældig. Ideelt burde hver af vores grupper være på mere end 30 personer, hvilket dog ikke har været muligt i dette tilfælde, idet normeringen i klasserne ligger under 30, og der på undersøgelsestidspunktet gik hhv. 27 og 28 elever i klasserne. Det kan udgøre en udfordring i forhold til generaliserbarheden af specialets resultater (Bøgh Andersen et al.2012: 78). Det er dog almindeligt, at man udvælger grupper på mindre end 30 personer, på grund af den kontrol man har over de uafhængige og afhængige variable sikrer gyldigheden af kausalslutningen og dermed den interne validitet

(Bøgh Andersen et al.2012: 78). På trods af at eksperimenter er særligt gode til at sikre den interne validitet, er der imidlertid også en række trusler mod den interne validitet, som vi skal holde os for øje, når vi senere skal analysere vores data (Bøgh Andersen et al.2012: 108):

- Grupperne kan mellem præ- og postmålinger blive påvirket af uforudsete situationer, som bl.a. kan påvirke effekten af stimuli.
- Der kan også opstå et problem, hvis respondenterne eksempelvis er blevet ældre, sultne, eller mere ukoncentrerede mellem præ – og posttesten – dette kaldes *modning*, og vil være et problem, hvis der er forskel heri mellem stimuli – og kontrolgruppen.
- Selve testningen kan også påvirke resultatet. Eksempelvis klarer personer sig bedre i efterfølgende IQ-test end i den første. Blot det, at respondenterne ved, at de er med i et eksperiment, kan også påvirke deres adfærd (Bøgh Andersen et al.2012: 77, 108).
- Der kan også opstå problemer i forhold til målingsvaliditeten. Dog er det et evigt forhold, som man altid bør være opmærksom på.
- Det er også en trussel, hvis man oplever et stort frafald blandt deltagere i et eksperiment, særligt hvis frafaldet er skævt.

Om at holde baggrundsvariable identiske for de to forløb.

Som tidligere skrevet er der modstridende syn på hvilket læringsudbytte induktiv undervisning medfører. Grunden til modstridende konklusioner i empiriske undersøgelser kan ifølge Frisdahl et. al. (2014) og Harleen (2011) forklares af, at det stort set er umuligt at sammenligne forskellige undervisningsforløb grundet de mange forskellige baggrundsvariable (Harleen, 2011: 56).

Vi skal altså sikre, at de forskelle der kommer i læringsmiljøet i vores to forløb så vidt som muligt, kun kommer fra valget af undervisningstilgang.

Ud af vores definition af læringsmiljø er det den intellektuelle ramme vi ændrer på, når vi ændrer undervisningstilgangen. Så når vi skal undersøge outcome af de to forskellige læringsmiljøer, som henholdsvis deduktiv- og induktiv undervisning skaber, skal vi holde de fysiske og psykiske rammer identiske for de to klasser for at mindske effekten af eventuelle baggrundsvariable.

Hvad angår de fysiske rammer har den ene klasse 27 elever og den anden har 28 elever. For så vidt angår klassespejlet er eleverne i begge klasser inddelt i grupper med fire-fem elever. Dette kommer også til udtryk i bordopstillingen. Bordene er opstillet som ø'er, hvor hver gruppe har hver deres ø. Disse grupper er inddelt ud fra lodtrækning. Klassespejlet er udarbejdet af gymnasiets ledelse, alle klasser skulle følge dette klassespejl de første to måneder.

Bl.a sociale forhold er relevante, når de drejer sig om de psykiske rammer. I forhold til de sociale forhold der er imellem de studerende, så foregår undervisningsforløbene i deres første matematik moduler. Det antages derfor, at der ikke er etableret nogle problematiske sociale forhold i nogle af klasserne. Hvilke baggrunde de studerende kommer med, antages også at være identiske, da begge klasser går på samme gymnasium, og de studerende i klasserne er tilfældigt udtrukket fra samme pulje af ansøgere til gymnasiet. Forholdet i mellem underviser og studerende varierer i de to klasser, da vi er klasselærer for klassen, som er stimuligruppen, og derfor har vi tilbragt to introdage sammen med eleverne. I klassen som er kontrolgruppe var vi dommer af flere af deres fodboldkampe i introdagene, hvor de mildest talt ikke var specielt imponerede over vores indsats. Som følge af dette var der nogle af enhederne i kontrolgruppen, som var negativt indstillet mod os i undervisningsforløbene.

Felder og Prince (2006) peger på, at induktive undervisningsmetoder skaber effektivt gruppearbejde, der er dog ikke nogen teori, der går imod, at man kan have et effektivt gruppearbejde i et deduktivt undervisningsforløb. Hvilket betyder, at vi er nødt til at se rammerne for gruppearbejde som en baggrundsvariabel, som vi skal forsøge at holde identisk for de to forløb. For at gøre dette, analyserede vi rammerne for gruppearbejde i det induktive forløb ud fra Doolittle's præsentation af cooperative learning fra 1995, og brugte disse resultater til at designe rammerne for gruppearbejdet i det deduktive forløb.

En anden baggrundsvariable vi skal være opmærksomme på ifølge Harlen (2011) er underviserens teoretiske fundament og indstilling til induktive forløb. Vi vil derfor gøre opmærksom på, at vores teoretiske forforståelse gør, at vi, som tidligere skrevet, forventer, at induktiv undervisning vil have en mere positiv effekt på de kriterier, vi har sat op for at finde forskelle i den affektive del af læringsmiljøet. At induktiv undervisning har en større positiv effekt på dybdelæring, og på hvor godt de tilsigtede læringsmål forbliver i eleverne over tid. Deduktiv undervisning har en større positiv umiddelbar effekt på regnefærdigheder.

Om at undgå bias i resultaterne

Hvis man skal lave en komparativ undersøgelse af induktiv undervisning er det vigtigt, at man i designet af forløbene sikrer, at der er overensstemmelse i mellem opstillede mål for undervisningen i de to grupper. Disse mål må ikke være centreret omkring et enkelt meget specifikt kernestof, da induktiv undervisning ikke egner sig til disse læringsmål (Frisdahl et. al, 2014: 44-52).

Vi vil i eksperimentet tage udgangspunkt i kernestofområderne regnehierarkiet samt potens og rodregneregler. Hvis vi ser på beskrivelsen af disse kernestofområdet i undervisningsministeriet vejledning til bekendtgørelsen i matematik c december 2004:

"Denne del af kernestoffet er ikke tænkt som et afgrænset forløb, hvor eleverne udelukkende træner opgaver i "at regne". Derimod er det medtaget for at fastholde fokus på nævnte emner, der er en vigtig forudsætning for at kunne opnå mange af de matematiske kernekompetencer. Eksempler er eksempelvis bogstaver i bevisførelse. "

(Undervisningsministeriet, 2015: 9)

Så vi kan se, at det fremgår af vejledningen, at det ikke er tilstrækkeligt, at eleverne blot kender regnehierarkiet og de forskellige regneregler. De skal fx også forstå, hvorfor regneregler ser ud som de gør, og forstå hvorfor regnehierarkiet er relevant. Disse læringsmål er altså ikke blot et enkelt meget specifikt kernestof, og egner sig derfor til undersøgelsesbaseret undervisning.

For at sikre at der ikke er semiotiske forskelle imellem hvordan læringsmålene realiseres og den rækkefølge som læringsmålene opfyldes i for de to undervisningsforløb, vil vi starte med at designe disse for det induktive forløb, da det induktive design er mere begrænset. Derefter vil vi kopiere læringsmålene og rækkefølgen i de deduktive forløb design.

En anden facet vi skal være opmærksom på, når vi skal undgå bias i vores resultater er, at begge grupper bliver evalueret ens. Og at evalueringsformen kan indfange de metakompetencer, som et IBME forløb faciliterer (Frisdahl et. al, 2014: 44-52).

Det vil altså sige, at vi skal evaluerer læringseffekten ud fra både regnefærdigheder, dybdelæring og hvordan disse egenskaber udvikler sig over tid. En yderligere pointe fra et mere sociokulturelt paradigme er, at evalueringen ikke blot kan foregå ved tests, men at man også bør evaluere under lignende forhold, som de forhold læringen er fundet sted i (Frisdahl et.al, 2014: 50-52).

Vi vil derfor evaluere ved prætests, posttest 1, posttest 2 og for at imødekomme kravene om at evalueringen bør finde sted i undervisningslignende situationer, vil vi bruge logbøger. Prætesten finder sted før undervisningsforløbene og har til formål at etablere elevernes faglige udgangspunkt. Prætesten har til formål at give indblik i de forskellige elevers faglige udgangspunkt før stimuli er indtruffet. Prætesten vil udelukkende indeholde spørgsmål, som tester regnefærdigheder, da det forventes at eleverne ikke har nogen dybde læring på disse områder, forud for undervisningsforløbene. Posttestet 1 vil finde sted lige efter at undervisningsforløbene er afsluttet. Posttest 1 har til formål at måle undervisningens umiddelbare læringsmæssige effekt af regnefærdigheder og dybdelæring. Desuden danner posttest1 baseline for sammenligningen af posttest1 og posttest2, som skal bruges til at måle undervisningens læringsmæssige effekt over tid. Posttest 1 vil indeholde spørgsmål der både tester regnefærdigheder og dybdelæring. I posttest 1 vil de spørgsmål, der tester regnefærdigheder, være bygget op efter de samme modeller, som de spørgsmål, som tester regnefærdigheder i prætesten, men tallene vil være byttet ud. Posttest 2 vil finde sted et halvt år efter prætesten og indeholde de samme spørgsmål som i posttest 1.

Grunden til at vi i posttest 2 benytter de samme spørgsmål som i posttest 1 er fordi, posttest 2 har til formål at give en indikation af undervisningens læringsmæssige effekt over tid.

For at undgå bias i forhold til hvordan evalueringen finder sted, vil vi belyse resultaterne fra testene med logbøger. Disse logbøger har haft til formål at teste elevernes regnefærdigheder såvel som dybdelæring under forhold, der ligner de læringsmæssige forhold. Dvs. at eleverne har haft adgang til deres noter, samt mulighed for at stille spørgsmål til underviser og klassekammerater. Vi nævner desuden intet om at disse logbøger er til for at teste dem, men påpeger, at de har til formål hjælpe dem med at repetere, hvad de lærte i sidste modul. De studerende har udarbejdet logbøgerne i starten af det efterfølgende modul.

Det er klart, at vi ikke kan sammenligne resultaterne fra testene med resultaterne fra logbøgerne. Men hvis resultaterne i logbøgerne og testene peger i samme retning, vil det øge validiteten af vores resultater. Hvis resultaterne peger i modsat retning, kan vi bruge det til at problematisere vores resultater.

Design af undervisningsforløb

Når man begynder designet af det undersøgelsesbaserede undervisningsforløb, er det en god ide at starte med at definere hvilke læringsmål, der skal til, for at eleverne opnår de faglige mål, som er givet i bekendtgørelsens kernestof. Derefter konstrueres vejen til at opnå disse læringsmål (Frisdahl et. al, 2014: 39). Derudover er det vigtigt, at have overvejet begrænsningerne i forhold til elevforudsætninger og tid som man skal udføre sit undervisningsforløb under. Disse begrænsninger skal indgå i ens overvejelser, når man skal bestemme forløbets grad af åbenhed og om man skal undervise via eksperimenter eller demonstration (Frisdahl et. al, 2014: 40). Når vi har med IBME forløb at gøre, så er det desuden også relevant, om man vælger at ens problematik skal tage udgangspunkt i virkelige fænomener eller i matematiske størrelser.

I vores induktive designs vil vi bruge en struktureret undersøgelsesbaseret tilgang. Desuden vil vi pga. tidsbegrænsninger substituere nogle af eksperimenterne med demonstrationer i forløbet om potens og rodregneregler. Vi vil lade vores problematik tage udgangspunkt i matematiske størrelser.

For at opsætte nogle overordnede læringsmål for hvad eleverne skal lære, anvendes rammerne givet af den antropologiske teori om det didaktiske (ATD) som defineret af Chevalard (2005) og Barbéet. al (2005).

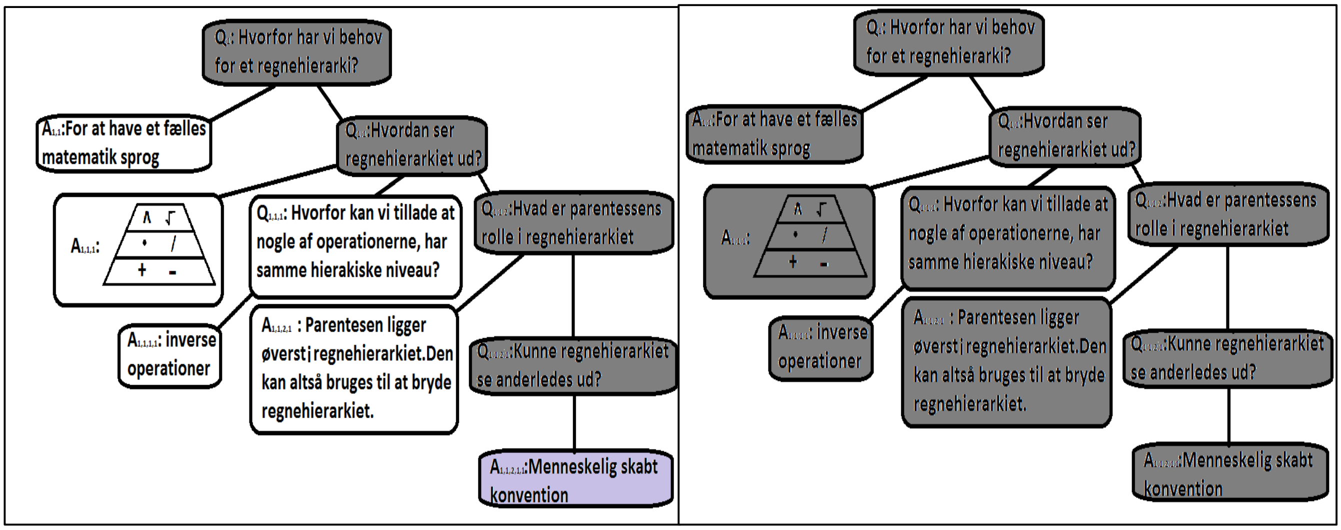
Her består enhver praxeologi af to blokke, en teoretisk og en praktisk. Disse blokke er igen inddelt i to. For den praktiske del har vi type af opgave og teknik og for den teoretiske del, har vi teknisk diskurs og teori. I ATD vil en tilfredsstillende forståelse af praxeologien være nået, når eleven har forstået disse 4 dele af praxeologien. I vores definition af læring vil den praktiske blok svare til regnefærdigheder og den teoretiske blok svarer til dybdelæring.

For at bestemme hvilke spørgsmål eleverne skal undersøge for at nå de opsatte læringsmål, hvilken rækkefølge spørgsmålene skal komme i, og til at prøve at forudsige de forskellige svar, eleverne kan have på disse spørgsmål, så den rette strategi kan planlægges på forhånd, benytter vi os af diagrammet fra study and research course (Winsløw, Matheron og Mercier, 2012) som et designværktøj.

Til at lave strategier for hvordan eleverne skal besvare de forskellige spørgsmål, bruger vi 6F modellen.

Som tidligere beskrevet bruger vi så igen denne struktur på de deduktive forløb. På denne måde bliver læringsmål og rækkefølgen af hvordan læringsmålene opnås identiske, og der vil ikke være semiotiske forskelle, imellem hvordan læringsmålene realiseres. Forskellene i mellem de to undervisningstilgange ligger i, at i det induktive forløb bruger eleverne selv strategien til at realisere læringsmålene og i det deduktive bliver strategien brugt af underviseren for at præsentere teorien. I det deduktive forløb vil eleverne efter at teorien er præsenteret blive bedt om, at bruge den algoritme som fremkommer af teorien til at udregne regne stykker.

Figur 3. Eksempel på grafisk oversigt over strukturen i de to undervisningsforløb induktivt til venstre og deduktivt til højre



Farvekodning:
Mørke grå er spørgsmål/svar som læreren har fremstillet.
Lysegrå er spørgsmål/svar som læreren og eleverne skal fremstille i fællesskab.
Hvid er er spørgsmål/svar som eleverne forventes at fremstille.

I ovenstående har bl.a. vi beskrevet det overordnede design for undersøgelsen, nemlig et eksperiment. Vi har redegjort for de centrale opmærksomhedspunkter i forbindelse med udførelse af eksperimenter, og endelig har vi kort nævnt de indsamlingsmetoder, som vi vil benytte os af i forbindelse med besvarelsen af vores problemstilling. I nedenstående vil der blive redegjort i dybden for de forskellige indsamlingsmetoder, herunder hvordan de relaterer sig til vores undersøgelse og besvarelse af vores overordnede todelte problemstilling.

Om spørgeskema

Vi har valgt, at vi til belysning af første del af vores problemstilling om på hvilke måder, der er forskel på den affektive del af læringsmiljøerne som induktiv og deduktiv undervisning skaber, bl.a. vil anvende spørgeskemaer.

Som indsamlingsmetode for vores survey anvendes gruppeenquete, hvor forskeren uddeler spørgeskemaer til respondenterne, mens de er til stede (Bøgh Andersen et al., 2012: 290). Ifølge Bøgh Andersen et al. (2012) vil dette typisk, som i vores tilfælde, ske som led i undervisning. Indsamlingsmetoden passer endvidere godt til denne type undersøgelse, hvor ressourcerne er knappe, idet metoden er kendetegnet ved at være hurtig og billig (Bøgh Andersen et al., 2012: 291). En af de risici der er forbundet med denne indsamlingsmetode er dog, at respondenterne kan påvirke hinanden i forbindelse med besvarelse af spørgeskemaet.

Ved surveys ønsker man at få en så høj svarprocent som muligt, da en lav svarprocent medfører en større risiko for, at surveyen ikke er repræsentativ. Hvis nogen grupper er overrepræsenterede og andre underrepræsenterede, kan det give anledning til systematiske fejl i resultaterne. (Bøgh Andersen et al., 2012: 291) I relation til den survey der udføres som led i nærværende undersøgelse, vurderes det dog umiddelbart ikke, at der er stor risiko for en lav svarprocent, idet indsamlingen vil ske i en undervisningssituation, hvor man som udgangspunkt må formode, at eleverne er tilstede. Denne formodning underbygges af, at den valgte indsamlingsmetode har som en af sine fordele, at man opnår en høj svarprocent (Bøgh Andersen et al., 2012: 301).

Design af Spørgeskema

Ved brug af spørgeskema i sin undersøgelse er spørgsmålsformuleringen afgørende. For at kunne udarbejde et godt spørgeskema, er det centralt, at have en klar og konkret problemformulering. Hvis ens problemformulering er for bred eller uklar, kan resultatet blive, at spørgsmålene bliver for spredte, og man lykkedes ikke med at komme i dybden med sine spørgsmål, hvilket ultimativt betyder, at man ikke kan besvare sin problemstilling tilfredsstillende. En god måde at fokusere ens spørgsmål er ved at konkretisere ens problemformulering i en eller flere hypoteser (Bøgh Andersen et al., 2012: 305).

Målingsvaliditet og reliabilitet er centralt i spørgeskemaundersøgelser. Målingsvaliditet om handler om vi måler, det vi tror, vi måler, og reliabilitet handler om, om det er muligt at gentage forsøget. For at opnå en høj målingsvaliditet er det afgørende at sikre sammenhæng mellem de teoretiske definitioner på problemformuleringens hovedbegreber og de spørgsmål der stilles i spørgeskemaet (Bøgh Andersen et al., 2012: 305). Vi gjorde derfor det, at vi brød vores problemformulering ned i forskningsspørgsmål, som efterfølgende blev operationaliseret til spørgeskemaspørgsmål (Bøgh Andersen et al., 2012: 305).

Vi har endvidere gjort os en række overvejelser over formulering af spørgsmålene – vi ved jo at ”som man spørger, får man svar” – og derfor er det afgørende for brugbarheden af resultaterne af besvarelserne på spørgeskemaet, at vi, som tidligere beskrevet, har spurgt om det, vi gerne vil vide noget om. Dertil kommer at vi skal spørge på en måde, som respondenterne forstår. Vi har derfor i vores spørgsmålsformulering bl.a. bestræbt os på at formulere så entydige spørgsmål som muligt, idet det øger sandsynligheden for at respondenterne fortolker spørgsmålet ens. Vi har ligeledes forsøgt at anvende et dagligdagssprog, som relaterer til respondenternes ordforråd (Bøgh Andersen et al., 2012: 307, 308). Derudover har vi suppleret spørgeskemaet med en rammesættende introduktionstekst, som vil få respondenterne til at tænke fokuseret (Bøgh Andersen et al., 2012: 308). Helt overordnet har vi fulgt de otte råd til spørgsmålsformulering som givet af Metoder i Statskundskab 2012. Ud over anvendelse af almene termer og dagligdagssprog er de resterende syv råd (Bøgh Andersen et al., 2012: 312):

- Anvend præcist sprogbrug
- Overvejelser om hvor meget respondenten kan huske
- Undgå antagelser
- Spørg kun om én ting ad gangen
- Undgå negationer
- Undgå følelsesladede ord
- Undgå superlativer

Formålet med at følge rådene er at sikre at vi spørger om det, som vi faktisk gerne vil have noget af vide om. Altså ved at følge de otte råd bør vi højne vores målingsvaliditet (Bøgh Andersen et al., 2012: 397).

Da spørgeskemaerne er en evaluering af, hvordan de studerende har oplevet læringsmiljøet i undervisningsforløbene, og fordi eleverne ved, at deres svar skal analyseres af deres underviser, så har vi besluttet at lade respondenterne være anonyme, da eleverne ellers kan frygte, at en negativ besvarelse kan få repressalier for dem. Dette giver nogle udfordringer i forhold til, at vi ikke ved, hvilke spørgeskemaer der kommer fra elever, der ikke har oplevet hele undervisningsforløbet. Dog har alle elever, som besvarede spørgeskemaet oplevet dele af undervisningsforløbene.

I forhold til brug af skala i spørgeskemaet har vi bevidst valgt en simpel model, hvor samme intervalskalerede skala med fem kategorier går igen igennem spørgeskemaet. Den anvendte skala kaldes "Likert-skalaen", og er den mest anvendte skala i spørgeskemaer (Bøgh Andersen et al., 2012: 312). Skalaen er intuitivt forståelig for respondenten, og den er let og effektiv at arbejde med. Dertil kommer, at fordi det er en endimensionel skala, der i vores tilfælde måler graden af enighed, er det let at formidle svarene (Bøgh Andersen et al., 2012: 312). Vi kunne have valgt at anvende flere kategorier end de fem, som fremgår af spørgeskemaet. Det har vi imidlertid fravalgt, hvilket betyder, at vi har valgt at gøre det lettere for respondenterne at svare på bekostning af mest mulig variation i respondenternes svar (Bøgh Andersen et al., 2012: 313).

En risiko ved anvendelse af skalaen er, at respondenterne ikke nødvendigvis foretager en konkret afvejning af de enkelte udsagn, der spørges til. Respondenten kan eksempelvis erklære sig enig i alle udsagnene, hvilket er ensbetydende med, at variationen i svarene mindskes, og dermed forklaringskraften i forhold til den afhængige variabel (Bøgh Andersen et al., 2012: 312). I vores konkrete tilfælde betyder det, at hvis en af respondenterne svarer "enig" i alle udsagnene i spørgeskemaet, vil der ikke være nogen variation, og vi vil dermed ikke kunne sige noget om forskellene på de to undervisningsforløb.

I forbindelse med anvendelse af Likert-skalaen er der ydermere en risiko for, at respondenterne ikke reelt forholder sig til de specifikke udsagn, og derfor blot svarer "uenig" eller "enig" på alle spørgsmålene, uafhængigt af om udsagnet er formuleret positivt eller negativ til det samme begreb, hvilket har den konsekvens, at svarene kan forekomme inkonsistente. Vi har efter inspiration fra Bøgh Andersen et al. (2012) formuleret enkelte udsagn negativt og resten positivt for at få mulighed for at undersøge, om der er inkonsistente svarmønstre i vores datamateriale (Bøgh Andersen et al., 2012: 314).

Særligt omkring "ved ikke kategori"

Anvendelsen af "ved ikke" er et omdiskuteret emne i metodeforskningen. Grundlæggende er argumentet for at anvende kategorien, at det giver mulighed for, at de respondenter, som ikke har en mening om det der spørges om sorteres fra. Et højt niveau af "ved ikke"-svar kan også bruges til at få en ide om spørgsmålets relevans, og om respondenterne har forstået spørgsmålet (Bøgh Andersen et al., 2012: 315). Omvendt risikerer man ved at inddrage den, at for mange benytter sig af den som svarmulighed, og derved undlader at tage stilling til spørgsmålene. Vi har i vores spørgeskema undladt at inkludere en "ved ikke" kategori, da alle respondenterne har været igennem det undervisningsforløb, som skemaet omhandler. Vi ønsker derved ikke at give dem muligheden for "at smyge udenom" ved hjælp af en "ved ikke" kategori. Der er dog en risiko for at der på grund af det valg vil være en andel af respondenter, der har anvendt midterkategorien "Hverken eller" som "ved ikke" kategori (Bøgh Andersen et al., 2012: 314).

Efter udarbejdelse af vores spørgeskema blev det pilottestet af en tidligere elev. Det er fornuftigt at teste sit spørgeskema forud for selve udførelsen af undersøgelsen. Dette bl.a. for at sikre at spørgsmålene er skrevet i et sprog, som eleverne forstår, at spørgsmålene virker relevante, og at der ikke er udeladt vigtige spørgsmål. Pilottesten gav anledning til at det var vigtigt at specificerer, at vi med klasseundervisning mener al aktivitet som forgår hele klassen imellem. Dvs. ud over undervisning hvor underviser står ved tavlen og forklarer og elever kommer med spørgsmål, også mener klassediskussioner. Dette gjorde vi respondenterne opmærksomme på, lige inden de tog spørgeskemaet, ved en mundtlig afklaring.

Om fokusgruppeinterviews

Vi har i specialet valgt at supplere spørgeskemaundersøgelsen med efterfølgende fokusgruppeinterviews for at øge spørgeskemaernes validitet. Dette har vi valgt at gøre, fordi fokusgruppeinterviews giver mulighed for at indsamle data, hvor respondenterne svarer mere reflekteret og uddybende end i spørgeskemaerne (Bøgh Andersen et al., 2012: 144). Vi bruger vores fokusgruppeinterviews til at belyse om eleverne har forstået spørgsmålene i spørgeskemaerne, som vi ønskede spørgsmålene skulle forstås.

Interviews er særligt velegnede når man eksempelvis vil undersøge menneskers verdensopfattelser. Kvale (1997) understreger, at forskningsinterviewet er velegnet, når man ønsker at opnå indsigt i menneskers livsverden (Kvale, 1997: 40-46). Hertil skal det nævnes, at fokusgruppeinterviews som udgangspunkt ikke egner sig til at producere data om individers livsverden, og set ud fra det perspektiv havde almindelige interviews været mere nærliggende. (Bøgh Andersen et al., 2012: 150) Det forhold at vi som lærer for eleverne er medansvarlig for deres læring, og udgør en autoritet, betyder imidlertid, at der ville kunne opstå tvivl om interviewets validitet, såfremt vi havde valgt at interviewe eleverne en af gangen, idet det er plausibelt at formode, at de ville ønske at svare os bekræftende. Vi valgte derfor at udføre vores interviews som fokusgruppeinterviews, på baggrund af en antagelse om, at det ville skabe en mere tryg interviewsituation, og dermed bidrage til mere valide svar på spørgsmålene.

Typer af fokusgrupper

Grundlæggende findes der tre typer af fokusgrupper, hvoraf den første type er en løst struktureret model med få og meget brede startspørgsmål samt meget lav grad af moderator-involvering (Bøgh Andersen et al., 2012: 151). Den anden model er en stramt struktureret model bl.a. med flere og mere konkrete spørgsmål og høj moderator-involvering. Endelig findes der en tredje model, der kombinerer de to første modeller i den såkaldte tragtmodel, således at man starter åbent og slutter mere styret. Vores fokusgruppeinterviews var overvejende en stramt struktureret model, idet denne model er velegnet til deduktive projekter, hvor undersøgeren har en omfattende viden om emnet på forhånd – eksempelvis som i vores tilfælde fra den eksisterende litteratur, observationer og spørgeskemaer (Bøgh Andersen et al., 152). Dog bestræbte vi os som moderatorer på, udover at stille spørgsmål, kun at involvere os når det var absolut nødvendigt, eksempelvis i forbindelse med opfølgning eller behov for uddybning af spørgsmålene.

Rollen som moderator adskiller sig fra den traditionelle rolle som interviewer, idet moderatoren skal facilitere den sociale interaktion i gruppen. Til dette anvender moderatoren traditionelt tre elementer: introduktion, spørgeguiden og stimuli (Bøgh Andersen et al, .2012: 159). Vi startede derfor vores interview med at introducere til selve interviewet, og opfordrede løbende deltagerne til at kommentere på hinandens udsagn med henblik på at opnå en drøftelse mellem deltagerne af deres oplevelse af undervisningen.

Selektion af deltagere

I forhold til valg af deltagere i fokusgruppeinterviewsne siger Bøgh Andersen et. al. (2012) at man ikke bør vælge deltagere som er for forskellige, men de må heller ikke være for ens (Bøgh Andersen et al., 2012: 164). Som tidligere skrevet er grunden til at valget er faldet på fokusgruppeinterviews at skabe tryghed for deltagerne. På baggrund af dette valgte vi at selektere efter at graden af forbedring imellem prætest og posttest 1, sådan at vi lavede en gruppe med de elever, der havde forbedret sig henholdsvis mest og mindst. Vi udvalgte to grupper af tre fra både kontrol- og stimuli-gruppen ud fra prioriteringslister. Desværre skulle interviewsene ligge uden for skoletid, hvilket resulterede i, at det var meget få elever der havde tid til interviews, og af dem vi lavede aftaler med, var der et stort frafald, som blev substitueret af dem der lige havde tid.

Rent praktisk blev de fire fokusgruppeinterviews optaget med diktafon, kombineret med notatskrivning.

Design af fokusgruppe interview

I relation til udformning af interviewguiden genbrugte vi de allerede anvendte spørgsmål fra spørgeskemaundersøgelsen, idet vi allerede her havde foretaget en operationalisering af vores forskningsspørgsmål, og ønskede at give eleverne lejlighed til at komme med uddybende og mere reflekterende svar, end det var muligt i forbindelse med besvarelse af spørgeskemaet. Ved genanvendelsen af spørgsmålene fra spørgeskemaet fik vi dermed lejlighed til at undersøge, om eleverne havde forstået spørgsmålene i spørgeskemaet. Dermed afspejlede spørgsmålene i spørgeskemaet også de formuleringer, der i en interviewsituation er hensigtsmæssig med henblik på at sikre, at interviewpersonerne forstår spørgsmålene. Det betyder, at vi bl.a. bevidst ikke har anvendt teoretiske termer eller fagtermer i vores spørgsmålsformulering (Bøgh Andersen et al., 2012: 153).

De fire fokusgruppeinterviews blev optaget med diktafon, kombineret med notatskrivning. Beklageligvis skete der under et af interviewsne en teknisk fejl, som betød at optagelsen blev tabt, hvorfor konklusioner fra det pågældende interview er baseret på noter alene. Efterfølgende er de tre interviews, som blev optaget, blevet transskriberet. Ifølge Bøgh Andersen et. al. (2012) kan man ved deduktive undersøgelser vælge kun at transkribere passager, der er relevante for besvarelsen af de allerede opstillede spørgsmål (Bøgh Andersen et al., 2012: 170). Vi har imidlertid valgt at transkribere interviewsne i deres fulde længde, da transskription er et væsentligt analytisk værktøj, hvor processen kan inspirere til nye fortolkninger af velkendte eller forventede sammenhæng (Kvale og Brinkmann 2009: 31).

I behandlingen af vores interviews, vil vi benytte os at deduktiv tematisk analyse, som vil blive gennemgået på side 61-63. Formålet med disse interviews at undersøge respondenternes verdensbillede, og vi vil derfor genkende temaer på et latent niveau.

Om observationer

I forbindelse med besvarelse af første del af vores todelte problemstilling ”På hvilke måder er der forskel på de læringsmiljøer som induktiv og deduktiv undervisning skaber, vil vi, udover spørgeskemaer og interviews, også anvende observationer som indsamlingsmetode. Konkret har vi efter hver undervisningsgang noteret vores observationer fra timen. De observationer vil indgå som supplement til de øvrige dataindsamlingsmetoder. Observation som metode producerer ifølge Kristiansen og Krogstrup (2015) én type data, og kan med fordel kombineres med andre metoder, herunder interviews og spørgeskemaer, som vi gør i nærværende speciale (Kristiansen og Krogstrup, 2015: 18, 44). Kombinationen af flere metoder gør det muligt, at oparbejde en mere nuanceret viden om det vi ønsker at undersøge, hvilket i vores tilfælde er betydningen af læringsmiljø og effekten af induktiv undervisning.

Idet vi fungerer som lærer i læringsmiljøet, foretager vi det, man ifølge Kristiansen og Krogstrup (2015) vil definere deltagende observation. Kristiansen og Krogstrup definerer deltagende observation som:

…den type af forskning, der er præget af en forholdsvis intens social interaktion mellem forskeren og de subjekter, han eller hun studerer i subjekternes eget sociale miljø.

(Kristiansen og Krogstrup, 2015: 10)

Der hersker en debat om, hvorvidt det er muligt at være deltager og observatør på samme tid – altså om det er muligt både at være deltager og foretage observationer med et forskningsmæssigt sigte. Idet vi som både deltager i form af at være læreren og samtidig er observatør er det en problemstilling, som vi bør forholde os til. Ifølge Kristiansen og Krogstrup handler håndteringen af denne udfordring om den rette balance mellem nærhed og distance til det undersøgte. Kommer vi ikke tæt nok på, vil vi ikke kunne forstå informanternes verden, og er vi for tæt på, vil vi ikke kunne fremstille selvfølgeligheder og trivialiteter indenfor informanternes verden. Vi skal altså på samme tid både være indenfor og udenfor, og grundlæggende være opmærksom på at fastholde vores objektivitet, for på den måde at undgå risikoen for at miste den nødvendige distance (Kristiansen og Krogstrup, 2015: 70, 86,110).

Kristiansen og Krogstrup (2015) opstiller en række parametre hvorpå den deltagende observatør adskiller sig fra hverdagens observatør, herunder at den deltagende observatør udfører sin undersøgelse i sociale miljøer, som han ikke på forhånd er personligt involveret i, og at den deltagende observatør har mulighed for at bruge væsentligt mere tid på at observere end hverdagsobservatøren, som der ofte vil have en række opgaver at udføre i den konkrete kontekst (Kristiansen og Krogstrup, 2015: 11). På de nævnte parametre læner vi os op ad hverdagensobservatøren, i det vi fungerer som lærer og dermed både indgår i det sociale miljø og har en række opgaver at løse i den konkrete kontekst. Observationerne foregår imidlertid i de første timer, vi har i de to klasser, hvilket vi mener imødekommer en del af problemstillingen, idet vi ikke forud for undersøgelsen har indgået i det konkrete sociale miljø. For så vidt angår det faktum at vi ud over at være observatør, også har en række opgaver vi skal udføre i observationssituationen, anerkender vi, at det kan have en betydning for vores mulighed for at observere. Vi mener imidlertid, at blot det at vi er bevidst om denne udfordring på forhånd, delvist imødekommer denne udfordring. Vi har desuden forsøgt at håndtere problematikken ved at sørge for en grundig forberedelse af undervisningen, som i hvert fald delvist vil bidrage til et større overskud til at observere.

Der findes forskellige former for typer af observationsstudier. Man kan eksempelvis sondre i mellem laboratorieforsøg og observation i naturlige omgivelser. Laboratorieforsøg er kunstigt skabte rumlige omgivelser, hvor uforudsete hændelser og utilsigtet påvirkning af det observerede forsøges minimeret. I observation i naturlige omgivelser træder forskeren ind i en eksisterende kontekst, som altså også eksisterede inden forskeren trådte ind. I modsætning til laboratorieforsøg er forskeren her indstillet på uforudsete og ikke kontrollable hændelser (Kristiansen og Krogstrup, 2015: 46). Vores undersøgelse har imidlertid aspekter af begge dele, idet der ville have fundet undervisning sted uagtet vores eksperiment, og da eksperimentet sker i naturlige omgivelser, har vi ikke fuld kontrol. Der er dog også tydelige karaktertræk fra laboratorieforsøg, idet vi har konstrueret undervisningssituationen, og i den forbindelse forsøgt at skabe nogle omgivelser, hvor uforudsete hændelser og utilsigtet påvirkning af det observerede søges minimeret.

Design af tests

I forbindelse med besvarelsen af anden del af vores todelte problemstilling om hvorvidt man kan isolere en læringsmæssig effekt af induktiv undervisning, vil vi bl.a. anvende test. Testene skal indeholde to typer af spørgsmål. Spørgsmål der tester regnefærdigheder, og spørgsmål der tester dybdelæring. Spørgsmålene, der tester regnefærdigheder, stilles som multiple choice spørgsmål. Grunden til at valget faldt på multiple choice er på grund af de restriktioner, der er på tid, og fordi multiple choice tests giver data, der er nemt sammenligneligt. Derudover er det muligt for os at sikre at elevernes fejl, skyldes at eleverne ikke har opnået fuld forståelse af de læringsmål, som er sat op for undervisningsforløbene. Frem for at fejlene skyldes mangler i forståelsen af emner, som ikke har været en del af læringsmålene for undervisningsforløbene i eksperimentet. F.eks kan vi sikre os i de opgaver der skal teste elevernes regnefærdigheder inden for regnehierarkiet, at deres fejl skyldes rækkefølgen, som regneoperationer skal tages i, og ikke at eleverne ikke kan finde ud af at bruge regneoperationerne.

Når man udfærdiger multiple choice test skal man ifølge Abramovitz et.al (2006) være opmærksom på

1) At det korrekte svar ikke let kan gættes
2) Det korrekte svar ikke kan opnås på en forkert måde

(Abramovitz et.al, 2006: 436)

Hvis vi ikke tager højde for disse to ting vil det være et problem for vores målingsvaliditet.

Måden vi sikre at det korrekte svar ikke kan gættes, er ved at sørge for, at hver af de forskellige valg af resultat kan fremkomme, hvis man kommer til at bruge regnereglerne eller regnehierarkiet forkert.

Ex.

Hvad er: $9 + 5 \cdot 4 - 2$

a) 28

b) 54

c) 19

d) 27

Svarmulighed a fås ved at addere og subtrahere før man multiplicere.

Svarmulighed b fås ved bare at regne fra venstre mod højre:

Svarmulighed c fås ved at regne fra højre mod venstre

Og svarmulighed d fås ved at benytte den korrekte fremgangsmåde

Måden vi sikrede at det korrekte resultat ikke kunne opnås på en forkert måde var ved afprøvning.

Et problem ved disse test er dog, at det er nemt for eleverne at replicere hinandens resultater, hvilket vil være et problem for vores målingsvaliditet. Vi kommer uden om dette problem ved at lave 2 forskellige udgaver af testen, hvor vi har randomiseret rækkefølgen på spørgsmålene, gjort eleverne opmærksomme på at der er flere versioner af testen, og deres svar skal krydses af i et separat skema, som er på side 1 i deres tests.

I hver af de tre multiple choice opgaver var der syv spørgsmål omhandlende regnehierarkiet. Disse opgaver er af stigende sværhedsgrad. Derudover er der ni spørgsmål omhandlende potens- og rodregneregler, hvor der er en opgave til hver af de regneregler, som der er gennemgået i undervisningsforløbene.

En anden overvejelse der har været i forbindelse med udarbejdelsen af testen er, hvordan vi skal give point for antal rigtige svar i opgaverne omhandlende regnehierarkiet. Eftersom opgaverne er af stigende sværhedsgrad, vil det gradvist blive svære for eleverne at forbedre sig. Dette er især et problem, hvis en gruppe har scoret højere end den anden i en af testene. I det tilfælde vil det være nemmere for den klasse med den laveste score at forbedre sig, eller falde i mindre grad i den efterfølgende test. Man kan enten vælge at vægte spørgsmålene, så de svære spørgsmål giver flere point, eller man kan vælge at give et point for hvert af spørgsmålene. Vi har valgt at give et point for hvert af spørgsmålene. Både på grund af at det kan være svært at lave en vægtning, der ikke kommer til at fordreje resultaterne, og fordi der stadig er en hvis grad af tilfældighed i en multiple choice opgave, så hvis en elev ved tilfælde får en af de svære opgaver korrekt, og denne opgave giver flere point end de andre opgaver, så vil denne tilfældighed have større impakt end den ellers ville have haft.

I forbindelse med de spørgsmål der skulle teste dybdelæring tog vi udgangspunkt i de læringsmål angående dybdelæringen, som vi har sat op for de to undervisningsforløb:

- Forståelse af at regnehierarkiet er en konstruktion som kunne have set anderledes ud og hvorfor vi har behov for et regnehierarki
- Hvad er regneregler, hvordan beviser vi dem og hvorfor har vi dem
- Disse læringsmål operationaliserede vi så ud til 5 spørgsmål som skulle teste hvorvidt eleverne havde opnået den tilsigtede viden.

Da den indsamlede data, som skal belyse elevernes dybdelæring, er af en mere kvalitativ karakter, så har vi valgt at analysere data ud fra en induktiv tematisk analyse som beskrevet af Braun og Clarke (2006) i deres artikel *"Using Thematic analysis in psychology".*

Tematisk analyse vil i denne opgave blive brugt som en metode til at identificere og analysere mønstre (temaer) igennem kodning af data.

Når man skal identificere temaer er der to tilgange, nemlig en induktiv og en deduktiv. I den induktive går man igennem data uden en teoretisk forforståelse, og prøver så at identificere temaer ud fra data. Denne metode bruges oftest hvis ens undersøgelse har karakter af at være teorigenererende (Braun og Clarke, 2006:12).

I den deduktive tilgang har man en teoretisk forforståelse og analysen vil derfor være drevet af teoretiske interesser. Det vil i praksis betyde at man har identificeret temaer på forhånd ud fra forskningsspørgsmål. Man plukker derfor områder ud af data, som er af betydning for disse temaer. Denne tilgang vil dog give en mindre detaljeret beskrivelse af data. Den deduktive tematiske analyse bruges ofte, når ens undersøgelse har karakter af at være teoriafprøvende (Braun og Clarke, 2006:12).

I forhold til analysen af elevernes svar på de spørgsmål der skal teste elevernes dybdelæring, har vi på forhånd defineret hvilke læringsmål de meningsorienterede spørgsmål skal teste, og disse læringsmål har fungeret som de genererende forskningsspørgsmål for testen. Vi har dog ingen forventning om hvilken karakter elevernes besvarelser vil have.

Vi har altså ikke en teoretisk forforståelse af hvilken karakter elevernes besvarelser vil have, og analysen af data vil derfor ikke være drevet af teoretisk interesse. Derfor vil vi benytte os af den induktive fremgangsmetode, hvor vi læser elevernes besvarelser igennem for at prøve at identificerer temaer i besvarelserne

For at have et tilfredsstillende tema, skal temaet fange noget relevant i data i forhold til ens forskningsspørgsmål (Braun og Clarke, 2006: 10).

Disse temaer vil ifølge Braun og Clarke kunne ændre sig under kodning af data. Dette kan fx ske hvis temaerne ikke er præcise nok, hvilket kan føre til overlap i kodning. Dette kan medføre, at man slår temaer sammen. Et andet eksempel på hvornår det vil være en god ide at ændrer temaer er, hvis et tema er overflødigt i forhold til at hjælpe med at analyserer data, fx hvis kodningen viser at temaet i ringe grad er tilstede i data, vil det være en god ide at fjerne temaet (Braun og Clarke, 2006: 25).

En anden overvejelse når man koder er, om man skal genkende temaer på et semantisk eller et latent niveau. Ved et semantisk niveau forstås, at man tolker data ordret, altså at man ikke tillægger data nogle yderligere fortolkning, end det som respondenten har ytret. Ved et latent niveau forstås, at man tolker på data ud fra underlæggende viden om respondentens verdensbillede (Braun og Clarke, 2006: 13).

I forhold til denne test kan man argumentere for at bruge det latente niveau, da vi har den forståelse, at læring er idiosynkratisk. Derfor kan man argumentere for, at man vil få det mest korrekte billede af, hvad respondenten har lært, ved at fortolke hvad respondenten har ment med sin besvarelse. Dog kan man også argumentere for, at analyserere ud fra det semantiske niveau, da en del af det man skal lære i matematik er at kunne formulere sine besvarelser formelt korrekt. Derudover vil det blive svært, ikke at åbne vores analyse for spekulationer, da vi kan komme til at tilskrive respondenterne en forståelse i deres besvarelse, som de ikke har haft, da de besvarede spørgsmålet. Derfor vælger vi at tolke data ud fra et semantisk niveau.

I selve processen med at bedrive tematisk analyse skal man gentagene gange aktivt gennemlæse data, forfine sin kodning og helst gentage sin kodning forfra flere gange. Hvis man gentager kodningen forfra flere gange og kommer frem til samme resultat, vil det højne reliabiliteten af ens analyse. Igennem denne proces vil man have analyseret sin data flere gange, og vil så være klar til at nedfælde den endelige analyse (Braun og Clarke, 2006: 18-23).

Design af logbøger

Logbøgerne er tiltænkt som værende en måde at teste eleverne i undervisningslignende situationer, dvs. at eleverne har adgang til noter, undervisningsmateriale og det er tilladt at stille medstuderende og underviser spørgsmål.

Spørgsmålene vedrørende regnefærdigheder, vil derfor have en mere åben karakter end i testene. Spørgsmålene vedrørende elevernes dybdelæring, vil have samme karakter som dem i testene.

Logbøgerne må dog kun indeholde ganske få spørgsmål, da de skal kunne besvares og skrives ind på computer på 20 min, af eleverne.

Analysen af disse logbøger, vil blive behandlet på samme måde som dybdelæring i tests.

Analyse

Vores analyse er opdelt i to, svarende til de to dele af vores problemformulering. I første del vil vi analysere spørgsmålet: På hvilke måder er der forskel i den affektive del af de læringsmiljøer, som henholdsvis induktiv og deduktiv undervisning skaber? Og i anden del vil vi analysere spørgsmålet: Kan man isolere en læringsmæssig effekt af induktiv undervisning?

”På hvilke måder er der forskel i den affektive del af de læringsmiljøer, som henholdsvist induktiv og deduktiv undervisning skaber”

I denne del af analysen skal vi undersøge, hvilke forskelle der er i den affektive del af de læringsmiljøer, som de to undervisningsforløb skaber. Som tidligere beskrevet behandles de fysiske og psykiske rammer som baggrundsvariable, og forsøges derfor at holdes identiske for de to grupper. Grunden til dette er, at der ikke er noget i teorien om induktiv eller deduktiv undervisning, der giver anledning til, at disse rammer ikke skulle behandles identisk for de to forløb.

Hvordan læringsmiljøets intellektuelle rammer påvirker den affektive del af læringsmiljøet identificerer vi ud fra fire træk:

1) Hvorledes de intellektuelle rammer påvirker elevernes motivation for at være aktivt deltagende.

2) Hvorledes de intellektuelle rammer giver eleverne mulighed for at deltage i undervisningen ud fra eget niveau.
3) Hvorledes de intellektuelle rammer faciliterer, at eleverne tager ansvar for egen læring.
4) I hvor vellykket en grad de intellektuelle rammer har skabt læring i en social kontekst.

Disse fire træk belyses fra to udgangspunkter, nemlig vores oplevelse af hvordan læringsmiljøet har været i de to grupper, og hvordan eleverne i de to grupper har oplevet læringsmiljøet. Vores oplevelse behandles igennem de observationer, vi har lavet under forløbene, og elevernes oplevelse behandles igennem spørgeskemaer. Spørgeskemaernes validitet problematiseres vha. en deduktiv tematiskanalyse af fokusgruppeinterviews.

Observation af læringsmiljøet

Vores observationer er foretaget under det, som Kristiansen og Krogstrup (2015) ville definere som deltagende observationer. Når man foretager deltagende observationer, skal vi være opmærksomme på at fastholde vores objektivitet for at undgå at miste den nødvendige distance, og man må ikke på forhånd være personligt involveret, da dette kan bidrage med ukontrollerbare baggrundsvariable, som er skadeligt for eksperimenter, hvilket forringer validiteten.

I forbindelse med objektivitet er det vigtigt, når vi tolker vores observationer, at vi er opmærksomme på vores teoretiske forforståelse, som er, at induktiv undervisning vil have en positiv effekt på de kriterier, vi har sat op for at finde forskelle i den affektive del af læringsmiljøet.

I forbindelse med at man skal undgå, at være personligt involveret i de grupper man skal observere, har vi en større komplikation. Som beskrevet i bilag 1 side 142 og bilag 2 side 147 var vi personligt involveret i begge grupper[2]. Effekten af dette personlige engagement blev forsøgt mitigeret, men engagementet havde stadig en impakt.

[2] Jeg har været klasselærer i stimuligruppen og derfor tilbragt 3 introdage sammen med denne klasse. Derudover var jeg fodbolddommer for kontrolklassen, hvor denne klasse var mindre imponerede over mine evner som dommer

Måden dette impakt ses på, er den første gang i de to undervisningsforløb, hvor eleverne forventes at være deltagende.

Undervisningerne op til dette punkt, og måden hvorpå miljøet devolueres til eleverne på, er helt identiske for de to forløb. Vi havde derfor forventet, at eleverne havde været udsatte for den samme påvirkning, og derfor forventet en identisk respons fra de to grupper. Det viste sig dog, at eleverne i stimuligruppen var betydeligt mere involverede i besvarelsen af dette problem. Hele klassen begyndte faktisk at diskutere med hinanden. Hvorimod der i kontrolklassen kun var seks elever, der gav deres svar, og der var ikke nogen elever, der havde lyst til at uddybe. Forskellen i hvordan grupperne responderede kan også skyldes, at grupperne ikke har været identiske som udgangspunkt. Lige meget om forskellen i respons skyldes vores på forhånd personlige engagement i klasserne, eller om det skyldes, at grupperne ikke har været identiske som udgangspunkt, så må denne markante forskel i respons lede til, at vi må konkludere, at vores data har validitetsproblemer, da det ikke kun er undervisningsformen der varierer for de to grupper, da vi ikke har fuld kontrol over baggrundsvariable.

Overvejelser i forhold til observationer i de induktive forløb

Størstedelen af eleverne i stimuligruppen var entusiastiske og aktivt deltagende fra start til slut. Der var dog nogle udfald undervejs, som vil blive beskrevet her.

I de fleste af undersøgelserne havde eleverne brug for ekstra hjælp til at udføre undersøgelserne. Det var meget tydeligt, at de studerende ikke var vant til at udføre undersøgelser i matematik. Det, at eleverne ikke var helt klar over hvilke strategier de skulle bruge til at udføre undersøgelserne, førte dog ikke til, at de ikke var aktivt deltagende. Eleverne diskuterede livligt i grupperne, og var hurtige til at bede om hjælp, når de følte, at de var kørt fast. I de fleste tilfælde havde eleverne dog brug for en udførlig gennemgang af, hvordan strategien skulle anvendes, før de var i stand til at komme frem til et resultat. Det fænomen, at eleverne har behov for en udførlig gennemgang af strategien, til hvordan de skal undersøge, er et af hovedargumenterne for Kirschner, Sweller & Clark (2006) for hvorfor induktiv undervisning ikke virker (Kirschner, Sweller & Clark, 2006, s.79). Vores modsvar til dette vil, ligesom Hmelo-silver, Duncan og Chinns modsvar i 2007, være at Kirschner et al. ikke tager højde for den høje grad af stilladsering, som mange af disse metoder indfatter. Specifikt i vores tilfælde har vi benyttet os af struktureret undersøgelse, hvor eleverne præsenteres med spørgsmål samt strategi til, hvordan de skal undersøge problemet. Vi havde dog, ifølge disse observationer, ikke taget højde for, hvor grundigt strategierne skulle devolueres til eleverne.

Der var nogle af eleverne, der i undersøgelserne omhandlende potensregneregler, ikke lavede undersøgelserne, da de i forvejen kendte resultaterne, og derfor synes, at undersøgelserne var spild af deres tid. En del af disse fik vi dog overbevist om, at det var fornuftigt at lave undersøgelserne, da læringsmålet, udover at lære hvordan regnereglerne så ud, også var at forstå hvorfor regnereglerne så, ud som de gjorde, og et spørgsmål om at lære hvordan man laver undersøgelser i matematik. Der var dog stadig et fåtal, der ikke lod sig overtale af dette, og deres bidrag til undersøgelserne var som følge også derefter. At ikke alle elever ville være lige begejstrede for undersøgelsesbaseret undervisning, var forventet ud fra vores teoretiske forforståelse. Da undervisning, hvor ansvaret for læring i højere grad end sædvanligt ligger hos eleverne, ofte møder modstand fra elever, der anser viden som noget, de er passive modtagere af (Frisdahl et.al, 2014, s. 20).

I undervisningsforløbet med potensregnereglerne blev eleverne mod slutningen trætte af undersøgelserne, og det blev derfor svært for os at holde elevernes fokus på arbejdet. Dette kan skyldes, at mange af undersøgelserne mindede om hinanden, og at eleverne derfor efterhånden blev trætte af at gentage tæt på identiske udregninger. Vi gik derfor over til demonstration i stedet. Her var eleverne igen opmærksomme, og de fleste var med, og bød ind med forslag til strategier og resultater. Som tidligere nævnt kan demonstrationer være et glimrende alternativ til undersøgelse, når man arbejder under restriktioner. Dog forventer vi som tidligere nævnt, at læringsudbyttet vil falde en smule for den enkelte, når man bruger demonstrationer frem for undersøgelse. I dette tilfælde var restriktionen, at eleverne var blevet for trætte til, at vi kunne håndtere, at samtlige grupper forblev fokuserede på opgaverne.

Overvejelser i forhold til observationer i de deduktive undervisningsforløb

Som allerede beskrevet var eleverne i kontrolgruppen allerede fra start mindre entusiastiske end eleverne i stimuligruppen. Denne tendens ændrede sig ikke henover forløbene

Eleverne var i meget ringe grad deltagende i social interaktion i forhold til gruppearbejde. Gruppemedlemmerne var ikke meget for, at forklare deres resultater til hinanden, og de snakkede stort set ikke med hinanden om matematik. Vi prøvede at facilitere en højere grad af faglig interaktion i grupperne ved at gå rundt og agere som moderator/facilitator af kommunikation i grupperne. Vi prøvede også at uddelegere rollen som moderator, til de elever som havde vist sig at være de mest motiverede i de forskellige grupper, dette hjalp dog ikke. Den manglende kommunikation i grupperne kan skyldes, at gruppearbejde i induktive undervisningsforløb lever bedre op til kriterierne i teorien om cooperative learning. Vi havde forsøgt at imødekomme dette i vores designs af de deduktive undervisningsforløb ved aktivt at implementere elementer fra cooperative learning i de deduktive forløb. Dog inden for den grænse at undervisningens struktur i forhold til cooperative leaning skulle være ens i de to forløb.

Generelt var eleverne i kontrolgruppen ikke særligt deltagende, hverken i sociale interaktioner i forbindelse med gruppearbejde som beskrevet ovenover, eller i klasseundervisningen. I klasseundervisningen var det de samme seks elever, der stillede og svarede på spørgsmål. Vi prøvede at imødekomme den lave andel af elever, der havde lyst til at besvare spørgsmål, ved at give god tid imellem vi stillede spørgsmålet, til vi udvalgte elever til at svare. Dette havde ingen effekt. Eleverne var heller ikke særligt aktive på individ niveau, En stor del af eleverne arbejdede ikke på de stillede opgaver, medmindre vi stod direkte bag dem, og holdt øje med hvad de lavede.

En interessant observation vi gjorde os i disse forløb, som ikke direkte havde noget med de fire kriterier, var at det tog markant længere tid at gennemgå de deduktive forløb end det tog at gennemgå de induktive forløb. Så trods det at tidligere empiriske undersøgelser viser, at man skal forvente at bruge længere tid på at opnå læringsmål i et induktivt forløb (Frisdahl et.al, 2014, s.15), så gik undervisningen i det deduktive forløb langsommere end det induktive forløb. Om dette skyldes elevernes manglende deltagelse i det deduktive forløb, eller om der har været en skævvridning i hvor lang tid man kan forvente at undervisningsforløbene vil tage i forhold til undervisningsmanuskripterne, kan være svært at sige. Grunden til at det er svært at afgøre er, at det er problematisk at holde opgaverne, eleverne bliver sat over for i de to forløb direkte op mod hinanden, i forhold til hvor lang tid de vil tage. Vores observationer i klasserne giver os dog det indtryk, at den manglende deltagelse fra eleverne bærer en stor del af forklaring på, hvorfor de deduktive forløb tog markant længere tid end de induktive.

Delkonklusion: Observationer

Vi vil her kun komme ind på mere overordnede konklusioner, som er dannet ud fra vores observationer. Grunden til dette er, at det i disse observationer er svært at afgøre, hvordan grupperne forholder sig til hinanden i de fire træk, som vi måler den affektive del af læringsmiljøet ud fra. Disse træk er korrelerede, og indeholdt i den enkeltes elevs verdensbillede. Dvs. medmindre vi spørger eleven direkte om, hvorfor de agerer, som de gør, så vil vi som observatører kun have adgang til trækkene igennem observation af afledte effekter.

Ydermere skal vi så afgøre hvilke af de fire korrelerede træk, som er grund til, at eleven har ageret, som de har gjort. F.eks. hvis elever ikke rækker hånden op i klasseundervisningen, skyldes det så, at spørgsmålet er for svært for dem, at spørgsmålet er for let, og de derfor hellere vil give plads til de andre elever, at de er bange for at forlade deres comfortzone, at de ikke er motiverede til at deltage, at de ikke har lavet det arbejde, der skulle til for at svare på spørgsmålet, at de føler, at det er ligegyldigt, da underviser alligevel ikke ligger mærke til dem osv. Vi må altså gøre det klart, at for specifikke konklusioner om elevernes motiver som udelukkende er lavet på baggrund af vores observationer i bedste fald er spekulationer, indtil vi har sammenholdt dem med vores resultater fra spørgeskemaundersøgelsen.

Ud fra vores observationer virker det til, at det induktiv undervisningsforløb har skabt det læringsmiljø, som overordnet har scoret højest på de fire træk. Dette siger vi på baggrund af, at det der i det induktive forløb, ud fra vores observationer, var en lang højere grad af elevaktivitet, både i gruppearbejdet og i klasseundervisningen. I gruppearbejdet startede eleverne med at lave noget, så snart spørgsmålet var blevet stillet, hvilket kunne pege på, at læringsmiljøet har givet en højere grad af motivation til at være aktivt deltagende. Eleverne i stimuligruppen forblev fagligt aktive uden yderligere opfordringer. Selv når eleverne stødte ind i problemer, forsøgte de stadig ved enten at søge nye strategier, diskutere i gruppen eller spørge underviser til råds. Disse ting tyder på, at læringsmiljøet har inspireret eleverne til at tage ansvar for egen læring, og at læringen i den sociale kontekst har haft en vis kvalitet. I de deduktive forløb var det nærmest det modsatte, der gjorde sig gældende. I gruppearbejdet snakkede gruppemedlemmerne ikke sammen om fagligt relevante emner, og det var mindretallet af eleverne, der var aktivt deltagende. I klasseundervisningen nåede stort set hele klassen at være på banen i de induktive forløb. Dette tyder på, at det var muligt for de fleste elever at finde et niveau, de kunne arbejde med problematikkerne på. Der var endda flere faglige diskussioner eleverne imellem, hvilket tyder på, at eleverne har taget en hvis grad af ejerskab over problemet, og derved taget ansvar for egen læring. I det deduktive forløb var det de samme seks elever, der rakte hånden op for at give resultater, og de var ikke meget for at fortælle, hvordan de var kommet frem til deres resultater.

Selv om disse observationer virker meget ensidigt positive over for induktive undervisningsforløb, i forhold til graden af de fire træk, så skal vi huske på, at vi har en bias mod, at induktiv undervisning vil have en positiv effekt på de kriterier, vi har sat op for at finde forskelle i den affektive del af læringsmiljøet. Dette kan ubevidst have smittet af på elevernes indstilling til undervisningen. Ydermere havde underviser også et personligt forhold til klasserne forud for undervisningsforløbene. Dette forhold, tyder vores observationer på, kan have haft et impakt på vores observationer.

Foruden at belyse første del af problemstillingen igennem observationer, har vi også indsamlet data via spørgeskema. Vores observationer viser umiddelbart, at eleverne oplever det læringsmiljø som induktive undervisning skaber, som at score højere på de fire kriterier, om end der er er nogle usikkerheder i dataindsamlingen, der kan have påvirket resultatet. Gennem en analyse af vores spørgeskemaer kan vi imidlertid undersøge, om de resultater peger i samme retning, hvilket vil styrke vores resultater. Dog vil vi, før vi gør dette, undersøge spørgeskemaets validitet igennem en analyse af vores fokusgruppeinterviews.

Analyse af fokusgruppeinterviews

Formålet med fokusgruppeinterviewene er at finde ud af, hvorvidt eleverne svarer på det, vi tror, de svarer på, når de har besvaret spørgeskemaet. Dermed bruges interviewene til at teste spørgeskemaets validitet. Derfor har spørgeskemaet også dannet udgangspunkt for interviewene. Interviewene blev foretaget efter, at eleverne havde besvaret spørgeskemaet. Vi havde også testet spørgeskemaet ved at pilotteste det hos en af vores 2. års elever forud for elevernes besvarelse. Vi besluttede imidlertid, at interviewene ville give et mere retvisende billede af, hvorvidt vi havde operationaliseret vores variable korrekt, hvis vi testede, hvordan dem som havde taget spørgeskemaet, forstod spørgeskemaet.

I pilottesten fandt vi ud af, at det var vigtigt at specificere overfor eleverne, hvad vi mente med klasseundervisning. Hvilket vi gjorde, før eleverne tog spørgeskemaet.

Overordnet peger vores interviews i samme retning som vores pilottest - nemlig at eleverne har forstået størstedelen af spørgsmålene, som intentionen var, at de skulle forstås. Der var dog nogle pointer, som vi skal være opmærksomme på i vores analyse. De følgende er pointer, der gik igen i alle fire interviews:

1. Eleverne havde svært ved at erindre, præcist hvad det var, vi lavede i de to første moduler. Dette er heldigvis ikke et problem, da spørgeskemaerne blev uddelt i det først modul, som efterfulgte undervisningsforløbene i eksperimentet. Grunden til, at de har svært ved at huske det i de pågældende interviews, var, at der gik ret lang tid, fra vi fik færdiggjort undervisningsforløbene, til vi kunne finde et tidspunkt, hvor der var elever, der havde tid til at udføre interviews.
2. Selv om vi forklarede, hvad vi mente med klasseundervisning, så var der stadig nogle, der ikke havde fået fat i, at det ikke er det samme som tavleundervisning, men også indbefatter klassediskussioner. Så eleverne svarede på de spørgsmål, der omhandlede klasseundervisning, så indbefattede de ikke klassediskussioner. Dette er især et problem for spørgeskemaerne fra eleverne i kontrolgruppen, da der ikke forekom diskussioner i kontrolgruppen. I retrospekt ville det have været bedre, at

skrive definitionerne på selve spørgeskemaet i stedet for at forklare betydningen mundligt.

3. I motivationsspørgsmålene har eleverne svært ved at differentiere i, hvor deres motivationen har kommet fra. Om det var fra undervisningen, fra det faktum at de lige er startet en ny uddannelse, eller at prætesten skræmte og derfor motiverede. Denne forvirring var dog ens for begge grupper, dvs. at hvis vi kan antage, at alle andre parametre, end hvilken undervisningsform grupperne bliver udsat for, har været identiske, så bør en eventuel forskel i vores resultater fra spørgeskemaet være et udtryk for, hvordan undervisningen har påvirket elevernes motivation. Vi har dog belyst tidligere, at der er stor grund til at antage, at trods vores anstrengelser for at holde baggrundsvariable konstante for de to forløb, så er det ikke lykkedes tilfredsstillende.
4. Især svagere elever så ikke det at stille spørgsmål og bede om hjælp som at være aktivt deltagende. De så kun det at give korrekte resultater som værende aktivt deltagende. Det betyder, at de svage elever bliver forstærket i en negativ retning i forbindelse med spørgsmål omhandlende aktiv deltagelse.

Set ud fra spørgeskemaet og pilottesten virker det til, at vi overordnet har operationaliseret vores variable på en fornuftig måde. Vi skal dog være opmærksomme omkring spørgsmål, der indeholder begrebet klasseundervining. Vi skal også være opmærksomme på, at nogle af de svage elever kan have tolket begrebet aktivt deltagende forkert, og derfor svaret mere negativt end hvad meningen var, i spørgsmål der indeholder dette begreb. Hvor meget disse fejl i vores operationalisering betyder for vores resultater, vil komme til syne i vores analyse.

Analyse af spørgeskemaer

Som tidligere beskrevet er vores spørgeskemaer designet ved at operationalisere spørgsmålene:

1) I hvilken grad har undervisningen motiveret de studerende til at være aktivt deltagende?
2) Har eleverne haft mulighed for at deltage i undervisningen ud fra deres niveau?
3) I hvilken grad har undervisningen faciliteret, at eleverne tager ansvar for egen læring?

4) I hvor vellykket en grad er læring sket i en social kontekst?

Da spørgsmålene vil være komplekse at undersøge, har vi valgt at undersøge spørgsmålene igennem konstruktionen af et refleksivt indeks. I et refleksivt indeks undersøger man komplekse emner ved at se på de afledte effekter, som emnet forventes at have på subjekterne. Man forventer altså, at de afledte effekter af de forskellige emner vil samvariere (Bøgh Andersen et al., 2012: 404).

Vi forventer at finde 4 latente dimensioner i data, nemlig:
"undervisningens motivation"
"deltagelse ud fra niveau"
"ansvar for læring"
"kvalitet af læring i social kontekst".

Grunden til at vi ikke er interesserede i elevernes oplevelse af, i hvor høj grad læring er sket i en social kontekst, er, at dette er et faktuelt spørgsmål, som kan besvares igennem en undersøgelse af undervisningsmanuskripterne. Vi er dog interesserede i elevernes opfattelse af, hvor vellykket læringen i social kontekst har været.
For at kunne bruge vores indeks undersøger vi, om den latente sammenhæng imellem de forventede indikatorer eksisterer. Vi laver derfor en teoretisk informeret eksplorativ faktoranalyse.
Her skal man sikre sig, at alle indikatorer vender i samme retning. Derudover skal samtlige indikatorer spænde over samme talmæssige variation. I vores undersøgelse er det ikke et problem, da alle indikatorer er skaleret ens via likert skalaen.(Bøgh Andersen et al., 2012: 411).
For at undersøge målingsvaliditet i de refleksive indeks bruger vi en Item-Item analyse kaldet Pearson's r. Dette tester om indikatorer samvarierer. Jo bedre vores indikatorer samvarierer, jo mere målingsvalide er vores refleksive indeks ift. det fænomen de skal afdække. Konventionelt siger man, at korrelation imellem indikatorerne skal være på 30 pct.. Hvis korrelationen er under 30 pct., vil inkluderingen af den indikator skade målingsvaliditeten, mere end den gavner (Bøgh Andersen et al., 2012: 412). For at højne målingsvaliditeten af

de refleksive indeks skal man lave en item-skala analyse. Den tester korrelationen imellem en indikator og indekset dannet af de resterende indikatorer i indekset (Sønderskov, 2011, s.146). For at teste den interne reliabilitet i de refleksive indeks bruges Chronbach's Alpha, som tester tilstedeværelsen af tilfældige målefejl. Chronbach's alpha giver også en indikation om, at vi kan mindske målefejl ved at fjerne indikatorer fra indekset.

Når man sammenholder resultaterne fra Pearson's r og Chronbach's alpha, kan man vurdere, om der er nogle indikatorer, man skal overveje at tage ud af indekset (Bøgh Andersen et al., 2012: 414). Før man fjerner en indikator, skal man overveje, om tabet af information er det værd for at forbedre ens validitet og reliabilitet. Man skal altså have nogle teoretiske funderede begrundelser for, hvorfor dette tab af information ikke skader besvarelsen af forskningsspørgsmålet. Efter vi har samlet vores indeks for de to grupper, laves hypotesetests for sammenligning af middel værdier.

Som udgangspunkt vil disse hypotesetest være en dobbeltsidet t-test for to stikprøver ved α=0,05 (Field, 2012: 364).

Formålet med t-tests er at undersøge hvorvidt middelværdien i to populationer, μ_1, μ_2 kan antages at være identiske. Grunden til at vi foretager en dobbeltsidet frem for en enkeltsidet, er, at vi skal undersøge følgende hypoteser:

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

$$H_1: \mu_1 < \mu_2$$

$$H_2: \mu_1 > \mu_2$$

For at man kan lave en t-test, skal følgende forudsætninger være opfyldt: De to stikprøver skal stamme fra normalfordelte populationer. Hvis vi havde haft 30 eller flere observationer i vores stikprøve, kunne vi have argumenteret med, at estimatoren ville være tilnærmelsesvist normalfordelt ud fra den centrale grænseværdisætning (Field, 2012: 184). Men da vores stikprøver er under 30, er vi nødt til at sandsynliggøre, at vores populationer er normalfordelte. Dette gør vi ved at lave en Shapiro-Wilks test og lave et qq-plot for vores stikprøver (Field, 2012: 184-185). Grunden til at vi følger op på vores Shapiro-Wilks test med et q-q plot er, at der ved små stikprøver i nulhypotese signifikans test er risiko for type 2 fejl, dvs. at vi kommer til at acceptere en falsk nulhypotese. Hvis det viser sig, at vi ikke kan sandsynliggøre, at vores populationer er normalfordelte, skal vi i stedet for t-testen bruge en non-parametrisk test, vi vil bruge Mann-Whitney u test, da vi skal teste 2 ikke parrede stikprøver (Field, 2012: 219). Vi skal dog være opmærksomme på, at en Mann-Whitney's u test ikke giver en eksakt p-værdi, når man har for mange ens observationsværdier i de to stikprøver, dette viste sig dog ikke at være et problem i vores tests.

En anden forudsætning for en t-test er, at de to populationer skal være varianshomogene dvs. at de skal kunne antages at have samme spredning. Dette kan undersøges vha. en F-test (Ditlevsen og Sørensen, 2010: 95).

Alt efter om vi kan antage varianshomogenitet eller ej for de to stikprøver, skal vores test-værdi t findes ved forskellige måder.

Hvis vores hypotesetest afviser at middelværdien i de to grupper er identisk, skal vi kunne udtale os om, hvilken effekt størrelse vores resultat har. Dette findes ved Cohen's d.

$$\hat{d} = \frac{\overline{X}_s - \overline{X}_k}{s}$$

Cohen's d er et skøn over, hvor mange standardafvigelser middelværdien i de to populationer ligger fra hinanden. Grunden til at det kun er skøn er, at vi bruger skøn over populationernes middelværdi og skøn over populationernes standardafvigelse til at udregne størrelsen. I forhold til om man skal bruge standardafvigelsen fra kontrol eller stimuli-gruppen til udregningen af Cohen's d, er det sådan, at hvis man ikke kan afvise varians homogenitet, så er det irrelevant, hvilken af de to man vælger. Hvis man kan afvise varianshomogenitet, vælges traditionelt standardafvigelsen fra kontrolgruppen. Vi vil i denne opgave vælge standardafvigelsen fra kontrolgruppen hver gang. Som tommelfingerregel siges det, at hvis vores skøn er, at middelværdierne i populationerne ligger 0,2 standardafvigelser fra hinanden, så er der en lille effekt. Hvis de ligger 0,5 standardafvigelser fra hinanden, så er der en mellem effekt. Og hvis de ligger 0,8 standardafvigelser fra hinanden, så er der en stor effekt (Field, 2012: 79-80)

Indekskonstruktion

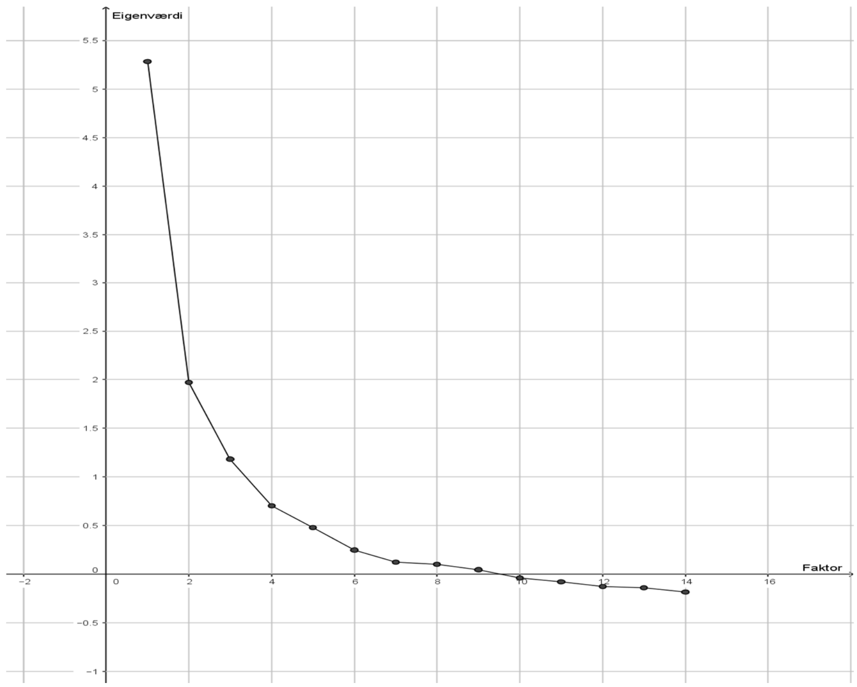
Vi vil begynde vores analyse af spørgeskemaerne med at analysere, hvorvidt det giver mening at konstruerer de fire refleksive indeks: ”undervisningens motivation”, ”deltagelse ud fra niveau”, ”ansvar for læring” og ”kvalitet af læring i social kontekst”. For at gøre det starter vi med at lave en teoretisk informeret eksplorativ faktoranalyse. Vi har i indtastning af data sikret, at vores datasæt lever op til kriterierne om, at alle indikatorer peger i samme retning, og at alle indikatorer spænder over den samme talmæssige variation (Bøgh Andersen et al., 2012: 411).

Tabel 9. Eigenværdier

Factor	Eigenvalue	Difference	Propotion	Cumulative
Factor 1	5,2839	3,3116	0,5512	0,5512
Factor 2	1,9723	0,7886	0,2057	0,7569
Factor 3	1,1837	0,4789	0,1235	0,8804
Factor 4	0,7048	0,2250	0,0735	0,9539
Factor 5	0,4798	0,2306	0,0501	1,0040
Factor 6	0,2492	0,1259	0,0260	1,0300

For at afgøre hvor mange latente dimensioner vi har i vores datasæt, skal vi analysere Eigenværdierne for de forskellige faktorer. En måde at gøre dette på er via scree plots, hvor man laver et x-y plot over faktorerne og deres egenværdier. Derefter forbinder man disse punkter med lineære linjestykker. I det punkt hvor der er en abrupt ændring af hældning, har man point of inflexion. For at finde antal latente dimensioner i ens datasæt trækker man en fra point of inflexions x-værdi (Field, 2012: 677-678).

Figur 4. scree plot



Vi kan se, at der ikke er et tydeligt point of inflexion, og vi må derfor bruge enten Kaiser's kriterie, som siger, at vi kun skal se faktorer, som har en eigenværdi på 1 eller derover som latente dimensioner, eller Jolliffe's kriterie som siger, at vi skal acceptere faktorer som latente dimensioner, hvis de har en eigenværdi på 0,7 eller derover (Field, 2012: 677).
Vi vælger Joliffe's kriterie, da en eigenværdi på 0,7 eller derover gør, at vi får de ønskede fire latente dimensioner i vores datasæt, som til sammen gør rede for 95,39 pct. af variationen i de enkelte indikatorer. Det, at vi vælger Jolliffe's kriterie, gør, at vi ofrer noget målingsvaliditet, da en lavere eigenværdi gør, at faktoren kan forklare en lavere grad af variansen i datasættet for ikke at nedsætte den interne validitet (Field, 2012: 677).
Denne lave eigenværdi på den fjerde faktor kan skyldes, at vi ikke har været gode nok til at differentiere imellem de forventede latente dimensioner i vores spørgeskema.
For at tydeliggøre hvilke indikatorer der hører til hvilke indeks, laver vi en roteret faktoranalyse. Da vi har en teoretisk forventning om, at de fire indeks er korrelerede, anvendes oblique rotation (Field, 2012: 680).

Tabel 10. Roteret faktoranalyse

Variable	Factor 1	Factor 2	Factor 3	Factor 4	Uniqueness
motiveret til deltage kla.und.	0,0463	0,0408	0,8008	0,0609	0,2677
oplevede klassen motiveret	-0,1386	-0,0188	0,7954	-0,0661	0,4693
motiveret til deltage grup.arb.	0,3936	-0,0934	0,5757	-0,2310	0,3669
let at holde fokus i timerne	0,0160	0,0765	0,6331	0,0131	0,5314
sværhedsgrad passede til mig	-0,0757	0,1733	0,4136	0,5090	0,4019
faglige niveau for højt, til at jeg kunne deltage i kla.und.	0,0586	-0,1468	0,0178	0,9993	0,0805
faglige niveau for højt, til at jeg kunne deltage i grup.arb.	0,0468	0,1617	-0,1397	0,8176	0,2208
Min arbejdsindsats kla.und.	0,8724	0,1138	-0,1211	-0,0274	0,2183
Min arbejdsindsats grup.arb.	0,9924	-0,1953	0,0765	0,1062	0,1134
Arb.ind. i gruppe	0,7402	0,0742	0,0093	0,0422	0,3648
God mulighed hørt i kla.und.	0,0540	0,6862	-0,0749	-0,0943	0,5724
God mulighed hørt i grup.arb.	0,1752	0,3955	0,1124	-0,0311	0,6687
Udbytte af kla.und.	-0,1058	0,9433	0,0323	0,0099	0,1786
Udbytte af grup.arb.	0,3280	0,4357	0,1423	0,0258	0,4007

De fire indeks loader højest på de forventede indikatorer. Derfor har vi en god ide om, at de 14 indikatorer kan samles til fire indeks.

Før vi samler vores indeks, skal vi undersøge målingsvaliditeten og den interne reliabilitet af disse indeks. For målingsvaliditet bruger vi en Item-Item analyse, nemlig Pearson's r og en item-skala analyse. For intern reliabilitet bruges Chronbach's Alpha.

Udfra disse mål kan vi belyse, om vi med fordel kan trække indikatorer ud af indekset, hvis udtagelsen vel og mærket kan begrundes i teoretiske overvejelser.

Analyse af indekset ”undervisningens motivation”

Tabel 11. Pearson’r

	Motiveret til deltage kla.und.	Oplevede klassen motiveret	Motiveret til deltage grup.arb.	Let at holde fokus i timerne
Motiveret til deltage kla.und.	1,0000			
Oplevede klassen motiveret	0,5768 0,0001	1,0000		
Motiveret til deltage grup.arb.	0,5771 0,0001	0,4635 0,0020	1,0000	
Let at holde fokus i timerne	0,6086 0,0000	0,4468 0,0030	0,4765 0,0014	1,0000

Tabel 12. Chronbach’s alpha

Item	Obs	Sign	Item-test correlation	Item-rest correlation	Average interitem covariance	alpha
Motiveret til deltage kla.und.	42	+	0,8565	0,7341	0,3509	0,7183
Oplevede klassen motiveret	42	+	0,7811	0,5894	0,3974	0,7864
Motiveret til deltage grup.arb.	42	+	0,7727	0,6042	0,4179	0,7784
Let at holde fokus i timerne	42	+	0,7980	0,6116	0,3811	0,7764
Test scale					0,3869	0,8131

Alle indikatorer er korrelerede, da de får over 0,3 i Pearson's r, og vi får et alpha på over 0,7. Dermed er indekset ”undervisningsmotivation” målingsvalidt og internt reliable (Bøgh Andersen et al., 2012: 415). Vi får ikke et højere alpha ved at fjerne nogle variable.

Analyse af indekset ”deltagelse ud fra niveau”

Tabel 13. Pearson’r

	Sværhedsgrad passede til mig	Faglige niveau for højt, til at jeg kunne deltage i kla.und.	Faglige niveau for højt, til at jeg kunne deltage i grup.arb.
Sværhedsgrad passede til mig	1,0000		
Faglige niveau for højt, til at jeg kunne deltage i kla.und.	0,5987 0,0000	1,0000	
Faglige niveau for højt, til at jeg kunne deltage i grup.arb.	0,4290 0,0046	0,8256 0,0000	1,0000

Tabel 14. Chronbach's alpha

Item	Obs	Sign	Item-test correlation	Item-rest correlation	Average interitem covariance	alpha
Sværhedsgrad passede til mig	42	+	0,8087	0,5441	0,7160	0,8993
Faglige niveau for højt, til at jeg kunne deltage i kla.und.	42	+	0,9301	0,8252	0,4042	0,5897
Faglige niveau for højt, til at jeg kunne deltage i grup.arb.	42	+	0,8483	0,6923	0,4179	0,7474
Test scale					0,6515	0,8205

Alle indikatorer er korrelerede, da de får over 0,3 i Pearson's r, og vi får et alpha på over 0,7. Dermed er indekset ”deltagelse ud fra niveau” målingsvalidt og internt reliable. Vi ville få et højere alpha, hvis vi fjernede indikatoren ”forløbets sværhedsgrad passede til mig” fra indekset. Vi kan ikke finde en god teoretisk grund til at fjerne indikatoren ”forløbets sværhedsgrad passede til mig” fra indekset, og har derfor valgt at lade den blive.

Analyse af indekset ”ansvar for læring”

Tabel 15. Pearson’r

	Min arbejdsindsats kla.und.	Min arbejdsindsats grup.arb.	Arb.ind. i gruppen
Min arbejdsindsats kla.und.	1,0000		
Min arbejdsindsats grup.arb.	0,8413 0,0000	1,0000	
Arb.ind. i gruppen	0,6601 0,0000	0,7137 0,0000	1,0000

Tabel 16. Chronbach’s alpha

Item	Obs	Sign	Item-test correlation	Item-rest correlation	Average interitem covariance	alpha
Min arbejdsindsats kla.und.	42	+	0,9124	0,8065	O,3571	0,8311
Min arbejdsindsats grup.arb.	42	+	0,9339	0,8497	0,3269	0,7930
Arb.ind. i gruppen	42	+	0,8792	0,7161	0,3815	0,9138
Test scale					0,3552	0,8918

Alle indikatorer er korrelerede, da de får over 0,3 i Pearson's r, og vi får et alpha på over 0,7. Dermed er indekset ”ansvar for læring” målingsvalidt og internt reliable. Vi får ikke et højere alpha ved at fjerne nogle variable.

Analyse af indekset ”kvalitet af læring i social kontekst”

Tabel 17. Pearson’r

	God mulighed hørt i kla.und.	God mulighed hørt i grup.arb.	Udbytte af kla.und.	Udbytte af grup.arb.
God mulighed hørt i kla.und.	1,0000			
God mulighed hørt i grup.arb.	0,3488 0,0236	1,0000		
Udbytte af kla.und.	0,6013 0,0000	0,4394 0,0036	1,0000	
Udbytte af grup.arb.	0,3864 0,0115	0,5149 0,0005	0,6093 0,0000	1,0000

Tabel 18. Chronbach’s alpha

Item	Obs	Sign	Item-test correlation	Item-rest correlation	Average interitem covariance	alpha
God mulighed hørt i kla.und.	42	+	0,7474	0,5551	0,3399	0,7572
God mulighed hørt i grup.arb.	42	+	0,6957	0,5236	0,3875	0,7748
Udbytte af kla.und.	42	+	0,8735	0,7125	0,2288	0,6756
Udbytte af grup.arb.	42	+	0,8073	0,6305	0,2927	0,7194
Test scale					0,3122	0,7889

Alle indikatorer er korrelerede, da de får over 0,3 i Pearson's r, og vi får et alpha på over 0,7. Dermed er indekset ”kvalitet af læring i social kontekst” målingsvalidt og internt reliable. Vi får ikke et højere alpha ved at fjerne nogle variable.

Vi har nu konkluderet, at vores indeks er valide og reliable, og at vi ikke behøver at tage nogle af vores indikatorer ud af vores fire indeks.

For at finde ud af hvad vores respondenter har scoret på de fire latente dimensioner, bruges vægtet gennemsnits metoden (Field, 2012: 671-672). Vi skal altså bruge formlen:

$Y_i = b_1 X_{1i} + b_2 X_{2i} + \cdots + b_n X_{ni}$, hvor Y er en af de latentente dimensioner, i indekset over respondenterne, X_k er spørgsmål nummer k og $b_k$er hvordan X_k loader på faktore Y.

Bagefter skalerer vi vores fire indikatorer, så de går fra nul til et.

Vi splitter så vores variable op, så vi har fire variable for hver gruppe. Vi har 20 respondenter i stimuligruppen og 22 respondenter i kontrolgruppen.

Hypotesetests for sammenligning af middelværdier:

For at kunne lave vores hypotesetest om hvorvidt der er forskel imellem de to grupper i de fire stokastiske variable, skal vi starte med at teste hvorvidt de er normalfordelte. Hvis de to stikprøver, som skal sammenlignes, begge er normalfordelte, kan vi bruge en t-test. Hvis de ikke begge er normalfordelte, bruger vi en Mann-Whitney u test. For at teste om vi kan afvise, om vores stokastiske variable er normalfordelte, bruger vi Shapiro-Wilk test og q-q plot.

I vores tests om hvorvidt de stokastiske variable er normalfordelte, viser det sig, at det kun er ”deltagelse ud fra niveau”, hvor vi ikke kan afvise, at begge grupper er normalfordelte. Vi udfører altså en t-test på ”deltagelse ud fra niveau” og Mann-Whitnet u test på de resterende tre.

Hypotesetest for ”deltagelse ud fra niveau”

For at afgøre hvilken t-test vi skal bruge, skal vi teste for varianshomogenitet imellem de to stikprøver. Til dette bruger vi en F-test, hvor nulhypotesen er, at de to stikprøver har ens standardafvigelser. F-testen giver en p-værdi på 0,2797, hvilket betyder, at vi ikke kan afvise nulhypotesen om varianshomogenitet.

Vi laver så en t-test, op kommer op med følgende resultater

Tabel 19: t-test for "deltagelse ud fra niveau":

Var.	Obs.	Gennemsnit	Standard afvigelse	t-værdi	p-værdi	Effekt størrelse
Kontrol	22	0,5982	0,2475	2,632	0,0121	0,7251
Stimuli	20	0,7776	0,1930			

Da p-værdien er under 0,05, kan vi afvise nulhypotesen om, at middelværdien i de populationer som stikprøverne kommer fra, skulle have samme middelværdi på et 5 pct. signifikansniveau. Hvis vi samtidig ser på, at gennemsnittet i stimuligruppen er højere end kontrolgruppen, kan vi konkludere, at elever, der bliver udsat for induktiv undervisning, vurderer, at de har signifikant bedre mulighed for at deltage i undervisningen ud fra deres niveau. Hvis vi ser på effektstørrelsen, kan vi se, at effekten af induktiv undervisning er mellem til stor på, hvordan elever vurderer deres muligheder for at deltage i undervisningen ud fra eget niveau.

Hypotesetest for "ansvar for læring"

Som tidligere skrevet, kunne vi afvise, at begge disse variable var normalfordelte. Vi bruger derfor Mann-Whitney's u-test, til at undersøge, om vi kan afvise, at de to stikprøver kommer fra samme population. Dette er også tilfældet i de næste to hypotese tests.

Tabel 20. Mann-Whitney's u-test for "ansvar for læring"

Var.	Obs.	Gennemsnit	Standard afvigelse	u-værdi	p-værdi	Effekt størrelse
Kontrol	22	0,7140	0,1538	262	0,2994	0,2749
Stimuli	20	0,7563	0,1426			

For "ansvar for læring" får vi en p-værdi på 0,2994. Vi kan altså ikke afvise, at der ikke er forskel på middelværdien i de to grupper.

Hypotesetest for ” undervisningens motivation”:

Tabel 21: Mann-Whitney’s u-test for ” undervisningens motivation”:

Var.	Obs.	Gennemsnit	Standard afvigelse	u-værdi	p-værdi	Effekt størrelse
Kontrol	22	0,6622	0,1288	322	0,0095	0,7911
Stimuli	20	0,7641	0,1996			

For ”undervisningens motivation” får vi en p-værdi på 0,01372, hvilket betyder, at vi kan afvise nul-hypotesen om, at stikprøvernes populationers middelværdi er identiske på et 5 pct. signifikansniveau. Vi kan altså konkludere, ud fra respondenterne vurdering af undervisningens motiverende effekt, at eleverne som bliver undervist efter induktive principper, oplever undervisningen som signifikant mere motiverende for at være aktivt deltagende. Hvis vi ser på effektstørrelsen, kan vi se, at effekten af induktiv undervisning er meget tæt på at være stor for, hvordan elever vurderer, at undervisningen motiverer dem til at være aktivt deltagende.

Hypotesetest for ”kvalitet af læring i social kontekst”

Tabel 22: Mann-Whitney’s u-test for ”kvalitet af læring i social kontekst”:

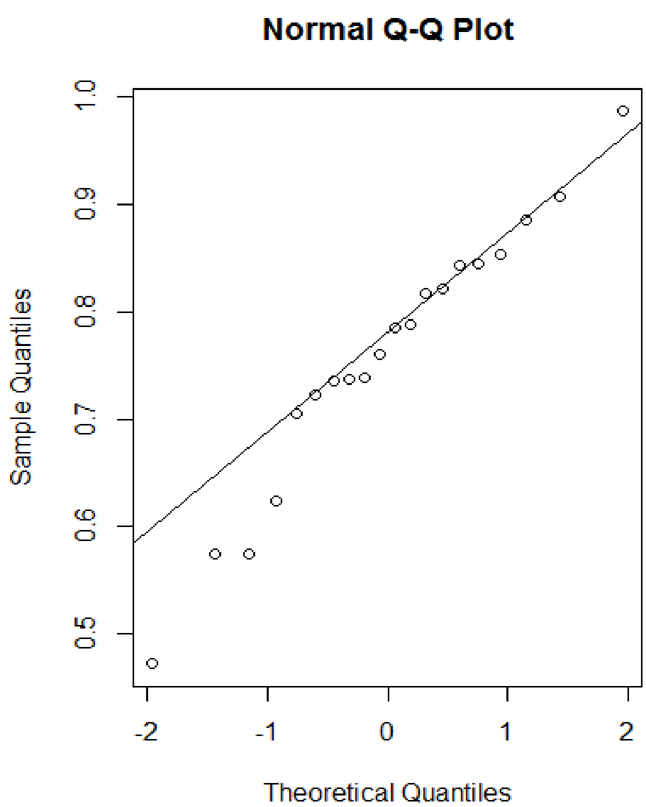
Var.	Obs.	Gennemsnit	Standard afvigelse	u-værdi	p-værdi	Effekt størrelse
Kontrol	22	0,6583	0,1660	310	0,0231	0,476 2
Stimuli	20	0,7374	0,1708			

For ”kvalitet af læring i social kontekst” får vi en p-værdi på 0,0231. Vi kan altså afvise, at der ikke er forskel på middelværdien i de to populationer. Vi kan tolke ud fra effekt størrelsen, at induktiv undervisning har en lille til mellem positiv effekt på, hvordan eleverne vurderer at have oplevet kvaliteten af læringen i social kontekst i undervisningen.

For at konkludere på om elever vurderer, at de oplever en forskel på de læringsmiljøer, som de to undervisningstilgange skaber som helhed, lægger vi vores fire variable for hver af grupperne sammen og skalerer, så variablen går fra og med 0 til og med 1.

Ifølge Shapiro-Wilk testen kan vi ikke afvise, at to nye variable begge er normalfordelt, dog afslører q-q plottet, at vi har nogle outliers i stimuligruppen blandt de elever, der har vurderet, at undervisningen har skabt et mindre konstruktivt læringsmiljø.

Figur 5. q-q plot over respondenternes i stimuli-gruppens vurdering af læringsmiljøet



Da spørgeskemaerne er anonyme, er det svært at give en præcis afklaring af hvorfor disse outliers forekommer. En forklaring kunne være det, at de svagere elever, ifølge vores interviews, havde en tendens til kun at se det at være aktivt deltagende, som det at give korrekte resultater. De så ikke dem selv som værende aktivt deltagende, hvis de stillede spørgsmål om noget, de ikke forstod, eller hvis de kom med løsningsforslag, som ikke var korrekte. En anden forklaring man kan komme med, er at undervisningsforløb, hvor ansvaret for læring i højere grad end sædvanligt ligger hos eleverne, vil møde modstand fra elever, der ser viden, som noget de blot er modtagere af (Frisdahl et.al, 2014: 20).

F-testen giver en p-værdi på 0,9685, så vi kan altså ikke afvise, at de to stikprøver har varianshomogenitet.

Tabel 23. t-test for læringsmiljø

Var.	Obs.	Gennemsnit	Standard afvigelse	t-værdi	p-værdi	Effekt størrelse
Kontrol	22	0,6582	0,1265	2,5897	0,0134	0,7957
Stimuli	20	0,7588	0,1252			

t-testen giver en p-værdi på 0,0134, så vi kan altså afvise nulhypotesen om, at middelværdien i de to populationer er identiske på et 5 pct. signifikansniveau. Hvis vi samtidig ser på det, at gennemsnittet i stimuligruppen er højere end kontrolgruppen, og tager højde for effektstørrelsen, så kan vi konkludere, at elever vurderer, at induktive undervisningsforløb har tæt på stor positiv effekt på, hvordan eleverne oplever læringsmiljøet i forhold til de 4 kriterier, vi måler det ud fra.

Delkonklusion; Analyse af spørgeskemaer

Hvis vi sammenholder elevernes opfattelse af læringsmiljøet i de to forløb med vores observationer af, hvordan eleverne opfatter læringsmiljøet i forløbene, så kan vi se, at der er en del overensstemmelser. Ud fra vores observationer, kan vi se, at vores oplevelse af hvordan eleverne oplever læringsmiljøet i de to forløb, er at eleverne i stimuligruppen oplever læringsmiljøet som helhed at have en højere grad af de kvaliteter, som vi måler den affektive del af læringsmiljøet ud fra. Hvis vi prøvede at adskille de enkelte karaktertræk, så vi også tegn på at læringsmiljøet i stimuligruppen blev oplevet af eleverne som at bære større præg, af disse fire træk, end læringsmiljøet i kontrolgruppen. Dog er disse konklusioner mere uklare, da de enkelte karaktertræk isoleret set mere bliver et udtryk for, hvad der sker inde i eleverne, hvilket er meget svært at undersøge via observationer. Hvis vi holder vores observationer sammen med resultaterne fra spørgeskemaerne, bliver billedet noget tydeligere. Ud fra spørgeskemaerne får vi elevernes vurdering af deres oplevelse af læringsmiljøerne. Her er der signifikant forskel i tre ud af de fire træk - alle i retning af at induktiv undervisning har en positiv effekt på, hvordan eleverne oplever læringsmiljøet ud fra disse træk. I to af karaktertrækkene er effekten meget tæt på stor.

Det karaktertræk hvor der ikke var en signifikant forskel, var for hvorledes de intellektuelle rammer faciliterer, at eleverne tager ansvar for egen læring. Dette overrasker os noget i forhold til vores observationer, da vi har et klart billede af, at eleverne i kontrolgruppen i meget lille omfang tager et ansvar for egen læring. Dette er jo ikke det samme, som at eleverne har oplevet, at de ikke har taget ansvar for egen læring. Dette vil vi komme lidt mere ind på i diskussionen. Hvis vi ser på helheden, stemmer det også godt overens. Ud fra spørgeskemaet får vi at elever vurderer, at induktive undervisningsforløb har tæt på stor positiv effekt på, hvordan eleverne oplever læringsmiljøet ud fra de fire træk. Vi kan altså konkludere, at eleverne oplever, at der er forskel i mellem de læringsmiljøer, som induktiv og deduktiv undervisning skaber. Det er imidlertid problemer, når vi skal sikre, at det skyldes, at eleverne er blevet udsat for induktiv undervisning.

Som tidligere nævnt viser vores observationer, at selv om vi har forsøgt at holde baggrundsvariable identiske for de to grupper, så er de det ikke. Det gør det sværere at sige, om det er undervisningsforløbene, der har skabt forskellene i, hvordan eleverne oplever læringsmiljøerne, eller om det er en af de baggrundsvariable, vi ikke har formået at holde ens for de to grupper. Sagt lidt anderledes; ville vi få samme resultatet, hvis vi havde byttet om på hvilke klasser, vi havde udsat for henholdsvist induktiv og deduktiv undervisning? Ville resultatet være det samme, hvis det var, at underviseren havde været en lærer, der ikke havde en teoretisk forforståelse for, hvilke undervisningsmiljø induktive og deduktive skaber?

En anden ting, der mindsker vores resultaters eksterne validitet, er, at både vores fokusgruppeinterviews og eigenværdierne i vores faktoranalyse peger på, at vi ikke har været helt grundige nok i vores operationalisering af vores forskningsspørgsmål.

"Kan man isolere en læringsmæssig effekt af induktiv undervisning"

I denne del af analysen vil vi undersøge den data, som vi har indsamlet med henblik på at svare på anden del af vores problemformulering: Kan man isolere en læringsmæssig effekt af induktiv undervisning? Denne del af problemformuleringen svarer vi på i to dele, da vi skal undersøge den læringsmæssige effekt i forhold til regnefærdigheder og dybdelæring.

Analyse af regnefærdigheder på baggrund af test

Vi starter med at undersøge, hvordan eleverne i de to grupper har udviklet deres regnefærdigheder imellem prætesten og posttest1. For at gøre dette skal vi frasortere besvarelser, hvor eleverne ikke har deltaget i undervisningsforløbene, eller ikke har taget både prætesten og posttest 1. Grunden til det er, at vi vil måle, hvilken effekt undervisningen har haft. For at kunne dette skal eleverne have deltaget i undervisningen. Vi kan desuden ikke måle på forbedringen i regnefærdigheder, hvis ikke elever har taget både prætest og posttest 1. Dette har resulteret i, at vi har 16 respondenter i stimuli-gruppen og 19 respondenter i kontrolgruppen.

Det at testen var en multiple choice prøve, giver noget usikkerhed, da det kan tænkes, at de eleverne vil gætte på et tilfældigt resultat, hvis de ikke kan løse problemet. Vi har designet prøven, så det ikke let kan gættes, hvad det rigtige svar er, men der er dog stadig en usikkerhed, hvilket sænker validiteten. Vi kan altså ikke antage, at antal rigtige i prøven er et sikkert udtryk for elevens faktuelle viden. Dog vil vi mene, at denne usikkerhed er lille og bliver til en hvis grad mitigeret af, at denne sandsynlighed for at gætte rigtigt er lige for alle respondenterne, og derfor bliver usikkerheden mindre, jo større stikprøven er.

Tværsnit og længdesnit

For at undersøge om der er forskel i den umiddelbare læringseffekt og læringseffekt over tid for de to undervisningsforløb, benytter vi os af tværsnit og længdesnit.

I længdesnit laver vi en hypotesetest, for om vi kan afvise, at stikprøverne i en af de to grupper, til to forskellige tidspunkter, kommer fra samme population.

I tværsnittet laver vi en hypotesetest for, om vi kan afvise, at stikprøven i kontrolgruppen og stimuligruppen til samme tidspunkt kommer fra samme population.

På denne måde kan vi, hvis tværsnittet f.eks. viser at der ikke er signifikant forskel i prætesten, men signifikant forskel i posttest1, og længdesnittet viser, at ingen af grupperne har en signifikant ændring imellem prætest og posttest1, ikke med sikkerhed sige, at den signifikante forskel i posttest1 ikke blot skyldes tilfældighed.

Hvis derimod at vi, lige som før, får at tværsnittet afslører, at der ikke er signifikant forskel i prætesten, men signifikant forskel i posttest1 imellem de to grupper, og længde snittet viser, at en eller to af grupperne har en signifikant forskel imellem prætest og posttest1, så kan vi konkludere, at undervisningsmetoden har haft en signifikant påvirkning på læringseffekten.

Den umiddelbare ændring i regnfærdigheder.

Længdesnit:

For at analysere om der er en forskel i de regnefærdigheder, som eleverne har før og efter undervisningsforløbene, starter vi med at teste, om vi kan afvise, om stikprøverne er normalfordelte ved hjælp af Shapiro-Wilks test og q-q plot. Det viser sig, at vi ikke kan afvise, at nogle af stikprøverne er normalfordelte. For at finde ud af hvilken t-test vi skal bruge, foretager vi en f-test, for at se om vi kan afvise varianshomogenitet. Vi kan ikke i nogle af de følgende sammenligninger i mellem stikprøverne afvise varianshomogenitet.

Tabel 24. t-test for om kontrolgruppens regnefærdigheder inden for regnehierarki har ændret sig mellem prætest og posttest1

Var.	Obs.	Gennemsnit	Standard afvigelse	t-værdi	p-værdi	Effekt størrelse
Pretest	19	4,05	1,51	1,12	0,27	0,42
Posttest1	19	4,68	1,95			

Tabel 25. t-test for om kontrolgruppens regnefærdigheder inden for potens - og rodregneregler har ændret sig mellem prætest og posttest1

Var.	Obs.	Gennemsnit	Standard afvigelse	t-værdi	p-værdi	Effekt størrelse
Pretest	19	3,05	1,54	5,80	0,00	0,90
Posttest1	19	5,79	1,36			

Tabel 26. t-test for om kontrolgruppens regnefærdigheder har ændret sig mellem prætest og posttest1

Var.	Obs.	Gennemsnit	Standard afvigelse	t-værdi	p-værdi	Effekt størrelse
Pretest	19	7,11	2,13	4,64	0,00	1,58
Posttest1	19	10.47	2.34			

Tabel 27 t-test for om stimuligruppens regnefærdigheder inden for regnehierarki har ændret sig mellem prætest og posttest1

Var.	Obs.	Gennemsnit	Standard afvigelse	t-værdi	p-værdi	Effekt størrelse
Pretest	16	3,38	2,13	2,11	0,04	0,71
Posttest1	16	4,88	1,89			

Tabel 28. t-test for om stimuligruppens regnefærdigheder inden for potens- og rod regneregler har ændret sig mellem prætest og posttest1

Var.	Obs.	Gennemsnit	Standard afvigelse	t-værdi	p-værdi	Effekt størrelse
Pretest	16	2,69	1,45	4,54	0,00	1,77
Posttest1	16	5,25	1,73			

Tabel 29. t-test for om stimuligruppens regnfærdigheder inden for potens - og rodregneregler har ændret sig mellem prætest og posttest1

Var.	Obs.	Gennemsnit	Standard afvigelse	t-værdi	p-værdi	Effekt størrelse
Pretest	16	6,06	2,91	3,77	0,00	1,40
Posttest1	16	10,13	3,18			

Som det fremgår af tabel 24-29 har stimuligruppen forbedret sig signifikant i både regnehierarkiet og potens- og rodregneregler. Kontrolgruppen har derimod kun forbedret sig signifikant i potens- og rodregneregler. Man kan indvende, at kontrolgruppen havde flere rigtige i prætesten og derfor havde svære ved at forbedre deres score, da opgaverne er af stigende sværhedsgrad.

Tværsnit:

For at afgøre om der er en signifikant forskel i mellem den ændring, som henholdsvis induktiv og deduktiv undervisning har medført, starter vi med at sammenligne prætest for kontrol - og stimuligruppe, og derefter sammenligner vi posttest1 for de to grupper.

Vi har tidligere konkluderet, at vi ikke kan afvise, at vores stikprøver er normalfordelte, men vi mangler at kontrollere for varianshomogenitet i de nye tests. Det viste sig, at vi ikke kan afvise, at standardafvigelserne er identiske imellem de stikprøver, som vi sammenligner.

Tabel 30. t-test mellem kontrol- og stimuligruppe for regnehierarki i prætest

Var.	Obs.	Gennemsnit	Standard afvigelse	t-værdi	p-værdi	Effekt størrelse
Kontrol	19	4,05	1,51	1,07	0,29	0,45
Stimuli	16	3,38	2,13			

Tabel 31. t-test mellem kontrol- og stimuligruppe for potens - og rodregneregler i prætest

Var.	Obs.	Gennemsnit	Standard afvigelse	t-værdi	p-værdi	Effekt størrelse
Kontrol	19	3,05	1,45	0,72	0,48	0,24
Stimuli	16	2,69	1,54			

Tabel 32. t-test mellem kontrol- og stimuligruppe i prætest

Var.	Obs.	Gennemsnit	Standard afvigelse	t-værdi	p-værdi	Effekt størrelse
Kontrol	19	7,11	2,13	1,19	0,24	0,49
Stimuli	16	6,06	2,91			

Vi kan se på tabel 30-32, at stimuligruppen gennemsnitligt klaret sig en smule dårligere end kontrolgruppen. Det er dog ikke signifikant dårligere, og vi kan derfor ikke afvise, at vores stikprøver kommer fra samme population. Dette er godt for vores undersøgelse, da grupperne ikke har været udsat for undervisningsforløbene endnu. Vi har dermed sandsynliggjort, at vi har en fornuftig baseline for sammenligning. For at se om der er en forskel på læringseffekten af induktiv og deduktiv undervisning, sammenlignes nu posttest1 mellem de to grupper.

Tabel 33. t-test mellem kontrol- og stimuligruppe for regnehierarki i posttest1

Var.	Obs.	Gennemsnit	Standard afvigelse	t-værdi	p-værdi	Effekt størrelse
Kontrol	19	4,68	1,95	0,29	0,77	0,10
Stimuli	16	4,88	1,89			

Tabel 34. t-test mellem kontrol- og stimuligruppe for potens- og rodregneregler i posttest1

Var.	Obs.	Gennemsnit	Standard afvigelse	t-værdi	p-værdi	Effekt størrelse
Kontrol	19	5,79	1,36	1,01	0,32	0,40
Stimuli	16	5,25	1,73			

Tabel 35. t-test mellem kontrol- og stimuligruppe i posttest1

Var.	Obs.	Gennemsnit	Standard afvigelse	t-værdi	p-værdi	Effekt størrelse
Kontrol	19	10,47	2,34	0,36	0,72	0,15
Stimuli	16	10,13	3,18			

Vi kan i tabel 33-35 se, at der er meget lidt forskel på, hvordan de to grupper har klaret sig i posttest1, og p-værdien afslører, at denne forskel ikke er signifikant. Vi kan altså ikke på baggrund af disse resultater afvise, at der er forskel på den umiddelbare læringseffekt, som induktive og deduktive undervisningsforløb medfører i forhold til regnefærdigheder.

Ændring i regnefærdigheder over tid

Som tidligere gennemgået er det ikke kun den umiddelbare læringseffekt, vi skal have undersøgt. Da en del af den argumentation der er for induktiv undervisning er, at det som de eleverne lærer igennem induktiv undervisning, sætter sig bedre, fordi eleverne har arbejdet aktivt med forståelsen af det lærte, skal vi teste, hvor godt de emner, som er gennemgået i undervisningsforløbene, har sat sig i eleverne. Dette vil vi undersøge ved at udføre endnu en test et halvt år efter prætesten.

Idet posttest2 foretages et halvt år efter eksperimentets begyndelse, er der imidlertid sket et frafald i begge grupper. Af de oprindelige 16 fra stimuligruppen, som vi har brugt i præ- og posttest1, er der faldet syv fra, så der er ni tilbage. Af de oprindelige 19 fra kontrolgruppen, er der faldet ni fra, så der er ti tilbage. Hvis dette frafald er skævt kan det gå ud over eksperimentets interne validitet (Bøgh Andersen et al., 2012: 108). Vores frafald er skævt, da vi kan se at gennemsnittet af antal rigtige besvarelser fra posttest1 øges i begge grupper, når vi fjerner de respondenter, der er frafaldet imellem posttest1 og posttest2.

I kontrolgruppen går gennemsnittet fra 10,47 til 11,6 og i stimuligruppen går snittet fra 10,13 til 11,33. I kontrolgruppen stiger gennemsnittet med 0,42 i regnehierarki og 0,71 i potens- og rodregneregler. I stimuligruppen stiger gennemsnittet med 0,3472 i regnehierarki og 0,8611 i potens- og rodregneregler. Så selv om frafaldet er skævt, så er det næsten lige skævt i begge grupper. Dermed er tabet af målingsvaliditet minimalt, hvis vi kun sammenligner de elever fra posttest2, som har taget posttest1 med de respondenter fra posttest1, som har taget posttest2. Vi kalder de stikprøver fra posttest1, hvor vi har frasorteret respondenter for fittede.

Længdesnit:

En ting vi skal være opmærksomme på er, at eleverne i det halve år der er gået efter eksperimentet, alle er undervist på identisk vis. Begge grupper er ofte blevet stillet opgaver, hvor de skal bruge regnehierarkiet. De har også brugt potens- og rodregneregler, dog i langt mindre omfang. Da undervisningen mellem posttest1 og posttest2 har været identisk for de to grupper, forventer vi, at opgaverne omhandlende regnehierarkiet ikke vil give et retvisende udtryk for, hvilken effekt undervisningsforløbene har haft på elevernes regnefærdigheder over tid. Denne formodning skyldes, at regnefærdigheder inden for regnehierarkiet ikke længere kun er udtryk for, hvordan undervisningsforløbene i eksperimentet har været. Dette medfører også, at regnefærdigheder som helhed bliver et mindre validt mål, da dette mål er sammensat af både evner inden regnehierarki og potens- og rodregneregler.

Før vi går i gang med vores sammenligninger af middelværdier, skal vi teste om vores variable er normalfordelte. Dette gøres på samme måde som hidtil. Det viser sig, at en af vores stokastiske variable ikke er normalfordelt, nemlig den stokastiske variabel for hvordan den fittede kontrolgruppe klarede sig i helhed i posttest1. Vi skal derfor bruge en Mann-Whitney u test, når vi skal sammenligne med denne variabel.

I alle de følgende t-tests kunne vi ikke afvise varianshomogenitet imellem de sammenlignede variable.

Tabel 36. t-test for om kontrolgruppens regnefærdigheder inden for regnehierarki har ændret sig mellem fittet posttest1 og posttest2

Var.	Obs.	Gennemsnit	Standard afvigelse	t-værdi	p-værdi	Effekt størrelse
Posttest1	10	5,1	1,91	0,26	0,79	0,11
Posttest2	10	5,3	1,49			

Tabel 37. t-test for om kontrolgruppens regnefærdigheder inden for potens- og rodregneregler har ændret sig mellem fittet posttest1 og posttest2

Var.	Obs.	Gennemsnit	Standard afvigelse	t-værdi	p-værdi	Effekt størrelse
Posttest1	10	6,5	1,18	5,01	0,00	-2,29
Posttest2	10	3,8	1,23			

Tabel 38. t-test for om kontrolgruppens regnefærdigheder har ændret sig mellem fittet posttest1 og posttest2

Var.	Obs.	Gennemsnit	Standard afvigelse	u-værdi	p-værdi	Effekt størrelse
Posttest1	10	11,6	2,32	83	0,01	-1,08
Posttest2	10	9,1	2.02			

Tabel 39. t-test for om stimuligruppens regnefærdigheder inden for regnehierarki har ændret sig mellem fittet posttest1 og posttest2

Var.	Obs.	Gennemsnit	Standard afvigelse	t-værdi	p-værdi	Effekt størrelse
Posttest1	9	5,22	1,48	0,49	0,63	0,23
Posttest2	9	5,56	1,42			

Tabel 40. t-test for om stimuligruppens regnefærdigheder inden for potens- og rodregneregler har ændret sig mellem fittet posttest1 og posttest2

Var.	Obs.	Gennemsnit	Standard afvigelse	t-værdi	p-værdi	Effekt størrelse
Posttest1	9	6,11	1,54	0,54	0,59	-0,29
Posttest2	9	5,67	1,94			

Tabel 41. t-test for om stimuligruppens regnefærdigheder har ændret sig mellem fittet posttest1 og posttest2

Var.	Obs.	Gennemsnit	Standard afvigelse	t-værdi	p-værdi	Effekt størrelse
Posttest1	9	11,33	2,65	0,09	0,93	-0,04
Posttest2	9	11,22	2.86			

Når vi ser på tabel 36 og 39 over, hvordan de to grupper har klaret sig med hensyn til opgaverne omhandlende regnefærdigheder inden for regnehierarkiet, så tyder det på, at vores formodninger om, at dette ikke vil være et retvisende mål, holder stik, da begge grupper har forbedret deres færdigheder mellem posttest1 og posttest2. Stimuligruppen er gået frem med 0,34 i gennemsnit, og kontrolgruppen er gået frem med 0,2 i gennemsnit, hvilket ikke er en signifikant forskel. Hvis vi derimod ser på tabel 37 og 40 over, hvordan grupperne har klaret sig i opgaverne omhandlende potens- og rodregneregler, så kan vi se, at kontrolgruppen er gået tilbage med 2,7 i gennemsnit, hvilket er en signifikant tilbagegang. Hvis vi ser på effekt størrelsen, kan vi se, at den er meget stor. Vi kan altså konkludere, at tid har en meget stor negativ impakt på tilbagegangen i elevernes regnefærdigheder inden for potens- og rodregneregler, hvis færdighederne er lært via deduktive undervisningsmetoder.

Stimuligruppen er gået tilbage med 0,44 i gennemsnit inden for potens- og rodregneregler, hvilket ikke er signifikant. Vi vælger ikke at konkludere noget på, hvordan regnefærdigheder som helhed har ændret sig, da vi har konkluderet, at ændringen i regnefærdigheder ikke er et retvisende mål.

Tværsnit:

Tabel 42. t-test mellem kontrol- og stimuligruppe for regnehierarki i fittet posttest1

Var.	Obs.	Gennemsnit	Standard afvigelse	t-værdi	p-værdi	Effekt størrelse
Kontrol	10	5,1	1,91	0,15	0,88	0,06
Stimuli	9	5,22	1,48			

Tabel 43. t-test mellem kontrol- og stimuligruppe for potens- og rodregneregler i fittet posttest1

Var.	Obs.	Gennemsnit	Standard afvigelse	t-værdi	p-værdi	Effekt størrelse
Kontrol	10	6,5	1,18	0,61	0,55	0,33
Stimuli	9	6,11	1,54			

Tabel 44. t-test mellem kontrol- og stimuligruppe i fittet posttest1

Var.	Obs.	Gennemsnit	Standard afvigelse	u-værdi	p-værdi	Effekt størrelse
Kontrol	10	11,6	2,32	42,5	0,87	0,11
Stimuli	9	11,33	2,65			

Hvis vi ser på tabel 42-44, kan vi se, at respondenterne har klaret sig tæt på identisk i posttest1, der er ikke signifikant forskel, og vi kan derfor ikke afvise, at stikprøverne kommer fra samme population. Dette gør, at eventuelle forskelle imellem hvordan grupperne klarer sig i posttest2, vil give et mere validt resultat, da vi har etableret en fornuftig baseline.

Tabel 45. t-test mellem kontrol- og stimuligruppe for regnehierarki i posttest2

Var.	Obs.	Gennemsnit	Standard afvigelse	t-værdi	p-værdi	Effekt størrelse
Kontrol	10	5,3	1,49	0,38	0,71	0,17
Stimuli	9	5,56	1,42			

Tabel 46. t-test mellem kontrol- og stimuligruppe for potens- og rodregneregler i posttest2

Var.	Obs.	Gennemsnit	Standard afvigelse	t-værdi	p-værdi	Effekt størrelse
Kontrol	10	3,8	1,23	2,48	0,03	1,52
Stimuli	9	5,67	1,94			

Tabel 47. t-test mellem kontrol- og stimuligruppe i posttest2

Var.	Obs.	Gennemsnit	Standard afvigelse	t-værdi	p-værdi	Effekt størrelse
Kontrol	10	9,1	2,02	1,85	0,09	1,05
Stimuli	9	11,22	2,86			

Vi kan se, at der ikke er signifikant forskel i, hvordan de to grupper klarer sig i forhold til regnehierarki og regnefærdigheder som helhed. Disse mål har vi dog på forhånd sandsynliggjort ville have problemer med validiteten. Det mest valide af disse resultater er altså, hvordan de to grupper klarer sig i potens- og rodregneregler. Her kan vi se, at der er en signifikant forskel. Vi kan altså konkludere, at for disse stikprøver har induktiv og deduktiv undervisning skabt signifikant forskellig læringseffekt over tid. Når vi ser på effektstørrelsen, kan vi tolke, at den induktivt underviste klasse i gennemsnit vil få 1,52 standardafvigelse flere antal rigtige svar i potens- og rodregneregels opgaver, end den deduktivt underviste klasse ville, hvis der tages en test et halvt år efter at læringsmålet er etableret. Med hensyn til at inferere til populationen ud fra disse resultater, skal vi være noget påpasselige, da vi kun har henholdsvis ni og ti enheder i vores stikprøve.

Analyse af dybdelæring på baggrund af tests

For at analysere hvordan undervisningsforløbene har påvirket elevernes dybdelæring, stiller vi i posttest1 og posttest2 fem åbne spørgsmål. Disse spørgsmål har til formål at evaluere følgende læringsmål[3]:

1) Hvorfor har vi regneregler?
2) Hvordan begrunder vi regneregler?
3) Forståelse af hvad et regnehierarkis struktur er.
4) Hvad er regneregler?
5) Hvorfor vi har behov for et regnehierarki?

Grunden til at vi bruger åbne spørgsmål er, at vi ikke kun er interesserede i at afdække, hvorvidt eleverne har forstået læringsmålene, men også er interesserede i at finde ud af, hvordan eleverne har forstået læringsmålene. Det egner åbne spørgsmål sig godt til, da de producere en form for kvalitative data, der egner sig til at give et dybere indblik i elevernes verdensbillede (Marsh & Stoker,2002: 232).

Analysen af data vil, som tidligere beskrevet, forgå ved en induktiv tematisk analyse, hvor tolkningen af data vil ske på et semantisk niveau som beskrevet af Braun og Clarke (2006).

Da vi i vores kodning fandt, at de fleste besvarelse, nærmest identisk går igen i begge grupper, er det meget sjældent, at vi kan konkludere nogle forskelle i de to grupper på individ niveau. Vi kan kun gøre dette, når en svarkategori kun forekommer i den ene gruppe. Vi bliver derfor nødt til at se på, hvor mange elever i de to grupper der falder inden for de forskellige temaer, for at prøve at afgøre om der er markant forskelle mellem grupperne.

[3] De konkret spørgsmål kan ses i bilag 5 s. 175-179

I vores kodning fik vi et klart indtryk af at en af grundene til, at elevenes besvarelser er så ens, er, at der er mange, der svarer meget kort på spørgsmålene, og at der er tydelige spor a,f at eleverne prøver at gengive deres svar, som det blev gennemgået i undervisningen. Et tydeligt eksempel på dette er elev 12 fra stimuligruppens besvarelse på spørgsmålet: ”Hvordan ville du forklare over for en anden, at vi har brug for et regnehierarki?” Elevens besvarelse er: ”*Kontrol=lortnok☺*” (bilag 10: 266). Denne besvarelse kan virke meget malplaceret, hvis man ikke i forvejen var klar over, at det, eleven referer til, er, at vi i undervisningen lavede en analogi imellem de,t at regnehierarkiet er en menneskelig skabt konvention til det, at vi i Danmark har bestemt os for at læse fra venstre mod højre. Til at underbygge dette brugte vi det eksempel at, hvis alle ikke læser i samme retning, så kan vi ikke blive enige om ords betydning. Fx. ville vi ikke kunne blive enige om, hvorvidt der står kontrol eller lortnok.

Denne form for besvarelser gjorde det også klart, at vi ikke kan tolke temaer ud fra et semantisk niveau. Da mange af elevernes argumenter i deres besvarelser bygger på, at de, og undertegnede, deler en fællesforståelse, som eleverne har forventet, at de kan referere til. Derfor valgte vi at finde temaer i elevernes besvarelser ud fra et latent niveau.

Der er stor sandsynlighed for lav validitet, når man på den måde, som vi har gjort, kvantificerer vores kvalitative data. Grunden til dette er, at når man kumulere besvarelserne, så skal man være helt sikker på, at de besvarelser, man lægger sammen, er identiske. Dette er svært at forsvare, da tolkning af kvalitativ data altid i nogen grad vil være præget af subjektivitet fra fortolkers side. Dog fandt vi i vores deduktivt tematiske analyse, at elevernes besvarelser er korte og i meget høj grad identiske. Derfor fandt vi det forsvarligt at kvantificerer data.

Grundet den lave validitet vil vi ikke prøve at inferere vores resultater til populationen. Det vil altså sige, at vi ikke vil lave en chi-i anden hypotese test for at afgøre, om stikprøverne er så markant forskellige, at vi ikke kan tilskrive det tilfældighed. Der hvor vi vil kunne lave de klareste konklusioner, er hvis en svarkategori kun forekommer i den ene gruppe.

Vi vil holde os til at udtale os om forskelle i de to stikprøver. Da vores konklusioner vil være præget af stor usikkerhed, kan vi i bedste fald antage, at vores konklusioner at svage tendenser.

Når vi sammenligner vores to grupper tager vi ofte ikke højde for de elever, der ikke har besvaret spørgsmålet. Grunden til at vi ikke gør dette, er fordi vi ikke kan afgøre, om den manglende besvarelse skyldes at eleven ikke havde tid til at besvare spørgsmålet, eller om det skyldes, at eleven ikke havde den fornødne forståelse til at kunne besvare spørgsmålet. Hvis en stor andel af eleverne ikke har besvaret et spørgsmål, kan vi bruge det som en indikator på, at eleverne ikke har følt sig trygge ved spørgsmålet. Denne utryghed vil enten være pga. at formuleringen af spørgsmålet er utilstrækkelig, eller fordi eleverne ikke har den fornødne forståelse for læringsmålet til at kunne besvare spørgsmålet.

Som da vi analyserede regnefærdigheder, er der også, når vi undersøger elevernes dybdelæring, et spørgsmål om hvor godt læring forbliver i eleverne over tid.

Derfor starter vi med at analysere resultaterne fra posttest1 for at undersøge undervisningernes umiddelbare effekt. Derefter analyserer vi elevernes besvarelser i posttest2, og holder dem op mod de samme elevers besvarelser i posttest1 for at se, hvordan elevernes dybdelæring har ændret sig over tid.

Analyse af undervisningens umiddelbare effekt på dybdelæring

Analyse af undervisningens umiddelbare effekt på læringsmålet "Hvorfor har vi regneregler"

I dette spørgsmål har vi i posttest1 identificeret tre forskellige temaer, som er følgende:

1) For at alle personer kommer frem til samme resultat, når de udregner et regnestykke
2) For at alle personer kommer frem til samme resultat, når de udregner et regnestykke. indikerer at de svarer på spørgsmålet "hvorfor har vi et regnehierarki" .

3) Regneregler hjælper med at løse regnestykker. Regnestykkerne bliver simplere at løse når man bruger regneregler.

Tabel 48. Hvordan respondenterne i de to grupper fordeler sig på de forskellige temaer

Besvarelse	Antal i Stimuli gruppe	Antal i kontrolgruppe
For at alle får samme resultat	13	8
For at alle får samme resultat, nævner ordet regnehierarki	2	4
Regnestykkerne bliver simplere at løse	1	6
Ikke besvaret	0	1

Det er tydeligt, at en stor del af eleverne svarer, at regneregler er til, for at alle får de samme resultater. Dette kan skyldes, at eleverne ikke kan skelne imellem regneregler og regnehierarkiet. Denne formodning bliver yderligere understøttet af at seks ud af de 27 elever, der svarer at regneregler er til for at vi alle får samme resultat, nævner ordet regnehierarki. Eksempelvis lyder elev 16 fra stimuligruppens svar på dette spørgsmål:

"For at vi alle kan regne ens ud. Og i regnehierarkiet skal alle resultater være ens"

(bilag 10: 274)

Et andet eksempel er elev 4 fra kontrolgruppens besvarelse:

"vi skal følge regnehierarkiet for at vi alle får samme resultat"

(bilag 10:285)

Antal elever der svarer på en måde, der kan antyde, at eleverne blander regneregler og regnehierarkiet sammen, er i stimuligruppen 15 ud af 16 elever, og i kontrolgruppen svarer 12 ud af 18 elever på denne måde.

Elever i kontrolgruppen svarer altså oftere at regneregler er til for at gøre regnestykker simplere, da seks ud af 18 svarer dette imod 1 ud af 16 i stimuligruppen. Ud fra hvordan vores undervisningsforløb var struktureret, giver dette resultat god mening. Elevaktiviteten i IBME forløbet var fokuseret på at lave regnestykker, for at finde ud af hvorfor regnereglerne ser ud som de gør. Elevaktiviteten i det deduktive forløb var fokuseret på at bruge regnereglerne til at løse regnestykker. Eleverne i det deduktive forløb fik altså en mere direkte erfaring af, at regneregler er noget, der er til for at gøre regnestykker simplere.

Analyse af undervisningens umiddelbare effekt på læringsmålet ” Hvordan begrunder vi regneregler”

I dette spørgsmål har vi i posttest1 identificeret fire forskellige temaer, som er følgende:

1) Forklaring af at når vi dividerer to potenser med hinanden, så trækker man eksponenten i nævneren fra eksponenten i tælleren, når grundtallet i tæller og nævner er ens. De gengiver altså regnereglen med ord, og forklarer, at de forstår, hvornår de må bruge den.
2) Gengiver regnereglen med samme symboler.
3) Bruger regnereglen på et specifikt eksempel.
4) Forklarer ved at lave et specifikt eksempel, hvor de laver udregningen uden at bruge regnereglen, og viser, at de kommer frem til det samme resultat, som hvis de havde brugt regnereglen. De tager altså de indledende skridt mod en begrundelse af regnereglen.

Tabel 49. Hvordan respondenterne i de to grupper fordeler sig på de forskellige temaer

Besvarelse	Antal i Stimuli gruppe	Antal i kontrolgruppe
Gengiver regnereglen med ord	7	6
Gengiver regnereglen med samme symboler	1	1
Bruger regnereglen på et specifikt eksempel	0	3
Indledende skridt mod begrundelse	2	2
Ikke besvaret	6	7

Elevaktiviteten i IBME forløbet var fokuseret mod at eleverne skulle begrunde regneregler. Vi havde derfor en teoretisk forventning om, at eleverne i stimuligruppen ville være bedre til at begrunde regneregler. Dette virker ikke til at være tilfældet, da der stort set ikke er forskel imellem den måde, eleverne i de to grupper besvarer dette spørgsmål.

Det at der er en så stor andel af eleverne, der ikke besvarer dette spørgsmål, kan tyde på at eleverne er noget usikre på spørgsmålet. Eleverne er altså ikke blevet fortrolige med, hvordan de skal udvælge en strategi til at besvare problematikken. En af årsagerne til dette er Ifølge NRC (2000), at eleverne skal udsættes for undersøgelsesforløb, hvor eleverne selv skal finde på strategier, før de kan opnå en fortrolighed med, hvordan de skal udvælge en undersøgelsesstrategi. Det at eleverne udvælger en strategi, har ikke været en del af elevaktiviteten i vores forløb, da vi brugte strukturerede undersøgelsesforløb

Vi kan se, at den største forskel imellem besvarelserne i de to grupper er, at der ikke er nogen i stimuligruppen, der har forsøgt at retfærdiggøre regnereglen ved at lave et specifikt regnestykke. I kontrolgruppen er der tre elever, der har brugt denne tilgang. Dette giver god mening, da elevaktiviteten i det deduktive forløb har været fokuseret på at bruge regnereglerne på specifikke regnestykker.

Analyse af undervisningens umiddelbar effekt på læringsmålet ” Forståelse af regnehierarkis struktur ”

I dette spørgsmål har vi i posttest1 identificeret fire forskellige temaer, som er følgende:

1) Eleverne kan ikke give et eksempel på et alternativt hierarki.
2) Elevernes alternative regnehierarki bygger ikke på rækkefølgen af operationer, men på at man skal regne fra venstre mod højre, eller højre mod venstre.
3) Eleverne har ikke forklaret, hvad deres alternative regnehierarki bygger på. I deres udregning kunne det lige vel have været regneretning, som det kunne være, at man bytter om på rækkefølgen af operationer i hierarkiet, som deres alternative regnehierarki bygger på.
4) Elevernes alternative regnehierarki bygger på ombytning af rækkefølgen af regneoperationer.

Tabel 50. Hvordan respondenterne i de to grupper fordeler sig på de forskellige besvarelser

Besvarelse	Antal i Stimuli gruppe	Antal i kontrolgruppe
Intet eksempel på alternativt regnehierarki	1	0
Alternativt regnehierarki bygger på regneretning	3	5
Alternative regnehierarki kan bygge på såvel regneretning som ombytning af rækkefølgen af regneoperationer	6	4
Alternative regnehierarki bygger på ombytning af rækkefølgen af regneoperationer	3	6
Ikke besvaret	3	4

Det er vanskeligt at konkludere på baggrund af ovenstående data, da der er en stor usikkerhed i forbindelse med, at eleverne ikke har været klare i deres forklaring af, hvilke præmisser deres alternative regnehierarki bygger på.

Et eksempel på dette er elev 10 fra kontrolgruppen der giver svaret:

"4+3·5=7·5=35 forkert regnehierarki 4+3·5=4+15=19 rigtigt regnehierarki"

(Bilag 10: 304)

Det er umuligt for os at vide, om elevens alternative regnehierarki bygger på regneretning eller rækkefølgen af regneoperationer.

Vi havde en forventning om, at stimuligruppen ville klare sig bedre i dette spørgsmål, da elevaktiviteten i IBME forløbet har været fokuseret på, at finde ud af hvordan regnehierarkiet er bygget op. Denne forventning kan vi i midlertidig ikke konkludere på, da der er en stor usikkerhed i vores data. I forhold til en eventuel gentagelse af forsøget bør man bede eleverne om at forklare, hvad deres alternative regnehierarki bygger på.

I dette spørgsmål har vi i posttest1 identificeret fire forskellige temaer, som er følgende:

1) Nej, regnereglerne kunne ikke se anderledes ud.
2) Nej, regnereglerne kunne ikke se anderledes ud, medmindre vi havde et alternativt regnehierarki.
3) Kunne godt se anderledes ud.
4) Kunne godt se anderledes ud - de er bare en konvention.

Tabel 51. Hvordan respondenterne i de to grupper fordeler sig på de forskellige besvarelser

Besvarelse	Antal i Stimuli gruppe	Antal i kontrolgruppe
Kunne ikke se anderledes ud, ingen begrundelse	3	8
Kunne ikke se anderledes ud, medmindre vi havde et alternativt regnehierarki	2	1
Kunne godt se anderledes ud, ingen begrundelse	2	1
Kunne godt se anderledes ud - regneregler er bare en konvention	9	6
Ikke besvaret	0	3

Ud fra tabel 51 ser det ud til, at der er en tendens mod, at der er flere elever i kontrolgruppen, der mener at regneregler ikke kunne se anderledes ud. I kontrolgruppen mener ni ud af de 16 elever, som har besvaret spørgsmålet, at regneregler ikke kunne se andreledes ud, mod fem ud af 16 elever i stimuligruppen. I stimuligruppen mener 11 ud af 16 elever, at regneregler godt kunne have set anderledes ud, mod syv ud af de 16 der har besvaret spørgsmålet i kontrolgruppen.

Denne tendens er imod den teoretiske forventning som vi havde. Vi havde forventet, at stimuligruppen ville have den største andel af elever, der var i stand til at forstå forskellen imellem regneregler og konventioner. Dog som vi også så tidligere, er der en større tendens i stimuligruppen til, at eleverne svarer på en måde, der kan antyde, at eleverne blander regneregler, og det at regnehierarkiet er en konvention, sammen. Grunden til at vi havde en forventning om, at eleverne fra stimuligruppen ville være bedst stillet til at kunne adskille regneregler og konventioner er, at elevaktiviteten i IBME forløbet var centreret om at lave regnestykker, for at finde ud af hvorfor regnereglerne ser ud, som de gør. Derved har eleverne på egen hånd arbejdet sig frem til at finde ud af, hvorfor regnereglerne ser ud, som de gør. Derfor burde eleverne, der har deltaget i IBME forløbet, ikke være i tvivl om, at regnereglerne ikke kan se anderledes ud. Til dette kan vi komme med den indvending, at disse elever ikke er stødt på særligt mange beviser i matematisk forstand. Eleverne kunne derfor være i tvivl om, hvad et bevis medfører af konsekvenser.

På den anden side har eleverne i det deduktive forløb ikke aktivt forholdt sig til, hvorfor regnereglerne ser ud, som de gør. Eleverne i det deduktive forløb forholder sig aktivt til, hvad regneregler er i det omfang, at eleverne ser regnereglerne som nogle faste regler, de skal bruge for nemmere at komme frem til det korrekte resultat. Denne måde at arbejde med regnereglerne på, kunne skabe elevernes mentale billede af, at regneregler er noget statisk, som ikke kan forandres.

I vores analyse må konklusionen på disse overvejelser være, at så længe eleverne ikke har en klar forståelse af, hvad det vil sige, når noget kan bevises i matematisk forstand, så medfører det, at de selv får lov til at konstruere beviser, hvor de vel og mærket ikke selv finder på undersøgelsesstrategien, ikke at de får et klart billede af, hvad beviset medfører for den matematiske størrelse, som de beviser. Eleverne ved med andre ord ikke, hvad det er de kan konkludere, ud fra det de har lavet.

Det at eleverne skal have en klar konklusion på deres læringsmål, som stemmer overens med de kulturelt bestemte læringsmål, er noget, der skal etableres i institutionaliseringen. Vi må altså konkludere, at vores institutionalisering ikke har været god nok til at sørge for overensstemmelse mellem elevernes mentale billeder af læringsmålene og de kulturelt bestemte læringsmål i IBME forløbet.

Hvis vi antager at Kirschner, Sweller og Clarks har ret i deres kritik af induktive undervisningsmetoder fra 2006, om at induktive undervisningsforløb har en for lav grad af stilladsering, så stemmer vores resultat godt overens med den bekymring, som Hersant og Perrin-Glorian (2005) udtrykker om konstruktivistiske undervisningsmetoder. Disse bekymringer er, at når undervisningen har en lav grad af stilladsering, så er det sværere for undervisere at lave en institutionalisering, der kan sørge for, at de mentale billeder som de studerende assimilerer, stemmer overens med den pensum dikterede kulturelle viden.

Hvis vi tager disse indvendinger mod undersøgelsesbaseret undervisning til efterretning, giver det god mening, at eftersom eleverne i vores IBME forløb har en mindre grad af stilladsering, når de kreerer deres mentale billeder af læringsmålet, i forhold til eleverne i vores deduktive undervisningsforløb, er det sværere for underviser, at lave en institutionalisering, der kan tilpasse elevernes mentale billeder af læringsmålet til det kulturelt tilsigtede læringsmål i et IBME forløb.

Vi skal dog huske på, at det er svært at udtale sig på baggrund af vores nuværende resultater, da vi ikke kan sikre, at dette udfald blot skyldes tilfældigheder.

Analyse af undervisningens umiddelbare effekt på læringsmålet " Hvorfor vi har behov for et regnehierarki"

I dette spørgsmål har vi i posttest1 identificeret to forskellige temaer, som er følgende:

1) Mennesker skal være enige om, hvordan de tolker et regnestykke, for at vi alle får det samme resultat.
2) Så vi kommer frem til det korrekte resultat

Tabel 52. Hvordan respondenterne i de to grupper fordeler sig på de forskellige besvarelser

Besvarelse	Antal i Stimuli gruppe	Antal i kontrolgruppe
Så vi alle får det samme resultat	15	13
Så vi får det korrekte resultat	1	3
Ikke besvaret	0	3

Der ser ikke ud til at være en udpræget forskel på besvarelserne i de to grupper. Disse resultater giver derfor ikke grund til yderligere fortolkning.

Samlet konklusion af undervisningens umiddelbare effekt på dybdelæring

Når vi overordnet ser på, hvad forskellene er i dybdelæringen for de to grupper, så er der i bedste fald tale om svage tendenser. Der var en tendens imod, at kontrolgruppen havde en dybere forståelse af, hvorfor vi har regneregler, og hvad regneregler er. Og en tendens mod at stimuligruppen havde en dybere forståelse af, hvorfor vi har et regnehierarki. Når det kom til spørgsmålet om, hvordan man begrunder regneregler og elevernes forklaring af, hvorfor vi har behov for et regnehierarki, var der stor ensartethed i gruppernes besvarelser, og vi kunne derfor ikke finde en forskel. I forbindelse med forståelse af hvad et regnehierarkis struktur er, så var der for stor usikkerhed i vores data til, at vi kunne give en klar fortolkning af data.

Hvis vi ser på spørgsmålene samlet, virker det til, at der er en lille tendens til, at de elever der har været igennem det deduktive forløb, har en mere statisk forståelse af matematiske begreber, end elever der har været igennem IBME forløbet. Dette passer godt overens med det videnskabsfilosofiske argument for, hvorfor undervisere bør inddrage IBSE forløb i deres undervisning, som vi formulerede tidligere i opgaven med inspiration fra Harleen (2011) og Crawford (2014). Dette argument går på, at det er fornuftigt, at elever får et indtryk af, at naturvidenskaben er en verden i konstant forandring, da det øger elevernes kritiske tilgang til det naturvidenskabelige. Vi vil ikke i denne opgave komme ind i diskussionen om, i hvilken grad matematik deler dette karaktertræk om konstant foranderlighed med de andre naturvidenskabelige fag, se bl.a. Imre Lakatos' "Proofs and Refutations" fra 1976.

Analyse af undervisningens effekt på dybdelæring over tid

For at lave denne analyse vil vi se på, hvordan elevernes besvarelse af spørgsmålene, der skal afdække elevernes dybdelæring, har ændret sig i mellem posttest1 og posttest2.

Da der har været et stort frafald af elever i klasserne imellem disse to test, holder vi kun resultaterne fra posttest1, fra de elever der har taget posttest2, op imod resultaterne fra posttest2.

Analyse af undervisningens effekt på læringsmålet "Hvorfor har vi regneregler" over tid.

I dette spørgsmål har vi i posttest1 identificeret fire forskellige temaer, som er følgende:

1) For at alle personer kommer frem til samme resultat, når de udregner et regnestykke
2) For at alle personer kommer frem til samme resultat, når de udregner et regnestykke. indikerer at de svarer på spørgsmålet "hvorfor har vi et regnehierarki" .
3) Regneregler hjælper med at løse regnestykker. Regnestykkerne bliver simplere at løse, når man bruger regneregler.
4) Så vi er sikre på vi får det korrekte resultat

Tabel 53. Hvordan respondenterne i de to grupper fordeler sig på de forskellige besvarelser

Besvarelse	Posttest1 stimuli gruppe	Posttest2 stimuli gruppe	Posttest1 kontrolgruppe	Posttest2 kontrolgruppe
For at alle får samme resultat	8	7	4	4
For at alle får samme resultat, nævner ordet regnehierarki			3	3
Regnestykkerne bliver simplere at løse	1	1	2	1
Så vi er sikre på vi får det korrekte resultat		1		
Ikke besvaret				1

I dette spørgsmål ser der ikke ud til at være nogle udprægede forandringer mellem posttest1 og posttest2.

Analyse af undervisningens effekt på læringsmålet " Hvordan begrunder vi regneregler" over tid.

I dette spørgsmål har vi i posttest1 og posttest 2 identificeret syv forskellige temaer, som er følgende:

1) Forklaring af at når vi dividerer to potenser med hinanden, så trækker man eksponenten i nævneren fra eksponenten i tælleren fra hinanden, når grundtallet i tæller og nævner er ens. De gengiver altså regnereglen med ord, og forklarer, at de forstår, hvornår de må bruge den.
2) Gengiver regnereglen med samme symboler.
3) Bruger regnereglen på et specifikt eksempel.
4) Forklarer ved at lave et specifikt eksempel, hvor de laver udregningen uden at bruge regne reglen, og viser, at de kommer frem til det samme resultat, som hvis de havde brugt regnereglen. De laver altså de indledende skridt mod en begrundelse af regnereglen.
5) Fordi sådan er det bare.
6) Personlige huskeregler.
7) Forsøger at lave indledende skridt mod bevis.

Tabel 54. Hvordan respondenterne i de to grupper fordeler sig på de forskellige besvarelser

Besvarelse	Posttest1 stimuli gruppe	Posttest2 stimuli gruppe	Posttest1 kontrolgruppe	Posttest2 kontrolgruppe
Gengiver regnereglen med ord	3		4	4
Gengiver regnereglen med samme symboler	1	1		
Bruger regnereglen på et specifikt eksempel		2	1	1
Indledende skridt mod bevis	2	1	2	
Sådan er det bare		1		
Personlig huskeregel				3
Forsøger at lave indledende skridt mod bevis				1
Ikke besvaret	3	4	3	1

I analysen af den umiddelbare effekt af undervisningen på dette spørgsmål, pegede vi på at besvarelserne virkede noget usikre, hvilket bl.a. kom til udtryk i, at mange elever ikke havde besvaret spørgsmålet. Denne observation ser ud til at holde stik, da 10 ud af de 19 elever vi undersøgte, har ændret deres svar markant. En anden ting der tydeligt fremgår er, hvordan svarene i posttest1 havde en hvis grad af ensformighed eleverne imellem. Vi kunne genkende den måde, spørgsmålet blev besvaret på som være plukket ud af undervisningen. Svarene i posttest 2 for dette spørgsmål er for nogle af eleverne blevet mere personlige. Dette kommer til udtryk i, at der er opstået tre nye temaer i elevernes besvarelser.

Det mest interessante i disse resultater er, at svarkategorien personlige huskeregler er dukket op i kontrolgruppen. To af de tre elever som angiver en personlige huskeregel som svar, var de to som i posttest1 gav et indledende skridt mod et bevis. Et eksempel på denne type besvarelse giver elev 3 i kontrolgruppen, der skriver:

" Det er en brøk, så man ved derfor, at der skal trækkes noget fra. Ligesom hvis det var gange så skulle man lægge dem sammen, da gange og dividerer er modsat ligesom + og minus er modsat".

(bilag 10: 283)

Analyse af undervisningens effekt på læringsmålet " Forståelse af regnehierarkiet " over tid

I dette spørgsmål har vi i posttest1 og posttest2 identificeret fire forskellige temaer, som er følgende:

1) Eleverne kan ikke give et eksempel på et alternativt hierarki.
2) Elevernes alternative regnehierarki bygger ikke på rækkefølgen af operationer, men på at man skal regne fra venstre mod højre, eller højre mod venstre.
3) Eleverne har ikke forklaret hvad deres alternative regnehierarki bygger på. I deres udregning kunne det lige vel have været regne retning, som det kunne være, at man bytter om på rækkefølgen af operationer i hierarkiet, som deres alternative regnehierarki bygger på.
4) Elevernes alternative regnehierarki bygger på ombytning af rækkefølgen af regneoperationer.

Tabel 55. Hvordan respondenterne i de to grupper fordeler sig på de forskellige besvarelser

Besvarelse	Posttest1 stimuli gruppe	Posttest2 stimuli gruppe	Posttest1 kontrolgruppe	Posttest2 kontrolgruppe
Intet eksempel på alternativt regnehierarki				
Alternativt regnehierarki bygger på regneretning	1		4	5
Alternative regnehierarki kan bygge på såvel regneretning som ombytning af rækkefølgen af regneoperationer	5	8	3	4
Alternative regnehierarki bygger på ombytning af rækkefølgen af regneoperationer	2	1	1	1
Ikke besvaret	1		2	

Vi kunne ikke finde nogle tendenser i posttest1, da elevernes besvarelser var for uklare i, hvordan de havde bygget deres alternative regnehierarkier op. Denne tendens er vokset, da elevernes besvarelser er blevet endnu mere upræcise. Det er altså svært at konkludere noget ud fra disse resultater.

Analyse af undervisningens effekt på læringsmålet " Hvad er regneregler" over tid.

I dette spørgsmål har vi i posttest1 og posttest2 identificeret fem forskellige besvarelser, som er følgende:

1) Nej regnereglerne kunne ikke se anderledes ud.
2) Nej regnereglerne kunne ikke se anderledes ud, med mindre vi havde et alternativt regnehierarki.

3) Nej regnereglerne kunne ikke se anderledes ud, da de er bevisbare.
4) Kunne godt se anderledes ud.
5) Kunne godt se anderledes ud - de er bare en konvention.

Tabel 56. Hvordan respondenterne i de to grupper fordeler sig på de forskellige besvarelser

Besvarelse	Posttest1 stimuli gruppe	Posttest2 stimuli gruppe	Posttest1 kontrolgruppe	Posttest2 kontrolgruppe
Kunne ikke se anderledes ud, ingen begrundelse	1		4	
Kunne ikke se anderledes ud, ved mindre vi havde et alternativt regnehierarki		1	1	3
Kunne ikke se anderledes ud da de er bevisbare		2		1
Kunne godt se anderledes ud, ingen begrundelse	1	2		1
Kunne godt se anderledes ud regneregler er bare en konvention	7	4	4	3
Ikke besvaret			1	2

Vi kan i tabel 56 se, at i posttest1 virkede det til, at kontrolgruppen havde bedst styr på, hvad regneregler er, da fem ud af de ni der svarede, gav svaret, at regnereglerne ikke kunne se anderledes ud, mod kun en ud af ni i stimuligruppen. Denne tendens er blevet mere uklar. I stimuligruppen svarede tre ud af ni, at regneregler ikke kunne se anderledes ud, mod fire ud af de otte der besvarede spørgsmålet i kontrolgruppen. Generelt er svarerne i posttest2 nemmere at analysere, da der bliver givet en bedre argumentation. I kontrolgruppen er der ikke sket en speciel ændring af svarene.

I stimuligruppen er der markante ændringer i fire af elevernes besvarelser. En ændrede sit svar fra, at regneregler ikke kunne se anderledes ud, til at regnereglerne bare er konventioner. Eleven havde ingen begrundelse for sit svar i posttest1, dette kan skyldes, at elevens besvarelse i posttest1 har været præget af usikkerhed, og derfor er denne markante ændring i holdning ikke så underlig. Hvis vi ser på de tre andre, så går de alle fra at sige, at regneregler bare er konventioner, til at regneregler ikke kan ændres, da de er bevisbare eller kun kan ændres, hvis regnehierarkiet ændres. En af grundene til dette kan være, at eleverne i de to klasser som eksperimentet blev udført i, er blevet udsat for en del beviser i den mellemliggende tid imellem posttest1 og posttest2. Dermed har eleverne fået en bedre ide om, hvad det at udføre et bevis medfører af konsekvenser for den matematiske størrelse, vi beviser. Dette argument underbygges også i kontrolgruppen, hvor elevernes besvarelser i højere grad i posttest2 er blevet underbygget af argumenter. En yderlige observation der underbygger denne pointe er, at der er opstået en ny svarkategori, som ikke var til stede i posttest1. Nemlig den besvarelse hvor eleverne underbygger deres argument om, at regneregler ikke kunne være anderledes, da de er bevisbare.

Hvad betyder denne observation så for vores undersøgelse? Den gør det klart, at elever imellem posttest1 og posttest2 ikke har været i et fagligt vakuum. Resultater fra posttest2 kan ikke udelukkende ses som at være målinger på hvordan undervisningsformen, i de to undervisningsforløb som eksperimentet strakte sig over, har påvirket elevernes læringseffekt. Resultaterne fra posttest2 er også en måling af, hvordan elevernes læringseffekt er blevet påvirket imellem posttest1 og posttest2. I denne mellemliggende periode er begge klasser blevet undervist efter identiske undervisningstilgange. Dog skal det nævnes, at der er en højere arbejdsmoral i klassen, der udgjorde stimuligruppen. For at give et specifikt mål på dette, kan det nævnes at posttest2 blev taget på samme tid i de to klasser. Da posttest2 blev taget havde klassen, der udgjorde stimuligruppen, gennemgået ca. 70% af pensum, og klassen, der udgjorde kontrolgruppen, havde gennemgået ca. 50% af pensum.

Analyse af undervisningens effekt på læringsmålet ” Hvorfor vi har behov for et regnehierarki” over tid.

I dette spørgsmål har vi i posttest1 og posttest2 identificeret to forskellige temaer, som er følgende:

1) Mennesker skal være enige om, hvordan de tolker et regnestykke, for at vi alle får det samme resultat.
2) Så vi kommer frem til det korrekte resultat

Tabel 57. Hvordan respondenterne i de to grupper fordeler sig på de forskellige besvarelser

Besvarelse	Posttest1 stimuli gruppe	Posttest2 stimuli gruppe	Posttest1 kontrolgruppe	Posttest2 kontrolgruppe
Så vi alle får det samme resultat	9	8	7	8
Så vi får det korrekte resultat		1	2	1
Ikke besvaret			1	1

Umiddelbart er der ikke nogle markante forskelle på hvordan de to grupper klarede sig i posttest1 og posttest2. Dette kan skyldes, at det var et spørgsmål, som eleverne i begge grupper udviste stor sikkerhed i deres besvarelse af i posttest1.

Samlet konklusion af undervisningens effekt på dybdelæring over tid

Vores teoretiske forforståelse gav os den forventning, at læringseffekten på dybdelæring af et IBME forløb forblev i eleverne over tid, i højere grad end læringseffekten på dybdelæring af et deduktivt forløb. Denne forventning har vores data ikke underbygget. Umiddelbart har vi ikke kunne spore, at læringseffekten på dybdelæringen ikke forbliver identisk for de to undervisningsmetoder over tid. Vi skal dog huske, at resultaterne i disse test er præget af stor usikkerhed, ikke mindst på grund af vores validitetsproblemer og vores stikprøvestørrelse.

Vi har ud fra vores data fundet ud af, at de elever der har virket usikre i deres besvarelser i posttest1, har en større tendens til at ændre deres besvarelser markant.

I spørgsmål som eleverne generelt har haft svært ved, har de elever, som har besvaret spørgsmålet med større sikkerhed, haft en tendens til at omdanne denne viden til personlige huskeregler.

Det vigtigste resultat i denne undersøgelse er, at det lader til, at eleverne mellem posttest1 og posttest2 har fået en bedre forståelse af, hvad et bevis er, og hvad konsekvenserne af et bevis er for den matematiske størrelse, man beviser. Det, at dybdelæringen ikke befinder sig i et vakuum imellem posttest1 og posttest2, er endnu en understregning af, at vores data i posttest2 er udfordret på validiteten. Resultater fra posttest2 kan altså ikke udelukkende ses som at være en måling af hvordan undervisningsformen, i de to undervisningsforløb som eksperimentet strakte sig over, har påvirket elevernes læringseffekt. Det er også en måling af, hvordan elevernes læringseffekt er blevet påvirket imellem posttest1 og posttest2. Læringseffekten mellem posttest1 og posttest2 har vi set som en baggrundsvariabel, som vi har forsøgt at holde identisk for de to grupper ved at holde deres undervisning identisk mellem posttest1 og posttest2. Som allerede tidligere skrevet, så har klasserne fra start ikke været identiske. Dette har ikke ændret sig siden, og har derfor også haft indflydelse på læringseffekten af undervisningen i de to forløb, som tiden er gået.

En pointe vi nævner tidligere, er at traditionelle evalueringsmetoder som fx tests, ifølge mere sociokulturelle paragdimer, kan have en bias mod at favorisere de færdigheder, som deduktiv undervisning faciliterer. Man bør derfor ifølge Frisdahl et. al (2014) også evaluere under forhold, som ligner de forhold, som læringen er fundet sted under (Frisdahl et.al, 2014: 50-52). Vi har derfor suppleret vores evaluering med logbøger, som har til formål at teste elevernes færdigheder i en undervisningslignende situation. Hvis vores resultater i logbøgerne peger i samme retning, som vores resultater i testene, vil det øge validiteten af vores resultater.

Analyse af undervisningens umiddelbare læringsmæssige effekt ud fra logbøger:

Måden vi simulerede de undervisningslignende situationer, hvor logbøgerne blev foretaget under, er som tidligere skrevet, ved at eleverne har adgang til noter, undervisningsmateriale og eleverne har lov til at stille medstuderende og underviser spørgsmål. Eleverne fik ikke at vide, at de blev evalueret. De blev fortalt, at disse logbøger havde til hensigt at hjælpe dem med at repetere det, de havde lært i foregående lektion.

Hvor godt disse logbøger er foretaget under forhold der ligner undervisningssituationer, kan diskuteres. F.eks. en metakompetence som hvor gode eleverne vil være til selvstændigt at lave undersøgelser i matematik, kan vi ikke simulere i en undervisningslignende situation. Grunden til dette er en tidsmæssig restriktion, både i forhold til at det ville gå ud over den aftale, som vi havde med ledelsen om, hvor meget dette eksperiment måtte gribe ind i elevernes undervisning, og i forhold til omfanget af hvad vi havde af tid til at få lavet i denne opgave.

Som tidligere skrevet vil analysen af logbøger foregå efter samme princip som analysen af dybdelæringen i testen. Eleverne skulle besvare spørgsmålene i logbøgerne og indskrive dem på computer over to forløb på 20 minutter. Logbøgerne indeholdt i alt fem spørgsmål, hvor to af spørgsmålene havde til formål at evaluere elevernes regnefærdigheder, og tre af spørgsmålene havde til formål at evaluere dybdelæring. Spørgsmålene var som følger.

Spørgsmålene angående regnefærdigheder:

1) Udregn: $2^2 \cdot 2 + \frac{\sqrt{4}}{2} - 3 \cdot (6-3)$ husk udførlige mellemregninger.
2) Opskriv hvilke potensregneregler vi skal bruge til at udregne følgende stykker: $\frac{2^5}{2^3}$, 5^0

Spørgsmålene angående dybdelæring:

1) Hvorfor har vi brug for et regnehierarki?
2) Hvorfor er det ikke et problem, at nogle regneoperationer ligger på samme niveau i regnehierarkiet?
3) Kan du forklare hvorfor $a^0 = 1$?

Vi vil først præsentere de resultater, som har givet anledning til at betvivle logbøgernes validitet. Derefter vil vi præsentere de resultater, der afslørede noget om læringseffekten.

Analyse af elevernes besvarelse af spørgsmålet ” Opskriv hvilke potensregneregler vi skal bruge til at udregne følgende stykker: $\frac{2^5}{2^3}$, 5^0*”.*

I denne analyse fandt vi, at dette spørgsmål har forvirret eleverne. Langt størstedelen giver nogle meget usammenhængende svar, eller udregner blot regnestykkerne. Noget tyder altså på, at vi ikke var grundige nok i at sikre os, at eleverne havde forstået spørgsmålet. Vi vil derfor ikke gå ind i en dybere analyse af dette spørgsmål, da det har en meget lav validitet.

Analyse af elevernes besvarelse af spørgsmålet ” Hvorfor har vi brug for et regnehierarki”.

I denne analyse fandt vi, at der kan være problemer med den måde, vi har prøvet at simulere undervisningslignende tilstande under udførelsen af logbøgerne. Hvis vi ser på, hvordan eleverne har besvaret dette spørgsmål i tabel 58.

Tabel 58. Hvordan respondenterne i de to grupper fordeler sig på de forskellige temaer i spørgsmålet ”hvorfor har vi brug for et regnehierarki”.

Besvarelse	Antal i Stimuli gruppe	Antal i kontrolgruppe
Så vi alle får det samme resultat	9	11
Så vi får det korrekte resultat	5	7
Ikke besvaret	2	1

Grunden til at disse resultater giver anledning til bekymring er, at eleverne svarer på dette spørgsmål igen i posttest1, en uge efter de skriver disse logbøger. I posttest1 svarer 15 ud af 16 elever i stimuligruppen, at regnehierarkiet er til for at alle får det samme resultat. Enten kan vi konkludere, at eleverne ikke tilskriver den store meningsforskel til, hvilket af disse to svar de giver, eller også er eleverne mindre stringente med deres formuleringer i disse logbøger, end de er i en test situation. Enten mindskes validiteten af dette spørgsmål både i logbogen og i testene, eller også mindskes validiteten af alle resultater fra logbogen.

I de resterende spørgsmål fandt vi noget, der kunne indikere forskelle i læringseffekten i de to forløb, og vil derfor gå dybere ind i en analyse af disse.

Analyse af elevernes besvarelse af spørgsmålet ”udregn: $\mathbf{2^2 \cdot 2 + \frac{\sqrt{4}}{2} - 3 \cdot (6 - 3)}$ *husk udførlige mellemregninger”.*

Tabel 59. Hvordan respondenterne i de to grupper fordeler sig på de forskellige temaer i spørgsmålet ” udregn: $\mathbf{2^2 \cdot 2 + \frac{\sqrt{4}}{2} - 3 \cdot (6 - 3)}$ **husk udførlige mellemregninger”**

Besvarelse	Antal i Stimuli gruppe	Antal i kontrolgruppe
Korrekt	11	11
Fejl i udførelsen af en regneoperation	3	2
Fejl i hvilken rækkefølge regneoperationerne skal tages		3
Fejl men kan ikke afgøre ud fra mellemregningen hvad fejlen skyldes		1
Ikke besvaret	2	2

Den mest markante forskel er, at i stimuligruppen skyldes ingen af fejlene at regneoperationerne er taget i en forkert rækkefølge, hvorimod tre fejl i kontrolgruppen skyldes dette. Denne type af fejl afslører, at der er en lille tendens til, at kontrolgruppen har en dårligere forståelse af regnehierarkiet. To af fejlene som skyldes en forkert rækkefølge i regnehierarkiet er dog identiske, eftersom grupperne frit kan diskutere, kan det ikke udelukkes, at fejlen har spredt sig på grund af afskrift.

Analyse af elevernes besvarelse af spørgsmålet ”hvorfor er det ikke et problem at nogle regneoperationer ligger på samme niveau i regnehierarkiet”

Tabel 60. Hvordan respondenterne i de to grupper fordeler sig på de forskellige temaer i spørgsmålet ” Hvorfor er det ikke et problem at nogle regneoperationer ligger på samme niveau i regnehierarkiet”

Besvarelse	Antal i Stimuli gruppe	Antal i kontrolgruppe
Fordi det er underordnet hvilken operation vi tager først	13	12
Ikke besvaret	3	7

Der er en større andel af eleverne i kontrolgruppen, der ikke svarer på dette spørgsmål. Det kan tyde på, at kontrolgruppen havde en lidt mere usikker forståelse af, hvorfor regnehierarkiet struktur er, som den er.

Analyse af elevernes besvarelse af spørgsmålet " Kan du forklare hvorfor $\boldsymbol{a^0 = 1}$"

Tabel 61. Hvordan respondenterne i de to grupper fordeler sig på de forskellige temaer i spørgsmålet " Kan du forklare hvorfor $\boldsymbol{a^0 = 1}$"

Besvarelse	Antal i Stimuli gruppe	Antal i kontrolgruppe
$a^0 = \frac{a^n}{a^n} = 1$	2	1
$\frac{a^n}{a^n} = 1$	4	3
Fordi det er en potensregneregel	1	
Fordi det siger regnehierarkiet	1	
a gange med sig selv nul gange er 1	2	
Alt opløftet i 0 giver 1	1	2
Ikke besvaret	5	13

Lige som i det ovenstående er det mest markante i tabel 61 den store mængde af elever i kontrol gruppen, der ikke har besvaret spørgsmålet. Dette viser, at kontrolgruppen har været usikre på, hvordan de har skulle gribe dette spørgsmål an, trods de har haft mulighed for at spørge om hints til, hvordan de skulle gribe spørgsmålet an.

Samlet konklusion for logbøger og sammenligning af resultater med tests

Generelt fik vi ikke specielt meget ud af vores analyse af disse logbøger. Som nævnt kan en af grundene til dette være at eleverne, ikke i samme omfang som til testene, var motiverede til at give stringente svar eller svare i det hele taget.

Dog fik vi i spørgsmålet der skulle evaluere elevernes regnefærdigheder, inden for regnehierarkiet, at der var tre elever i kontrolgruppen, der var i tvivl om, hvordan man skulle bruge regnehierarkiet, hvor der ikke var nogle, der havde disse problemer i stimuligruppen.

Hvis vi sammenholder det med resultatet for regnefærdigheder i regnehierarkiet i posttest1, kan vi se, at stimuligruppen havde en smule flere korrekte svar, da de i gennemsnit havde 4,88 korrekte opgaver, hvor kontrolgruppen kun havde 4,68 korrekte opgaver i gennemsnit. Her stemmer vores resultater i logbøgerne fint overens med vores resultater i posttest1.

Resultaterne fra logbøgerne i forhold til dybdelæring viste en lille tendens til, at eleverne i kontrolklassen har en mere usikker forståelse af regnehierarkiet struktur. Dette læringsmål kunne vi desværre ikke udlede nogle tendenser for i posttest1, da størstedelen af elevernes besvarelser i dette spørgsmål var for uklart til, at vi kunne konkluderer på dem.

I forhold til spørgsmålet der skulle evaluere elevernes evner til at begrunde regneregler, viser logbogen, ligesom posttest1, at en stor andel af eleverne ikke er trygge ved dette læringsmål.

Diskussion af vores resultater

Vi har nu analyseret vores todelte problemstilling. Afsættet for analysen var teorien om undersøgelsesbaseret undervisning, og den overordnede ramme for undersøgelsen var et eksperiment i to hhx-klasser, hvoraf den ene udgjorde en stimuligruppe og den anden udgjorde kontrolgruppen. Inden for rammerne af eksperimentet indsamlede vi både kvantitative data og kvalitative data med det formål bedst at belyse den todelte problemstilling. For at konkretiserer hvad vi samlet kan konkludere ud fra analysens resultater, vil vi holde dem op mod hinanden og sætte dem i relation til vores teoretiske forventninger forud for undersøgelsen, som vi formulerede i form af vores tidligere fremlagte hypoteser.

Diskussion af resultater relateret til forskelle i den affektive del af læringsmiljøet

Først vil vi forholde os til hypoteserne, som var afledt af første del af problemstillingen:

"På hvilke måder er der forskel i den affektive del af de læringsmiljøer, som henholdsvis induktiv og deduktiv undervisning skaber?"

Vores to hypoteser blev formuleret som en H_0 og en H_1 der hhv. antager, at der ikke er en forskel i den affektive del af læringsmiljøerne, og at der er en forskel:

- H_0: Der er ikke forskel i den affektive del af de læringsmiljøer, som induktive- og deduktive undervisningsforløb skaber.
- H_1: Der er forskel i den affektive del af de læringsmiljøer, som induktive- og deduktive undervisningsforløb skaber.

Vores oplevelse af hvordan eleverne oplevede læringsmiljøet var, at eleverne i det induktive forløb lå højere end eleverne fra det deduktive forløb på samtlige af de fire kriterier, som vi måler den affektive del af læringsmiljøet ud fra. Hvis vi ser på elevernes oplevelse af læringsmiljøet ud fra spørgeskemaerne, stemmer de næsten overens med vores observationer.

Det eneste sted hvor der i spørgeskemaerne ikke var en signifikant forskel imellem de to stikprøver, var hvorvidt undervisningen havde faciliteret at eleverne tog ansvar for egen læring. Måden vi har operationaliseret dette på er, i hvilken grad eleverne tog ejerskab over den problematik, som de stod over for. Dvs. hvilken arbejdsindsats eleverne har lagt for dagen, og hvor gode eleverne har været til at holde fokus på opgaverne. Vores observationer afslører, at der var enorm forskel på graden af ansvar for egen læring i de to undervisningsforløb.

Så hvorfor er vores observationer af elevernes oplevelse så langt fra elevernes oplevelse af læringsmiljøet på dette punkt? Man kan pege på, at det kan skyldes, at læringsmiljøet i det deduktive forløb ikke giver eleverne særligt gode muligheder for at tage ansvar for egen læring. Hvis dette er tilfældet, vil vores observationer være markant forskellige for de to forløb, hvilket er tilfældet. Fra et elevperspektiv i det deduktive forløb, kan de imidlertid føle, at de har gjort, hvad de har kunne for at arbejde målrettet og fokuseret med hvad miljøet tilbød. Denne forklaring tillægger vi dog ikke megen forklaringskraft, da eleverne i det deduktive forløb, ifølge vores observationer, ikke arbejdede på niveau med hvad miljøet tilbød.

En anden mulig forklaring kan være, at eleverne måler deres egen indsats i forhold til deres klassekammerater. Det vil betyde, at eleverne i begge klasser, uagtet det specifikke læringsmiljø, vil vurdere deres egen indsats som værende ens, mens vi som observatører kan se en markant forskel i mellem de to klasser. Dette kan være en plausibel forklaring, da erfaring fortæller os, at elever ofte bruger klassekammerater som et udgangspunkt for selvevaluering.

En sidste forklaring kan være, at vi som deltagende observatør har været biased. Både i forhold til at vi havde en teoretisk forforståelse af, at induktiv undervisning ville føre til, at eleverne i højere grad tog ansvar for egen læring, men også fordi nogle af eleverne i kontrolklassen var negativt stemt mod undertegnede, hvilket kan have ført til, at vi ikke har haft den tilstrækkelige distance, og dermed ikke har været objektive i vores bedømmelse af klassens indsats.

Som helhed giver vores resultater, trods disse uklarheder omkring validiteten af målingerne for kriteriet ”ansvar for egen læring”, en meget klar konklusion på vores hypotese. Nemlig at der er forskel i den affektive del af de læringsmiljøer, som induktive og deduktive undervisningsforløb skaber. Denne forskel er, at induktiv undervisningen motiverer eleverne mere, skaber bedre rammer for at lære i en social kontekst, gør det nemmere for eleverne at arbejde med de problemstillinger, de er sat overfor, ud fra eget niveau, og selvom eleverne og undertegnede var uenige omkring dette, vil vi mene, at vi har sandsynliggjort, at induktiv undervisning også er bedre til at få eleverne til at tage ansvar for egen læring.

Trods det at vores resultater peger meget entydigt på denne konklusion, har vi stadig nogle problemer med kontrol af baggrundsvariable. Eksempelvis viste de to klasser sig som udgangspunkt at være langt fra identiske, hvilket svækker vores undersøgelses reliabilitet. I observationsøjeblikket var det svært at afgøre, om denne forskel skyldes klassesammensætningen, eller det at vi havde været personligt involverede med klasserne forud for undervisningen. Efter nu at have undervist begge klasser i 7 måneder kan vi med større sikkerhed sige, at det har skyldtes klassesammensætningen. Forholdet i mellem undertegnede som underviser og eleverne er efterhånden tæt på identisk. Dog er det stadig betydeligt sværere at få eleverne fra kontrolklassen til at være aktive i timerne. Dette bliver tydeligt ved, at vi eksempelvis i en typisk time når at gennemgå ca. 40-50 pct. mere af pensum i stimuliklassen end i kontrolklassen. Fagligt ligger de to klasser ikke så langt fra hinanden, men når det kommer til at kunne arbejde fokuseret og have engagement i det faglige, så er der en markant forskel i de to klasser. Ville vores resultater af vores eksperiment så være de samme, hvis vi havde byttet rundt på, hvilke af klasserne der blev udsat for hhv. deduktiv og induktiv undervisning? Det kan være svært at svare på. I eksperimenter hvor det er så svært at holde baggrundsvariable identiske, vil man først kunne drage en klar konklusion, hvis man gentager eksperimentet adskillelige gange, og får at en hovedvægt af resultaterne peger i samme retning. Idet vi vurderer, at der stadig er videnskabelige argumenter for at belyse specialets problemstilling, kan der derfor være god grund til at gentage det eksperiment, som nærværende opgave bygger på.

Nu hvor vi endeligt har konkluderet på, hvorvidt undervisningsformen påvirker hvordan eleverne opfatter læringsmiljøet, skal vi have afgjort, hvordan de to forskellige undervisningsformer påvirker læringseffekten af de gennemgåede læringsmål hos eleverne.

Diskussion af resultater relateret til forskelle i læringseffekten

I vores analyse af anden del af problemstillingen spurgte vi:

Kan man isolere en læringsmæssig effekt af induktiv undervisning

Spørgsmålet afgrænsede vi efterfølgende til at fokusere på hhv. regnefærdigheder og dybdelæringen. Det vil altså sige, at vi spurgte os selv:

1) *"kan man isolere en læringsmæssig effekt af induktiv undervisning i forhold til regnefærdigheder"*
2) *"kan man isolere en læringsmæssig effekt af induktiv undervisning i forhold til dybdelæring"*

For så vidt gælder den læringsmæssige effekt af induktiv undervisning i forhold til regnefærdigheder opstillede vi også en række hypoteser, som fremgår nedenfor:

- H_0: Der er ingen forskel i den læringsmæssige effekt af de to undervisningsforløb i forhold til regnefærdigheder.

- H_1: Induktiv undervisning har den største positiv effekt på den læringsmæssige effekt i forhold til regnefærdigheder.
- H_2: deduktiv undervisning har den største positiv effekt på den læringsmæssige effekt i forhold til regnefærdigheder.

Hvis vi ser på den umiddelbare læringsmæssige effekt af undervisningen, i forhold til regnefærdigheder, så fandt vi ikke, at der var nogen signifikant forskel i læringseffekten af de to undervisningsmetoder. Dette gik imod vores forventning om, at gruppen der blev undervist via det deduktive forløb, ville forbedre sig mest i disse læringsmål.

Vi kan, for at problematisere resultatet, pege på at kontrolgruppen i prætesten havde en højere score på de opgaver, som omhandlede regnehierarkiet, og derfor havde sværere ved at forbedre deres score i de opgaver i posttest1. Det synes dog ikke til at denne indvending har påvirket vores resultater, da resultaterne fra logbøgerne stemmer overens med vores resultater fra posttest1 i forhold regnefærdigheder i regnehierarkiet.

I forhold til den læringsmæssige effekt over tid viste det sig, som vi havde forventet, at de opgaver som omhandlede regnehierarkiet, ikke var et godt mål, da de ikke kan ses som udtryk for en læringsmæssig effekt af de undervisningsforløb, som eksperimentet indbefattede. Grunden til dette var, at eleverne, i den tid der var gået i mellem eksperimentet endte og posttest2 blev gennemført, har udført adskillige opgaver, som træner deres regnefærdigheder inden for regnehierarkiet.

Eleverne har imidlertid ikke beskæftiget sig med potens- og rodregneregler i særligt stort omfang siden eksperimentet. Disse opgaver var derfor et bedre mål for, hvorvidt undervisningsforløbene havde påvirket den læringsmæssige effekt over tid i forhold til regnefærdigheder. Vores resultat viser, som vi havde forventet, at der var en signifikant forskel i mellem den læringsmæssige effekt af induktive og deduktive forløb over tid. Helt konkret så viste effektstørrelsen, at den induktivt underviste klasse i gennemsnit ville få 1,52 standardafvigelse antal flere rigtige svar i potens- og rodregneregels-opgaver, end den deduktivt underviste klasse ville, hvilket er en stor effektstørrelse.

Vi kan dog også problematisere disse resultater. Da vi nåede til posttest2 var der kun ni tilbage i stimuligruppen, og ti tilbage i kontrolgruppen. Vi har altså nogle repræsentativitetsproblemer og kan, som følge heraf, konkludere, at vores eksterne validitet er lav, hvilket gør det svært at inferere vores resultater til populationen.

I forhold til vores hypotese, kan vi konkludere, at den umiddelbare læringseffekt af de to undervisningsforløb i forhold til regnefærdigheder er identiske. I spørgsmålet om læringseffekten over tid, kan vi imidlertid konkludere, at det i vores stikprøver er den gruppe, som er blevet udsat for induktiv undervisning, som har den største positiv effekt. Vi kan dog ikke generalisere dette resultat. I nedenstående vil vi behandle spørgsmålet om, hvorvidt man kan isolere en læringsmæssig effekt af induktiv undervisning i forhold til dybdelæring. Også her opstillede vi en række hypoteser:

- H_0: Der er ingen forskel i den læringsmæssige effekt af de to undervisningsforløb i forhold til dybdelæring.
- H_1: Induktiv undervisning har den største positiv effekt på den læringsmæssige effekt i forhold til dybdelæring.
- H_2: deduktiv undervisning har den største positiv effekt på den læringsmæssige effekt i forhold til dybdelæring.

Ud fra vores resultater kunne vi ikke finde nogen grund til at afvise, at læringseffekten af de to undervisningsforløb er identiske både umiddelbart og over tid. Vi må altså konkludere, at der ikke er forskel imellem den læringsmæssige effekt af de to undervisningsforløb i forhold til dybdelæring. Vi skal dog gøre opmærksom på, at både vores metode og vores analyse havde store validitetsproblemer. I forhold til metoden var der en del spørgsmål, der stillede for store krav til eleverne.

Som eksempel kan nævnes at vi bad eleverne om at begrunde en regneregel. Vi havde en forventning om, at eleverne ville være i stand til dette, da det var en del af læringsmålene. Vi havde dog ikke taget højde for, at eftersom vi brugte et struktureret undersøgelsesforløb i vores undervisning, hvor eleverne bliver tildelt en undersøgelsesstrategi, har eleverne ikke aktivt arbejdet med at komme op med undersøgelsesstrategier i matematik. Vores opgaver bad eleverne om at komme op med en undersøgelsesstrategi. Dette, mener NRC, vil ligge uden for, hvad vi kan forvente, at eleverne kan formå på egen hånd (NRC, 2000: 36). NRC's påstand passede på vores resultater, da det ikke lykkedes eleverne at komme op med en tilfredsstillende begrundelse.

I en anden opgave bad vi eleverne om at stille et regnestykke op, som ville give to forskellige resultater, hvis de brugte to forskellige regnehierarkier. Det var meningen, at dette spørgsmål skulle teste elevernes viden om regnehierarkiets struktur. Problemet var, at eleverne ikke specificerede, hvilken struktur deres alternative regnehierarki havde, og deres regnestykker afslørede i de fleste tilfælde ikke, hvad strukturen i deres alternative regnehierarki var. Vi havde altså ikke stillet spørgsmålet grundigt nok, da data som følge af eleverne upræcise besvarelser blev ubrugelige.

Som følge af at elevernes besvarelser var korte og ofte meget identiske, blev det svært, at konkludere ud fra udelukkende kvalitativ analyse. Vi blev som følge heraf nødt til at prøve at kvantificere vores resultater, hvilket giver validitetsproblemer. En måde, vi kunne have undgået mange af disse problemer på, var ved øge stilladsseringen på de spørgsmål, der skulle teste elevernes dybdelæring.

Trods vores problemer med at undersøge hvordan vi skulle sammenligne resultaterne for de to klasser, så fandt vi dog nogle tendenser i forhold til, hvordan dybdelæringen varierede i de to klasser. Ingen af disse resultater er dog så markante, at vi kan generalisere dem.

Vi fandt tegn på, at i forløb med mindre grad af stilladssering skal underviseren have fokus på at have en meget specifik institutionalisering. Grunden til dette er, at det ellers kan være svært at sikre, at de mentale billeder som eleverne har assimileret i forhold til læringsmålet, stemmer overens med den i pensum dikterede kulturelle viden.

Dette gør, at der sættes store krav til undervisere, der bruger IBME metoden. Det kræver meget forberedelsestid at strukturerer et forløb med en undersøgelse, der kan få eleverne på rette kurs mod de specifikke læringsmål. Samtidig skal underviseren opsætte en institutionalisering, der kan tage højde for alle de mentale billeder, som eleverne har om læringsmålet, og få dem rettet mod det i pensum dikterede kulturelle læringsmål. Dette resultat kan også være biased af, at man som forholdsvis ny lærer, og ikke har den store erfaring med at designe induktive undervisningsforløb.

Vi fandt også tegn på, at elever, der var undervist ved induktive undervisningsforløb, havde en mere kritisk indstilling til matematiske størrelser, hvorimod elever fra det deduktive forløb havde en mere statisk forståelse af matematiske størrelser. Om dette er ønskværdigt for matematik, i samme omfang som det er ønskværdigt i de andre naturfag, er som tidligere skrevet en videnskabsteoretisk diskussion, vi ikke vil komme nærmere ind på i denne opgave.

Ud fra vores resultater kan vi konkludere, at man ikke entydigt kan anbefale IBME som undervisningsmetode. Det tager betydeligt længere tid at designe et induktivt forløb, og læringseffekten hos eleverne virker ikke umiddelbart til at følge derefter.

I forhold til vores teori havde vi en klar forventning om at induktiv undervisning har en mere positiv effekt på dybdelæringen, end deduktiv undervisning. Det kunne vi imidlertid ikke finde tegn på i vores resultater. Wynne Harlen (2011) bidrager med en forklaring på hvorfor dette kan være tilfældet, når hun skriver:

"…at forskellene mellem naturfagsundervisning gennem undersøgelse og andre tilgange til undervisning er temmelig subtile, så "behandlingen" skal køre over ret lang tid for at give de langsigtede virkninger en chance på præstationsniveauet"

(Harlen: 2011: 59)

Ifølge Harlen har vores undervisningsforløb ikke strakt sig over lang nok tid til, at vi har kunne se den ønskede effekt.

Vi har imidlertid fundet nogle resultater, der kan underbygge denne pointe fra Harlen. Tidligere i opgaven har vi skrevet, at det er et velkendt faktum, at mange elever taber interessen for naturvidenskab. Dette faktum kan, til en hvis grad, underbygges af udtalelser fra vores fokusgruppeinterviews. Da samtlige elever påpeger, at den faktor der havde størst indvirkning på deres motivation, var, at de lige var startet på uddannelsen.

Vores resultater i forhold den affektive del af læringsmiljøet viser, at induktiv undervisning har egenskaber, der motiverer eleverne mere, skaber bedre rammer for at lære i en social kontekst, gør det nemmere for eleverne at arbejde med de problemstillinger, de er sat overfor, ud fra eget niveau, og er bedre til at få eleverne til at tage ansvar for egen læring. Det virker ikke som en alt for spekulativ påstand, at disse egenskaber ville kunne være med til at bibeholde elevernes interesse i matematik i længere tid, end deduktiv undervisning ville være i stand til. Denne yderligere interesse kunne være med til at påvirke, at den læringsmæssige effekt, hvis man kørte forløbene over længere tid, ville være større hos de elever, der var udsat for induktiv undervisning.

Konklusion

Mange instanser af politisk og forskningsmæssig karakter ser induktiv undervisning som noget matematikundervisningen på landets ungdomsuddannelser bør stræbe efter at få implementeret i en højere grad. Imidlertid virker det som om at ønsket om øget implementering er stødt på nogle adaptionsvanskeligheder. Det viser sig bl.a. ved at implementeringsgraden er lav, og at der er mange lærere der udtrykker frustrationer, over at de induktive metoder er besværlige og ikke giver den forventede læringsmæssig effekt hos eleverne.

Det motiverede os til at undersøge det teoretiske og empiriske fundament, for undersøgelsesbaseret matematikundervisning. Ud fra dette fandt vi at det empiriske fundament ikke var til stede i litteraturen, og vi besluttede os derfor for at ville lave en empirisk undersøgelse ud fra følgende problemstilling:

På hvilke måder er der forskel i den affektive del af de læringsmiljøer som henholdsvis induktiv og deduktiv undervisning skaber, og kan man isolere en læringsmæssig effekt af induktiv undervisning?

Vores undersøgelse havde karakter af at være et eksperiment, hvor vi ville sammenligne deduktiv og induktiv undervisning. For at gøre det indsamlede vi data af kvantitativ såvel som kvalitativ karakter. Vi ønskede med denne data, at undersøge både faktuelle forhold omkring elevernes egenskaber inden for regnefærdigheder og elevernes individuelle verdensbillede både i forhold til deres oplevede læringsmiljø, og om der var forskel på den måde elever forstår matematiske objekter, når de er tillært igennem de to forskellige undervisningstilgange.

Hvis vi udelukkende ser på de resultater som fokuserede på den umiddelbare effekt af undervisningen, så støtter vores resultater op om modstanderne mod induktiv undervisning. Vores resultater antydede nemlig at den induktiv metode, er besværligt at tilrettelægge undervisning indenfor, og at der ikke er nogen forskel på elevernes læringsmæssige effekt af de to forløb.

Hvis vi dog ser på vores resultater over tid, så viste der sig tegn på at induktiv undervisning godt kan være den foretrukne undervisningsform. Vi fandt at læringseffekten på elevers regnefærdigheder, forbliver i eleverne signifikant bedre over tid, når denne læringseffekt er sket i et induktivt undervisningsforløb. Vi fandt derudover også at induktiv undervisning motiverer eleverne, skaber bedre rammer for gruppearbejde, giver eleverne bedre mulighed for at tage ansvar for egen læring og at det er nemmere for eleverne at gå til de opstillede faglige udfordringer ud fra eget niveau i højere grad end deduktiv undervisning. Alle disse egenskaber er noget den konstruktivistiske læringsteori peger på, vil medføre bedre undervisning. Det at induktiv undervisning skaber et læringsmiljø, hvor disse egenskaber er tilstede i højere grad end i deduktiv undervisning, er derfor en god indikation på, at hvis man underviste efter induktive metoder over en længere periode, så vil det afføde et øget læringsafkast hos eleverne.

Vores delundersøgelser havde alle validitetsproblemer, som i de fleste tilfælde gør det svært at generalisere vores resultater. Dog var de fleste af problemerne forventelige ifølge litteraturen, da det generelt er svært at holde baggrundsvariable identiske i eksperimenter af denne karakter. Resultaterne vil først kunne generaliseres, hvis man ved gentagne forsøg når samme resultat. Det vurderer vi, at der er videnskabelige argumenter for at gøre, da vi fortsat mangler et solidt empirisk fundament, som kan retfærdiggøre undersøgelsesbaseret matematikundervisning.

Litteraturliste

Bøger

- Bass, J.E., Contant, T.L. & Carin, A.A. (2009). Teaching Science as Inquiry. Boston, MA: Allyn & Bacon
- Beard, Colin; Wilson, John P (2007): " A Best Practice Handbook ffor Educators and Trainers" 2. Udgave, Kogan Page Limited
- Bybee, Roger W., Powell, Janet Carlson & Trowbridge, Leslie W. (2008). Teaching Secondary School Science – Strategies for Developing Scientific Literacy, Ninth Edition, Upper Saddle: Pearsson Prentice Hall
- Bøgh Andersen, Lotte; Klemmensen, Robert; Møller Hansen, Kasper (2012): "Metoder i Statskundskab", 2 udgave, Kbh., Hans Reitzel
- Campbell, Donald T.; Stanley, Julian C. (1963): "EXPERIMENTAL AND QUASI-EXPERIMENTAL DESIGNS FOR RESEARCH" Houghton Miffin Company
- Ditlevsen, Susanne; Sørensen, Helle (2010):" Introduktion til statistik" 2. Udgave Institut For Matematiske fag Københavns Universitet
- Dolin, Jens; Kaspersen, Peter (2013): "Læringsteorier" i Damberg et. al. *Gymnasiepædagogik, en grundbog*, 2. udgave, Hans Reitzel
- Field, Andy (2012): "DISCOVERING STATISTICS USING IBM SPSS STATISTICS" 4. Udgave SAGE Publications Ltd
- Frisdahl, Klavs; Dolin, Jens; Nielsen, Jan Alexis; Jacobsen, Lærke Bang; Bruun, Jesper (2014): "Kompendium: Inquiry Based Science Education – IBSE"- Termer, metoder, tankegang og erfaring" Faculty of Scince, University of Copenhagen.
- Johnson, Janet Buttolph; Reynolds H.T.; Mycoff, Jason D. (2008): "Political Science Research Methods" 6. udgave, Washington D.C: CQ Press
- Krogstrup, Hanne Kathrine; Kristiansen, Søren (2015): "Deltagende observation" 2. udgave, Kbh., Hans Reitzel
- Kvale, Steinar (1997): "InterView, en introduktion til det kvalitative forskningsinterview" Kbh., Hans Reitzel

- Kvale, Steinar; Brinkmann, Svend. (2009). Interview: Introduktion til et håndværk. 1.udg. København: Hans Reitzel
- National Research Council (1996):"National Science Education Standards" NATIONAL ACADEMY PRESS, Washington DC
- National Research Council (2000):"Inquiry and the National Science Education Standards- A guide for teaching and Learning" NATIONAL ACADEMY PRESS, Washington DC
- National Research Council (2012):"A FRAMEWORK FOR K-12 SCIENCE EDUCATION- Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas" NATIONAL ACADEMY PRESS, Washington DC
- Marsh, Davi; Stoker, Gerry (2002): " Theory and Methods in Political Science" 2. Udgave, PALGRAVE MACMILLAN
- Olsen, Ole W (1995): "Matematik M1, for obligatorisk niveau" 2. udgave, Forlaget Basis
- Sønderskov, Kim Mannemar (2011): " Stata- en praktisk introduktion" Hans Reitzels Forlag

Videnskabelige artikler

- Abramovitz, Buma; Berezina, Miryam; Berman, Abraham (2006):"How not to formulate multiple choice problems" I International Journal of Mathematical Education in Science and Technology p. 428- 437
- Artique, Michèle; Blomhøj, Morten (2013): "Conceptualizing inquiry-based education in mathematics" i ZDM Mathematics Education 2013-45 p 797-810
- Barbé, Joaquim; Bosch, Marianna; Espinoza, Lorena; Gascón, Josep (2005):" DIDACTIC RESTRICTIONS ON THE TEACHER'S PRACTICE: THE CASE OF LIMITS OF FUNCTIONS IN SPANISH HIGH SCHOOLS" i Educational Studies in Mathematics 2005-59 p. 235-268
- Barrow, Lloyd H. (2006):"A Brief History of Inquiry:From Dewey to Standards" i Journal of Science Teacher Education 2006-17, p. 265-278

- Braun, Virginia; Clarke, Victoria (2006): “Using Thematic analysis in psychology” i Qualitative Research in Psychology, 2006, Vol. 3(2), p. 77-101.
- Crawford, Barbara A. (2014):”From Inquiry to Scientific Practices in the Science Classroom” i Handbook of Research on Science Education, Jul 2014 p. 515-541
- Chevalard, Yves (2005): ”Steps towards a new epistemology in mathematics education” i European Research in Mathematics Education IV p. 21-30
- Hansen, Rune; Hansen Povl (2013): ”Undersøgelsesbaseret matematikundervisning” i MONA 2013-4 – 36-54
- Doolittle, Peter E. (1995): ”Understanding Cooperative learning through Vygotsky’s Zone of Proximal Development” Conference on Excellence in College Teaching (Columbia, SC, June 2-4, 1995).
- Felder. Richard M.; Brent, Rebecca (1996): “Navigating the Bumpy Road to Student-Centered Instruction” I College Teaching, 1996, Vol. 44(2), p. 43-47
- Harlen, Wynne (2011): ” Udvikling og evaluering af undersøgelsesbaseret undervisning” i MONA 2011-3, p. 46-70
- Hersant, M. & Perrin-Glorian, M.-J. (2005). Characterization of an ordinary teaching practice with the help of the theory of didactical situations. Educational Studies in Mathematics 59, 113–151.
- Kirschner, Paul A.; Sweller, John; Clark, Richard E. (2006): ”Why Minimal Guidance during Instruction Does Not Work: An Analysis of the Failure of Constructivist, Discovery, Problem-Based, Experiential, and Inquiry-Based Teaching” i Educational Psychologist, 2006, Vol. 41 (2), p. 75-86
- Michelsen, Claus (2011): “IBSME - inquiry-based science and mathematics education” i MONA 2011-3, p. 72-77
- Prince, Michael; Felder, Richard (2006): “Inductive Teaching and Learning Methods: Definitions, Comparisons, and Research Bases” I Journal of Engineering Education, Apr 2006, Vol. 95 (2), p. 123-138

- Tosev, Julian (2007):” Forskningslignende situationer- En empirisk, didaktisk undersøgelse af et eksperimentelt matematikforløb for danske gymnasieelever” INSTITUT FOR NATURFAGENES DIDAKTIK
- Winsløw, Carl; Matheron, Yves; Mercier, Alain (2012): ”Study and research courses as an epistemological model for didactics” i Educ. Stud. Math 2013-83 p. 267-284

Hjemmesider

- Undervisningsministeriet (2013): Bekendtgørelse om uddannelsen til højere handelseksamen. BEK nr 777 af 26/06/2013. Kbh. Lokaliseret den 1. Marts 2016 på (https://www.retsinformation.dk/forms/R0710.aspx?id=152537)
- Undervisningsministeriet (2015): ”Matematik C – Hhx Vejledning / Råd og vink” lokaliseret den 18. februar 2016 på https://www.uvm.dk/Uddannelser/Gymnasiale-uddannelser/Fag-og-laereplaner/Fag-paa-hhx/Matematik-hhx

Bilag 1. Undervisningsmanuskript for regnehierarki induktivt, inkl. observationer

NB. Det der står i parentes er mine observationer ()

Regnehierarki induktivt manuskript

(Der var 25 ud af 27 elever tilstede. Strukturen i klasserne på denne HHX er at eleverne er inddelt i fokusgrupper med 4-5 elever. Eleverne i fokusgrupperne har til ansvar at hjælpe hinanden med at holde styr på afleveringsdatoer, lektier og skal sørge for at være i kontakt med hinanden så de kan give vigtig information videre til lærerne. Dette kommer også til udtryk i bordopstillingen. Bordene er opstillet som ø'er hvor hver fokusgruppe har hver deres ø. Jeg er klasselærer for denne klasse hvilket vil sige at vi har tilbragt hele introugen sammen og eleverne er trygge ved mig på forhånd).

Intro 20 min.

Test 20 min

Undervisningsplan

<u>10 min : Hvorfor har vi behov for et regnehierarki?</u>

Underviser: Lad os begynde med at se på hvad 5·7+2 er lig med (alle elever regner)

Nogle svarer 37 og andre 45. På grund af forskellige resultater opfordres elevener til at prøve igen. Denne gang med geogebra

(Der var 3 der tilkendegav at de mente at svaret var 37, først da jeg spurgte om der ikke kunne være at vi skulle sige $5 \cdot (2+7)$, altså at man addere før man multiplicerer, var der 4 der sagde at de mente at svaret var 45. Efter dette var der flere der sagde at de mente at svaret var 37).

Underviser: Prøv at regne igen, denne gang med geogebra.

Underviser: Kommer I frem til samme resultat ved hjælp af geogebra?

Underviser: Er der nogle af jer der ved hvorfor geogebra siger at det rigtige svar er 37 og ikke 45?

Svar: Fordi vi multiplicerer før vi adderer

Underviser: Hvorfor er det vigtigt at folk får samme resultat når vi løser 5·7+2?

Svar: Så man kan kommunikere matematisk.

Underviser: Ligesom at det er vigtigt, at folk er enige om, at man skal læse fra venstre mod højre så man ikke er i tvivl om at der her står ”kontrol”. Hvis folk ikke var enige om læseretningen så ville nogle læse det som kontrol og andre som, det kan I nok selv se. Vi ville altså have svært ved at kommunikere på skrift hvis vi ikke er enige om at læse fra venstre mod højre. Ligeså er det med matematik - vi ville have svært ved at kommunikerer matematik til hinanden hvis vi ikke var enige om at vi skulle multiplicere før vi adderer.

<u>20 min. : Hvordan ser regnehierakiet ud? Hvorfor kan vi tillade at nogle operationer, har samme hierakiske niveau?</u>

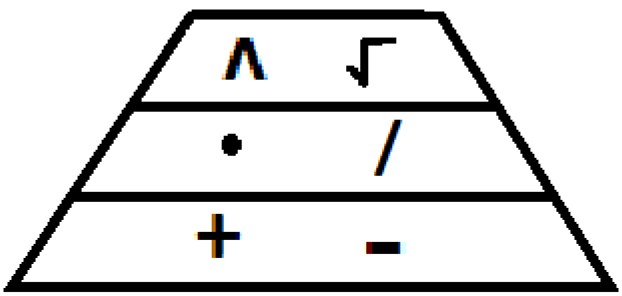
Underviser: I denne time skal vi udover at lære regnehierarkiet, også prøve at lave undersøgelser i matematik. Lige som man i fysik og kemi laver laboratorieundersøgelser, kan man også lave undersøgelser i matematik. Det skal I prøve nu. Sammen med jeres sidemand skal I nu undersøge vha. geogebra hvordan operationerne plus, minus, gange, dividerer, potenser og rødder befinder sig i forhold til hinanden i regnehierarkiet. I geogebra skal I skrive nroot(x,n) for at lave rødder. I skal undersøge dette ligesom vi undersøgte hvad det rigtige svar på 5·7+2 var og derfra kunne konkludere at · kommer før + i regnehierarkiet.

(Underviseren gav nogle eksempler på hvordan man bruger nroot(x,n)).

Eleverne skal argumentere mod hinanden for deres synspunkter. De debatterer bl.a. hvorfor nogle af operationerne, er på samme niveau. Forventningen er, at de indser, at det er fordi det er ligegyldigt hvilken man tager først.

(Der var lidt problemer med at komme i gang, eleverne var ikke helt sikre på hvordan de skulle undersøge. Efter et stykke hvor jeg gav hints stoppede jeg eleverne og gav dem et direkte eksempel på hvordan de skulle gøre på tavlen. Dette fik eleverne i gang. De nåede dog ikke at placere alle operationerne. Så vi lavede de sidste undersøgelser i fællesskab på tavlen, hvor jeg satte opgaverne op og eleverne debatterede. (skal måske uddelegere opgaverne i de forskellige fokusgrupper en anden gang))

Underviser: Vi har nu regnehierakiet:



<u>10. min hvad er parentesens rolle i regnehierarkiet?</u>

Underviser: Prøv med geogebra at udregne:

1. *(3 + 3) · 7 og 3 + 3 · 7.*

   Forventninger er at eleverne kommer frem til to forskellige resultater hhv. 42 og 24

2. $\sqrt{4} + 12$ *og* $\sqrt{}(4 + 12)$. *(obs. man kan også skrive det sidste som* $\sqrt{4 + 12}$ *)*

   Forventningen er at eleverne kommer frem til to forskellige resultater hhv. 14 og 4

3. *4+8/2 og (4+8)/2. (obs. Man kan også skrive det sidste som* $\frac{4+8}{2}$ *)*

   Forventningen er at eleverne kommer frem til to forskellige resultater hhv. 8 og 6

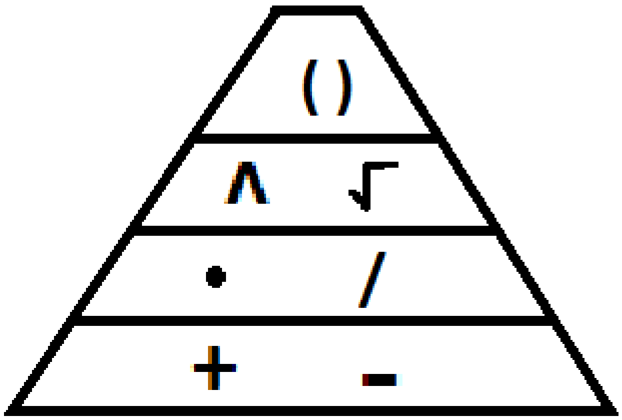
4. *$3+2^2$ og $(3+2)^2$*

   Forventningen er at eleverne kommer frem til to forskellige resultater hhv. 7 og 25

Underviser: Diskuter med jeres sidemand hvad parentesen gør?

Svar: Den bryder regnehierakiet. Hvis noget er i parentes skal det altid regnes først.

Underviser: Så nu kan vi sætte vores regne hierarki op:



(Delen ovenover forløb efter planen)

<u>15 min. Kunne regnehierarkiet se anderledes ud?</u>

Underviser: Men hvorfor har vi behov for at bryde regnehierarkiet, eller sagt lidt anderledes hvorfor har vi behov for parenteser? Prøv at svare på dette: Find arealet af et kvadrat hvor hver side er lavet af en pind på 3 cm. og en pind på 2 cm (tegn kvadratet på tavlen), hvis vi ikke må bruge parenteser dvs. at vi ikke må addere før vi multiplicerer.

Forhåbentligt er der et par stykker der kommer frem til $3 \cdot 3 + 3 \cdot 2 + 3 \cdot 2 + 2 \cdot 2$

(4 ud af 6 grupper kom frem til resultatet uden hjælp).

Underviser: Hvordan ville I gøre dette hvis I måtte bruge parenteser dvs. addere før I multiplicere?

Svar: $(3+2) \cdot (3+2)$

Underviser: I nederste sætning kan I altså se, at der vil vi gerne bytte lidt ud i regnehierarkiet. Vi vil gerne addere før vi multiplicere.

Matematik er bl.a. til for at løse problemer og vi kan jo se, at nogle problemer gerne vil have, at vi addere før vi multiplicere så derfor har vi brug for at kunne bryde regnehierarkiet.

Underviser: Nu, hvor vi har set at vi nogle gange hellere vil starte med, at addere fremfor at multiplicere, hvorfor har vi så et regnehierarki, hvor multiplikation kommer før addition?

Svar: regnehierarkiet er en menneskelig skabt konvention

Underviser: Som tidligere sagt er det vigtigt, at alle mennesker følger samme regnehierarki ligesom det er vigtigt, at vi er enige om hvordan vi læser. Så man har besluttet, at alle skal bruge et regnehierarki, hvor vi starter med at udregne det der står i parentes, så regner vi potenser og rødder, derefter multiplikation og division og til sidst addition og subtraktion

(Passede fint med tiden).

(Eleverne virkede entusiastiske og arbejdsomme)

(Stort set alle elever nåede at være på banen)

Bilag 2. Undervisningsmanuskript for regnehierarki deduktivt, inkl. observationer

NB. Det der står i parentes er mine observationer ().

Regnehierarki deduktivt design.

(Der var 24 ud af 28 elever tilstede. Klasserne på denne HHX er inddelt i det vi kalder fokusgrupper med 4-5 elever. Eleverne i fokusgrupperne har til ansvar at hjælpe hinanden med at holde styr på afleveringsdatoer, lektier og skal sørge for at være i kontakt med hinanden så de kan give vigtig information videre til lærerne. Dette kommer også til udtryk i bordopstillingen. Bordene er opstillet som ø'er hvor hver fokusgruppe har hver deres ø. Det skal noteres at denne time er den første hvor jeg har mødt eleverne som matematik lærer. Jeg har mødt klassen før som fodbold dommer i intro ugen. Grunden til at dette er relevant er at der var et par stykker fra denne klasse som var irriterede over mine evner som fodbold dommer. Jeg fik selvfølgelig nedtonet dette, men der var et par stykker der stadig bar nag).

Intro 20 min.

Test 20 min

Undervisningsplan

<u>20 min : Hvordan ser regnehierarkiet ud? Og hvorfor har vi behov for et regnehierarki?</u>

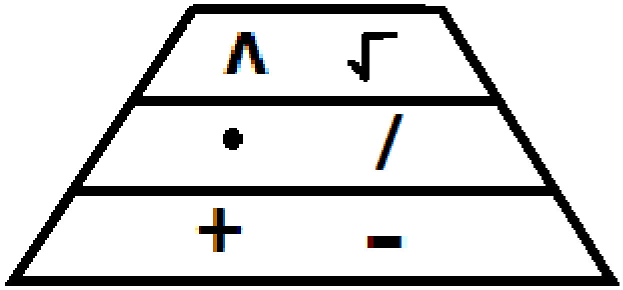
Underviser: Lad os starte med at se på, hvad er 5·7+2

nogle svarer 37 og andre 45.

(Der var 4 der svarede 37 og 2 der svarede 45)

Underviser: Vi kan altså se at svaret afhænger af om vi addere eller multiplicere først (forklarer på tavlen). Derfor er man inden for matematik blevet enige om en rækkefølge som vi skal følge når vi regner.

Nemlig regnehierarkiet



Så vi kan altså se at vi skal multiplicere før vi addere og derfor er svaret 37.

Underviser Hvorfor er det vigtigt at folk får samme resultat når vi løser $5\cdot 7+2$*?*

Underviser: Ligesom at det er vigtigt, at folk er enige om, at man skal læse fra venstre mod højre så man ikke er i tvivl om at der her står kontrol. Hvis folk ikke var enige om læse retningen så ville nogle læse det som "kontrol" og andre som, det kan I nok selv se. Vi ville altså have svært ved at kommunikere på skrift hvis vi ikke er enige om at læse fra venstre mod højre. Ligeså er det med matematik vi ville have svært ved at kommunikerer matematik til hinanden hvis vi ikke var enige om at vi skulle multiplicere før vi addere.

Så det er altså meget vigtigt at vi er enige om vores regnehierarki, så alle læser $5\cdot 7+2$ *på samme måde*

fx: $5^2\cdot 5-25\cdot 4= 25\cdot 5-25\cdot 4$ *da potenser kommer før multiplicering og subtraktion*

$25\cdot 5 - 25\cdot 4 =125-100$ *da multiplicering kommer før subtraktion* $125-100=25$

Sammen med jeres sidemand skal I nu regne følgende opgaver. I skal dele opgaverne imellem jer, og forklarer jeres mellemregninger til hinanden, ud fra regnehierarkiet. Kontroller med geogebra om I har fået det korrekte resultat. For at lave rødder i geogebra skal I skrive nroot(x,n):

(Jeg gav nogle eksempler på hvordan man bruger nroot(x,n).)

1) $2\cdot 5-2=8$ 2) $(-3)+4\cdot 2=5$, 3) $4/2-1=1$, 4) $2^2\cdot 5=20$,

5) $5 + \sqrt{4}$=7   6) 4^2-2·3·$\sqrt{4}$ =4   7) 16/2-$\sqrt{16}$/4=7   8) 10^2·3-200/$\sqrt{4}$=200

(Det var meget begrænset med kommunikationen i grupperne. De var ikke meget for at forklare deres resultater til hinanden. Jeg gik derfor rundt og stillede spørgsmål, for at få eleverne til at forklare hvordan de havde brugt regnehierarkiet.)

(Eleverne var noget umotiverede og det var langt fra alle der nåede igennem. Vi opsamlede på tavlen for at alle fik set udregninger og resultater)

<u>Giver det problemer at der er flere operationer på samme trin i regnehierarkiet?</u>

Underviser: Er det problematisk at der står flere operationer på samme niveau i regnehierarkiet?

Det at 2 operationer står på samme trin, betyder at det er irrelevant hvilken operation, vi tager først.

f.eks: $\sqrt[3]{8}^{3}$. *hvis vi tager kubikroden først får vi* $\sqrt[3]{8}^{3}=2^3=8$, *hvis vi tager potensen først får vi* $\sqrt[3]{8}^{3}=\sqrt[3]{512}=8$. *Vi får altså det samme resultat, lige meget hvilken operation vi tager først.*

Lad os prøve med stykket 2+1-2=3-2=1 , 2+1-2=2+(-1)=1

Og til sidst 2·4/2=8/2=4 , 2·4/2=2·2=4

Sammen med jeres sidemand skal I nu regne følgende opgaver, I Skal, ud fra regnehierarkiet, forklare jeres mellemregninger til jeres sidemand I skal udregne hver opgave 2 gange hvor I tager operationerne i forskellig rækkefølge:

15-3+3 :   15-3+3= 12+3=15 ;   15-3+3=15-0 = 15

15-27+3:   15-27+3= -12+3=-9 ;   15-27+3= 15-24 = -9

5·7/7:   5·7/7=35/7=5   ;   5·7/7=5·1=5

(Jeg havde opfanget at der var stor forskel i hvor motiverede eleverne var. Jeg prøvede derfor at give ansvaret som moderator til dem, jeg havde opfanget som værende de mest motiverede. Det hjalp desværre ikke. Der blev stort set ikke snakket i grupperne.)

(Vi samlede op på tavlen for at få alle igennem.)

<u>20. min hvad er parentesens rolle i regnehierarkiet.</u>

Underviser: Det er dog nogen gange sådan at vi gerne vil kunne bytte rundt i rækkefølgen i regnehierarkiet til dette bruger vi parenteser.

Parentesen bryder regnehierarkiet. Hvis noget er i parentes skal det altid regnes først.

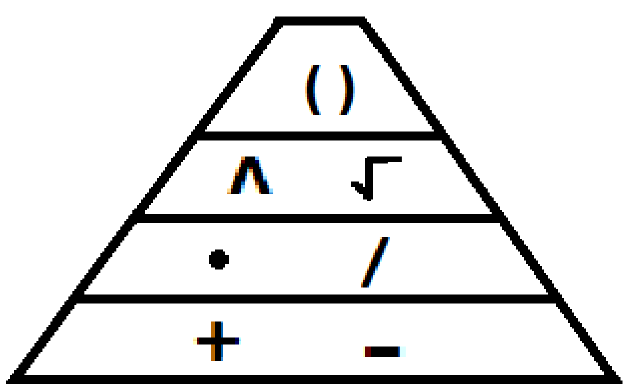
Eks.: $5+7\cdot 2=5+14=19$

Hvis vi har en parentes: $(5+7)\cdot 2=13\cdot 2=26$

Eks.: $8-4/2=8-2=6$

Hvis vi har en parentes $(8-4)/2=4/2=2$

Så regnehierarkiet må altså se således ud:



Udregn sammen med jeres sidemand følgende opgaver. I skal forklare jeres mellemregninger ud fra regnehierarkiet til hinanden. Kontroller resultater med geogebra.

1. $(3 + 3) \cdot 7$ *og* $3 + 3 \cdot 7$.

Forventninger er at eleverne kommer frem til to forskellige resultater hhv. 42 og 24

2. $\sqrt{4} + 12$ *og* $\sqrt{}(4 + 12)$*. (obs. man kan også skrive det sidste som* $\sqrt{4 + 12}$ *)*

Forventningen er at eleverne kommer frem til to forskellige resultater hhv. 14 og 4

3. 4+8/2 og (4+8)/2. (obs. Man kan også skrive det sidste som $\frac{4+8}{2}$ *)*

Forventningen er at eleverne kommer frem til to forskellige resultater hhv. 8 og 6

4. $3+2^2$ *og* $(3+2)^2$

Forventningen er at eleverne kommer frem til to forskellige resultater hhv. 7 og 25

(En del af eleverne var umotiverede og jeg skulle være over dem for at få dem til at lave noget)

<u>15 min: Kunne regnehierarkiet se anderledes ud?</u>

Underviser: Det er ikke alle problemer der er lige lette at løse hvis vi skal holde os til dette regne hierarki

Nogle gange vil vi f.eks. gerne addere før vi multiplicere dette kan gøres vha. parenteser.

fx: Vi vil gerne finde arealet af et kvadrat hvor hver side er lavet af en pind på 3 cm. og en pind på 2 cm.

Tegn kvadrat

For at finde arealet deler jeg op i 4 mindre firkanter som jeg udregner arealet på hver især og lægger sammen og får $3 \cdot 3 + 3 \cdot 2 + 3 \cdot 2 + 2 \cdot 2 = 25$

Tegner og forklare på tavlen

Vi kan se at det er noget lettere hvis vi må starte med at lægge længderne sammen da vi så står med regne stykket $5 \cdot 5$

Tegner og forklare på tavlen

Dette kan vi gøre ved hjælp af parenteser.

Nemlig ved at skrive $(3+2) \cdot (3+2) = 5 \cdot 5 = 25$

Underviser: Matematik er til for at løse problemer og vi kan jo se at nogle problemer gerne vil have at vi bytter lidt ud i rækkefølgen i regnehierarkiet, så derfor har vi brug for at kunne bryde regnehierarkiet vha. parenteser.

Nu hvor vi har set at vi nogle gange hellere vil starte med fx at addere fremfor at multiplicere hvorfor har vi så valgt at have et regnehierarki hvor multiplikation kommer før addition?

Som tidligere sagt er det vigtigt at alle mennesker følger samme regnehierarki ligesom det er vigtigt at vi er enige om hvordan vi læser. Så man har besluttet at alle skal bruge et regnehierarki hvor vi starter med at udregne det der står i parentes, så regner vi potenser og rødder, derefter multiplikation og division og til sidst addition og subtraktion da det ellers ville være fuldstændigt umuligt at komme frem til samme resultater.

(Tiden var lidt kneben jeg skyndte mig lidt med opsamlingen til sidst.)

(En del af eleverne virkede noget umotiverede.)

(Det var de samme 6 elever som svarede på mine spørgsmål.)

Bilag 3. Undervisningsmanuskript for potens- og rodregneregler, induktivt, inkl. observationer

NB. Det der i parentes er mine observationer ().

Potens og rodregneregler induktivt manuskript

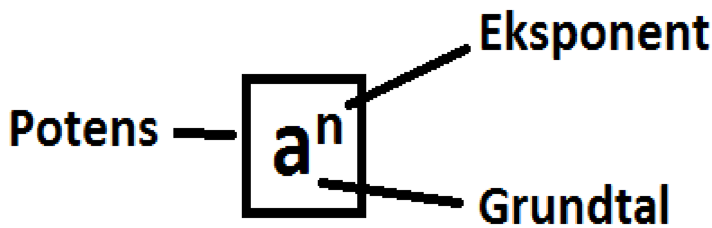
Design induktivt potens og rod regneregler:

<u>20 min: repetition/logbøger</u>

<u>40 min. Potensregneregler hvor grundtallet er det samme</u>

Underviser: vi starter med at se hvad en potens er

Tegnede følgende på tavlen:



Underviser: det der opløftes i kaldes eksponenten i dette eksempel er eksponenten n. Det vi opløfter kaldes for grundtallet i dette eksempel er grundtallet a. Potensen er det hele altså dette eksempel er potensen a^n.

Gav nogle eksempler med tal og lod eleverne fortælle hvad der var eksponenten, grundtallet og potensen.

Underviser: i dag skal vi kigge på potensregneregler. Vi starter med at prøve at finde ud af hvad $a^m \cdot a^n$er lig a^{m+n}. a, m og n er her tilfældige tal, hvor a>0.

Lad os starte med at undersøge dette ved at vælge at a=2.

Vi laver følgende tabel:

(skriver på tavlen)

2^1	2^2	2^3	2^4	2^5	2^6	2^7	2^8	2^9
2	4	8	16	32	64	128	256	512

Lad os sige at m=2 og n=3. Så vi har altså regnestykket $2^2 \cdot 2^3$. vi kan se i vores tabel at $2^2=4$ og $2^3=8$

$4 \cdot 8=32$. vi kan se i vores tabel at $32=2^5$ så $2^2 \cdot 2^3=2^5$. sæt jer sammen i grupper på 3 og fortsæt med at vælge tilfældige m og n og se om i kan komme frem til et system. husk at forklare til hinanden.

Elevene kommer forhåbentligt frem til at $2^m \cdot 2^n = 2^{m+n}$

(Allerede efter jeg havde gennemgået det første eksempel var der nogle af eleverne der ville konkluderer at $a^m \cdot a^n = a^{m+n}$.Jeg sagde at det kan man ikke være sikker på før vi har undersøgt nogle flere eksempler, men mærkede efterfølgende at de elever der allerede havde konkluderet ikke undersøgte særligt meget på egen hånd)

Underviser: så nu har vi altså konkluderet at $2^m \cdot 2^n = 2^{m+n}$; men hvad hvis vi i stedet for 2 havde 10 ville vi så have at $10^m \cdot 10^n = 10^{m+n}$hvordan skulle vi undersøge dette?

Elever: ved at lave en lignende tabel for 10

Underviser: prøv at gøre dette

Eleverne får noget tid til at arbejde og underviser går rundt til de forskellige grupper og sikre at alle grupper er med.

Underviser: har i kunne udlede nogen regel om hvad $10^m \cdot 10^n$ er lig?

Elev: $10^m \cdot 10^n = 10^{m+n}$

Underviser: hvordan er i kommet frem til dette

Elev: forklarer.

Underviser: er der nogle af jer der vil give et bud på hvad $a^m \cdot a^n$er lig?

Elev: $a^m \cdot a^n = a^{m+n}$

(Dette gik overaskende godt for dem der ikke allerede havde konkluderet)

Underviser: Vi skal nu undersøge hvad $\frac{a^m}{a^n}$ er lig er der nogle forslag til hvordan vi skal gøre dette?

Elev: på samme måde

(De skulle bruge lidt vejledning før de kom frem til dette)

Underviser korrekt vi kunne gøre dette på en lignende måde men for at vi ikke skal bruge al den tid på at opsætte skemaer tager vi en anderledes fremgangs metode

Vi udvælger a=2, m=4 og n=2. Så vi skal altså se på $\frac{2^4}{2^2}$.

Vi starter med at se på at 2^4 betyder 2·2·2·2 og at 2^2 betyder 2·2. vi kan derfor sige at

$$\frac{2^4}{2^2} = \frac{2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2}{2 \cdot 2}$$

Vi ved at at hver faktore i nævneren skal divideres op i hvert led i tælleren og eftersom der kun er et led i tælleren skal hvert to-tal i nævneren kun divideres op i en af faktorerne i tælleren. Så vi kan altså se at

$$\frac{\cancel{2} \cdot \cancel{2} \cdot 2 \cdot 2}{\cancel{2} \cdot \cancel{2}} = 2 \cdot 2 = 2^2$$

Nu kan vi konkluderer at: $\frac{2^4}{2^2} = 2^2$

Udvælg selv andre m og n og gentag for at se at i kan komme frem til et system

Eleverne får lov til at arbejde, og underviser går rundt og kontrollere og yder support.

Eleverne kommer frem til det ønskede resultat.

(Igen var der elever der kendte regnereglerne på forhånd, og nogle af disse var ikke så ivrige i at undersøge da de synes det var lidt spild af tid, når de allerede kendte resultatet. Fik dog overbevist nogle af dem ved at henføre til at dette, ikke så meget var for at lære denne specifikke regneregel, men for at lærer hvordan man laver undersøgelser i matematik.)

Underviser: vi kan altså nu konkluderer at $\frac{2^m}{2^n} = 2^{m-n}$*. Vi burde nu kontrollere hvor vi vælger a til andre tal og så gentage denne fremgangs metode. Men pga. mangel på tid, må i stole på mig når jeg siger at i ville komme frem til samme resultat. altså hvis vi havde valgt at a=10 så ville vi komme frem til at:* $\frac{10^m}{10} = 10^{m-n}$*. Vi kan altså konkluderer at* $\frac{a^m}{a^n} = a^{m-n}$

Underviser: Nu skal vi se hvad $(a^m)^n$ er lig. Nogle ideer til hvordan vi undersøger dette?

Bruger samme strategi som ovenover.

Underviser: vi skal nu undersøge hvad a^0 *er lig. Dette skal vi undersøge på en lidt mere kompliceret måde vi starter ligesom vi har gjort tidligere og vælger et a og laver en tabel. Lad os vælge a til at være 2.*

	2^1	2^2	2^3	2^4
	2	*4*	*8*	*16*

Nu skal vi så bruge en af de potensregneregler vi har udledt tidligere i dag til at finde ud af hvad 2^0 *er lig. Nogle ideer?*

(Der var ikke nogen bud før jeg fortalte at vi skulle bruge regnereglen $\frac{a^m}{a^n} = a^{m-n}$*)*

Eleverne får lov til at arbejde, og underviser går rundt og kontrollere og yder support.

(Vi tog resten af undersøgelsen som demonstration da det efterhånden var blevet lidt svært at få eleverne til at holde fokus ved selvstændigt arbejde)

(Jeg fik nogle forskellige strategier og det endte med at vi fandt ud af $a^{-n} = \frac{1}{a^n}$ før vi fandt ud af at $a^0 = 1$)

Når eleverne har fundet ud af at $2^0=1$ bliver de bedt om at vælge et nyt a for at se hvad for et resultat de så får.

Underviser samler op og institutionalisere.

Underviser: Den næste regel vi skal udlede er hvad a^{-n} er lig. Nogle ideer?

(Da vi allerede i sidste undersøgelse fandt ud af dette blev det en hurtig institutionalisering af hvad det nu var vi fandt ud af tidligere.)

Hvis ikke får de ledetråden at det næsten er samme fremgangsmåde som sidst, dog vil det være fornuftigt at tage udgangspunkt i de udvidede skemaer med a^0.

Eleverne får lov til at arbejde, og underviser går rundt og kontrollere, yder support, samler op og institutionalisere.

<u>15 min. Potensregneregler med to forskellige grundtal</u>

Underviser: nu ændrer vi spillereglerne en smule, vi skal nemlig finde ud af hvad $a^n \cdot b^n$ er lig.

Som i kan se har vi ikke kun et a men også et b. b er lige som a et tilfældigt tal og a og b må godt være lig hinanden. Dette vil dog blive lidt besværligt at undersøge ved hjælp af skemaer. Så vi tager igen en mere direkte tilgang:

Vi starter med at udvælge a = 2 og b=5 og n= 4

Så vi skal altså undersøge $2^4 \cdot 5^4$

2^4 er det samme som 2·2·2·2 og 5^4=5·5·5·5 så vi har altså:

$$2^4 \cdot 5^4 = 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 5 \cdot 5 \cdot 5 \cdot 5$$

Vi ved at vi a·b=b·a altså 2·5=5·2 hvilket vil sige at vi må bytte rundt på den rækkefølge vi ganger i så vi kan ordne vores faktore på følgende måde:

$$2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 5 \cdot 5 \cdot 5 \cdot 5 = 2 \cdot 5 \cdot 2 \cdot 5 \cdot 2 \cdot 5 \cdot 2 \cdot 5$$

Vi ved at : a · b · c= (a · b) · c = a · (b · c) hvilket betyder at vi multiplicere i den rækkefølge vi lyster så vi kan altså vælge at gange på følgende måde:

$$2 \cdot 5 \cdot 2 \cdot 5 \cdot 2 \cdot 5 \cdot 2 \cdot 5 = (2 \cdot 5) \cdot (2 \cdot 5) \cdot (2 \cdot 5) \cdot (2 \cdot 5)$$

Hvilket er (2·5) multipliceret med sig selv 4 gange hvilket jo er $(2 \cdot 5)^4$

$$(2 \cdot 5) \cdot (2 \cdot 5) \cdot (2 \cdot 5) \cdot (2 \cdot 5) = (2 \cdot 5)^4$$

Vi kan altså konkludere at: $2^4 \cdot 5^4 = (2 \cdot 5)^4$

Prøv at gentage dette hvor i vælger nyt a ,b og n og se om i kan gennemskue et system

Eleverne vælger i deres grupper et nyt a og b og gentager metoden. Underviser kontrollere, yder support, samler op og institutionalisere.

(Lige som sidst gjorde vi dette ved demonstration da eleverne efterhånden manglede fokus.)

(Jeg tog en elev op til tavlen som gennemførte et nyt eksempel mens resten af klassen guidede og blev enige om hvad regne reglen måtte være i plenum.)

Underviser: vi skal nu se på hvad $\frac{a^n}{b^n}$ er lig. " bruger samme strategi som sidst

(Lige som sidst gjorde vi dette ved tavle undervisning da eleverne efterhånden manglede fokus.)

(Jeg tog en elev op til tavlen som gennemførte et nyt eksempel mens resten af klassen guidede og blev enige om hvad regne reglen måtte være i plenum.)

(Vi løb tør for tid her. Eleverne var forholdsvist engagerede, de mistede dog noget fokus da $\frac{2}{3}$ af timen var gennemført. Der var et par stykker der kendte regne reglerne i forvejen og disse havde lidt svært ved at forstå hvorfor de ikke bare kunne få regnereglerne udleveret og så få lov til at regne nogle stykker i stedet.)

(Grundet opholdet blev opvarmningen holdt før vi gennemgik rodregnereglerne)

(Opvarmning (repetition)/logbøger)

<u>15 min. Rodregneregler</u>

Underviser: vi skal nu se på noget lidt andet som er meget tæt beslægtet med potensregneregler, nemlig regneregler for rødder. Vi skal se på hvad $\sqrt[n]{a}$ er lig. lad os starte med at vælge både a og n til at være 2.

Lad os starte med at kigge hvad $\sqrt{2^8}$ er lig. prøv at udregne det på jeres lommeregnere

Elev: 16

Underviser: prøv at kigge på jeres skema over for de forskellige potenser af 2, hvilken potens af 2 er 16 lig?

Elev: 2^4

Underviser: hvad er $2^4 \cdot 2^4$?

Elev 2^8

Underviser: hvordan regnede du det ud?

Elev: ved at bruge at $a^n \cdot a^m = a^{n+m}$

Underviser: så ved at sige 4+4=8. Hvad med $\sqrt{2^6}$regn på jeres lommeregner.

Elev: 8

Underviser: prøv at kigge på jeres skema over for de forskellige potenser af 2, hvilken potens af 2 er 8 lig?

Elev:2^3

Underviser: hvad er $2^3 \cdot 2^3$?

Elev 2^6

Underviser: hvordan regnede du det ud?

Elev: ved at bruge at $a^n \cdot a^m = a^{n+m}$

Underviser: så ved at sige 3+3=6. Hvad med $\sqrt{2^2}$.

Elev 2^1

Underviser: korrekt. Hvad med $\sqrt{2^1}$

Elev: $2^{½}$

Lignende for kubik rod og 4. rod og til sidst kan vi tage et induktions skridt og sige at $\sqrt[n]{a} = a^{\frac{1}{n}}$

Underviser: Nu skal vi se på den sidste regneregel for potenser og rødder nemlig hvad $\sqrt[n]{a^m}$ *er lig.*

Lad os sige at a = 2 n =4 og m= 3 så har vi $\sqrt[4]{2^3}$. *hvad er* 2^3*?*

Elev: 8

Underviser: så $\sqrt[4]{2^3} = \sqrt[4]{8}$ *hvad er* $\sqrt[4]{8}$ *ifølge det vi lige har lært?*

Elev: $8^{\frac{1}{4}}$

Underviser: korrekt og vi har jo lige sagt at $8=2^3$ *så* $\sqrt[4]{2^3} = (2^3)^{\frac{1}{4}}$

Gentag et par gange med forskellige tal til vi kan udlede at $\sqrt[n]{a^m} = (a^m)^{\frac{1}{n}}$

Underviser: det var første skridt, lad os igen prøve at sætte at a = 2 n =4 og m= 3, så har vi$(2^3)^{\frac{1}{4}}$. *Har vi ikke en potensregneregel som vi lærte tidligere i dag som kan bruges til at udregne dette?*

Spørg ind indtil de kommer i tanke om $(a^m)^n = a^{m \cdot n}$

Underviser: så ifølge denne regneregel hvad er $(2^3)^{\frac{1}{4}}$ *lig?*

Elev: $2^{3 \cdot \frac{1}{4}} = 2^{\frac{3}{4}}$

Gentag et par gange med forskellige tal til vi kan udlede at $(a^m)^{\frac{1}{n}} = a^{\frac{m}{n}}$

Underviser: så vi har altså at $\sqrt[n]{a^m} = (a^m)^{\frac{1}{n}} = a^{\frac{m}{n}}$ *hvilket betyder at* $\sqrt[n]{a^m} = a^{\frac{m}{n}}$

Så for at runde af hvad er $\sqrt[4]{2^3}$*lig ifølge denne regne regel?*

Gentag spørgsmålet med de andre tal der er brugt undervejs

(Dette blev gennemgået præcist efter manuskriptet og eleverne virkede engagerede.)

Bilag 4. Undervisningsmanuskript for potens- og rodregneregler, deduktivt, inkl. observationer

NB. Det der står i parentes er mine observationer ().

Design potens og rod regneregler

<u>20 min: repetition/logbøger</u>

<u>5 min. Indledning:</u>

I dag skal vi have om potens- og rodregneregler jeg vil starte med at skrive dem alle op så i har dem samlet et sted.

(Skriver op på tavlen)

$a^m \cdot a^n = a^{m+n}$

$\frac{a^m}{a^n} = a^{m-n}$

$(a^m)^n = a^{m \cdot n}$

$a^0 = 1$

$a^{-n} = \frac{1}{a^n}$

$a^n \cdot b^n = (a \cdot b)^n$

$\frac{a^n}{b^n} = (\frac{a}{b})^n$

$\sqrt[n]{a} = a^{\frac{1}{n}}$

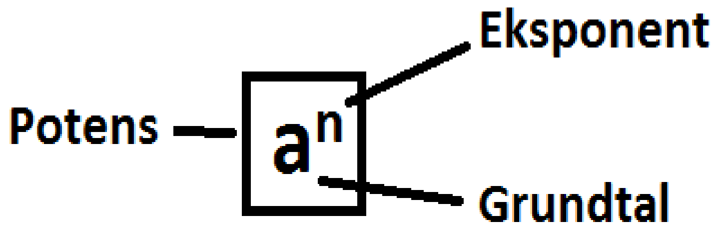
$\sqrt[n]{a^m} = a^{\frac{m}{n}}$

a,b,n og m er alle bare tilfældige tal dog er a ≥ 0 og b ≥ 0

40 Potensregneregler hvor grundtallet er det samme

Underviser: vi starter med at se hvad en potens er

Tegnede følgende på tavlen:



Underviser: det der opløftes i kaldes eksponenten i dette eksempel er eksponenten n. Det vi opløfter kaldes for grundtallet i dette eksempel er grundtallet a. Potensen er det hele altså dette eksempel er potensen a^n.

Gav nogle eksempler med tal og lod eleverne fortælle hvad der var eksponenten, grundtallet og potensen.

Underviser: vi starter med at se på potensregnereglen $a^m \cdot a^n = a^{m+n}$ lad os tage et eksempel:

I alle eksempler gennemgås mellemregninger ud fra regnereglen og bogstaver og tal knyttes sammen (se første eksempel)

$2^3 \cdot 2^4$: her er 2 =a 3 =n og 4=m ifølge regnereglen kan i se at $2^3 \cdot 2^4 = 2^{3+4} = 2^7$

$210^{25} \cdot 210^{32} = 210^{25+32} = 210^{57}$

$5^{2,5} \cdot 5^{3,5} = 5^{2,5+3,5} = 5^6$

Underviser: læg mærke til at grundtallet er det samme, hvis det ikke var det samme kunne vi ikke bruge regne reglen.

Underviser: lad os efterprøve denne regel lidt grundigere for at se at den holder. Lad os prøve at se på følgende tabel

10^1	10^2	10^3	10^4	10^5	10^6	10^7	10^8
10	100	1000	10000	100000	1000000	10000000	100000000

Lad os prøve at udregne $10^2 \cdot 10^4$ ifølge tabellen er 10^2 = 100 og 10^4 = 10000. 100 · 10000= 1000000. Hvis vi ser på tabellen kan vi se at 1000000= 10^6 så $10^2 \cdot 10^4 = 10^6$

Gentag med andre udregninger. Derefter gentag med en potenstabel med et andet grundtal.

Lav følgende opgaver i grupper med den viste regneregel, start med at finde ud af om regnereglen kan bruges derefter giv svaret som en potens:

$2^3 \cdot 2^8$, $7^3 \cdot 7^7$, $20^{10} \cdot 20^{20}$, $7{,}5^{3,2} \cdot 7{,}5^{4,8}$, $3{,}2^5 \cdot 3{,}3^7$

(Der var igen i denne klasse problemer med at arbejde sammen i grupperne. De udregnede hver for sig og diskuterede ikke deres resultater. Gik rundt og mindede dem om at det var meningen at de skulle lave dette i grupper, men snakken blev aldrig rigtig andet end nogle få ord nå jeg var i nærheden.)

Underviser: lad os gå videre til næste potensregneregel $\frac{a^m}{a^n} = a^{m-n}$*. Lad os tage nogle eksempler*

$$\frac{2^4}{2^2} = 2^{4-2} = 2^2$$

$$\frac{210^{32}}{210^{25}} = 210^{32-25} = 210^7$$

$$\frac{5^{3,5}}{5^{2,5}} = 5^{3,5-2,5} = 5^1 = 5$$

Underviser: læg igen mærke til at grundtallet er det samme, hvis det ikke var det samme kunne vi ikke bruge regne reglen.

For at retfærdigøre denne regneregel tager vi udgangspunkt i et eksempel

Vi udvælger a=2, m=4 og n=2. Så vi skal altså se på $\frac{2^4}{2^2}$*.*

Vi starter med at se på at 2^4 betyder 2·2·2·2 og at 2^2 betyder 2·2. vi kan derfor sige at

$$\frac{2^4}{2^2} = \frac{2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2}{2 \cdot 2}$$

Vi ved at at hver faktore i nævneren skal divideres op i hvert led i tælleren og eftersom der kun er et led i tælleren skal hvert to-tal i nævneren kun divideres op i en af faktorerne i tælleren. Så vi kan altså se at

$$\frac{\cancel{2} \cdot \cancel{2} \cdot 2 \cdot 2}{\cancel{2} \cdot \cancel{2}} = 2 \cdot 2 = 2^2$$

Nu kan vi konkluderer at: $\frac{2^4}{2^2} = 2^2$

Gentag en gang med andre tal og en gang hvor vi bruger a, n og m

Lav følgende opgaver i grupper med den viste regneregel, start med at finde ud af om regnereglen kan bruges derefter giv svaret som en potens:

$\frac{2^8}{2^3}$, $\frac{7^7}{7^3}$, $\frac{20^{10}}{20^{20}}$, $\frac{7{,}5^{4,8}}{7{,}5^{3,2}}$, $\frac{6{,}9^5}{7^5}$

(Igen var der problemer med gruppearbejdet, så gav dem denne gang lidt kortere tid til at kigge på opgaverne og tog så opgaverne fælles på tavlen for at få lidt diskussion i gang. Dette hjalp på diskussionen men gjorde også at der var flere der ikke kom på banen da det primært var de samme 5-6 stykker der bidrog til diskussionen.)

Underviseren: den næste regneregel vi skal kigge på er $(a^m)^n=a^{m\cdot n}$ lad os tage nogle eksempler:

$(2^4)^2=2^{4\cdot 2}=2^8$

$(210^8)^3=210^{8\cdot 3}=210^{24}$

$(5^{-2})^3=5^{-2\cdot 3}=5^{-6}$

Underviseren retfærdiggøre regnereglen $(a^m)^n=a^{m\cdot n}$ med lignende argument som ovenstående

Underviser:Lav følgende opgaver i grupper med den viste regneregel, giv svaret som en potens:

$(7^7)^3$, $(20^{10})^{20}$, $(3^{-2})^2$

(En stor del af eleverne virkede noget ufokuserede, og der gik lidt rigeligt tid med ikke matematik relaterede ting. Så der gik ret meget tid på at få eleverne igennem disse opgaver.)

Underviser: det næste vi skal lære er at $a^0=1$ *dvs. at lige meget hvilke tal vi opløfter i 0'te så vil det altid blive lig 1. eksempler:*

$7^0=1$

$531^0=1$

$(-222)^0=1$

Underviser: for at forstå dette så lad os kigge på følgende tabel og huske på regne reglen $\frac{a^m}{a^n} = a^{m-n}$

2^1	2^2	2^3
2	4	8

Lad os se på $\frac{2^2}{2^2}$ *ifølge vores regne regel er* $\frac{2^2}{2^2} = 2^{2-2} = 2^0$ *hvis vi ser på vores tabel kan vi se* $2^2= 4$ *dvs. at* $\frac{2^2}{2^2} = \frac{4}{4} = 1$*.så* $2^0 = 1$

Gentag med 2^1 *og* 2^3 *gentag med en potenstabel med et andet grundtal.*

(Da eleverne havde brugt længere tid på opgaveregningen end forventet, droppede jeg gentagelserne og gik direkte til at bruge a og n)

Udregn følgende opgaver i grupper med brug at regnereglen:

5^0 , 769^0 , $2{,}25^0$

Underviser: nu skal vi se på $a^{-n}=\frac{1}{a^n}$

Lad os tage nogle eksempler:

$5^{-7}=\frac{1}{5^7}$

$2^{-2}=\frac{1}{2^2}$

$20^{-60}=\frac{1}{20^{60}}$

Underviser: hvorfor kan vi så stole på denne regneregel?

Lad os se på følgende tabel og igen huske på potensregnereglen $\frac{a^m}{a^n}= a^{m-n}$ *og regnereglen* $a^0=1$

10^0	10^1	10^2	10^3
1	10	100	1000

Lad os udregne $\frac{10^0}{10^1}$ *ifølge vores regneregel* $\frac{a^m}{a^n}= a^{m-n}$ *giver dette* $\frac{10^0}{10^1}=10^{0-1}=10^{-1}$

Men vi ved at $10^0=1$ *ifølge* $a^0=1$*. så vi har altså at* $\frac{10^0}{10^1}=\frac{1}{10^1}=10^{-1}$

Gentag for at finde 10^{-2} *og* 10^{-3} *skriv skemaet*

10^{-3}	10^{-2}	10^{-1}	10^{0}	10^{1}	10^{2}	10^{3}
$\frac{1}{10^3}$	$\frac{1}{10^2}$	$\frac{1}{10^1}$	1	10	100	1000

Gentag med skema hvor potensen har et andet grundtal.

(Droppede gentagelsen og gik direkte til at bruge a og n pga. tidsmangel)

Udregn følgende opgaver i grupper med brug at regnereglen:

4^{-3} , 7^{-6} , 15^{-10}

(Løb tør for tid efter vi havde gennemgået disse regnestykker dette og tog resten i næste time.)

(Eleverne virkede engagerede det første stykke tid. De virkede til at tabe fokus når det var dem selv der skulle regne opgaverne, hvilket resulterede i at der blev brugt alt for meget tid på opgave regningen. Der var meget lidt samarbejde i grupperne)

(Grundet opholdet blev opvarmningen holdt før vi gennemgik potensregneregler med to forskellige grundtal og jeg fjernede derfor en af opgaverne fra logbogen i forhold til det induktive forløb.)

(Opvarmning (repetition)/logbøger)

15 min Potensregneregler med to forskellige grundtal.

Underviser: nu ændrer vi spillereglerne en smule, vi skal nemlig finde se på en potensregneregel hvor der er mulighed for at der er 2 forskellige grundtal vi ser på regnereglen $a^n \cdot b^n = (a \cdot b)^n$ *. Som i kan se har vi ikke kun et a men også et b. b er lige som a et tilfældigt tal, og a og b må godt være lig hinanden.*

Lad os tage nogle eksempler:

$5^7 \cdot 2^7 = (5 \cdot 2)^7$

$6^4 \cdot 6^4 = (6 \cdot 6)^4$

$10^{-3} \cdot 4^{-3} = (10 \cdot 4)^{-3}$

Underviser: læg mærke til at eksponenten er den samme, hvis den ikke var det samme kunne vi ikke bruge regne reglen.

Underviser: men hvorfor gælder denne regneregel? Vi kunne undersøge dette med skemaer lige som tidligere. Dette vil dog blive lidt besværligt og uoverskueligt. Så vi tager istedet en mere direkte tilgang:

Vi starter med at udvælge a = 2 og b=5 og n= 4

Så vi skal altså undersøge $2^4 \cdot 5^4$

2^4 *er det samme som* $2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2$ *og* $5^4 = 5 \cdot 5 \cdot 5 \cdot 5$ *så vi har altså:*

$$2^4 \cdot 5^4 = 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 5 \cdot 5 \cdot 5 \cdot 5$$

Vi ved at vi $a \cdot b = b \cdot a$ *altså* $2 \cdot 5 = 5 \cdot 2$ *hvilket vil sige at vi må bytte rundt på den rækkefølge vi ganger i så vi kan ordne vores faktore på følgende måde:*

$$2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 5 \cdot 5 \cdot 5 \cdot 5 = 2 \cdot 5 \cdot 2 \cdot 5 \cdot 2 \cdot 5 \cdot 2 \cdot 5$$

Vi ved at : $a \cdot b \cdot c = (a \cdot b) \cdot c = a \cdot (b \cdot c)$ *hvilket betyder at vi multiplicere i den rækkefølge vi lyster så vi kan altså vælge at gange på følgende måde:*

$$2 \cdot 5 \cdot 2 \cdot 5 \cdot 2 \cdot 5 \cdot 2 \cdot 5 = (2 \cdot 5) \cdot (2 \cdot 5) \cdot (2 \cdot 5) \cdot (2 \cdot 5)$$

Hvilket er $(2 \cdot 5)$ *multipliceret med sig selv 4 gange hvilket jo er* $(2 \cdot 5)^4$

$$(2 \cdot 5) \cdot (2 \cdot 5) \cdot (2 \cdot 5) \cdot (2 \cdot 5) = (2 \cdot 5)^4$$

Vi kan altså konkludere at: $2^4 \cdot 5^4 = (2 \cdot 5)^4$

Gentager med a,b og n

Lav følgende opgaver i grupper med den viste regneregel, start med at finde ud af om regnereglen kan bruges derefter giv svaret som en potens:

$4^3 \cdot 11^3$, $2^{10} \cdot 2^9$, $4^6 \cdot 4^6$, $19^{-3} \cdot 6^{-3}$

Underviser: vi skal nu se på den anden potensregneregel hvor der er mulighed for 2 for skellige grundtal

$\frac{a^n}{b^n} = (\frac{a}{b})^n$. Lad os tage nogle eksempler.

$\frac{2^1}{4^1} = (\frac{2}{4})^1$.

$\frac{5^6}{5^6} = (\frac{5}{5})^6$.

$\frac{-3^{-7}}{-5^{-7}} = (\frac{-3}{-5})^{-7}$.

Underviser: læg igen mærke til at eksponenten er den samme, hvis den ikke var det samme kunne vi ikke bruge regne reglen.

Sandsynliggørelsen gennemgås af underviser efter samme strategi som ovenstående

Lav følgende opgaver i grupper med den viste regneregel, start med at finde ud af om regnereglen kan bruges derefter giv svaret som en potens:

$\frac{5^2}{10^2}$, $\frac{7^6}{7^6}$, $\frac{3^2}{3^{-2}}$

(I anden time blev stoffet hertil gennemgået efter manuskriptet. Dog havde jeg i hele denne time problemer at eleverne tog sig alt for lang tid til at svarer på spørgsmålene, i forhold til hvor lang tid der var sat af til det. Så jeg valgte at springe retfærdiggørelsen af rodregnereglerne over for at vi skulle kunne nå at blive færdige i denne time.)

<u>15 min Rodregneregler</u>

Underviser: vi skal nu se på noget lidt andet som er meget tæt beslægtet med potensregneregler, nemlig regneregler for rødder. Vi skal se på regnereglen $\sqrt[n]{a} = a^{\frac{1}{n}}$. Lad os se på eksempler:

$\sqrt{4} = 4^{\frac{1}{2}}$

$\sqrt[5]{7} = 7^{\frac{1}{5}}$

Husk at hvis n er lige så kan vi ikke tage den n'te rod af et negativt tal

Lav følgende opgaver i grupper med den viste regneregel, start med at finde ud af om regnestykket kan lade sig gøre derefter giv svaret som en potens:

$\sqrt[7]{6}$, $\sqrt[3]{-2}$, $\sqrt{-6}$, $\sqrt{5}$

Underviser: Nu skal vi se på den sidste regneregel for potenser og rødder nemlig $\sqrt[n]{a^m} = a^{\frac{m}{n}}$

Vi starter med at se på nogle eksempler:

$\sqrt[4]{3^7} = 3^{\frac{7}{4}}$

$\sqrt[10]{30^{42}} = 30^{\frac{42}{10}}$

$\sqrt[7]{5^{-3}} = 5^{\frac{-3}{7}}$

Husk at hvis n er lige så kan vi ikke tage den n'te rod af et negativt tal

Lav følgende opgaver i grupper med den viste regneregel, start med at finde ud af om regnestykket kan lade sig gøre derefter giv svaret som en potens:

$\sqrt[2]{6^3}$, $\sqrt[10]{7^3}$, $\sqrt[6]{-2^3}$, $\sqrt[6]{-2^4}$

Bilag 5. Pretest

test

Navn:___________

Klasse:__________

Dato:___________

	a	b	c	d
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				

1) Hvad er: 5-10/5	a) -3 b) 3 c) -1 d) 1
2) Hvad er: $9 + 5 \cdot 4 - 2$	a) 28 b) 54 c) 19 d) 27
3) Hvad er $3^2 - 2 \cdot 4$	a) 1 b) 28 c) 4 d) 25
4) Hvad er $4 \cdot 5 - \sqrt{16}/4$	a) $\frac{2}{4}$ b) 18 c) 16 d) 19
5) Hvad er $20-10/5 \cdot 7 + 3$	a) 17 b) 20 c) 9 d) 0
6) Hvad er $(20-10)^2/5 \cdot 4 - 3$	a) -63 b) 20 c) 77 d) -3

7)

Hvad er $\sqrt{5^2 - 9} + 9 \cdot (-2)$

a) -14

b) -16

c) -26

d) -22

---

8)

Hvad er $8^6 \cdot 8^2$

a) 8^4

b) 8^8

c) 8^{12}

d) 8^3

---

9)

Hvad er $\frac{8^6}{8^2}$

a) 8^4

b) 8^8

c) 8^{12}

d) 8^3

---

10)

Hvad er $(8^6)^2$

a) 8^4

b) 8^8

c) 8^{12}

d) 8^3

---

11)

Hvad er 8^0

a) 0

b) 8

c) 4

d) 1

---

12)

Hvad er 3^{-2}

a) $\frac{1}{-9}$

b) $\frac{1}{9}$

c) -9

d) 9

---

13)

Hvad er $2^3 \cdot 6^3$

a) 12^9

b) 8^3

c) 12^3

d) 8^9

---

14)

Hvad er $\frac{6^3}{2^3}$

a) 4^3

b) 3^1

c) 4^1

d) 3^3

---

15)

Hvad er $\sqrt[9]{5}$

a) $5^{\frac{5}{9}}$

b) $5^{\frac{1}{9}}$

c) $5^{\frac{9}{1}}$

d) $5^{\frac{9}{5}}$

---

16)

Hvad er $\sqrt[9]{5^5}$

a) $5^{\frac{5}{9}}$

b) $5^{\frac{25}{9}}$

c) $5^{\frac{9}{25}}$

d) $5^{\frac{9}{5}}$

Bilag 6. Posttest1og 2

test

Navn:___________

Klasse:__________

Dato:___________

	a	b	c	d
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				

1) Hvad er: 10-20/10	a) 1 b) -8 c) 8 d) -1
2) Hvad er: 10 + 6 · 3 -1	a) 32 b) 22 c) 47 d) 27
3) Hvad er 5^2-3· 4	a) 13 b) 88 c) 16 d) 49
4) Hvad er 13·4-$\sqrt{16}/4$	a) $\frac{6}{4}$ b) 51 c) 39 d) 50
5) Hvad er 20-8/2 ·3 +5	a) 23 b) 13 c) -12 d) 48
6) Hvad er $(15-5)^2/5 \cdot 2 - 4$	a) 36 b) -40 c) 1 d) 16

7)

Hvad er $\sqrt{5^2 - 9} + 2 \cdot (-4)$

a) -24

b) -16

c) -6

d) -4

---

8)

Hvad er $11^6 \cdot 11^3$

a) 11^3

b) 11^9

c) 11^{18}

d) 11^2

---

9)

Hvad er $\frac{11^6}{11^3}$

a) 11^3

b) 11^9

c) 11^{18}

d) 11^2

---

10)

Hvad er $(11^6)^3$

a) 11^3

b) 11^9

c) 11^{18}

d) 11^2

---

11)

Hvad er 12^0

a) 0

b) 12

c) 6

d) 1

---

12)

Hvad er 5^{-2}

a) $\frac{1}{-25}$

b) $\frac{1}{25}$

c) -25

d) 25

---

13)

Hvad er $9^3 \cdot 3^3$

a) 27^9

b) 12^3

c) 27^3

d) 12^9

---

14)

Hvad er $\frac{9^5}{3^5}$

a) 6^5

b) 3^1

c) 6^1

d) 3^5

---

15)

Hvad er $\sqrt[12]{6}$

a) $6^{\frac{6}{12}}$

b) $6^{\frac{1}{12}}$

c) $6^{\frac{12}{1}}$

d) $6^{\frac{12}{6}}$

---

16)

Hvad er $\sqrt[12]{6^6}$

a) $6^{\frac{6}{12}}$

b) $6^{\frac{36}{12}}$

c) $6^{\frac{12}{36}}$

d) $6^{\frac{12}{6}}$

Hvorfor har vi regneregler?

Prøv at begrunde regnereglen $\frac{a^n}{a^m} = a^{n-m}$

Prøv at give et eksempel på et regnestykke, der ville give et andet resultat hvis vi brugte et andet regnehierarki (udregn stykket både med det normale regnehierarki, og det regnehierarki som det giver et andet resultat med).

Vores regnehierarki er noget vi mennesker er blevet enige om. Dvs. at det kunne have set anderledes ud. Kunne regnereglerne også have set anderledes ud?

Hvordan ville du forklare over for en anden, at vi har brug for et regnehierarki?

Bilag 6. Spørgeskema

Klasse:_________

I følgende spørgsmål vil I blive bedt om, at tage stilling til hvordan I mener at undervisningsforløbene omhandlende regnehierarkiet og potens- og rod regneregler har været. Du skal i alle spørgsmål svare på hvor enig du er i udsagnene.

1) Jeg følte mig motiveret til at deltage i klasseundervisningen

Meget enig	enig	Hverken eller	uenig	Meget uenig

2) Jeg oplevede at klassen som helhed var motiveret

Meget enig	enig	Hverken eller	uenig	Meget uenig

3) Jeg følte mig motiveret til at deltage i gruppearbejdet

Meget enig	enig	Hverken eller	uenig	Meget uenig

4) Jeg følte at det var let at holde fokus på arbejdet i timerne

Meget enig	enig	Hverken eller	uenig	Meget uenig

5) Forløbets sværhedsgrad passede til mig

Meget enig	enig	Hverken eller	uenig	Meget uenig

6) Jeg havde god mulighed for at blive hørt i klasseundervisningen

Meget enig	enig	Hverken eller	uenig	Meget uenig

7) Forløbets faglige niveau var så højt, at jeg ikke kunne deltage aktivt i klasseundervisningen?

Meget enig	enig	Hverken eller	uenig	Meget uenig

8) Jeg havde god mulighed for at blive hørt i gruppearbejdet

Meget enig	enig	Hverken eller	uenig	Meget uenig

9) Forløbets faglige niveau var så højt, at jeg ikke kunne deltage aktivt i gruppearbejdet?

Meget enig	enig	Hverken eller	uenig	Meget uenig

10) Min arbejdsindsats i klasseundervisningen var tilfredsstillende

Meget enig	enig	Hverken eller	uenig	Meget uenig

11) Min arbejdsindsats i gruppearbejdet var tilfredsstillende

Meget enig	enig	Hverken eller	uenig	Meget uenig

12) Arbejdsindsatsen i min gruppe var tilfredsstillende

Meget enig	enig	Hverken eller	uenig	Meget uenig

13) Jeg har haft stort fagligt udbytte af klasseundervisningen

Meget enig	enig	Hverken eller	uenig	Meget uenig

14) Jeg har haft stort fagligt udbytte af gruppe arbejdet

Meget enig	enig	Hverken eller	uenig	Meget uenig

Bilag 7. Resultater fra spørgeskema - kontrolgruppe

1) Jeg følte mig motiveret til at deltage i klasseundervisningen

Meget enig	enig	Hverken eller	uenig	Meget uenig
5	13	3	1	

2) Jeg oplevede at klassen som helhed var motiveret

Meget enig	enig	Hverken eller	uenig	Meget uenig
	14	5	3	

3) Jeg følte mig motiveret til at deltage i gruppearbejdet

Meget enig	enig	Hverken eller	uenig	Meget uenig
7	12	3		

4) Jeg følte at det var let at holde fokus på arbejdet i timerne

Meget enig	enig	Hverken eller	uenig	Meget uenig
	11	5	5	1

5) Forløbets sværhedsgrad passede til mig

Meget enig	enig	Hverken eller	uenig	Meget uenig
2	10	4	5	1

6) Jeg havde god mulighed for at blive hørt i klasseundervisningen

Meget enig	enig	Hverken eller	uenig	Meget uenig
6	12	3	1	

7) Forløbets faglige niveau var så højt, at jeg ikke kunne deltage aktivt i klasseundervisningen?

Meget enig	enig	Hverken eller	uenig	Meget uenig
1	2	8	8	3

8) Jeg havde god mulighed for at blive hørt i gruppearbejdet

Meget enig	enig	Hverken eller	uenig	Meget uenig
5	12	5		

9) Forløbets faglige niveau var så højt, at jeg ikke kunne deltage aktivt i gruppearbejdet?

Meget enig	enig	Hverken eller	uenig	Meget uenig
	2	8	9	3

10) Min arbejdsindsats i klasseundervisningen var tilfredsstillende

Meget enig	enig	Hverken eller	uenig	Meget uenig
2	16	3	1	

11) Min arbejdsindsats i gruppearbejdet var tilfredsstillende

Meget enig	enig	Hverken eller	uenig	Meget uenig
3	14	4	1	

12) Arbejdsindsatsen i min gruppe var tilfredsstillende

Meget enig	enig	Hverken eller	uenig	Meget uenig
2	14	3	3	

13) Jeg har haft stort fagligt udbytte af klasseundervisningen

Meget enig	enig	Hverken eller	uenig	Meget uenig
2	9	8	2	1

14) Jeg har haft stort fagligt udbytte af gruppe arbejdet

Meget enig	enig	Hverken eller	uenig	Meget uenig
3	5	12	2	

Bilag 8. Resultater fra spørgeskema - stimuligruppe

1) Jeg følte mig motiveret til at deltage i klasseundervisningen

Meget enig	enig	Hverken eller	uenig	Meget uenig
11	6	2	1	

2) Jeg oplevede at klassen som helhed var motiveret

Meget enig	enig	Hverken eller	uenig	Meget uenig
8	8	2	2	

3) Jeg følte mig motiveret til at deltage i gruppearbejdet

Meget enig	enig	Hverken eller	uenig	Meget uenig
9	8	1	2	

4) Jeg følte at det var let at holde fokus på arbejdet i timerne

Meget enig	enig	Hverken eller	uenig	Meget uenig
2	13	3	2	

5) Forløbets sværhedsgrad passede til mig

Meget enig	enig	Hverken eller	uenig	Meget uenig
5	8	5	1	1

6) Jeg havde god mulighed for at blive hørt i klasseundervisningen

Meget enig	enig	Hverken eller	uenig	Meget uenig
4	12	3	1	

7) Forløbets faglige niveau var så højt, at jeg ikke kunne deltage aktivt i klasseundervisningen?

Meget enig	enig	Hverken eller	uenig	Meget uenig
	1	3	8	8

8) Jeg havde god mulighed for at blive hørt i gruppearbejdet

Meget enig	enig	Hverken eller	uenig	Meget uenig
5	13	2		

9) Forløbets faglige niveau var så højt, at jeg ikke kunne deltage aktivt i gruppearbejdet?

Meget enig	enig	Hverken eller	uenig	Meget uenig
		3	8	9

10) Min arbejdsindsats i klasseundervisningen var tilfredsstillende

Meget enig	enig	Hverken eller	uenig	Meget uenig
3	13	3	1	

11) Min arbejdsindsats i gruppearbejdet var tilfredsstillende

Meget enig	enig	Hverken eller	uenig	Meget uenig
3	15	1	1	

12) Arbejdsindsatsen i min gruppe var tilfredsstillende

Meget enig	enig	Hverken eller	uenig	Meget uenig
4	14	2		

13) Jeg har haft stort fagligt udbytte af klasseundervisningen

Meget enig	enig	Hverken eller	uenig	Meget uenig
5	11	2	2	

14) Jeg har haft stort fagligt udbytte af gruppe arbejdet

Meget enig	enig	Hverken eller	uenig	Meget uenig
3	12	4	1	

Bilag 9.Transkribering af interviews

interview med 3 studerende for stimuligruppen valgt ud fra dem der havde forbedret sig mindst.

I: I hvor grad har undervisningen inspireret..undskylde jeg tager den lige en gang til.... jeg føler mig motiveret til at deltage i undervisningen - hvor enige er I i det? - hvis vi starter herovre fra venstre først og I så tager den en efter en og vi så bagefter snakker lidt sammen om det.

A1: Jeg ville sige at jeg var meget enig. Nu er vi lige startet og jeg syntes at alle var godt med og der er ikke pres på om man siger noget forkert eller ej. Så man kan altid godt føle at man har ret til at sige noget. Så jeg synes at jeg er ret godt med og motiveret for at lære noget også.

I: Altså i klasseundervisningen?

A 1: Ja

A2: Jeg er også meget enig. Selvfølgelig er det jo tidligt i forløbet, så man er jo motiveret. Det er jo en voksenuddannelse, mange af os er ældre så man er her mere eller mindre fordi man selv har lyst til at være her og nogle har nogle, hvad skal man sige, ret klare mål for hvor de vil hen så derfor ligger deres fokus også derefter. Så jeg vil sige at jeg føler også at folk er motiverede.

I. ok super

A 3: Ja, men jeg er også enig med de andre to. Jeg er også motiveret og vil selvfølgelig bare gerne lære så meget som muligt.

I: Ok, super. Hvordan var jeres oplevelse af klassen som helhed - hvor motiverede de var?

A 1: Altså jeg synes at alle er godt motiverede. Også fordi at vi er lige startet og vi alle har noget forskellig baggrund som vi kan bidrage med. Så jeg synes ikke at der er nogen som er mindre med. Måske er der nogen der skal have noget forklaret på en anden måde, men det at de vil vide noget og at de spørger ind til noget de ikke forstår, det viser jo også at man er motiveret for at lære - at man finder ud af det man ikke ved.

A 3: Altså jeg synes også at hele stemningen i klassen er rimelig fokuseret eller sådan ikke, alle vil jo gerne være med ikke.

A 2: Jeg synes at vi har en fin kultur i klassen, altså der er en meget god indstilling til det. Der hvor det kan gå hen og blive kompliceret, eller det er det i hvert fald hvis jeg skal tale for mig selv, det er hvis man føler at man sakker bagud, eller hvis man pludselig ikke rigtig føler at man forstår det der bliver sagt, det er jo selvfølgelig også ens eget ansvar, men tildels også lærerens. Nu er det også svært fordi at vi sidder så mange elever i en klasse så det kan være rigtig rigtig svært at holde øje med, kunne jeg forestille mig, med hvem har egentlig styr på det og hvem har ikke. Så man bliver nødt til, ud fra den tid vi har, ligesom at prøve at få skabt en eller anden form for struktur sådan så vi alle sammen følges ad.

I: Yes. Hvis vi nu tænker specifikt på de her to første moduler, jeg ved ikke hvor godt I kan huske dem, det er jo trods alt et stykke tid siden, kan I så sige noget i forhold til dem - i forhold til motivation for hele klassen - hvis I kan huske hvordan de timer var?

A 2: Jamen motivationen høj. Det var den i hvertfald for mit vedkommende. Man kan jo kun tale for sig selv, men jeg synes også at det virker som om at klassen - altså det er jo sådan at når man går ned i pausen, altså hvis der slet ikke er nogen der snakker om det du lige har siddet og lavet, så er det jo fordi at du ikke er motiveret. Men hvis man går ned og taler om, at okay uhh, det her skulle jeg lige have genopfrisket, men jeg kan faktisk godt huske det når vi nu lige taler om det eller sådan nogle der ting, så er det jo fordi at man sidder og lytter efter.

A 1: Vi sidder også, altså nu sidder vi jo i de der fokusgrupper og når vi så har pause, så sidder vi stadg i gruppen og snakker om det og diskuterer det fordi vi vil jo gerne, hvis vi ikke er blevet færdige med det og fået et resultat, så vil vi jo gerne have det resultat. Så ja, mange bruger også hinanden til at blive, altså støtte hinanden op, og det tror jeg også motiverer folk at der ligesom er nogen til at hjælpe en op.

I: Godt. Yes - så tager vi næste spørgsmål: Jeg følte mig motiveret til at deltage i gruppearbejdet?

A 1: Ja, det har vi også lige været inde på, men det gjorde jeg, også fordi at vi er nogle nye mennesker og det er spændende og det er spændende at høre hvordan folk ser på forskellige måder, altså vi havde en i vores gruppe, som så det på en hel anden måde end læreren, men kom frem til det samme og det er sjovt at se at se det på to forskellige måder øhm, fordi så, for mig, er det nemmere oppe i hovedet at finde ud af; nååhh - det var sådan her. Og så kan man skrive det ned på papir rigtig flot og så er der på en anden måde hvor man bare kan regne noget ud hurtigt og det synes jeg er fantastisk.

A 2: Ja altså, som der bliver sagt her så er mennesker jo forskellige. De lærer på forskellige måder ikke, der er nogen som der er meget teoretiske og så er der nogen der måske skal bruge et hverdagseksempel og sige jamen altså når du står nede i Netto, så hvis du skal finde ud af hvorfor, hvad hedder det, der er 30 procent, hvad du skal bruge det til?- det skal du fordi så kan du trække det fra - så det bliver visualiseret og så er der andre der bare fatter det fra starten af og bare er meget teoretiske. Og det tror jeg er det sunde, men det kan også være det negative i gruppearbejde, det er at man måske, man lærer i hvert fald at gøre det på andre måder. Men jeg ved i hvert fald fra mig selv, så har jeg det måske bedst, altså det her er jo en, det kan jeg godt sige på bånd, en af de fag jeg har aller sværest ved og det er en af de ting som jeg ønsker for mig selv at når jeg er færdig herfra i hvert fald at være blevet bedre til, for det er en af de ting som er fuldstændig skudt ud fra folkeskolen - fuldstændig. Det er sådan en ting, matematik har for mig altid været noget man har undgået hvis man kunne. Sådan tror jeg da også at der er mange andre der har det - altså hver gang der er et eller andet med uhh nu skal vi regne eller et eller andet, så har man brugt mere krudt og energi på ligesom at finde en vej udenom i stedet for bare at sige ok nu lærer du mig lige hvordan man regner det ud, ikke. Men jo, der er jo forskel på hvordan vi lærer, men gruppearbejde er en fed ting.

I: Ja, jeg vil gerne lige - det som du sagde før her: hvordan i forhold til gruppearbejde, hvis du skulle specificere det du siger med at du altid har prøvet at smyge dig uden om. Så du siger i forhold til gruppearbejde...

A 2 (afbryder). Der kan jeg godt mærke på mig selv nogle gange, at der kan man måske godt bare lige lave den der ikke (kigge over skulderen) og så nååh - det er resultatet og så videre.

I: Okay

A 2: Det kan jeg godt, fordi man ikke at der er det samme individuelle pres på en, som hvis man sad med det helt alene

A 3: Altså jeg synes at der fint med gruppearbejde, fordi man har mulighed for lige at reflekter over nogen ting, hvis man ikke lige har forstået det på tavlen og det er heller lige altid man har lyst, fordi hvis man føler lidt at atomsfæren i hele klassen er at det går super godt for alle og så føler man lidt at okay jeg er måske ikke helt med, så har man ikke lige lyst til at sige "jeg fatter seriøst hat". Så synes jeg egentlig at det er meget fedt at man lige har nogen, hvor man lige kan sige "prøv at hør, jeg forstår virkelig ikke hvad det er der foregår" og så kan man lige som, fordi både …… og jeg vi er måske lidt hernede når det kommer til matematik, men ….. og …… de er rimelig okay ikke, så kan man ligesom, og så håber jeg at vi kan tilbyde noget andet på et andet tidspunkt ikke.

A 2: Altså sådan er det jo med nogen ting, ikke. Altså nogen er jo gode til noget og andre er gode til nogle andre ting, men det skal heller ikke være sådan at hvis man sidder i gruppearbejde og man føler at man ligesom, man vil gerne bidrage med noget, at man ikke kun sidder og snylter på de andre, hvis du forstår hvad jeg mener?

I: Ja, ja, ja

A 2: Så det er svært. Jeg har det bedst med. Jeg synes at det er fedest og så har man det ligeom en på tohånd, der siger, at hvis du gør sådan og sådan og sådan, så kan jeg måske lidt bedre forstå det, i stedet for hvis det bare kører ikke.

A 1: Jeg føler også at jeg lærer mere ved gruppearbejde end når det bare kører derudaf.

I: Super. Jeg følte at det var let at holde fokus på arbejdet i timerne? Hvis vi starter herovre fra.

A 1: Ja altså. Jo det er jo let i form af at vi gerne vil lære og vi vil gerne følge med, men altså for mig, så i gruppearbejde, der har jeg sværere ved at følge med for eksempel, men sådan noget tavle-noget, hvor læreren står og skriver noget op, der har jeg let ved at holde fokus. Lige så snart der kommer en computer indblandet og jeg skal ind og skrive ligninger ind i word, der er jeg ikke lige så god til at fokusere.

A 2: Altså det er jo bare det samme, men præcist omvendt. Altså jeg taber tråden fuldstændig hvis det kører oppe på tavlen og jeg kan bedre holde fokus hvis vi sidder i grupper, så den er lidt tricky, men igen så handler det j også om, det er jo også svært, fordi der sidder så mange forskellige mennesker, hvad er det lige for nogle knapper man skal trykke på for at motivere de folk som skal høre efter, før de egentlig gør det? Hvad skal jeg sige, hvad skal jeg gøre? - Og det er jo ligesom et samfund, man kan ikke gøre alle mennesker glade.

A 3: Altså det er nemt nok at holde fokus. Det er mere det der med når man mister tråden, ikke. Når du først mister tråden, så bliver det lidt svært at holde fokus, fordi hvis du har mistet tråden i første halvdel af det emne vi er indepå så kan du ikke, altså så er der bare ikke noget at gøre. Så sidder man ligesom bare, og så bliver det hele bare volyapyk, og man sidder bare, det bliver fuldstændig... Så jeg synes ikke at det er fokus der er svært, men du bliver nødt til, hvis du mister tråden, så er der ikke

A 1(afbryder): Men den samler man jo så op igen når man laver gruppearbejde.

A 3: Lige præcis. Forhåbentlig får man samlet den op igen når man laver gruppearbejdet, så på den måde synes jeg ikke at det er særlgt svært at holde fokus, men jeg synes at det er svært hvis jeg først mister tråden, men det er jo så måske også lidt det samme, eller det ved jeg ikke. Jeg prøver i hvert fald hele vejen igennem at holde fokus og blive ved med at prøve, ikke.

"Fælles mumlen"

I: Så går vi videre til det næste spørgsmål: "Forløbets sværhedsgrad passede til mig"? Og igen her er det så specifik om de to første moduler.

A 1: Det var dejligt at det ikke bare var "nu starter vi lige med at pluss eog minusse" fordi jeg tror at vi alle sammen har nogle forskellige ting vi er gode til og der er nogle der er gode til at dividere og der er nogle der er gode til at lave ligninger og sådan nogle ting, men jeg tror at de fleste mennesker der går de kan plusse og minusse og det var godt at man ikke fik spildt tiden, altså at man kom igang med det samme og at man så at man ligesom lærte nogle ting fordi plus og minus det kan jeg godt og der ved jeg for eksempel fra HF, der startede vi helt på A-niveau - basisk - og der tabte jeg tråden, fordi det kan man godt og det er ikke særlig spændende at plusse 3 og 3vsammen ti gange. Øhh og jeg synes bare at det var fedt at man lærte noget nyt og det kunne jeg godt lide at sværhedsgraden var noget, altså det var ikke svært, men det var noget jeg ikke vidste, så jeg lærte noget nyt.

A 2: Altså jeg synes at sværhedsgraden var præcis som den skulle være. Altså hvis vi skulle have siddet og plusset og ganget, øhh hvad hedder det, helt tilbage, altså ikke at vi ikke havde haft godt af det nogen af os måske, men man er her også selv med et medansvar om, altså så hvis der er noget du ikke lige helt kan, så må du sgu selv supplere op. Mig og ….. ved jeg, vi starter til ekstra matematik næste mandag. Vi prøver at gøre brug af nogle af de matematik-centre der er rundt omkring, og det gør vi i vores egen fritid, selvom vi begge to har arbejde og sådan nogle der ting, for ligesom, for det er ligesom vores eget ansvar for at vi ikke er der, hvor vi følger at vi skal være. Så jeg synes egentligt at vi startede præcis ud fra det niveau som jeg i hvert fald havde forventet.

A 3: Ja, jeg er faktisk enig i at sværhedsgraden er som den skal være, helt sikkert. Det eneste er at det godt kan gå for hurtigt nogle gange og det er lige præcis derfor at vi siger jamen det er vores eget ansvar at kunne få fulgt op på de ting, nu har vi alle de emner som vi skal bruge og det er det her i skal kunne på det her tidspunkt så nu vælger vi at supplere lidt op med noget ved siden af, ikke. Men sværhedsgraden er som den skal være.

A 1: Og så passer den godt til en HHX. Altså det er nogle ting som man kommer til at bruge og også kan tage med sig videre og det synes jeg, altså det er meget rart at man kan se hvordan man kan bruge det efterfølgende, altså når man kommer ud i det rigtige liv - at det ikke bare er plus og minus.

A 2: Så flere hverdags-eksempler, det er i hvert fald vigtigt. Altså bare lige for at komme med en kommentar - da vi havde procent i går var det første gang at der blev nævnt et hverdagseksempel, for eksempel når du står nede i Netto, det var der hvor den virkeligt, hvor jeg bed fast, ellers havde vi jo kun haaft om kvadrat-sætninger, men ikke hvornår vi skulle bruge det, og sådan nogle her ting. Så det er i hvert fald det som fanger mig, det er hvis jeg kan, men det er jo det der er med matematik, det er som det er, der er ikke rigtig nogen forklaring på det, men det er bare sådan som det er. Der er bare nogle regler man skal følge, hvis man kan finde ud af at sætte tallene ind de rigtige steder, så er det pærenemt.

"latter"

A 2: Så det skal vi nok lærer (griner)

A 3: Jaa, så det er super godt

I: Yes. Jeg havde god mulighed for at blive hørt i klasseundervisningen?

A 1: Ja, det vil jeg mene at der er. Altså jeg synes ikke at folk sidder og snakker i munden på hinanden. Nu ved jeg ikke om det bare er fordi det er matematik, men det er også, også selv jeg ikke siger det rigtige, så bliver jeg da stadig hørt og jeg får forklaret "Nej, det er måske ikke sådan", men så bliver der forklaret hvordan det så er. Jeg synes ikke at man er bange for at sige noget og det er måske også meget godt med at man kan blive hørt.

A 2: Jo, jo, helt ærligt, eller helt enig, øhh. Altså igen, det er jo ens eget ansvar det her med at blive hørt. Hvis ikke du får taletid, så må du jo tage den, altså så må du jo slå igennem og sige "prøv at hør, det her forstår jeg ikke" og så er jeg altså lidt ligeglad med om jeg blotter mig fuldstændig og om der sidder 25 elever bare og tænker ham der han er idiot. Men hvis du virkelig selv, virkelig vitterligt ikke forstår det, så må du jo sige til. Og så er det jo ikke fordi at der er nogen mennesker overhovedet i hele verden der ville sige til ham "rend og hop", altså selvfølgelig ville man sætte sig ned og hjælpe eller i hvert fald gøre sit bedste for ligesom at skære det ud i pap, bruge et andet eksempel eller et eller andet andet.

A 3: For lige at gøre det kort, så er der mulighed for at blive hørt, hvis man har brug for hjælp.

"Latter"

A 2: Ja okay - jeg er ikke så god med tal, men jeg er god med ord

"Latter"

A 3: Der er mulighed for at blive hørt, er vi ikke enige om det?

(Alle samtykker)

A 3: Yes, videre

I: Yes. Forløbets faglige niveau var så højt at jeg ikke kunne deltage i klasseundervisningen?

A 1: Øhh, det føler jeg ikke at det var. Jeg føler at det var tilpas og det var dejligt at man, ja altså, det var ikke så svært at man ikke kunne sætte sig ned og begynde på noget. Altså så var der måske noget man ikke forstod, men så kunne man blive sat ind i det og så kunne man bruge nogle formler og nogle ting til ligesom at finde nogle resultater. Så jeg synes ikke at det var for svært, til at jeg kunne deltag aktivt. Det har heller ikke været for svært til at kunne sidde derhjemme og lave lektier for eksempel, det har man sagtens kunne finde ud af, også selvom at man sad alene.

I: Okay, så kan vi lige springe over til A3?

A 3: Ja, enig - det har været fint.

A 1: Altså det jeg har været mest bekymret for var lektier. Når man sidder derhjemme og tænker "åh nej, det her kan jeg ikke", men det kunne man godt. Der var ikke noget hvor man lige skulle google et eller andet. Det var fantastisk, at man havde fået nogle redskaber herover, og så blevet sendt hjem og ligesom øve på det. Der har ikke bare været nogen lektier hvor man ikke vidste noget som helst.

I: Har A 2 noget at tilføje?

A 2: Øhh, jeg er enig med de to andre nogenlunde

"Latter"

A 2: Nogenlunde. Hverken eller vil jeg sige. Altså det er jo klart at hvis der er nogen ting man kan, så kan man følge med og så er der måske nogle ting, hvor man halter bagud, ikke. Men jeg synes igen, altså niveauet er fint.

I: Yes, okay. Så videre til noget med gruppearbejdet: "jeg havde god mulighed for at blive hørt i gruppearbejdet?"

"alle samtykker"

A 3: Det er nogle gode kammerater vi har - der er altid mulighed for at spørge

A 1: Det er også voksne mennesker man sidder med, så det er ikke

A 3 (afbryder): Ja, der er ikke nogen der sidder og håner eller bliver irriterede eller noget

A 1: Nej, alle hjælper hinanden og hvis der er nogen der er bagud. Altså hvis der er en er sidder i gruppen, der ikke forstår det, så venter man gerne i stedet for bare at køre derudaf med at lave den ene opgave efter den anden. Så venter man ligesom på hinanden og forklarer og viser nogle forskellige ting til alle er med og så følges man ad i arbejdet, i stedet for at der bare er én der sidder og laver det og kører derudad og synes det hele er fedt og det synes jeg er rigtig rart.

I. Yes . og der kom du lidt ind på næste spørgsmål - forløbets faglige niveau var så højt at jeg ikke kunne deltage i gruppearbejdet?

A 1: Nej det synes jeg heller ikke

A 3: Jeg tror igen at det er det der med at det ikke er fordi det er niveauet der er højt, der er bare, altså, jeg skal bar elige bruge lidt ekstra tid på det og det synes jeg, det er ligesom noget som jeg tager ansvar for at gøre lidt mig selv derhjemme, ikke. Lige bruge lidt ekstra tid på det. Men niveauet er fint.

(fælles mumlen)

A 1: Jege synes niveauet, altså der er selvfølgelig nogen der har sværere ved det, end andre, men det er ikke niveauet der er højt, det er jo bare folk der måske ikke lige har brugt de ti år, og har ikke siddet og lavet noget matematik, så skal man lige huske nogle ting og man skal lige finde ud af nogle ting og begynde at bruge den del af hjernen igen. Så det er ikke niveauet der er svært, det er bare det med at komme i gang igen.

A 2: Det er en tilvænnigssag, ikke, men det er vel også sådan at forløbet er bygget op tænker jeg, sådan et eller andet sted, sådan at man klæder eleverne stille og roligt på. Det er jo nok ikke tilfældigt hvilken rækkefølge vi har tingene i. Det er jo nok fordi at der skal dannes sig et eller andet helhedsbillede, på et eller andet tidspunkt.

I: Yes. Skal vi gå videre til næste? Min arbejdsindsats i klasseundervisningen var tilfredsstillende? Så det er hvordan I selv har arbejdet i klasseundervisningen.

A 3: Altså vi har i hvert fald prøvet.

A 1: Altså jeg synes når det er talve, altså lige mig - tavleundervisninge hvor at læreren står og skriver op, det kan jeg godt følge med i og Facebook og alt det der, det er ikke indblandet, men ligeså snart der er grupper og man begynder at snakke og så har vi lavet det og så er der lige 5 minutter tilbage, så begynder man sådan, ja så er det måske ikke ligeså tilfredsstillende fordi, det ved jeg ikke, jeg er måske bare mere distræt når det kommer til gruppearbejde.

A 2: Altså jo ja, jeg har svaret i hvert fald i skemaet hverken/eller ikke og igen det kommer an på hvornår det er, men jeg synes at jeg er kommet med et åbent sind og er motiveret for at lære og jeg synes også at jeg forsøger virkelig meget og det vil jeg også fortsætte med, men det kan være når man begynder sådan, at man skulle sætte sig med det lidt mere helt alene, og prøve at tænke lidt mere matematik og prøve at tale lidt mere matematik for at det så ville fise ind, men jeg synes egentlig at indsatsen har været okay, men man kender det jo fra sig selv, hvis det ikke lige er ens ynglingsfag på forhånd, så sidder man måske lige og kigger lidt rundt i klassen en gang i mellem eller et eller andet ikke.

A 3: Jeg synes i hvert fald at jeg har prøvet så vidt som muligt at deltage så aktivt som jeg kunne, men igen når man ikke føler sig 100 procent sikker, så er det heller ikke der hvor man er allermest aktiv, eller i hvert fald, der spørger jeg meget (mumlen), men jeg er d i hvert fald med og prøver så vidt som muligt.

I: Det at du spørger andre er jo også en arbejdsindsats

A 1,2 OG 3 samtykker.

I: Yes, okay. Så "Min arbejdsindsats i gruppearbejdet var tilfredsstillende?"

(Uklart, mumlen)

A 3: Jeg prøver at deltage i gruppen, men det er mere det der med når man så er færdig med matematik i stedet for, nogen gange så kunne man godt lige have snakket lidt længere om et eller andet matematik, hvor vi begynder mere at snakke om, ja, fredag aften og jeg ved ikke hvad og så begynder man, ja, at snakke lidt rundt omkring i klassen, og så kommer der, altså det er også det der med at når gruppen er færdig, nå men så tænker man mest på sig selv, nå men så er vi færdige, så kan man godt finde på at snakke med nogen fra de andre grupper, som måske ikke er færdige. Der er det måske ikke så tilfredsstillende at man ligesom forstyrrer de andre.

I: A 2?

A 2: Øhh, hvad hedder det, hmm, spørgsmålet lige hurtigt?

I: Yes - min arbejdsindsats i gruppearbejdet var tilfredsstillende?

A 2: Jamen det kommer igen lidt an på hvordan man ser det. Altså om man er engageret, om man følger med, om man er god til at dele opgaver ud. Men hvis du ser det ud fra hvad du selv kan bidrage med, så er mit svar også derefter, fordi man vil jo selvfølgelig gerne i god gruppearbejde godt kunne bidrage med noget.

I: Det behøver det ikke at være. Det kan også bare være at stå til rådighed og komme med sine ideer.

A 2: Jeg synes at jeg er engageret i gruppearbejde, det synes jeg at jeg er, helt klart.

I: Og holder fokus på matematik?

A 2: Og holder fokus på matematik og det vi skal lave.

A 3: Ja, det synes jeg faktisk også at vi gør

A 2: Ja, det er de vi siger, vi er ret gode ovre hos os

A 3: Vi snakker ikke

A 1 (afbryder grinende): Ovre hos os

A 3 (griner): Ovre hos os har vi styr på tingene

(fælles mumlen)

A 3: Jeg synes faktisk ikke at vi kommer ud på nogle sidespor så meget når det er, altså så er det kun at hvis vi er færdige

A 1: Ja, det er også når man er færdige at man så, altså nogle gange glemmer at de andre måske ikke er færdige. Da er det der hvor vi begynder at snakke

A 3 (afbryder): Men generelt jo

A 1: Ja, ja

(Fælles mumlen)

I: Yes, og der kom vi så lidt ind på næste spørgsmål: "Arbejdsindsatsen i min gruppe var tilfredsstillende?"

A 1, A 2, A 3 siger alle ja

A 1: Selve arbejdet var tilfredsstillende. Det er nok nærmere det der kommer efter, når man er færdig, hvor man måske skulle tage lidt mere hensyn til andre.

A 2: Det er jo bare fordi at I er hurtige færdige jo

A 1: Ja, ja, men det er jo bare fordi at vi er gode

A 2: Ja præcis.

A 1: Ja, jeg ved det godt

I: Yes, og I svarer allesammen

A 2 (afbryder): Ja, jeg er enig

A 3: Jeg er også enig

I: Yes. Og de næste par spørgsmål går lidt på hvor I har haft jeres udbytte henne. Første spørgsmål er "Jeg har haft stort fagligt udbytte ud af klasseundervisningen?"

A 1: Ja, altså tavleundervisning, hvor

I (afbryder): Ja klasseundervisning og diskussion i hele klassen.

A 1: Ja, det er det jeg får mest ud af. Men det er nok også det der med at ligeså snart jeg kan se en formel på et eller andet, så det der med at sætte tallene ind, det kan jeg nemmere se, end hvis der er en der bare siger det, uden at jeg kan se det synligt for mig. Så det får jeg mest udbytte ud af. At kunne se det foran mig.

A 2: Ja, jeg får mest udbytte ud af hvis det bliver visualiseret, hvis det bliver skåret helt ud i billedsprog-agtigt, altså det bliver sådan helt kasse-agtigt.

I: Så hvordan synes du at det var i de første to timer?

A 2: Øhhm, nu var det noget man godt vidste nogenlunde i forvejen med det her regnehierarki og sådan nogle ting, ikke, men altså. Og det lyder underligt fordi jeg har jo været selvstændig erhvervsdrivende som telemarketingmand og arbejdet som sælger i hundrede år, og siddet og solgt produkter til +500.000, men igen - og jeg kan ikke regne, så det virker fuldstændig underligt at det er det jeg har beskæftiget mig med og det er også derfor jeg så godt kunne tænke mig at forstå det, men jeg har igen bare set tal som ord, altså så bare drejet det op på noget andet og så har det ligesom bare været et eller andet der har været med, så jeg tror at jeg er lidt mere ord-typen, som skal have et eller andet eksempel med hvis du så .... sådan der ikke.

A 3: Jeg tror at jeg svarede enig. Altså jo, jeg synes at det første modul der fik jeg fint udbytte ud af undervisningen. Det synes jeg at jeg husker sådan, så lidt senere så nogle gange så går det lidt for stærkt, men ellers så

A 1 (afbryder): Ja, men jeg tror faktisk også at de første moduler der skal man også lige lære hvordan læreren lærer fra sig. Og det er også måske det som der kan være svært, hvor man tænker "det fatter jeg ikke", men det er jo måske fordi man lige skal lære hvordan læreren bruger tavlen, eller et eller andet i den stil.

A 3 (uklar tale)

A 1: Ja men der er nogle der kun bruger det ene hjørne og der er nogen der bruger hele tavlen.

(Alle griner)

I: Den må jeg nok tage på mig.

(Alle griner)

I: Yes. "Jeg har haft stort fagligt udbytte af gruppearbejdet?" Og igen det er de to første moduler I skal holde fokus på.

A 1: Der har jeg haft mere udbytte af klasseundervisningen oppe ved tavlen. Jeg bruger mere gruppearbejdet til at lave nogle af de opgaver som, atlså øve tror jeg, fordi så får jeg lært noget og så øver jeg det i gruppearbejdet. Det er mere det jeg bruger min gruppe til. Så jeg får ikke så meget, altså jeg lærer ikke så meget nyt, måske nogle andre indfaldsvinkler, men ikke som sådan at regne noget ud for eksempel. Der kan jeg bedre lide at få nogle formler og så kan jeg sidde og øve det nede i gruppearbejdet.

I: Hvad med diskussioner i gruppen?

A 1: Jamen, altså nu har vi været heldige at vi alle sammen har været rimelige enige, så vi har ikke rigtig været ude for noget hvor der er nogen der har ment det ene og der er nogen der har ment det andet. Det kan være det kommer, når vi kommer ind på nogle af de andre emner. Men lige de her ting har vi godt kunne finde ud af, så jeg tror også at det har gjort at vi bare alle sammen har været enige og så har man bare hjulpet hinanden med lige at blive færdige.

A 2: Jo, jeg er også delvist enig. Fordi der selvfølgelig lige er nogle ting man lige skulle have genopfrisket, men jo, det har været et fint udbytte - både klasse/tavle, men også gruppearbejdet.

A 3: Altså de første moduler kan jeg huske, der fik jeg ikke så meget ud af gruppearbejdet, mener jeg, fordi der sad vi heller ikke helt som vi skulle. Vi havde flyttet os lidt rundt. Du sad sådan lidt derovre og

A 1 (afbryder): Nej, man var i gruppe med nogle andre end ens netværks

A 3 (afbryder): Ja lige præcis, så kendte man heller ikke sin gruppe, så derfor vil jeg heller ikke sige at jeg fik så godt udbytte af gruppearbejdet som jeg gør nu.

A 1: Nej, hvis det er det vi snakker om

(Fælles mumlen)

A 1: Jeg tror også til at starte med, der var det mere "nå gruppearbejde", så sad man bare i en gruppe og så lavede man sit eget. Nu er det mere man lige snakker sammen fordi man kender hinanden.

(Mumlen)

A 3: Hvis det kun er de første to moduler der, så nej, så fik jeg ikke noget udbytte ud af gruppearbejdet, fordi jeg turde overhovedet ikke at spørge om noget. Altså helt ærligt, det gjorde jeg jo ikke.

A 1: Men det er jo også det. Det er nye mennesker, man ved jo ikke hvad de synes

A 3: Jeg turde overhovedet ikke at sige at jeg fattede hat eller hvad skulle det være, altså sådan. Og så sad vi heller ikke i de netværksgrupper der, som vi skulle de første par timer.

A 2: Men jeg føler altså, bare lige for at runde den af, jeg synes der er en kultur i klassen, hvor at man godt tør blotte sig.

A 3: Ja, ja, nu er der, men lige det første modul, der skulle man lige

A 2: Men måske er det lige nemmere at gøre i sin gruppe når man sidder fire mennesker, end når der sidder 30

A 3: Men for også at konkludere så har det også været super godt at vi har siddet i de grupper som vi har

(Fælles mumlen)

A 1: Til at starte med der synes vi jo at det var åndssvagt, men nu synes jeg at det er fantastisk, fordi nu føler man bare at man kender dem og man har kendt dem i lang tid og så er det ikke pinligt at sige "jeg kan faktisk ikke forstå det her", og så kan de hjælpe en og så er man med igen, i stedet for at man bare sidder en hel time og tænker det her kan jeg ikke finde ud af.

A 3: Ja.

I. Yes. Og til sidste spørgsmål: "Jeg har haft stort fagligt udbytte af individuelt arbejde?"

A 3: Niks

A 1: Mhh, naajj, altså for eksempel lektier, hvor vi sidder derhjemme og laver det, der er det mere bare øvelse. Så jeg ved ikke om jeg har fået fagligt udbytte af det, men jeg har i hvert fald øget det jeg har fået herhenne.

A 2: Men tit og ofte har det ofte været, har vi startet på noget her, og så har man måske manglet en fire fem opgaver man lige skulle lave hjemme og så er det jo som venstre siger bare repetition derhjemme, altså det er den samme formel, så det er ikke fordi, at man sidder derhjemme med noget helt nyt, men det kommer jo selvfølgelig, tror jeg.

A 3: Ja, jeg tror at jeg får bedre udbytte ud af gruppearbejdet, men nu er jeg også mee generelt set, ikke.

I: Jamen, så siger jeg tak for hjælpen. Har I noget som I, noget andet som I lige vil tilføje her som I har gået og tænkt over, eller?

A 3: Nå altså, jeg glæder mig bare lidt til at starte til det der supplerende, så jeg kan komme, der er nogle ting som jeg bare mangler

(Fælles mumlen)

A 2: Andet end det er fedt jo, og at det jo er Rasmus der har ansvaret hvis vi får 03

(Fælles latter)

A 3: Der er ikke engang 03

A 2: Armen så 02, så er det jo hans ... Så hvis vi ikke kommer på CBS allesammen når vi er færdige

(Fælles latter)

A 1: Altså jeg synes det har været fedt, for i så lang tid har jeg bare gået og tænkt "Altså jeg kan ikke finde ud af matematik", men så husker man alle det der ting som man har lært på et tidspunkt, og så på et tidspunkt i matematik-undervisningen så tænker man "Nåå ja, det kan jeg jo godt", og så sidder man bare og laver

A 3 (afbryder): Men jeg synes også, altså for første gang vil jeg gerne lære det, hvor det ikke er ligesom du også nævnte tidligere i folkeskolen, hvor man bare gerne ville gøre alt for at undgå det, hvor nu synes jeg, jeg har virkelig lysten til at lære det.

A 2: Det er en tilvænningssag, også hele det her med at gå i skole og det her studieliv i forhold til at man er vant til at arbejde sig selv fuldstændig ned, ikke.

A 1: Bare det at sidde stille er svært

A 3: Men der er heller ikke en federe følelse end at sidde og få forståelse af et eller andet i matematik, som du slet ikke har forstået på noget andet tidspunkt, fordi du gør det meget mere kompliceret, så det er da en fed følelse når man sidder og tænker "Nåhh, er det bare det", og så føler man faktisk at der er en chance for at det ikke er, løbet er ikke kørt

A 2: Det skal helst være sådan at man skal have lært bare et eller andet hver dag når man går hjem, ikke.

A 1: Men det føler jeg at vi gør i matematik

A 2: Det synes jeg også. Helt klart, 100 procent.

I: Yes, men tak for hjælpen

interview med 2 studerende fra kontrolgruppen valgt ud fra dem der havde forbedret sig mest.

I: Jeg sidder her i ….. med …… og ……. og vi skal i gang med et fokusgruppe interview. Og vi springer bare lige ud i det. Hvad siger I til spørgsmålet "Jeg følte mig motiveret til at deltage i klasseundervisningen"?

A 1: Altså hvordan vi følte?

I: Ja, at du du følte, følte du dig motiveret til at deltage i klasseundervisningen, det vil altså sige, når jeg stod oppe ved tavlen og vi havde det samlede forum, altså vi kunne snakke med alle i klassen.

A 1: Ja, det synes jeg. Fordi jeg synes at, altså det kommer op på en måde, bliver lagt op på at sige det er det her vi skal have fordi vi skal herhen. Så på den måde så følte jeg mig motiveret til det.

I: Yes, så det var (mumlen). Jeg skal også lige huske at sige at det her er til de første to moduler, det er altså om potensregneregler og regnehierarkiet, hvis I kan huske der tilbage.

I (henvendt til A 1): Så du følte dig fint motiveret og du følte at det var klasseundervisningen?

A 1: Ja, fordi det var et nemt emne at komme ind på, så det var ikke sådan, altså det var svært at ryge ud af det, så jeg følte mig motiveret til det.

I: Ja, okay.

A 2: Ja, jeg svarede også "enig" på det der papir tror jeg. Jeg synes også at du forklarede sådan meget ligetil og vi fik nogle eksempler og vi skulle selv regne det ud og det var meget fedt det der med at det vi lavede timen før, skal vi gøre timen efter, så du har ligesom ikke rigtig et valg, andet end at høre efter. Det trigger din hjerne, så det er meget smart og det er meget godt lige at få genopfrisket ikke.

I: Ja, super. Næste spørgsmål: "Jeg oplevede at klassen som helhed var motiveret"?

A 1: Både og.

I: Både og?

A 1: Ja, fordi klassen er så forskellig, som den er, så der vil altid være nogen som der bare tænker de skal fedte igennem det her. Hvor der er mange andre, de vil det jo gerne. Så derfor synes jeg at det var splittet hvad folk ville. Men heldigvis der hvor jeg sad, der ville folk gerne, så derfor synes jeg at det var nemt (uklar tale) at kunne følge med der.

I: Har du nogen eksempler på hvor det sådan kommer til udtryk, det her med at du ikke følte at klassen var motiveret?

A 1: Folk der sidder og fløjter og sådan noget, når du for eksempel står oppe ved tavlen, havde vi jo også et eksempel på.

A 2: Ja, folk er sådan lidt i deres egen verden. eller sådan, der er nogen af dem, det forstyrrer ikke undervisningen, men at alle folk sidder med deres computer, det er jo også sådan, altså det forstyrrer jo uden at forstyrre, jeg ved ikke hvordan man skal forklare det.

I: Hvordan følte du at det forstyrrede dig at de sad med en computer?

A 2: Ja, fordi så kommer jeg til at sidde og kigge ind i en skærm i stedet for at følge med. Og det er sådan lidt, jaa.

A 1(laver spil-lyde)

A 2: Ja, det bliver man sådan stresset af at kigge på i lang tid.

I: Yes, okay. Vi går videre til næste: "Jeg følte mig motiveret til at deltage i gruppearbejdet"? Og gruppearbejdet, skal jeg måske lige sige, det var der hvor vi gennemgik det og så skulle I sidde og lave opgaverne samlet i jeres grupper. Hvordan følte I jer motiveret til det?

A 1: Det synes jeg var godt. Også fordi hvis der er nogle ting som man ikke lige har fanget på tavlen, så når du kommer ned i gruppearbejdet, så hvis der er en eller to der har forstået det, så er det nemmere for de andre at få dem hevet med ind, og sgr "Nå, det er sådan her det er" også fordi det kan være at de kan forklare det på en anden måde end du kan. Jeg har nemlig et eksempel lige der, hvor der var noget jeg ikke forstod og der måtte de andre så tage over, og så sige det er sådan her det var og ligesom breake det ned til mig. Så for mig der virkede det rigtig godt.

A 2: Ja, det var det samme. Nu sidder vi jo også ved bord sammen der først, så det var sådan, det var meget hyggeligt, ej, men jeg synes også, noglegange, ellers kan man også lige gå ind i bogen, sådan, fordi nogle gange så fatter jeg ikke det der sker på tavlen, men så hvis jeg lige læser det sådan selv, så forstår jeg det godt, og så kan jeg godt sådan trække det ned fra tavlen og sådan bruge det, ikke. Nogle gange har jeg bare lettere ved at læse det, end at få det forklaret. Jeg ved godt at det lyder lidt underligt.

I: Men så med fokus i din gruppe, i forhold til

A 2 (afbryder): Ja, men der hjalp vi jo også hinanden.

I: Det var det meget med at hjælpe hinanden?

A 2: Ja. Vi h, så ar jo lavet noget forskelligt alle sammen, så det er jo også sådan niveau-mæssigt at det er forskelligt.

I: Super. Yes. Så tager vi den næste: "Jeg følte at det var let at holde fokus på arbejdet i timerne"?

A 1: Både og. Og det er jo fordi der er de her forskellige slags folk herinde. Så derfor kan det godt være at der er nogen der sidder og siger "det her, det er simpelthen for nemt", og så bliver det sådan lidt, måske, højrøvede at høre på og så sidder man selv og kæmper med det og tænker bare "okay, i stedet for at sidde der og spille smart, kan du så ikke lige komme og hjælpe her".

I: Det kan jeg udemærket godt forstå. Hvad med dig, det følte du fjernede fokus, at der var folk der sagde at det var nemt?

A 1: Ja, for jeg havde nemlig en, hvor jeg sad og sagde "jeg har det svært ved det her, det kan jeg altså ikke, om der så ikke var nogen der kunne hjælpe" og det blev sådan lidt "jamen det er jo nemt nok" - det var bare svaret jeg fik tilbage "jamen prøv at hør" jeg blev ligesom nødt til at sige "jamen jeg kan ikke. Jeg ved ikke hvad det er". Det synes jeg lidt var, men jeg fik jo hjælpen som jeg skulle have, så i sidste ende endte det jo.

A 2: Ja folk er ligesom lidt for hurtige oppe når de er gode til det, eller sådan noget, så gider de slet ikke at arbejde med stoffet, så går de bare sådan videre fordi "det har jeg lært for tre år siden", jamen det kunne jo være at du skulle lære noget nyt nu eller sådan, det er virkelig sådan cutter det af med det samme, de gider ikke at tænke ud af boksen eller hvad man siger.

I; Deet, ja, okay. "Forløbets sværhedsgrad passede til mig"?

A 1: Både og. Jeg har lært noget, så det vil sige at jeg har jo kunne bruge det til noget og jeg føler også når jeg kigger tilbage at jeg stadig kan huske det, selvom det blev løbet hurtigt igennem, så man har jo bare at fange det til at starte med for ellers så er man jo bagud med det samme, men jeg synes egentlig at det lå fint nok til at starte med

I: Ja, men du sagde både og, var der så noget af det, hvis du tænker på at det ene var regnehierarkiet og det andet var potensregnereglerne. Kan du huske om der var noget af det der var sværere end det andet?

A 1: Når man kan ind i de der forskellige potenser, så begynder det, altså så skal man tænke sig mere om og så er det at jeg godt kan bruge lidt mere tid til det for at det virkelig sidder fast, fordi jeg har det sådan at jeg skal forstå det bagved også før jeg kan tage det videre, for eller så, jeg kan godt huske formlen, men hvordan det var det virkede, det har jeg ingen ide om.

A 2: Ja, jeg synes også, altså noget var lidt let synes jeg. Men det var også fordi vi havde en matematiklærer der var rigtig god i folkeskolen, så vi lærte halvdelen af pensum fra 1. g, hvor jeg så i 1. g fik den værste matematiklærer , hvor jeg slet ikke lærte noget på et helt år. Så altså jeg kan sådan kun sammenligne med 9. klasse, ikke. Men, jeg synes også at det er fint nok at det starter sådan lidt lavpraktisk, fordi så får man ligesom alle med og man får det genopfrisket også selvom du godt ved det, så er det ikke sikkert at du kan huske det hele, eller sådan.

I: Men synes du så at det var for let?

A 2: Nej, altså ikke sådan hvor jeg tænkte, altså nu er jeg jo heller ikke særlig matematisk. Ej, jeg synes at det er passende.

I: Okay. Godt. "Jeg havde god mulighed for, at blive hørt i klasseundervisningen"?

A 1: Det er næsten det samme spørgsmål som tidligere. Det er så forskelligt, så nogen de snakker bare, og så er der nogen der sidder "nå, okay, det nåede jeg så ikke lige helt her gang". Altså folk skal være bedre til det. Jeg kommer jo fra forsvaret, og der holder man altså kæft, der rækker du hånden op (uklart). Der er lidt mere struktureret end folk er her, og det kan jeg godt mærke. Og det kan også godt sætte en bagud, fordi nogen gange så har man det sådan lidt "Jamen jeg har det rigtig svært", så bliver jeg selv nødt til bare at være røvhullet der bryder ind for at få sagt noget.

I: Mmh, ja. Så du føler at der er lidt for meget kamp om at blive hørt?

A 1: Der er nogen der er, men altså, men om det er derfor de gør det, det ved jeg ikke.

A 2: Nej, men jeg tror bare. Sådan er det også, i hvert fald i de andre fag. Ellers så googler de, altså det er sådan hele tiden lsådan lidt stræber-agtigt, det er bare at man skal have ret med det samme i stedet for at man lige giver folk en chance til at tænke over det, eller sådan. Men altså, jeg vil så også sige at du plejer jo at tage dem der rækker hånden op, selvom det er blevet sagt, fordi det er jo også ikke særlig fedt at have siddet med hånden oppe i sådan fem minutter og så er det bare blevet sagt hundrede gange, ikke, men ja.

I: Yes. "Forløbets faglige niveau var så højt at jeg ikke kunne deltage i klasseundervisningen"?

A 1: Nej. Jeg har sagtens kunne deltage i det. Fordi det blev repeteret og der er jo noget man har haft før. For mig er det tolv år siden jeg havde det, så det ligger lige lidt fjernere end det måske gør hos nogle andre.

A 2: Ja, nej jeg synes heller ikke at det var for højt.

I: Nej, okay. "Jeg havde god mulighed for at blive hørt i gruppearbejdet"?

A 1: Ja, men det var så der hvor jeg, når vi så havde det der gruppearbejde, så var det der hvor jeg lige skulle kæmpe lidt for at være med igen.

I: Men så var de gode til at hjælpe dig når du stillede spørgsmål?

A 1: Det synes jeg. Altså når jeg så fik forklaret det, "Prøv at hør, jeg kan altså ikke" og de godt kunne se det på mig, så var de gode nok til at sige "Jamen okay, så tager vi det helt fra bunden af , så starter vi forfra, sådan så du også er med".

A 2: Ja, der synes jeg også det samme. Altså så er der heller ikke noget pres fra lærerens side, eller noget, så er folk sådan lidt mere nede på jorden og man kan snakke om tingene på en lidt anden måde end man kan når det er sådan lærer til elev, eller sådan kontakt, ikke.

I: Ja. "Forløbets faglige niveau var så højt at jeg ikke kunne deltage aktivt i gruppearbejdet"?

(Fælles latter)

A 1: Det har jeg lidt svaret på.

A 2: Ja

I: Okay. "Min arbejdsindsats i klasseundervisningen var tilfredsstillende"?

A 1: Hvordan mener du i klasseundervisningen?

I: I klasseundervisningen så er det de tilfælde, hvor jeg står oppe ved tavlen, og stiller spørgsmål ud i hele klassen. Der hvor undervisningen foregår for hele klassen, modsat gruppeundervisning, hvor det er, hvor I sidder i gruppen og arbejder og jeg kommer over og hvis I har nogle spørgsmål, så arbejder jeg individuelt med gruppen. Så klasseundervisning det er alle på en gang.

A 1: Der synes jeg personligt at der kan jeg godt være sådan lidt tilbageholdende, Og der ved jeg jo godt, at jeg har jo lavet det, jeg skal bare række hånden op. Det er bare sådan jeg er, altså det

I (afbryder): Men du, hov undskyld

A 1: Jeg ved at det er en ting, som jeg skal gøre bedre og der kan jeg altså godt..

I: Yes. Det er ikke nødvendigvis hvor meget du byder ind, men føler du at du får arbejdet med stoffet når jeg står deroppe?

A 1: Ja, det synes jeg.

A 2: Ja, det synes jeg også, men nogle gange, altså, jeg er sproglig og ikke matematisk, så jeg er sådan lidt mere tilbageholdende i de matematiske og naturfaglige fag, end jeg måske er i sprog og dansk og sådan nogle snakke-fag. Altså det er ikke fordi, det er som regel rigtig nok det jeg har lavet, men man er bare sådan lidt mere usikker tror jeg. Men altså, jeg føler at jeg er fint med, også det der opvarmning og sådan noget.

I: Ja, okay. Alletiders. "Min arbejdsindsats i gruppearbejdet var tilfredsstillende"?

A 1: Der ligger jo den der med at jeg havde det lidt svært. Så hvor meget jeg kunne byde ind med i gruppearbejdet, det ved jeg jo ikke helt.

I: Du arbejder jo stadig, så du ligger jo stadig en arbejdsindsats og det at du stiller spørgsmål gør også at de andre bliver bedre.

A 1: Ja, helt sikkert.

I: Så

A 1: På den måde så kan man godt sige, at så har jeg været aktiv i gruppearbejdet. Jeg har ikke bare ladet det gå passivt hen.

I: Nej

A 2: Det synes jeg også (uklar tale). Det kan du jo næsten svare bedre på, nu når vi er i gruppe sammen.

I: Ja, prøv lige at snakke lidt om det. Hvis I var i gruppe sammen må I godt lige prøve at snakke lidt om hvordan I synes at det var i gruppen.

A 2: Men var det kun om de første to emner?

I: Ja de første to emner. Jeg ved godt at det er lang tid siden.

A 1: Jeg synes egentlig at vi gøre det meget godt, det der med at der var ikke den der med at man ikke turde at spørge når der var noget som man ikke forstod.

A 2: Nej, overhovedet ikke

A 1: Jeg synes vi var meget gode til at sige sådan "Jamen det her, det forstår jeg ikke" og "Nå, men det forstår jeg, så kan jeg forklare dig det". Og hvis der så sad en ved siden af, og man godt kunne se at personen ikke fangede det, jamen så var der jo bare en tredje person der kunne tage over og prøve at forklare det på deres måde, sådan så man virkelig forstod emnet som det var.

A 2: Ja

I: Yes. Ja, men så har vi faktisk også svaret på næste spørgsmål - "arbejdsindsatsen i min gruppe var tilfredsstillende" og det er jo det I har snakket om som gruppen som helhed. Yes. "Jeg har haft stort fagligt udbytte ud af klasseundervisningen"?

A 1: Det synes jeg at jeg har. Jeg kan mærke at jeg har rykket mig på et punkt, som jeg ikke havde troet ville gå så hurtigt.

I: Fedt. Og med klasseundervisningen, vi snakker ikke gruppearbejde nu, vi snakker specifikt

A 1: Nej, det er jeg med på.

I: Okay, yes

A 2: Ja også mig. Altså jeg var så glad for at få en matematiklærer som dig, fordi sidste år, det var bare helt, altså, det var helt langt ude i skoven. Jeg fattede intet af hvad han sagde og det var der ikke nogen der gjorde i den klasse, så jeg synes at det er rart, selvom du sætter det sådan, altså det er meget enkelt og det er sådan dang dang dang, men det virker for mig. Altså jeg får det ind, så ja, jeg er godt tilfreds.

I: Ja, super. "Jeg har haft stort fagligt udbytte ud af gruppearbejdet"?

A 1: Det må man sige

A 2: Ja. Det svarede vi også lidt på før agtigt.

A 1: Jo, men det var nemlig det der med at man kam komplementere hinanden og sige jamen altså, okay den her del forstod du ikke lige, jamen så kan jeg lige tage over lidt. Man kan lære hinanden det. Man lærer jo også noget af at sidde på den anden side og lære en anden person af det.

I: Bestemt. Yes. Og til sidst "Jeg har haft stort fagligt udbytte ud af individuelt arbejde"?

A 1: Jamen det synes jeg også. Der får man, altså der kan man virkelig fodybe sig i det og så sige okay tag det i det niveau eller det tempo man gerne vil have det i selv.

I: Ja

A 2: Ja, og det synes jeg også og det er også bare, altså hvis du har været med og fulgt med i tavleundervisningen og lavet noter og sådan noget til det, altså så tager det jo ingen tid det der opvarmning, hvor du skal lave det inividuelt, hvor nogen af dem, de sidder og sådan lidt, for eksempel ovre ved bordene, de sidder nogle gange og kæmper lidt med det ikke, men altså hvis du bare har fulgt med, så synes jeg heller ikke at det er et problem at arbejde selvstændigt.

I: Nej. Også med lektier, og sådan noget, derhjemme? Det er jo også individuelt arbejde. Hvordan føler I at det giver jer noget?

A 1: Jeg synes at jeg har fået mest ud af det heroppe. Men det er også fordi det lektier vi har haft indtil videre, har ikke, altså, hvis ikke man havde fået læst det, så synes jeg ikke, jeg tror jeg har haft en enkelt gang hvor jeg ikke lige fik læst, og der kom det hurtigt herop hvad det var, og så fangede man med.

A 2: Ja.

I: Yes. Okay. Jamen, det var egentlig alt hvad jeg havde. Det gik jo fint. Vi var 14 minutter om det. I har ikke noget hertil sidst (bliver afbrudt af en person der kommer ind i lokalet). Har I noget I vil tilføje, noget som I har tænkt på i undervisningen.

A 1: ALtså, dengår hurtigt, det gør den. Man kan mærke at der er mange der har svært ved sådan at følge med.

A 2: Ja. Altså det er fedt at det er skåret så meget ud i pap, at det går hurtigt, men jeg tror der mangler sådan, at det går så hurtigt det stresser dem, at de ikke kan sætte sig ind i tingene, selvom det, altså du gør det jo så simpelt som muligt, men det kan de ikke se, fordi det går hurtigt, Hvis du forstår hvad jeg mener ?

I: Ja

A 1: Nogle gange bliver det så simpelt så det bliver svært.

A 2: Ja lige præcis

A 1: Fordi det bliver skåret for mange gange ud i bidder. Og til sidst, så sidder du med alle de her ting om den der enkelte lille opgave og så bliver det bare

A 2 (afbryder): Ja, så bliver det mega forvirrende.

I: Ja. Yes. Og noget andet?

A 2: Nej, det var det.

I. Super. Så holder vi for nu.

interview med 2 studerende fra kontrolgruppen valgt ud fra dem der havde forbedret sig mindst.

I: Jeg sidder her i …. med ….., …… og ……. Vi skal til at gå i gang med et fokusgruppe-interview. Og jeg starter med at stille spørgsmålene, og jeg tænker at hvis vi bare starter med at du svarer først, og så ….. og så ……. til sidst og selvfølgelig må I godt afbryde hinanden og snakke sammen om det, men bare så vi har at du lægger ud og så..

A 3 (afbryder): Hvad så hvis jeg ikke har noget at sige, hvis det er sagt altsammen?

A 2: Så kan du vel bare sige enig.

i: Ja, så kan du bare sige hvad de er, som du er enig med, for eksempel. Yes. Første spørgsmål: "Jeg følte mig motiveret til at deltage i klasseundervisningen"? Klasseundervisningen, når jeg siger det, så er det når jeg har stået oppe ved tavlen, og talt ud til hele klassen , og hele klassen har haft mulighed for at respondere. Gruppearbejde det er når I har siddet i jeres grupper. Det var det I gjorde, for eksempel når I løste opgaver, så sad I i jeres grupper sammen og kunne stille spørgsmål til hinanden og jeg kunne komme ned og hjælpe jer i grupperne. Så fik vi også det på plads. "Jeg følte mig motiveret til at deltage i klasseundervisningen"?

A 1: Der vil jeg sige at jeg er meget enig. Også fordi at matematik er et meget interessant fag for mig, dog selvfølgelig lidt svært at forstå nogle gange, men stadigvæk motivation til ligesom at udfordre sig selv lidt til at kunne forstå det bedre også, absolut.

I: Ja, hvis du, altså det var jo sådan meget, hvad skal man sige, den indre motivation for dig. Var der så nogle ydre faktorer der kunne motivere, eller du følte at der var med til at motivere?

A 1: Også bare klasserums-kulturen, vi har. Folk er ligesom også med til at støtte hinanden og hjælpe hinanden når der er brug for det. Ligesom også gøre motivationen meget nemmere.

A 3: Sådan var det meget i starten i hvert fald. Når man kiggede rundt virkede folk meget motiverede. I hvert fald de første moduler vil jeg sige.

I: Ja.

A 2: Jeg vil også sige at jeg er meget enig. Men det er nok også fordi matematik altid har været et svært fag for mig så derfor så føler jeg at det er vigtigt for mig at jeg hører efter, fordi jeg har tænkt mig at tage det op på b-niveau, og så skal jeg ligesom have alt det her grundviden-basis på plads inden jeg ligesom kan rykke op på b ikke. Ja, og så også som de andre sagde, det der med klassekulturen, altså der er ikke nogen der sidder og griner af hinanden, hvis man siger noget forkert og man føler at man kan sige noget selvom det måske er helt hen i vejret.

A 3: Og det vil jeg faktisk også tage som en forlængelse hos …., det hun sagde at jeg har også haft svært ved matematikken. Jeg vil meget gerne forstå det, og synes det er interessant. Jeg har også tænkt mig at tage det på b-niveau næste år.

I: Ja

A 1: Jeg synes også, altså folk lærer selvfølgelig forskelligt, men for mig, så er det virkelig fint med den måde som du har gjort det på, kan man sige. Den måde du underviser på. Jeg har i hvert fald forstået det. Jeg føler selv at jeg er meget godt med i matematik, så jeg vil også sige at jeg er meget enig.

I: Yes. Super. "Jeg oplevede at klassen, som helhed, var motiveret"?

A 3: Som helhed? Hvad nu hvis der var en der måske ikke var?

I: Altså, hvordan synes du at det kom til udtryk?

A 3: Som helhed - det er vel at alle er fokuserede og at alle er engagerede og gider at deltage aktivt i det.

A 1: At der ikke er nogen der bare sidder med hovedet nede i telefonen eller computeren og ikke laver noget

A 3: Der er selvfølgelig et par stykker der måske gør det, men som helhed synes jeg at vi alle sammen har været gode til at stille relevante spørgsmål, helt klart.

A 1: Og det at du har du vel også kunne mærke når du kommer ind. Der har jo også været en vis begejstring hver gang vi skulle i gang med et eller andet, ikke bare sådan øv, hele tiden.

I: Nej, nej.

A 2: Ja, og så dem der ikke følger med og ikke er så aktive, de forstyrrer ikke os andre, altså det er ikke sådan at de sidder og hvisker tisker. De sidder stille og roligt på whatever, deres mobil eller hvad det er de laver. Så det forstyrrer ikke os andre at de gør det.

I: "Jeg følte mig motiveret til at deltage i gruppearbejdet"?

A 3: Absolut. Det vil jeg mene. Og også fordi, det giver også kanon gode input at arbejde sammen med andre også. Da, som cooperative learning, som vi jo også har lært. Der hvor læreren måske ikke helt kan komme igennem, hvor gruppearbejdet ligesom kan lære en på en anden måde måske gør også at det mange gange er nemmere at forstå.

A 1: Ja jeg tror det kommer meget, for mig betyder det også meget at den gruppe jeg deltager i, at de også alle sammen deltager. Fordi hvis jeg har nogle folk der ikke virker så engagerede eller som måske ikke har fulgt med i timen, og lige pludselig sidder i gruppearbejde og så faktisk overhovedet ikke kan finde ud af en skid, undskyld sproget, men ikke har fulgt med i undervisningen, og de vi så sidder og skal lære, det omhandler det vi lige har lært, og så sidder de der og ikke kan finde ud af det, og spørger meget ind til det og sådan noget, det kan godt forstyrre mig i gruppearbejdet. Påvirke mig måske.

A 2: Ja, der har jeg lidt det samme problem. Hvis min gruppe for eksempel ikke har lyttet så meget og sådan noget, så jeg har det også med nogen gange at sætte mig hen til en anden gruppe, men også fordi at der er nogen fra min gruppe, der har merit i matematik, så vi er ikke så mange i min gruppe, så jeg har det faktisk med tit at sætte mig sammen med Jonas, lige rykke mig om til ham.

I: Okay. I føler ikke det giver noget ekstra det der med at skulle forklare det til ngen af de andre?

A 2: Jo, fordi når vi sidder og samtaler omkring matematik og sådan noget, så giver det da en hel del mere når du ligesom får sat ord på det, og det vil også hjælpe os til de mundtlige eksamener eller et eller andet, at vi ligesom lærer at tale om det, i stedet for at vi bare sidder og laver det.

A 3: Det har ikke så meget været modulerne i starten, men for eksempel det sidste modul vi havde, der var jeg faktisk meget rundt til (uklart) og …… og …… og de andre og hjælpe dem, fordi de havde problemer med det. Det giver jo også meget selv at du forklarer det, så lærer man det selvfølgelig lidt bedre selv, ikke.

I: Ja. Super. "Jeg følte at det var let at holde fokus på arbejdet i timerne"?

A 1: Det vil jeg faktisk sige, at det er jeg også meget enig i. Fordi der er ikke rigtig nogen deciderede inputs der kan komme ind og forvirrer dig og sådan noget, når det er at du står og kommer med, fortæller "det er sådan her regnereglerne" er eller" sådan her gør du, hvis du har den her", så får vi opgaverne og så kan vi arbejde koncentreret med dem.

A 3: Vil du lige uddybe spørgsmålet igen?

I: Altså stille det igen?

A 3: Stille det igen.

I: Okay. "Jeg følte at det var let at holde fokus på arbejdet i timerne"?

A 3: Arbejdet, det er det vi sidder og laver, det er ikke når du gennemgår noget på tavlen eller hvad?

I: Nej, det er når I, sådan mere specifikt, når I arbejder. I arbejder jo egentlig også når I lytter efter, så det er jo egentlig også om det var let at følge med.

A 3: Det synes jeg har været meget fint, fordi på den måde du stillede opgaverne på, det blev meget let at gå til synes jeg, over internettet, og igen, som de andre også har sagt så er det noget der også interesserer mig, så de opgaver, man har ligesom lyst til at løse dem ikke, man giver ikke op synes jeg.

A 2: Ja, specielt også fordi du gennemgår præcis den opgave vi skal til at lave oppe på tavlen lader det stå oppe på tavlen, sådan så amn lige hurtigt kan se "okay, hvad var det x og y det stod for i denne her sammenhænf" og sådan noget. Så det er meget rart at du lader det stå, sådan så at vi ligesom har det, så man kan kigge lidt efter, ikke.

I: Yes.

A 2: Og bare sætte nogle andre tal ind.

I: Men der var ikke nogen faktorer der kunne forstyrre jer fra arbejdet, altså få jeres fokus væk fra

A 3 (afbryder): Selvfølgelig. Det nævnte jeg også før. Folk der ikke, hvis jeg sidder ved siden af en der ikke gider at lave opgaverne og måske sidder, det ka godt være at ….. hun sagde at det ikke forstyrrer at de sidder med deres tablet, eller hvad de gør, men hvis jeg sidder ved siden af dem og løser opgaverne, og når de ser et eller andet på youtube eller et eller andet, så kan det godt virke forstyrrende for mig, fordi så kan jeg godt miste fokus lidt.

I: Ja, helt bestemt.

A 2: Ja, i hvert fald når man skal til at udføre arbejdet, men jeg synes at når det er du bare laver tavleundervisning, og jeg bare sidder med fokus deroppe, så synes jeg at der er så galt, men jo, når vi skal til at sidde og lave arbejdet i grupperne, så er det da forstyrrende at der er en der sidder og ja, ser youtube-videoer eller hvad man nu eller laver.

I: Yes. Er det noget I føler at der har været i stor grad herinde, eller?

A 1: Nej. overhovedet ikke

A 2: Nej, overhovedet ikke.

I: Nej, okay.

A 3: Nej det er ikke noget, ikke ligesom folkeskolen i hvert fald. Man kan godt mærke at folk er blevet voksne.

A 1: Ja, vi mere voksne og har mere rygrad.

A 3: Ja, det kan man godt mærke.

A 2: Ja, helt sikkert. Man har selv valgt at være her. Det er ikke tvunget.

I: Okay.

(pause, da der er en der kommer ind i lokalet)

I: Yes. "Forløbets sværhedsgrad passede til mig"?

A 2: Jeg synes faktisk at det var fint.

A 1: Jeg vil sige at jeg er nogenlunde enig. Men også fordi, som sagt, jeg har haft svært ved matematik, så det har været fint nok at tage det sådan skridt-vis. Der er selvfølgelig altid nogle regneregler som man lige skal hjem og repetere på, og hvorfor du bruger det på den måde der, men ellers så er jeg enig i at det har været et fint forhold, altså trinvis deropad.

A 3: Jeg synes ikke at det har været for let, fordi i folkeskolen der var jeg en meget anderledes elev, der havde svært ved at følge med i timerne, og meget (uklart) og forstod ikke princippet i at hvis man ikke fulgte med i den ene lektion og du gennemgik nogle ting og så ville du ikke kunne bruge det i næste uge fordi det var det du skulle have lært. Så på den måde har det været fedt for mig. Der var nogen af de ting som jeg ikke vidste i forvejen faktisk. Så jeg har haft det fint med at vi har fået repeteret det, vil jeg sige.

A 2: Altså lige i forhold til mig, hvis vi kun kigger på det her med regnehierarkiet og potenserne og det her, så synes jeg at det har været let, men det er fordi jeg tog et matematikkursus inde på KVUC på et halvt år inden jeg startede her, så der havde jeg ligesom fået gennemgået alt det der, så i forhold til lige præcis de to ting, så var det let.

1: Okay. Yes, jamen det var lige præcis i forhold til de her to ting, da vi skal svare på det, så det er jo godt. "Jeg havde god mulighed for at blive hørt i klasseundervisningen"?

A 1: Der er jeg også enig. Absolut.

A 2: Ja, jeg er også enig. Altså hvis vi tager, altså kun når du gennemgår noget oppe ved tavlen, altså klasseundervisning, så ja, så er der rig mulighed for at blive hørt.

A 3: Ja, jeg har ikke så meget at tilføje. Det synes jeg også. Jeg synes at det har fungeret fint, helt klart. Jeg synes selv at jeg har fået stillet spørgsmål som du har været sød at svare på.

A 1: Men også bare det at man også bliver valgt. Du er også god til at holde overblikket, og tage nogle forskellige personer, så alle har mulighed for at kunne komme med deres input.

I: Ja. Super. "Forløbets faglige niveau var så højt at jeg ikke kunne deltage aktivt i klasseundervisningen"?

A 1: Der er jeg ikke enig.

A 2: Nej, jeg er heller ikke enig. Men det var meget, også i modsætning til det andet spørgsmål.

A 3: Ja, det er modsat af det vi lige har svaret. Jeg er også ueing. Jeg synes ikke at det har været for højt, jeg synes at det har været tilpas.

A 2. I hvert fald hvis vi kigger på de her to første ting.

I: Ja. Lige præcis.

A 3. Åh, ja du skal lige påpege det. Jamen det er det vi snakker om.

I: Det er godt at I husker det, for det kan meget hurtigt blive for generelt, fordi at det også er lang tid siden. Det forstår jeg godt. Så det kan meget hurtigt blive taget over, så det er godt at du holder fokus på det.

A 2 og 3: Ja.

I: "Jeg havde god mulighed for at blive hørt i gruppearbejdet"?

A 1: Det vil jeg også sige, altså, de to første dage hvor vi sad sammen, der, os mennesker, inden vi blev rykket rundt på de andre borde der, der var også engagerede mennesker der var villig til at hjælpe en, man var også villig til at hjælpe dem igen, når man kunne, og som også gjorde det nemmere for en at skulle deltage i tavleundervisningen når det endelig var, så det synes jeg. Helt klart enig.

A 2: Ja, jeg er også helt enig. Vi sidder ikke og snakker i munden på hinanden. Vi venter pænt til den ene er færdig med at snakke.

A 1: Jeg kunne også sige fingeren, husk fingeren op.

I: Ja,

A 3: Jeg kan umiddelbart ikke huske hvor jeg sad henne, i hvilken gruppe faktisk

A 2: Du sad med mig og Oskar og Morten og Rune.

A 3: Gjorde jeg det? Lavede vi bare gruppearbejde der? Jeg synes da ikke primært at der var så meget gruppearbejde.

I: Det var meningen i hvert fald at I skulle lave de der opgaver som I fik, det var meningen at I skulle have lavet dem i grupperne. Det kan jo godt være der i starten at det har været lidt sværere at turde arbejde sammen, så det er jo lidt det, hvor meget I har gruppearbejdet individuelt i grupperne. Det kan jeg jo ikke svare på. Det var meningen at I skulle i hvert fald.

A 1: Det var vel bare de opgaver som vi fik stillet, og så selvom det var individuelt eller ej, så sad man vel stadigvæk og hjalp hinanden.

A 3: Jamen, så er jeg vel enig. Så er jeg enig.

I: Yes. "Forløbets faglige niveau var så højt at jeg ikke kunne deltage aktivt i gruppearbejdet"?

A 2: Det er jo lidt det samme

A 3: Det samme igen

A 1: Ja lige præcis.

I: Så den kan vi godt springe lidt over. den har I svaret på. Okay "Min arbejdsindsats i klasseundervisningen var tilfredsstillende"?

A 1: Det synes jeg selv. Meget enig.

A 2: Ja, jeg synes også selv min har været tilfredsstillende. I hvert fald hvis jeg spørger mig selv.

A 3: Jeg er også meget enig. Jeg kan også godt sige, de to andre også, jeg føler også selv at når jeg deltager aktivt, så har jeg i hvert fald også lagt mærke til at de to andre også har gjort

I: Ja.

A 3: Så det synes jeg helt bestemt at vi har været.

A 1: Så det håber vi da også, at du synes

(fælles latter)

A 3: Det ved vi jo ikke jo

I: Det må jeg ikke svare på lige nu

A 3: Det må du svare på efter.

A 1: Det kommer vel med årskaraktererne.

I: Ja det er jo det.

A 3: Du kan da godt rose os bagefter det her og lige sige hvad du synes.

I: Det kan vi godt snakke om.

A 3: Yes!

(Fælles latter)

I: Yes. "Min arbejdsindsats i gruppearbejdet var tilfredsstillende"?

A 2: Det samme i forhold til klasseundervisningen.

A 1: Meget enig

A 3: Meget enig. Der er vel ikke så meget at uddybe der. Jeg synes at det fungerer rigtig godt.

A 1: Jeg synes der er mange gange man kan lave nogle stykker der, så kommer man med det ene resultat og så kommer man med det andet resultat og så kan man ligesom vejlede hinanden til hvorfor man har gjort det.

A 2: Ja, fordi det er ikke alle der er lige gode til det hele. Altså så er der måske en der er god til whatever, regnhierarkiet, og en der måske fatter lidt mere af det der potens, og så kan man hurtigt lige hjælpe lidt hinanden med det man nu har lidt svært ved og viden videre.

I: Super. Åh, nu kan jeg ikke huske hvad det var for et spørgsmål jeg lige stilte. Det må I undskylde. "Arbejdsindsatsen i min gruppe var tilfredsstillende"

A 1, 2 og 3: Det var det

I: Ja, det var det ikke også. Godt nok, for jeg synes lige, de minder jo lidt om hinanden, som I jo nok også kan høre. "Jeg har haft stort fagligt udbytte af klasseundervisningen"?

A 2: Helt sikkert

A 1: Meget enig

A 3: Helt klart. Det har fungeret rigtig rigtig godt. Det har det.

A 1: Nu vil jeg da sige, jeg kan da sidde med, ja kvadratsætningerne kæmper jeg selvfølgelig stadig lidt med, men stadigvæk, hvis du kommer med sådan en, hvis du lige får repeteret hurtigt på de der regnereglerne der, som du har lavet, med potensregler for eksempel, så er det jo nemt nok at sidde og sige "Jamen du har den der, sat op på den måde der, så er det jo bare a opløftet i n minus n´te eller gange, plus det. Så det, hvis du havde givet mig det for, måske tre måneder tilbage, så ville jeg sidde og glo på dig, som et stort spørgsmålstegn, og sige, hvad mener du med de bogstaver?

I: Ja, så det

A 1: Så nu forstår jeg, jeg forstår mere betydningen af det nu end jeg gjorde før.

I. Mhh. Og det som du snakker om, vi snakker om klasseundervinigen her. Det er altså når jeg har stået oppe ved tavlen og spurgt ud til jer?

A 1: Ja, lige præcis.

A 2: Okay

A 3: Jeg tror også at det har givet meget, også for mig personligt at jeg føler mig mere voksen også i forhold til at følge med i undervisningen. Så jeg er lidt overrasket over, føler jeg selv, altså den måde du lærer på og den måde, altså den måde du lære os på og den måde jeg selv lærer på af. Hvor hurtigt jeg faktisk forstår det, synes jeg. Jeg synes at det fungerer rigtig godt.

I: Det er godt.

A 3: Mhh.

I: "Jeg har haft stort fagligt udbytte af gruppearbejdet"?

A 1: Det vil jeg også sige, at der er jeg enig. Absolut

A 2: Der er jeg sådan hverken eller. Det kommer lidt an på hvem det er som jeg sætter mig sammen med.

A 3: Husk at du skal se tilbage igen på de første to moduler.

A 2: Ja, ja. Hvis jeg ser tilbage, så til dels.

I: Mhh

I (til A 3): Og du havde lidt svært ved at huske det?

(Fælles latter)

A 3: Jeg har lidt svært ved at huske det. Jeg kan huske rigtig meget i forhold til de sidste tre fire uger, eller tre uger, vil jeg sige. Men det har fungeret rigtig godt for mig nu, men det er også fordi, igen, mig og …. vi har en tendens til at sætte os sammen og sammen med ….. og der fungerer det rigtig godt synes jeg.

I: Ja. Det sidste spørgsmål: "Jeg har haft stort fagligt udbytte af individuelt arbejde"?. Det vil sige både at sidde heroppe alene og derhjemme med lektier.

A 1: Der vil jeg også sige, at der er jeg enig. Fordi at med det man har lært her og så man også kan træne på det derhjemme og nu sidder det sådan mere eller mindre fast vil jeg mene, det som man har trænet meget på. Så er der selvfølgelig sådan noget som vi senere hen har haft sådan faktorisering og sådan noget der måske lige skal trænes lidt mere på, men ellers så sidder det fast, vil jeg mene. Så jeg har fået meget ud af det.

I: Yes.

A 2: Jeg vil sige at, ja, altså jeg er også enig, men det er vigtigt at man også husker at skrive noter så man hurtigt kan kigge tilbage fordi hvis vi kigger, altså hvis jeg kigger i bogen og begynder at læse om et eller andet, så fatter jeg nada, fordi den måde som det er skrevet på i bogen, det er overhovedet ikke det samme som den måde du forklarer det på. Så når det er du gennemgår det oppe ved tavlen, og jeg så lige husker at skrive ind i Word hvordan det nu var jeg gjorde, så jo, så har jeg også nemmere ved det.

I: Okay.

A 2: Så er det meget nemt.

I: Så du føler at det er et problem at jeg går så langt væk fra bogen?

A 2: Nej, jeg føler faktisk at det er rigtig godt at du går så langt væk fra bogen, fordi hvis det er at jeg for eksempel kigger i bogen, der hvor der står noget om potenser for eksempel, så synes jeg at det er en mærkelig måde som det er forklaret på fordi de bruger alt for mange fagudtryk, som måske ikke lige føler at man har helt styr på endnu, men når det er at du har gennemgået det og du ligesom forklarer det på din måde, og måske skærer det lidt mere ud i pap, og jeg så skriver det ned i Word, så fatter jeg det meget mere.

I: Okay

A 3: Forskellen er jo også bare at når du læser det i bogen så får du det ikke skåret ud i pap, på samme måde som når du står oppe ved tavlen. Jeg tror at det danner lidt nogle billeder når du gør det på tavlen, så kan man ligesom sætte det fast på en eller anden måde ikke.

I: Yes

A 3: Helt klart.

I: Yes. Nu har vi ikke flere spørgsmål, så er der et eller andet som I har lyst til at tilføje? Noget I har på hjertet?

A 2: Har du slet ikke flere spørgsmål ud over dem her?

I: Nej

A 2: Så vi er helt færdige nu?

I: Vi er færdige, medmindre I har noget mere at tilføje?

A 1: Jeg har ikke rigtig noget

A 2: Nææ

I: Nej, jamen så holder vi for interviewet her.

Opsummering af de vigtigste pointer fra interviewet med 2 studerende fra stimuligruppen valgt ud fra dem der havde forbedret sig mindst.

Jeg startede med at opsummere hvordan undervisningen i de forløb vi skulle snakke om var struktureret, da jeg havde erfaret at det var et problem fra tidligere interviews.

Begge respondenter mener at klassen havde en generelt høj motivation, peger på at det kan skyldes at vi lige er startet og at alderen gør at de er mere målretede. Respondent 1 mente desuden at den første test havde skræmt og derved motiveret.

Respondent 2 var meget glad for at de fik lov til at undersøge med matematik, det var ikke noget respondenten havde prøvet før. Det er lang tid siden at respondenten sidst havde gået i skole og kunne derfor ikke huske så meget matematik. Respondenten følte at undersøgelser hjalp ham til at forstå matematikken bedre.

Respondent 1 mente dog at de resultater som undersøgelserne skulle ende ud med var for simple. De havde ikke motiveret respondenten til at udfører undersøgelserne dvs. regne opgaver da respondenten i forvejen kendte resultatet. Derved mente respondenten ikke at havde fået noget læringsudbytte ud af undersøgelserne. Respondenten savnede regne opgaver.

Bilag 10. resultater fra tests og logbøger

Stimuligruppe elev 1

Prætest			Posttest 1			Posttest 2		
Regnehierarki	Potens	Total	Regnehierarki	Potens	Total	Regnehierarki	Potens	Total
6/7	2/9	8/16	5/7	4/9	9/16	6/7	4/9	10/16

Dybdelæring posttest 1

Hvorfor har vi regneregler?

Vi har regneregler så vi alle ”læser” regnestykket på samme måde og selvfølgelig får det samme resultat når vi regner

Prøv at begrunde regnereglen $\frac{a^n}{a^m} = a^{n-m}$

Ikke svaret

Prøv at give et eksempel på et regnestykke, der ville give et andet resultat hvis vi brugte et andet regnehierarki. (udregn stykket både med det normale regnehierarki, og det regnehierarki som det giver et andet resultat med).

Regnestykket er 8-4/2·2 normalt ganger man og dividerer først og derefter plus og minus.

Først normalt 8-4/2·2=8-4/4=8-1=7

Næste gang regner jeg blot fra venstre mod højre.

8-4/2·2=4/2·2=2·2=4 hvilket er forkert

Vores regnehierarki er noget vi mennesker er blevet enige om. Dvs. at det kunne have set anderledes ud. Kunne regnereglerne også have set anderledes ud?

Nej det kunne de ikke

Hvordan vil du forklarer over for en anden, at vi har brug for et regnehierarki?

Ville sige det som skrevet tidligere at de er så vi regner ens.

Dybdelæring posttest 2

Hvorfor har vi regneregler?

Så vi alle får det samme resultat

Prøv at begrunde regnereglen $\frac{a^n}{a^m} = a^{n-m}$

Ikke svaret

Prøv at give et eksempel på et regnestykke, der ville give et andet resultat hvis vi brugte et andet regnehierarki. (udregn stykket både med det normale regnehierarki, og det regnehierarki som det giver et andet resultat med).

2+10·2=12·2=24 forkert

2+10·2=2+20=22 rigtigt

Vores regnehierarki er noget vi mennesker er blevet enige om. Dvs. at det kunne have set anderledes ud. Kunne regnereglerne også have set anderledes ud?

Selvfølgelig kunne de ha' set anderledes ud vi kunne ha blevet enige om at den rigtige måde at regne på var fra venstre til højre

Hvordan vil du forklarer over for en anden, at vi har brug for et regnehierarki?

Det er præcis som dansk hvis alle talte forskellige sprog vil vi ikke kunne forstå hinanden

Svar fra logbøger

Logbog 1

Hvorfor har vi brug for et regne hierarki?

Så vi ved hvad vi skal udregne først, for at få det rigtige resultat

Udregn: $\mathbf{2^2 \cdot 2 + \frac{\sqrt{4}}{2} - 3 \cdot (6-3)}$

$$2^2 \cdot 2 + \frac{\sqrt{4}}{2} - 3 \cdot (6-3) = 2^2 \cdot 2 + \frac{\sqrt{4}}{2} - 3 \cdot 3 = 4 \cdot 2 + 1 - 3 \cdot 3 = 8 + 1 - 9 = 0$$

Hvorfor er det ikke et problem at nogle regne operationer ligger på samme niveau i regne hierarkiet?

Fordi det er underordnet hvilken du regner ud først, fordi de ligger lige

Logbog 2

Opskriv hvilken potensregneregel vi skal bruge til at udregne følgende stykker: $\mathbf{\frac{2^5}{2^3}}$, $\mathbf{5^0}$ og $\mathbf{7^5 \cdot 5^5}$

$\frac{2^5}{2^3}$ skal man bruge: a^{n-m}

5^0 skal man bruge: $a^0 = 1$

$7^5 \cdot 5^5$ skal man bruge:$(a+b)^n$

Kan du forklare hvorfor $\boldsymbol{a^0 = 1}$

$\frac{2^3}{2^3} = \frac{8}{8} = 1$

Stimuligruppe Elev 2

Prætest			Posttest 1			Posttest 2		
Regnehierarki	Potens	Total	Regnehierarki	Potens	Total	Regnehierarki	Potens	Total
2/7	2/9	4/16	3/7	4/9	7/16	6/7	3/9	9/16

Dybdelæring Posttest 1

Hvorfor har vi regneregler?

Således at ligningen bliver udregnet i rette rækkefølge

Prøv at begrunde regnereglen $\frac{a^n}{a^m} = a^{n-m}$

Da a bliver divideret med hinanden, giver det samme resultat, hvorefter man subtraherer n og m

Prøv at give et eksempel på et regnestykke, der ville give et andet resultat hvis vi brugte et andet regnehierarki. (udregn stykket både med det normale regnehierarki, og det regnehierarki som det giver et andet resultat med).

Korrekt 10^2-10·10=100-10·10=100-100=0

Forkert 10^2-10·10=100-10·10=90·10=900

Vores regnehierarki er noget vi mennesker er blevet enige om. Dvs. at det kunne have set anderledes ud. Kunne regnereglerne også have set anderledes ud?

Ja. Der er ikke nogen specifik grund til at hierarkiet ser sådan ud

Hvordan vil du forklarer over for en anden, at vi har brug for et regnehierarki?

Vi har brug for et regnehierarki fordi så vi begge kan regne samme ligning ud, og får samme resultat

Dybdelæring posttest 2

Hvorfor har vi regneregler?

Så vi har en fælles udregning

Prøv at begrunde regnereglen $\frac{a^n}{a^m} = a^{n-m}$

Det er en potens regneregel. Det er ækvivalent til at $\frac{a^n}{a^m} = a^{n-m}$

Prøv at give et eksempel på et regnestykke, der ville give et andet resultat hvis vi brugte et andet regnehierarki. (udregn stykket både med det normale regnehierarki, og det regnehierarki som det giver et andet resultat med).

Korrekt 5+3·2=5+6=11

Forkert 5+3·2=8·2=16

Vores regnehierarki er noget vi mennesker er blevet enige om. Dvs. at det kunne have set anderledes ud. Kunne regnereglerne også have set anderledes ud?

Ja. Vi har bare valgt at det skal se sådan ud

Hvordan vil du forklarer over for en anden, at vi har brug for et regnehierarki?

Hvis vi ikke har et regnehierarki, ville folk regne stykket ud på hver sin anderledes måde. Dermed vil det give et anderledes resultat.

Svar fra logbøger

Logbog 1

Hvorfor har vi brug or et regne hierarki?

Ikke svaret

Udregn: $\mathbf{2^2 \cdot 2 + \frac{\sqrt{4}}{2} - 3 \cdot (6 - 3)}$

$$2^2 * 2 + \frac{\sqrt{4}}{2} - 3 * (6 - 3) = 4 \cdot 2 + 2 - 3 \cdot 3 = 10 - 3 \cdot 3 = 10 - 9 = 1$$

Hvorfor er det ikke et problem at nogle regne operationer ligger på samme niveau i regne hierarkiet?

Ikke svaret

Logbog 2

Opskriv hvilken potens regneregel vi skal bruge til at udregne følgende stykker: $\mathbf{\frac{2^5}{2^3}}$**,** $\mathbf{5^0}$ **og** $\mathbf{7^5 \cdot 5^5}$

$\frac{2^5}{2^3}, \frac{a^n}{a^p} = a^{n-p}$
$5^0 = 1$
$7^5 \cdot 5^5, a^n \cdot a^p = a^{n+p}$

Hvorfor er $\boldsymbol{a^0 = 1}$**?**

For det er en af potensens regneregler.

Stimuligruppe Elev 3

Prætest			Posttest 1			Posttest 2		
Regnehierarki	Potens	Total	Regnehierarki	Potens	Total	Regnehierarki	Potens	Total
0/7	1/9	1/16	4/7	5/9	9/16	3/7	4/9	7/16

Dybdelæring posttest 1

Hvorfor har vi regneregler?

Så at vi alle sammen får det samme resultat. Du får et overblik over reglen for regnestykket.

Prøv at begrunde regnereglen $\frac{a^n}{a^m} = a^{n-m}$

Ex. $\frac{3^2}{3^5} = \frac{\cancel{3 \cdot 3}}{3 \cdot 3 \cdot 3 \cdot \cancel{3 \cdot 3}} = \frac{1}{3 \cdot 3 \cdot 3} = \frac{1}{3^3} = 3^{-3}$

Prøv at give et eksempel på et regnestykke, der ville give et andet resultat hvis vi brugte et andet regnehierarki. (udregn stykket både med det normale regnehierarki, og det regnehierarki som det giver et andet resultat med).

3+7·2

Normalt regnehierarki: 3+7·2=3+14=17

Hvis vi har et regnehierarki hvor vi plusser før vi ganger.

3+7·2=10·2=20

Vores regnehierarki er noget vi mennesker er blevet enige om. Dvs. at det kunne have set anderledes ud. Kunne regnereglerne også have set anderledes ud?

Ja det kunne det sagtens, det er bare noget vi har bestemt så vi alle får det samme resultat.

Hvordan vil du forklarer over for en anden, at vi har brug for et regnehierarki?

Jeg ville forklare at vi alle ville få forskellige resultater hvis vi bestemte selv hvilke ting vi skulle udregne først. Samt sige at det giver et bedre overblik og samme resultat

Dybdelæring posttest 2

Hvorfor har vi regneregler?

Sådan så vi har en fælles metode at udregne regnestykker på

Prøv at begrunde regnereglen $\frac{a^n}{a^m} = a^{n-m}$

Ikke svaret

Prøv at give et eksempel på et regnestykke, der ville give et andet resultat hvis vi brugte et andet regnehierarki. (udregn stykket både med det normale regnehierarki, og det regnehierarki som det giver et andet resultat med).

9-6·9

Hvis vi bruger regnehierarkiet så starter vi med at gange og derefter minusse.

Ergo: 6·9=54⇒ 54-9=45

Hvis vi starter med at minusse og derefeter gange får vi: 9-6=3⇒ 3·9=27

Og derfor skal man anvende regnehierarkiet for at få samme resultat somm alle andre

Vores regnehierarki er noget vi mennesker er blevet enige om. Dvs. at det kunne have set anderledes ud. Kunne regnereglerne også have set anderledes ud?

Ja sagtens. Rregnehierarkiet er som sagt noget vi har bestemt og det kunne derfor godt se helt anderledes ud.

Hvordan vil du forklarer over for en anden, at vi har brug for et regnehierarki?

Meget simpelt: Vi skal bruge et hierarki for at sikre os at vi alle i sidste ende får det samme resultat

Svar fra logbøger

Logbog 1

Hvorfor har vi brug for et regnehierarki?
Vi har brug for et regnehieraki så at vi alle sammenn får det samme resultat.
Så at vi alle sammen regner den samme vej.

Hvis fx du har et regnestykke der hedder: 9+6*27 regner du det ikke den rækkefølge, altså 9+6 = 15 , 15 * 27 = 405 bliver resultatet forkert.
Hvis du derimod udregner det ifølge regnehierakiet, 6*27 +9= bliver det 127.

Udregn: $\mathbf{2^2 \cdot 2 + \frac{\sqrt{4}}{2} - 3 \cdot (6-3)}$

Ikke svaret

Hvorfor er det ikke et problem at nogle regne operationer ligge på samme niveau?

Det er ikke et problem at fx. minus og plus ligger på samme niveau da resultatet bliver det samme.

Logbog 2

Opskriv hvilken potensregneregel vi skal bruge til at udregne følgende stykker: $\mathbf{\frac{2^5}{2^3}, 5^0}$ **og** $\mathbf{7^5 \cdot 5^5}$

$\frac{2^5}{2^3} = \frac{2\cdot2\cdot2\cdot2\cdot2}{2\cdot2\cdot2} = 2 \cdot 2 = 2^2$, vi bruger regnereglen: $\frac{a^m}{a^n} = a^{m-n}$

$5^0 = 1$, vi bruger regnereglen $a^0 = 1$

$7^5 \cdot 5^5 = 35^5$, vi bruger regnereglen $a^n \cdot b^n = (a \cdot b)^n$

Kan du forklare hvorfor $\mathbf{a^0 = 1}$

Fordi vi ved at samme tal i nævner og tæller giver 1. altså 5^0=1. F.eks. $\frac{5^3}{5^3} = 5^{3-3} = 5^0$ og $\frac{5^3}{5^3} = \frac{125}{125} = 1$ derfor er 5^0=1

Stimuligruppe Elev 4

Prætest			Posttest 1			Posttest 2		
Regnehierarki	Potens	Total	Regnehierarki	Potens	Total	Regnehierarki	Potens	Total
3/7	5/9	8/16	5/7	6/9	11/16	5/7	5/9	10/16

Dybdelæring posttest 1

Hvorfor har vi regneregler?

Vi bruger regneregler til at sikre os at alle i verden ender med det samme resultat

Prøv at begrunde regnereglen $\frac{a^n}{a^m} = a^{n-m}$

$$\frac{a^n}{a^m} = a^n/_{a^m} = a^{n-m}$$

Prøv at give et eksempel på et regnestykke, der ville give et andet resultat hvis vi brugte et andet regnehierarki. (udregn stykket både med det normale regnehierarki, og det regnehierarki som det giver et andet resultat med).

2+3·2/2=2+6/2=2+3=5

2+3·2/2=2+6/2=8/2=4

Vores regnehierarki er noget vi mennesker er blevet enige om. Dvs. at det kunne have set anderledes ud. Kunne regnereglerne også have set anderledes ud?

Regnereglerne kunne sagtens se anderledes ud, det ville bare kræve at alle i verden var enige om hvordan det skulle se ud.

Hvordan vil du forklarer over for en anden, at vi har brug for et regnehierarki?

Regnehierarkiet er vigtigt, for at man kan sikre sig at alle i verdenen får det samme resultat og så disse resultater ikke kan diskuteres.

Dybdelæring posttest 2

Hvorfor har vi regneregler?

For at vi kan sikre os at alle i verden får samme resultater. Man kan kalde det for matematik-rettigheder

Prøv at begrunde regnereglen $\frac{a^n}{a^m} = a^{n-m}$

$\frac{a^n}{a^m} = en\ god\ morgen$☺

Prøv at give et eksempel på et regnestykke, der ville give et andet resultat hvis vi brugte et andet regnehierarki. (udregn stykket både med det normale regnehierarki, og det regnehierarki som det giver et andet resultat med).

2+3·2-4=2+6-4=4

2+3·2-4=5·2-4=6

Vores regnehierarki er noget vi mennesker er blevet enige om. Dvs. at det kunne have set anderledes ud. Kunne regnereglerne også have set anderledes ud?

Da regnereglerne er bevisbare og logiske, kunne disse ikke se anderledes ud.

Hvordan vil du forklarer over for en anden, at vi har brug for et regnehierarki?

Vi skal bruge et regnehierarki fordi at hvis vi begge får f.eks den samme aflevering så kan det rigtige resultat ikke anfægtes.

Svar fra logbøger

Logbog 1

Hvorfor har vi brug for et regne hierarki?
Vi har brug et regnehieraki, for at være sikker på at alle i verdenen ender med det samme resultat.

Udregn: $\mathbf{2^2 \cdot 2 + \frac{\sqrt{4}}{2} - 3 \cdot (6-3)}$

$$2^2 \cdot 2 + \frac{\sqrt{4}}{2} - 3(6-3) = 2^2 \cdot 2 + \frac{\sqrt{4}}{2} - 3 \cdot 3 = 8 + 1 - 9 = 0$$

Hvorfor er det ikke et problem at nogle regne operationer ligger på samme niveau i regne hierarkiet?
Det er ikke et problem, da det er lige meget hvilken operation på niveauet man startet med, fordi slutresultatet vil være det samme.

Logbog 2

Opskriv hvilken potensregneregel vi skal bruge til at udregne følgende stykker: $\mathbf{\frac{2^5}{2^3}}$**,** $\mathbf{5^0}$ **og** $\mathbf{7^5 \cdot 5^5}$

$\frac{2^5}{2^3} = a^{n-m}$

$5^0 = a^0 = 1$

$7^5 \cdot 5^5 = a^{n+m}$

Kan du forklare hvorfor $\mathbf{a^0 = 1}$

Man skal dividerer potensen med sig selv derfor: $\frac{a^0}{a^0} = 1$

Stimuligruppe Elev 5

Prætest			Posttest 1			Posttest 2		
Regnehierarki	Potens	Total	Regnehierarki	Potens	Total	Regnehierarki	Potens	Total
5/7	3/9	8/16	7/7	6/9	13/16	5/7	5/9	10/16

Dybdelæring posttest 1

Hvorfor har vi regneregler?

Vi har regneregler for at vi alle læser regnestykker ens, og kommer til samme resultat. ligesom vi alle ved vi kører i højre side og læser fra venstre mod højre

Prøv at begrunde regnereglen $\frac{a^n}{a^m} = a^{n-m}$

Ikke svaret

Prøv at give et eksempel på et regnestykke, der ville give et andet resultat hvis vi brugte et andet regnehierarki. (udregn stykket både med det normale regnehierarki, og det regnehierarki som det giver et andet resultat med).

5+10·2=30

5+10·2=25

Vores regnehierarki er noget vi mennesker er blevet enige om. Dvs. at det kunne have set anderledes ud. Kunne regnereglerne også have set anderledes ud?

Ja det kunne de sagtens, så længe vi alle bare gjorde det ens

Hvordan vil du forklarer over for en anden, at vi har brug for et regnehierarki?

Som beskrevet i første spørgsmål, fordi vi alle skal læse stykkerne ens, så vi når frem til de samme resultater.

Dybdelæring posttest 2

Hvorfor har vi regneregler?

For at vide hvordan vi skal regne et stykke, så vi alle gør det ens. At vi alle ganger før vi plusser, osv.

Prøv at begrunde regnereglen $\frac{a^n}{a^m} = a^{n-m}$

Fordi sådan er det bare! Basta!

Prøv at give et eksempel på et regnestykke, der ville give et andet resultat hvis vi brugte et andet regnehierarki. (udregn stykket både med det normale regnehierarki, og det regnehierarki som det giver et andet resultat med).

Med regnehierarki: 5+3·10=35

Uden regnehierarki: 5+3·10=80

Vores regnehierarki er noget vi mennesker er blevet enige om. Dvs. at det kunne have set anderledes ud. Kunne regnereglerne også have set anderledes ud?

Ja, det kunne de sagtens. Man har bare bestemt, at det nu engang er sådan man gør. Havde man bestemt noget andet, var det bare sådan man gjorde.

Hvordan vil du forklarer over for en anden, at vi har brug for et regnehierarki?

For at vi alle får det samme resultat. Hvis en plusser før ma ganger, og en anden ganger før man plusser, giver det samme stykke 2 forskellige facit.

Svar fra logbøger

Logbog 1

Hvorfor har vi brug for et regnehierarki?

For at vi alle regner efter de samme regler, så vi når frem til de samme resultater…

Reglerne kunne godt have været anderledes, men nu har vi besluttet os for at det skal være i denne rækkefølge. Ligesom vi har besluttet at køre i højre side af vejen.

Udregn: $\mathbf{2^2 \cdot 2 + \frac{\sqrt{4}}{2} - 3 \cdot (6-3)}$

$$2^2 * 2 + \frac{\sqrt{4}}{2} - 3 * (6-3) = 2^2 * 2 + \frac{\sqrt{4}}{2} - 3 * 3 = 2^2 * 2 + 1 - 3 * 3 = 4 * 2 + 1 - 3 * 3$$

$$= 8 + 1 - 9 = \ 0$$

Hvorfor er det ikke et problem at nogle regneoperationer ligger på samme niveau i regnehierarkiet ?

Fordi det giver samme resultat, uanset hvilken rækkefølge man regner dem.

Logbog 2

Opskriv hvilke potens regneregel vi skal bruge til at udregne følgende stykker: $\mathbf{\frac{2^5}{2^3}}$**,** $\mathbf{5^0}$**,** $\mathbf{7^5 \cdot \ 5^5}$**.**

$\frac{2^5}{2^3}$ = 4 Minus eksponenterne, så får du samme regnestykke. 5-3=2. $2^2 = 4$

5^0 = 1 Er eksponent 0, vil resultatet ALTID blive 1

$7^5 \cdot \ 5^5$ = 35^5 Skal der ganges med samme eksponent, kan man blot gange grundtallet.

Kan du forklare hvorfor $\boldsymbol{a^0 = 1}$:

ikke besvaret

Stimuligruppe Elev 6

Prætest			Posttest 1			Posttest 2		
Regnehierarki	Potens	Total	Regnehierarki	Potens	Total	Regnehierarki	Potens	Total
7/7	3/9	10/16	7/7	8/9	15/16	7/7	7/9	14/16

Dybdelæring posttest 1

Hvorfor har vi regneregler?

For at vi alle kommer frem til samme resultater. Det er bare noget der er vedtaget

Prøv at begrunde regnereglen $\frac{a^n}{a^m} = a^{n-m}$

Når a er det samme er det kun tælleren vi minusser, fordi de to a'er udligner hinanden

Prøv at give et eksempel på et regnestykke, der ville give et andet resultat hvis vi brugte et andet regnehierarki. (udregn stykket både med det normale regnehierarki, og det regnehierarki som det giver et andet resultat med).

5+10-10·5=25 forkert

5+10-10·5=-35 rigtigt

Vores regnehierarki er noget vi mennesker er blevet enige om. Dvs. at det kunne have set anderledes ud. Kunne regnereglerne også have set anderledes ud?

Ja det kunne de. Det hele er jo et spørgsmål om at der bare er blevet vedtaget nogle regler en gang og at alle overholder dem. 2+2 kunne i princippet give 100 hvis folk var blevet enige om det.

Hvordan vil du forklarer over for en anden, at vi har brug for et regnehierarki?

Fordi det giver os alle et regelsæt det svarer til at vi også staver ord på den samme måde, for at meningen ikke går tabt. Det er jo essentielt at vi alle får det samme når vi prøver at udregne arealer på et område. Ellers ville matematik være ret ubrugeligt.

Dybdelæring posttest 2

Hvorfor har vi regneregler?

For at der er nogle regler der gør at alle regner på samme måde og derved får samme resultat.

Prøv at begrunde regnereglen $\frac{a^n}{a^m} = a^{n-m}$

Når vi skal regne stykket kan vi trække de to eksponenter fra hinanden fordi tæller og nævner har samme grundtal. Det er nemmere at bruge regnereglen end først at udregne potenserne og derefter dividerer. Ex: $\frac{10^5}{10^3} = 10^{5-3} = 10^2 = 100$ er nemmere end $\frac{10^5}{10^3} = \frac{100000}{1000} = 100$

Prøv at give et eksempel på et regnestykke, der ville give et andet resultat hvis vi brugte et andet regnehierarki. (udregn stykket både med det normale regnehierarki, og det regnehierarki som det giver et andet resultat med).

3+3·10=33 rigtigt

3+3·10=60 forkert

Vores regnehierarki er noget vi mennesker er blevet enige om. Dvs. at det kunne have set anderledes ud. Kunne regnereglerne også have set anderledes ud?

Ja selvfølgelig

Hvordan vil du forklarer over for en anden, at vi har brug for et regnehierarki?

Hvis matematik skal give mening og være relevant er vi nødt til at bruge de samme regler (hierarkiet) ellers får vi forskellige resultater. Hvis resultaterne både kan være det ene eller det andet er det ikke et værktøj der har nogen nytte og matematik ville være irrelevant

Svar fra logbøger

Logbog 1

Hvorfor har vi brug for et regne hierarki?

For at alle kommer frem til samme resultat.

Udregn: $\mathbf{2^2 \cdot 2 + \frac{\sqrt{4}}{2} - 3 \cdot (6-3)}$

$$2^2 \cdot 2 + \frac{\sqrt{4}}{2} - 3 \cdot (6-3) = 2^2 \cdot 2 + \frac{\sqrt{4}}{2} - 3 \cdot 3 = 2^2 \cdot 2 + \frac{2}{2} - 3 \cdot 3 = 4 \cdot 2 + \frac{2}{2} - 3 \cdot 3$$
$$= 8 + \frac{2}{2} - 3 \cdot 3 = 8 + \frac{2}{2} - 9 = 8 + 1 - 9 = 9 - 9 = 0$$

Hvorfor er det ikke et problem at nogle regneoperationer ligger på samme niveau i regne hierarkiet?

Fordi det giver samme resultat, uanset hvad du regner ud først.

Logbog 2

Opskriv hvilken potensregneregel vi skal bruge til at udregne følgende stykker: $\mathbf{\frac{2^5}{2^3}}$**,** $\mathbf{5^0}$ **og** $\mathbf{7^5 \cdot 5^5}$

$\frac{2^5}{2^3} = \frac{a^n}{a^m} = a^{n-m}$

$5^0 = a^0 = 1$

$7^5 \cdot 5^5 = a^n \cdot b^n = (a \cdot b)^n$

Kan du forklare hvorfor $\mathbf{a^0 = 1}$

Fordi man tager $\frac{a^1}{a^1} = a^0 = 1$, man har altså a en gang

Stimuligruppe Elev 7

Prætest			Posttest 1			Posttest 2		
Regnehierarki	Potens	Total	Regnehierarki	Potens	Total	Regnehierarki	Potens	Total
2/7	4/9	6/16	5/7	8/9	13/16	7/7	9/9	16/16

Dybdelæring posttest 1

Hvorfor har vi regneregler?

For altid at komme frem til det samme resultat. Det kan sammenlignes med at man i den vestlige del af verden har vedtaget at læseretningen går fra venstre mod højre.

Prøv at begrunde regnereglen $\frac{a^n}{a^m} = a^{n-m}$

a=5 n=3 m=2

$\frac{5^3}{5^2} = \frac{5 \cdot \cancel{5 \cdot 5}}{\cancel{5 \cdot 5}} = 5^1$

Prøv at give et eksempel på et regnestykke, der ville give et andet resultat hvis vi brugte et andet regnehierarki. (udregn stykket både med det normale regnehierarki, og det regnehierarki som det giver et andet resultat med).

4+5·10=9·10=90 uden regnehieraki

4+5·10=4+50=54 med regnehieraki

Vores regnehierarki er noget vi mennesker er blevet enige om. Dvs. at det kunne have set anderledes ud. Kunne regnereglerne også have set anderledes ud?

Ja

Hvordan vil du forklarer over for en anden, at vi har brug for et regnehierarki?

Det svarede jeg på tidligere

Dybdelæring posttest 2

Hvorfor har vi regneregler?

Regneregler er "opstillede" regler, der forenkler udregningen ved div. Regnestykker. De fungerer altså som "genveje" til facit

Prøv at begrunde regnereglen $\frac{a^n}{a^m} = a^{n-m}$

Eks. $\frac{a^5}{a^2} = \frac{a \cdot a \cdot a \cdot a \cdot a}{a \cdot a} = a \cdot a \cdot a = a^3$

Prøv at give et eksempel på et regnestykke, der ville give et andet resultat hvis vi brugte et andet regnehierarki. (udregn stykket både med det normale regnehierarki, og det regnehierarki som det giver et andet resultat med).

1+2·4=3·4=12 forkert

1+2·4=1+8=9 rigtigt

Vores regnehierarki er noget vi mennesker er blevet enige om. Dvs. at det kunne have set anderledes ud. Kunne regnereglerne også have set anderledes ud?

(nej) Da facit skal være det samme, om man benytter sig af regneregler eller ej, ville regnereglerne ikke kunne se anderledes ud. I så fald skal regnehierarkiet først laves om.

Hvordan vil du forklarer over for en anden, at vi har brug for et regnehierarki?

Jeg ville sammenligne med læseretningen. Vi skal være sikre på at alle folk læser det samme ord på den samme måde.

Svar fra logbøger

Logbog 1

Hvorfor har vi brug for et regne hierarki?

For altid at komme frem til samme resultat. Det kan sammenlignes med at vi i den vestlige del af vesten har vedtaget at læseretningen er fra højre mod venstre.

Udregn: $\mathbf{2^2 \cdot 2 + \frac{\sqrt{4}}{2} - 3 \cdot (6-3)}$

$$2^2 \cdot 2 + \frac{\sqrt{4}}{2} - 3 \cdot (6-3) = 2^2 \cdot 2 + \frac{\sqrt{4}}{2} - 3 \cdot 3 = 4 \cdot 2 + \frac{2}{2} - 3 \cdot 3 = 8 + 1 - 9 = 0$$

Hvorfor er det ikke et problem at nogle regneoperationer ligger på samme niveau i regnehierarkiet?

Fordi resultatet vil være det samme, ligegyldigt hvilken rækkefølge funktionerne udregnes i.

Logbog 2

Opskriv hvilken potensregneregel vi skal bruge til at udregne følgende stykker: $\mathbf{\frac{2^5}{2^3}}$, $\mathbf{5^0}$ og $\mathbf{7^5 \cdot 5^5}$

$\frac{2^5}{2^3}$ skal man bruge: a^{n-m}

5^0 skal man bruge: $a^0 = 1$

$7^5 \cdot 5^5$ skal man bruge:$(a+b)^n$

Kan du forklare hvorfor $\boldsymbol{a^0 = 1}$

$\frac{2^3}{2^3} = \frac{8}{8} = 1$

Stimuligruppe Elev 8

Prætest			Posttest 1			Posttest 2		
Regnehierarki	Potens	Total	Regnehierarki	Potens	Total	Regnehierarki	Potens	Total
5/7	4/9	9/16	4/7	7/9	11/16	4/7	7/9	11/16

Dybdelæring posttest 1

Hvorfor har vi regneregler?

Fordi så regner vi alle på samme måde og får det samme resultat

Prøv at begrunde regnereglen $\frac{a^n}{a^m} = a^{n-m}$

Ikke svaret

Prøv at give et eksempel på et regnestykke, der ville give et andet resultat hvis vi brugte et andet regnehierarki. (udregn stykket både med det normale regnehierarki, og det regnehierarki som det giver et andet resultat med).

Ikke svaret

Vores regnehierarki er noget vi mennesker er blevet enige om. Dvs. at det kunne have set anderledes ud. Kunne regnereglerne også have set anderledes ud?

Ja bestemt. Man kunne f.eks regne et stykke ud i kronologisk rækkefølge, det ville give et forkert resultat

Hvordan vil du forklarer over for en anden, at vi har brug for et regnehierarki?

Det har vi brug for for at vi alle regner stykket ens ud, og at vi alle får det samme resultat.

Dybdelæring posttest 2

Hvorfor har vi regneregler?

Vi har regneregler for at vi alle regner ens, ellers kunne et regnestykke hurtigt blive mange resultater

Prøv at begrunde regnereglen $\frac{a^n}{a^m} = a^{n-m}$

Ikke besvaret

Prøv at give et eksempel på et regnestykke, der ville give et andet resultat hvis vi brugte et andet regnehierarki. (udregn stykket både med det normale regnehierarki, og det regnehierarki som det giver et andet resultat med).

Forkert resultat: 3+3·3=6·3=18

Korrekt resultat: 3+3·3=3+9=12

Vores regnehierarki er noget vi mennesker er blevet enige om. Dvs. at det kunne have set anderledes ud. Kunne regnereglerne også have set anderledes ud?

Ja det kunne de på sin vis godt.

Hvordan vil du forklarer over for en anden, at vi har brug for et regnehierarki?

For at vi alle regner ens☺.

Svar fra logbøger

Logbog 1

Hvorfor har vi brug for et regne hierarki?

vi har brug for et regne hieraki fordi ellers bliver regnestykkerne ikke rigtige..

Udregn: $\mathbf{2^2 \cdot 2 + \frac{\sqrt{4}}{2} - 3 \cdot (6-3)}$

$$2^2 \cdot 2 + \frac{\sqrt{4}}{2} - 3 \cdot (6-3) = 2^2 \cdot 2 + \frac{\sqrt{4}}{2} - 3 \cdot 3 = 4 \cdot 2 + \frac{\sqrt{4}}{2} - 3 \cdot 3 = 8 + \frac{\sqrt{4}}{2} - 3 \cdot 3$$
$$= 8 + \frac{\sqrt{4}}{2} - 9 = 8 + \frac{2}{2} - 9 = 8 + 1 - 9 = 0$$

Hvorfor er det ikke et problem at nogle regneoperationer ligger på samme niveau i regnehierarkiet?

Fordi det ikke har nogen betydning hvilke del du tage først..

Logbog 2

Opskriv hvilken potensregneregel vi skal bruge til at udregne følgende stykker: $\mathbf{\frac{2^5}{2^3}}$, $\mathbf{5^0}$ og $\mathbf{7^5 \cdot 5^5}$

$\frac{2^5}{2^3} = 2^{5-3} = 2^2 = 4$

$5^0 = 1$

$7^5 \cdot 5^5 = 7 \cdot 5^5 = 35^5 = 52521875$

Kan du forklare hvorfor $\boldsymbol{a^0 = 1}$

a^0 er altid 1 fordi det siger regne hirakiet, og så regner vi alle regnestykket rigtigt..

Stimuligruppe Elev 9

Prætest			Posttest 1			Posttest 2		
Regnehierarki	Potens	Total	Regnehierarki	Potens	Total	Regnehierarki	Potens	Total
6/7	4/9	10/16	7/7	7/9	14/16	7/7	7/9	14/16

Dybdelæring posttest 1

Hvorfor har vi regneregler?

Vi har regneregler, fordi det kan hjælpe os med at løse matematiske problemer. Når man har et fast sæt af regler gør det meget simplere at løse opgaver. De giver os muligheder for at opstille regne stykket så det kan blive mere overskueligt at løse problemet foran sig

Prøv at begrunde regnereglen $\frac{a^n}{a^m} = a^{n-m}$

Når man dividerer 2 potens med samme grundtal, skal man minus n med m da de skal trækkes fra hinanden.

Prøv at give et eksempel på et regnestykke, der ville give et andet resultat hvis vi brugte et andet regnehierarki. (udregn stykket både med det normale regnehierarki, og det regnehierarki som det giver et andet resultat med).

5·6-3=15 forkert

5·6-3=27 rigtigt

Vores regnehierarki er noget vi mennesker er blevet enige om. Dvs. at det kunne have set anderledes ud. Kunne regnereglerne også have set anderledes ud?

Det kunne de nok godt, men man skulle omskrive den måde vi i dag ser på matematik. Det kunne også betyde at man ofte skulle bruge parenteser for at få det rigtige resultat. Det er dog meget svært at forestille sig en verden hvor regnehierarkiet ser anderledes ud

Hvordan vil du forklarer over for en anden, at vi har brug for et regnehierarki?

Hvis vi ikke havde et regnehierarki ville vi ikke kunne sikre os at vi kom frem til det samme resultat.

Dybdelæring posttest 2

Hvorfor har vi regneregler?

Vi har regneregler, fordi at det er vigtigt at have en bestemt sæt af regler når vi regner med problemer. Det gør det muligt for os at løse opgaverne korrekt da regnereglerne giver os værktøjerne til det.

Prøv at begrunde regnereglen $\frac{a^n}{a^m} = a^{n-m}$

$$\frac{3^6}{3^4} = 3^{6-4} = 3^2 = 9$$

Prøv at give et eksempel på et regnestykke, der ville give et andet resultat hvis vi brugte et andet regnehierarki. (udregn stykket både med det normale regnehierarki, og det regnehierarki som det giver et andet resultat med).

8+5·0=8 korrekt

8+5·0=0 forkert

Vores regnehierarki er noget vi mennesker er blevet enige om. Dvs. at det kunne have set anderledes ud. Kunne regnereglerne også have set anderledes ud?

Nej da vi ikke kan få det rigtige resultat hvis vi ikke følger regnereglerne. De er sat op på en specifik måde da det oftest er den eneste måde at løse problemet på

Hvordan vil du forklarer over for en anden, at vi har brug for et regnehierarki?

Hvis vi ikke havde et regnehierarki ville det ikke være mugeligt at finde det rigtige svar. Der er en bestemt orden i matematik vi skal følge for at løse problemerne

Svar fra logbøger

Logbog 1

Hvorfor har vi brug for et regne hierarki?

Det er nødvendigt at have et regne hierarki i matematik da det hjælper os med at løse matematiske ligninger. Hvis vi ikke havde en bestemt rækkefølge man skal følge til at løse matematiske problemer ville vi ikke være i stand til at

Udregn: $\mathbf{2^2 \cdot 2 + \frac{\sqrt{4}}{2} - 3 \cdot (6 - 3)}$

$$2^2 \cdot 2 + \frac{\sqrt{4}}{2} - 3 \cdot (6-3) = 2^2 \cdot 2 + \frac{\sqrt{4}}{2} - 3 \cdot 3 = 4 \cdot 2 + \frac{\sqrt{4}}{2} - 3 \cdot 3 = 4 \cdot 2 + 1 - 3 \cdot 3$$
$$= 8 + 1 - 9 = 8 - 8 = 0$$

Hvorfor er det ikke et problem at nogle regne operationer ligger på samme niveau i regne hierarkiet?

Det er ikke noget problem hvis to regne operationer er på samme niveau i regne hierarkiet. Hvis to regne operationer er på samme niveau gør det ingen forskel hvilken en man vælger at løse først.

Logbog 2

Opskriv hvilke potens regneregel vi skal bruge til at udregne følgende stykker: $\mathbf{\frac{2^5}{2^3}}$**,** $\mathbf{5^0}$**,** $\mathbf{7^5 \cdot 5^5}$**.**

$\frac{2^5}{2^3} = 2^2$

$5^0 = 1$

$7^5 \cdot 5^5 = 35^5$

Kan du forklare hvorfor $\boldsymbol{a^0 = 1}$

a ganget med sig selv 0 gange = 1

Stimuligruppe Elev 10

Prætest			Posttest 1		
Regnehierarki	Potens	Total	Regnehierarki	Potens	Total
0/7	2/9	2/16	4/7	4/9	8/16

Dybdelæring posttest 1

Hvorfor har vi regneregler?

Så vi ved hvor vi skal begynde i et regnestykke og så alle får de samme resultater.

Prøv at begrunde regnereglen $\frac{a^n}{a^m} = a^{n-m}$

Ikke svaret

Prøv at give et eksempel på et regnestykke, der ville give et andet resultat hvis vi brugte et andet regnehierarki. (udregn stykket både med det normale regnehierarki, og det regnehierarki som det giver et andet resultat med).

I den første udregning bruger jeg det normale regnehierarki

10-20/10=-8

I den næste bruger jeg et regnehierarki hvor minus kommer før dividerer

10-20/10=1

Vores regnehierarki er noget vi mennesker er blevet enige om. Dvs. at det kunne have set anderledes ud. Kunne regnereglerne også have set anderledes ud?

Nej det kunne det ikke

Hvordan vil du forklarer over for en anden, at vi har brug for et regnehierarki?

Hvis ikke vi havde det og var enige omkring det så ville vi få vidt forskellige resultater

Svar fra logbøger

Logbog 1

Hvorfor har vi brug for regne hierarkiet?
Det har vi så vi ved hvilken rækkefølge vi skal udregne regnestykket på, uden et regnehierarki ville vi ikke vide hvor vi skal begynde.

Hvorfor er det ikke et problem at nogle regne operationer ligger på samme niveau i regne hierarkiet?
Fordi at det ikke betyder noget hvilken rækkefælge man tager det i, så om man ganger eller dividere først betyder ikke noget, bare man ganger eller dividere før man plusser og minusser.

Logbog 2

Opskriv hvilken potens regneregel vi skal bruge til at udregne følgende stykker: $\frac{2^5}{2^3}$, 5^0 og $7^5 \cdot 5^5$

Ikke besvaret

Hvorfor er $a^0 = 1$?

Ikke besvaret

Stimuligruppe Elev 11

Prætest			Posttest 1		
Regnehierarki	Potens	Total	Regnehierarki	Potens	Total
4/7	0/9	4/16	7/7	6/9	13/16

Dybdelæring posttest 1

Hvorfor har vi regneregler?

Vi har regneregler. Fordi vi får alle sammen får de rigtige og samme resultater

Prøv at begrunde regnereglen $\frac{a^n}{a^m} = a^{n-m}$

Hvis tælleren og nævneren er de samme tal, trækker vi eksponenten fra hinanden når vi dividerer.

Prøv at give et eksempel på et regnestykke, der ville give et andet resultat hvis vi brugte et andet regnehierarki. (udregn stykket både med det normale regnehierarki, og det regnehierarki som det giver et andet resultat med).

Ikke svaret

Vores regnehierarki er noget vi mennesker er blevet enige om. Dvs. at det kunne have set anderledes ud. Kunne regnereglerne også have set anderledes ud?

Nej

Hvordan vil du forklarer over for en anden, at vi har brug for et regnehierarki?

Sådan ser regnehierarkiet (eleven har tegnet regnehierarkiet) dvs. at: ex: (2+4)·(2-1)+6/3-1.

Du starter altid med parentes. Fordi den ligger på øverste i hierarki.

Så tager vi den næste regnestykke (dividerer,gange) til sidst (+,-). Hvis vi regner den ud

6·3+2-1=18+1=19. Hvis vi ikke var enige om hvordan det så ud ville vi ikke få samme resultat.

Svar fra logbøger

Logbog 1

Hvorfor har vi brug for et regne hierarki?

Vi skal bruge regne hierakiet for at regne rigtigt, når vi regne nogle. Det hjælper os, hvad vi starter at regne ud og få et rigtig resultat.

Udregn: $\mathbf{2^2 \cdot 2 + \frac{\sqrt{4}}{2} - 3 \cdot (6-3)}$

$2^2 \cdot 2 + \frac{\sqrt{4}}{2} - 3 \cdot (6-3) = 2^2 \cdot 2 + \frac{\sqrt{4}}{2} - 3 \cdot 3 = 2^2 \cdot 2 + \frac{2}{2} - 3 \cdot 3 = 4 \cdot 2 + 1 - 3 \cdot 3 = 8 + 1 - 9 = 9 - 9 = 0$

Hvorfor er det ikke et problem at nogle regne operationer ligger på samme niveau i regne hierarkiet?

Ikke besvaret

Logbog 2

Opskriv hvilken potensregneregel vi skal bruge til at udregne følgende stykker: $\mathbf{\frac{2^5}{2^3}}$, $\mathbf{5^0}$ **og** $\mathbf{7^5 \cdot 5^5}$

$\frac{2^5}{2^3}$ $\frac{a^n}{a^m} = a^{n-m}$

5^0 $a^0 = 1$

$7^5 \cdot 5^5$ $a^n \cdot a^m = a^{n+m}$

Kan du forklare hvorfor $\mathbf{a^0 = 1}$

$a^0 = 1$ det skal altid være såden. hvis eksponenten er 0,

Stimuligruppe Elev 12

Prætest			Posttest 1		
Regnehierarki	Potens	Total	Regnehierarki	Potens	Total
4/7	3/9	7/16	6/7	5/9	11/16

Dybdelæring posttest 1

Hvorfor har vi regneregler?

For at alle mennesker kommer frem til og får det samme resultat

Prøv at begrunde regnereglen $\frac{a^n}{a^m} = a^{n-m}$

Da vores grundtal er det samme på begge sider af stregen kan man starte med at skriv dette op = a. Derefter kan man dividerer de to andre hvilket jeg ikke kan huske hvad hedder. Sikke et gætværk☺

Prøv at give et eksempel på et regnestykke, der ville give et andet resultat hvis vi brugte et andet regnehierarki. (udregn stykket både med det normale regnehierarki, og det regnehierarki som det giver et andet resultat med).

Først med normalt regnehierarki:

(5+6)+2·12-3=5+6+2·12-3=5+6+24-3=32

Hvis man regner samme stykke bagfra:

(5+6)+2·12-3=12-3=9·2=18+5+6=29

Vores regnehierarki er noget vi mennesker er blevet enige om. Dvs. at det kunne have set anderledes ud. Kunne regnereglerne også have set anderledes ud?

Nej. Hvis de havde ville man ikke få det samme som man får i dag.

Så skulle alle i hvert fald være blevet enige om den samme metode.

Hvordan vil du forklarer over for en anden, at vi har brug for et regnehierarki?

Kontrol=lortnok ☺

Svar fra logbøger

Logbog 1

Hvorfor har vi brug for et regne hierarki?

For at alle kommer frem til samme resultat.

Udregn: $\mathbf{2^2 \cdot 2 + \frac{\sqrt{4}}{2} - 3 \cdot (6-3)}$

$$2^2 \cdot 2 + \frac{\sqrt{4}}{2} - 3 \cdot (6-3) = 2^2 \cdot 2 + \frac{\sqrt{4}}{2} - 3 \cdot 3 = 2^2 \cdot 2 + \frac{2}{2} - 3 \cdot 3 = 4 \cdot 2 + \frac{2}{2} - 3 \cdot 3$$
$$= 8 + \frac{2}{2} - 3 \cdot 3 = 8 + \frac{2}{2} - 9 = 8 + 1 - 9 = 9 - 9 = 0$$

Hvorfor er det ikke et problem at nogle regneoperationer ligger på samme niveau i regne hierarkiet?

Fordi det giver samme resultat, uanset hvad du regner ud først.

Logbog 2

Opskriv hvilken potensregneregel vi skal bruge til at udregne følgende stykker: $\mathbf{\frac{2^5}{2^3}}$, $\mathbf{5^0}$ og $\mathbf{7^5 \cdot 5^5}$

$\frac{2^5}{2^3} = \frac{a^n}{a^m} = a^{n-m}$

$5^0 = a^0 = 1$

$7^5 \cdot 5^5 = a^n \cdot b^n = (a \cdot b)^n$

Kan du forklare hvorfor $\boldsymbol{a^0 = 1}$

Ikke besvaret

Stimuligruppe Elev 13

Prætest			Posttest 1		
Regnehierarki	Potens	Total	Regnehierarki	Potens	Total
2/7	2/9	4/16	3/7	2/9	5/16

Dybdelæring posttest 1

Hvorfor har vi regneregler?

Så alle får det samme resultat

Prøv at begrunde regnereglen $\frac{a^n}{a^m} = a^{n-m}$

Ikke svaret

Prøv at give et eksempel på et regnestykke, der ville give et andet resultat hvis vi brugte et andet regnehierarki. (udregn stykket både med det normale regnehierarki, og det regnehierarki som det giver et andet resultat med).

$(5-5)^2+5=5$

$(5-5)^2+5=30$

Vores regnehierarki er noget vi mennesker er blevet enige om. Dvs. at det kunne have set anderledes ud. Kunne regnereglerne også have set anderledes ud?

Ja, Hvis en eller anden gammel visdoms mand havde sagt sådan er det bare

Hvordan vil du forklarer over for en anden, at vi har brug for et regnehierarki?

Hvis vi selv bestemte lovgivningen, tror du så ikke at det ville resultere i nogle problemstillinger? Vi skal være enige om hvordan vi fortolker et regne stykke lige som vi skal være enige om hvordan vi fortolker lovgivningen. Ellers ville vi ikke vide hvem der skulle i fængsel.

Svar fra logbøger

Logbog 1

Hvorfor har vi brug for et regne hierarki?

Ikke besvaret

Udregn: $\mathbf{2^2 \cdot 2 + \frac{\sqrt{4}}{2} - 3 \cdot (6 - 3)}$

$$2^2 * 2 + \frac{\sqrt{4}}{2} - 3 * (6 - 3) = 4 \cdot 2 + 2 - 3 \cdot 3 = 10 - 3 \cdot 3 = 10 - 9 = 1$$

Hvorfor er det ikke et problem at nogle regne operationer ligger på samme niveau i regne hierarkiet?

Ikke besvaret

Logbog 2

Opskriv hvilken potens regneregel vi skal bruge til at udregne følgende stykker: $\mathbf{\frac{2^5}{2^3}}$, $\mathbf{5^0}$ **og** $\mathbf{7^5 \cdot 5^5}$

Ikke besvaret

Hvorfor er $\mathbf{a^0 = 1}$**?**

Ikke besvaret

Stimuligruppe Elev 14

Prætest			Posttest 1		
Regnehierarki	Potens	Total	Regnehierarki	Potens	Total
4/7	2/9	6/16	6/7	5/9	11/16

Dybdelæring posttest 1

Hvorfor har vi regneregler?

Det er for at vi alle regner dem rigtige vej og efter den rigtige række følge(regnehirakiet) så vi får det rigtige resultat

Prøv at begrunde regnereglen $\frac{a^n}{a^m} = a^{n-m}$

Ikke svaret

Prøv at give et eksempel på et regnestykke, der ville give et andet resultat hvis vi brugte et andet regnehierarki. (udregn stykket både med det normale regnehierarki, og det regnehierarki som det giver et andet resultat med).

Normalt regnehierarki (3-2)·5+2=1·5+2=5+2=7

(3-2)·5+2=1·10=10

Vores regnehierarki er noget vi mennesker er blevet enige om. Dvs. at det kunne have set anderledes ud. Kunne regnereglerne også have set anderledes ud?

Ja men er ikke sikker på hvordan ☹

Hvordan vil du forklarer over for en anden, at vi har brug for et regnehierarki?

Vi bruger regnehierarki for at sikre at vi alle regner samme vej og dermed får samme resultat. lige som at snakke samme sprog

Svar fra logbøger

Logbog 1

Hvorfor har vi brug for et regne hierarki?

Vi bruger regne hierarkiet så vi er sikre på at alle regner samme vej. Så resultatet bliver ens

Udregn: $\mathbf{2^2 \cdot 2 + \frac{\sqrt{4}}{2} - 3 \cdot (6-3)}$

$2^2 \cdot 2 + \frac{\sqrt{4}}{2} - 3 \cdot (6-3)$ = $2^2 \cdot 2 + \frac{\sqrt{4}}{2} - 3 \cdot 3$= $4 \cdot 2 + \frac{16}{2} - 3 \cdot 3$ = $4 \cdot 2 + 8 - 3 \cdot 3$ = 8+8-9 = 7

Hvorfor er det ikke et problem at nogle regne operationer ligger på samme niveau i regne hierarkiet?

For lige meget hvad man tager først så bliver regnestykket det samme

Logbog 2

Opskriv hvilken potensregneregel vi skal bruge til at udregne følgende stykker: $\mathbf{\frac{2^5}{2^3}}$, $\mathbf{5^0}$ og $\mathbf{7^5 \cdot 5^5}$

$\frac{2^5}{2^3}$= $\frac{32}{8}$=4 5^0=1 $7^5 \cdot 5^5$ = 35^5

Kan du forklare hvorfor $\boldsymbol{a^0 = 1}$

a^0= 1 fordi at tallet(a) gange med sig selv nul gange aldrig kan give mere eller mindre ind 1

Stimuligruppe Elev 15

Prætest			Posttest 1		
Regnehierarki	Potens	Total	Regnehierarki	Potens	Total
1/7	1/9	2/16	5/7	3/9	8/16

Dybdelæring posttest 1

Hvorfor har vi regneregler?

Så vi finder frem til samme resultat.

Prøv at begrunde regnereglen $\frac{a^n}{a^m} = a^{n-m}$

Når fællesnævner er det samme, trækker man eksponenterne fra hinanden

Prøv at give et eksempel på et regnestykke, der ville give et andet resultat hvis vi brugte et andet regnehierarki. (udregn stykket både med det normale regnehierarki, og det regnehierarki som det giver et andet resultat med).

Korrekt 5+2·3+7=5+6+7=18

Fra venstre mod højre 5+2·3+7=28

Vores regnehierarki er noget vi mennesker er blevet enige om. Dvs. at det kunne have set anderledes ud. Kunne regnereglerne også have set anderledes ud?

Nej for ellers ville vi ikke komme frem til det samme resultat. (man går jo heller ikke over for rødt.

Hvordan vil du forklarer over for en anden, at vi har brug for et regnehierarki?

For ellers ville vi ikke vide, hvad vi skulle starte med at regne ud først. Og der med ikke være sikre på hvad det rigtige resultat er.

Svar fra logbøger

Logbog 1

Hvorfor har vi brug for et regne hierarki?

For ellers ved vi ikke hvad vi skal starte med at regne ud.

Udregn: $\mathbf{2^2 \cdot 2 + \frac{\sqrt{4}}{2} - 3 \cdot (6-3)}$

$$2^2 \cdot 2 + \frac{\sqrt{4}}{2} - 3 \cdot (6-3) = 2^2 \cdot 2 + \frac{\sqrt{4}}{2} - 3 \cdot 3 = 2^2 \cdot 2 + \frac{\sqrt{4}}{2} - 9 = 8 + \frac{\sqrt{4}}{2} - 9$$
$$= 8 + 1 - 9 \quad = 9 - 9 = 0$$

Hvorfor er det ikke et problem at nogle regne operationer ligger på samme niveau i regne hierarkiet?

Fordi når de er på samme niveau i hierarkiet kan man bare regne derud af.

Logbog 2

Opskriv hvilken potensregneregel vi skal bruge til at udregne følgende stykker: $\mathbf{\frac{2^5}{2^3}}$, $\mathbf{5^0}$ og $\mathbf{7^5 \cdot 5^5}$

$\frac{2^5}{2^3} = \frac{a^n}{a^m} = a^{n-m} = 2^{5-3} = 2^2$

$5^0 = a^0 = 1$

$7^5 \cdot 5^5 = a^n \cdot b^n = (a \cdot b)^n$

Kan du forklare hvorfor $\boldsymbol{a^0 = 1}$

$1 = \frac{2^1}{2^1}$

Stimuligruppe Elev 16

Prætest			Posttest 1		
Regnehierarki	Potens	Total	Regnehierarki	Potens	Total
3/7	5/9	8/16	0/7	4/9	4/16

Dybdelæring posttest 1

Hvorfor har vi regneregler?

For at vi alle kan regne ens ud. Og i regnehierarkiet skal alle resultater være ens.

Prøv at begrunde regnereglen $\frac{a^n}{a^m} = a^{n-m}$

Man dividerer ikke tæller og nævner med hinanden man –n og m

Prøv at give et eksempel på et regnestykke, der ville give et andet resultat hvis vi brugte et andet regnehierarki. (udregn stykket både med det normale regnehierarki, og det regnehierarki som det giver et andet resultat med).

Ikke svaret

Vores regnehierarki er noget vi mennesker er blevet enige om. Dvs. at det kunne have set anderledes ud. Kunne regnereglerne også have set anderledes ud?

Burde ja og nej

Hvordan vil du forklarer over for en anden, at vi har brug for et regnehierarki?

Besvarede jeg i første spørgsmål

Svar fra logbøger

Logbog 1

Hvorfor har vi brug for et regne hierarki?

Et regne hierarki betyder at hvordan man skal regne ud og hvilke rækkefølges som kommer første så alle får det sammen svare.

Udregn: $\mathbf{2^2 \cdot 2 + \frac{\sqrt{4}}{2} - 3 \cdot (6 - 3)}$

$2^2 * 2 + \frac{\sqrt{4}}{2} - 3 * (6 - 3) = 2^2 \ * 2 + \frac{\sqrt{4}}{2} - 3 * 3 = 4 * 2 + 1 - 3 * 3 = 8 + 1 - 9 = 0$

Hvorfor er det ikke et problem nogle regne operationer ligger på samme niveau i regne hierarkiet?

Det er fordi at nogle regne hierarki har den sammen betydninger som gøre at det er lige meget hvordan du regner den ud første, for det vil alligevel giver det sammen svare da det har den sammen værdier.

Logbog 2

Opskriv hvilken potensregneregel vi skal bruge til at udregne følgende stykker: $\mathbf{\frac{2^5}{2^3}}$**,** $\mathbf{5^0}$ **og** $\mathbf{7^5 \cdot 5^5}$

$\frac{2^5}{2^3} = 2^{5-3}$

$5^0 = 1$

$7^5 * 5^5 = (7 * 5)^5$

Kan du forklare hvorfor $\boldsymbol{a^0 = 1}$

Ikke besvaret

Kontrolgruppe elev 1

Prætest			Posttest 1			Posttest 2		
Regnehierarki	Potens	Total	Regnehierarki	Potens	Total	Regnehierarki	Potens	Total
6/7	4/9	10/16	2/7	5/9	7/16	6/7	5/9	11/16

Dybdelæring posttest 1

Hvorfor har vi regneregler?

For at alle får det samme resultat

Prøv at begrunde regnereglen $\frac{a^n}{a^m} = a^{n-m}$

Grundtallet er det samme (a) derfor bliver det ”overflyttet”. Eksponenten er derimod forskellig og skal derfor minuses med hinanden.

Prøv at give et eksempel på et regnestykke, der ville give et andet resultat hvis vi brugte et andet regnehierarki. (udregn stykket både med det normale regnehierarki, og det regnehierarki som det giver et andet resultat med).

Uden = 8·4+6-2/4=9

Med=8·4+6-2/4=12

Vores regnehierarki er noget vi mennesker er blevet enige om. Dvs. at det kunne have set anderledes ud. Kunne regnereglerne også have set anderledes ud?

I princippet ja. Men så ville resultaterne igen ikke blive det samme

Hvordan vil du forklarer over for en anden, at vi har brug for et regnehierarki?

Jeg ville forklarer det med et regnestykke. Så personen kunne se at vi ikke kunne være sikre på hvad resultatet skulle være hvis vi ikke var enige om regnehierarkiet.

Dybdelæring posttest 2

Hvorfor har vi regneregler?

Vi har regneregler så vi ved hvordan et regne stykke skal udregnes. Det er også for at sikre at resultaterne bliver det samme ligemeget, hvem der udregner dem.

Prøv at begrunde regnereglen $\frac{a^n}{a^m} = a^{n-m}$

Der er samme konstant. Men den er opløftet i noget forskelligt.

Derfor viser denne regneregel, at hvis der er samme konstant, men forskellige potens, så skal man minusse

Prøv at give et eksempel på et regnestykke, der ville give et andet resultat hvis vi brugte et andet regnehierarki. (udregn stykket både med det normale regnehierarki, og det regnehierarki som det giver et andet resultat med).

2+4·5-3

Først regner vi uden hierarki, altså bare fra en ende af =77

Hvis vi bruger hierarkiet og derfor starter med at gange, så bliver resultatet 69

Vores regnehierarki er noget vi mennesker er blevet enige om. Dvs. at det kunne have set anderledes ud. Kunne regnereglerne også have set anderledes ud?

Ja

Hvordan vil du forklarer over for en anden, at vi har brug for et regnehierarki?

Vi har brug for et regnehierarki, så et regnestykke kun kan få et resultat. Hvis der ikke er et hierarki, så kunne vi få mange forskellige resultater alt efter, hvem som regner det ud. Se tidligere eksempel

Svar fra logbøger

Logbog 1

Hvorfor har vi brug for et regnehierarki?

Vi har brug for et regne hierarki, så vi ved, hvad der skal regnes først. Hvis der ikke fandtes et hierarki ville vi få forskellige resultater alt efter, hvad vi tog fat i først i et regnestykke.

Udregn: $\mathbf{2^2 \cdot 2 + \frac{\sqrt{4}}{2} - 3 \cdot (6-3)}$

$$6 - 3 = 3, \qquad 2^2 = 4, \qquad 4 \cdot 2 = 8, \qquad 1, \qquad 8 + 1 - 3 \cdot 3 = 0$$

Hvorfor er det ikke et problem at nogle regneoperationer ligger på samme niveau i regne hierarkiet.

Fordi det bliver det samme. Eks. Dividere og gange. Lige meget, hvilken af disse to du tager først i et regnestykke så vil resultatet blive det samme.

Logbog 2

Opskriv hvilken potensregneregel vi skal bruge til at udregne følgende stykker: $\mathbf{\frac{2^5}{2^3}}$**,** $\mathbf{5^0}$ **og** $\mathbf{3^{-2}}$

$\frac{2^5}{2^3}$ for at regne dette stykke ud ville vi bruge regne reglen $\frac{a^m}{a^n} = a^{m-n}$

5^0 for at regne dette stykke ud ville vi bruge regne reglen $a^0 = 1$

3^{-2} for at regne dette stykke ud ville vi bruge regne reglen $a^{-n} = \frac{1}{a^n}$

Kan du forklare hvorfor $\mathbf{a^0 = 1}$

Resultatet bliver 1, fordi eks: $\frac{2^3}{2^3} = \frac{2*2*2}{2*2*2} = 2^0 = 1$. a^0 bliver 1, fordi grundtallet (a) skal ganges med sig selv, og eksponenten viser hvor mange gange, dette skal gøres (0). Da eksponenten i dette tilfælde er 0, skal a derfor ganges 0 gange og kommer derfor til at stå alene altså som a én gang (1).

Kontrolgruppe elev 2

Prætest			Posttest 1			Posttest 2		
Regnehierarki	Potens	Total	Regnehierarki	Potens	Total	Regnehierarki	Potens	Total
3/7	5/9	8/16	5/7	7/9	12/16	6/7	3/9	9/16

Dybdelæring posttest 1

Hvorfor har vi regneregler?

For at vide hvordan vi skal stille et regnestykke op så vi får det rette resultat

Prøv at begrunde regnereglen $\frac{a^n}{a^m} = a^{n-m}$

Ikke svaret

Prøv at give et eksempel på et regnestykke, der ville give et andet resultat hvis vi brugte et andet regnehierarki. (udregn stykket både med det normale regnehierarki, og det regnehierarki som det giver et andet resultat med).

Ikke svaret

Vores regnehierarki er noget vi mennesker er blevet enige om. Dvs. at det kunne have set anderledes ud. Kunne regnereglerne også have set anderledes ud?

Det kunne de vel hvis de var blevet lavet anderledes da de blev lavet

Hvordan vil du forklarer over for en anden, at vi har brug for et regnehierarki?

Så der kommer styr på det kaos som tal er! Og derved sikrer at alle kommer frem til samme resultat

Dybdelæring posttest 2

Hvorfor har vi regneregler?

Regneregler har vi for at vi ved hvordan vi skal udregne forskellige regnestykker. Måske nærmere betegnet hvordan vi får styr på hvad der kommer først og hvad der kommer sidst.

Prøv at begrunde regnereglen $\frac{a^n}{a^m} = a^{n-m}$

Dividerer du med noget som er opløftet i en potens skal du minusse de 2 potenser med hinanden for at finde en fælles

Prøv at give et eksempel på et regnestykke, der ville give et andet resultat hvis vi brugte et andet regnehierarki. (udregn stykket både med det normale regnehierarki, og det regnehierarki som det giver et andet resultat med).

2·10+17-12·4=100 forkert

2·10+17-12·4=-11 korrekt

Vores regnehierarki er noget vi mennesker er blevet enige om. Dvs. at det kunne have set anderledes ud. Kunne regnereglerne også have set anderledes ud?

Måske? Jeg tror at hvis man fra starten af havde gjort det anderledes, så kunne det hele have været anderledes. Men lige angående dette så ved jeg det ikke.

Hvordan vil du forklarer over for en anden, at vi har brug for et regnehierarki?

Det ville jeg gøre ved at forklare at tager man og udregner et regnestykke uden hierarkiet bliver resultatet et andet end hvis man regner med. Der er altså brug for det så vi kan komme frem til det samme resultat.

Svar fra logbøger

Logbog 1

Hvorfor har vi brug for et regne hierarki?

For at kunne regne med tal og komme frem til de rigtige svar uden at blive forvirret over hvordan regnestykket er sat op

Udregn: $\mathbf{2^2 \cdot 2 + \frac{\sqrt{4}}{2} - 3 \cdot (6-3)}$**:**

$6-3=3,\ 2^2 \cdot 2 = 8,\ \frac{\sqrt{4}}{2} - 3 = -2,\ 8 \pm 2 \cdot 3 = 18$

Hvorfor er det ikke et problem at nogle regne operationer ligger på samme niveau i hierarkiet?

Fordi at om det bliver det ene eller det andet først så giver det samme resultat hvis man vel og mærke tager fra samme niveau

Logbog 2

Opskriv hvilken potensregneregel vi skal bruge til at udregne følgende stykker: $\mathbf{\frac{2^5}{2^3}}$, $\mathbf{5^0}$ og $\mathbf{3^{-2}}$

1. Til dette regnestykke $\frac{2^5}{2^3}$ vil jeg bruge regnereglen: $\frac{a^m}{a^n}$ = a^{m-n}

Efterfølgende sætter vi stykket ind i regnereglen for at regne det ud: $\frac{2^5}{2^3} = 2^{5-3}$

2. Til dette regnestykke 5^0 vil jeg bruge regnereglen: a^0= 1

Efterfølgende sætter vi stykket ind i regnereglen for at regne det ud: $5^0 = 1$

3. Til dette regnestykke 3^{-2} vil jeg bruge følgende regneregl: $a^{-n} = \frac{1}{a^n}$

Efterfølgende sætter vi stykket ind i regnereglen for at regne det ud: $3^{-2} = \frac{1}{3^2}$

Kan du forklare hvorfor $\boldsymbol{a^0 = 1}$

Ethvert tal der ophøjes med 0, vil altid give 1.

Kontrolgruppe elev 3

Prætest			Posttest 1			Posttest 2		
Regnehierarki	Potens	Total	Regnehierarki	Potens	Total	Regnehierarki	Potens	Total
4/7	3/9	7/16	7/7	5/9	12/16	7/7	3/9	10/16

Dybdelæring posttest 1

Hvorfor har vi regneregler?

Hvis man ikke har et standpunkt ville det blive kaotisk og ukorrekte svar man opnår

Prøv at begrunde regnereglen $\frac{a^n}{a^m} = a^{n-m}$

f.eks: $\frac{2^3}{2^4} = 2^1$ $\frac{\cancel{2 \cdot 2 \cdot 2}}{\cancel{2 \cdot 2 \cdot 2} \cdot 2}$ ergo 2^1

Prøv at give et eksempel på et regnestykke, der ville give et andet resultat hvis vi brugte et andet regnehierarki. (udregn stykket både med det normale regnehierarki, og det regnehierarki som det giver et andet resultat med).

Unormalt regnehierarki: 2+5·8+(2+3)=7·8+5=56+5=61

Normalt regnehierarki: : 2+5·8+(2+3)=2+40+5=47

Vores regnehierarki er noget vi mennesker er blevet enige om. Dvs. at det kunne have set anderledes ud. Kunne regnereglerne også have set anderledes ud?

Nej for regneregler er essentielle for overhovedet at kunne løse opgaver

Hvordan vil du forklarer over for en anden, at vi har brug for et regnehierarki?

Uden regnehierarki opnår man ikke korrekte svar, se spørgsmål med 2 forskellige regnehierakier

Dybdelæring posttest 2

Hvorfor har vi regneregler?

For at skabe et over skueligt overblik, når man skal foretage en regneoperation

Prøv at begrunde regnereglen $\frac{a^n}{a^m} = a^{n-m}$

Det er en brøk, så man ved derfor at der skal trækkes noget fra. Ligesom hvis det var gange så skulle man lægge dem sammen, da gange og dividerer er modsat ligesom + og minus er modsat

Prøv at give et eksempel på et regnestykke, der ville give et andet resultat hvis vi brugte et andet regnehierarki. (udregn stykket både med det normale regnehierarki, og det regnehierarki som det giver et andet resultat med).

2+8·4= 40 forkert

2+8·4=34 rigtigt

Vores regnehierarki er noget vi mennesker er blevet enige om. Dvs. at det kunne have set anderledes ud. Kunne regnereglerne også have set anderledes ud?

Sagtens, men det villle blive svært for folk at vende sig til forandringerne

Hvordan vil du forklarer over for en anden, at vi har brug for et regnehierarki?

Positiv: Bedre overblik, simpel og logisk tankegang

Negativ: uoverskueligt uden, umuligt at sikre at alle får det samme resultat

Svar fra logbøger

Logbog 1

Hvorfor har vi brug for et regne hierarki?

For at skabe en overskuelig tilgang til det at regne. Hvis minus og gange lå på samme niveau ville man aldrig opnå det rigtige resultat.

Udregn: $\mathbf{2^2 \cdot 2 + \frac{\sqrt{4}}{2} - 3 \cdot (6 - 3)}$

= $2^2 \cdot 2 + \frac{\sqrt{4}}{2} - 3 \cdot 9$ = $-4 \cdot 2 + 1 - 3 \cdot 9$ = $8 + 1 - 27 = 18$

Hvorfor er det ikke et problem at nogle regne operationer ligger på samme niveau i regne hierarkiet?

Fordi man udfra udregninger opnår det samme resultat ligegyldigt rækkefølgen.

Logbog 2

Opskriv hvilken potensregneregel vi skal bruge til at udregne følgende stykker: $\mathbf{\frac{2^5}{2^3}}$, $\mathbf{5^0}$ og $\mathbf{3^{-2}}$

$\frac{2^5}{2^3}$ Til dette vil jeg bruge regnereglen $\frac{a^m}{a^n} = a^{m-n}$

5^0 Til dette vil jeg bruge regnereglen $a^0 = 1$

3^{-2} Til dette vil jeg bruge regnereglen $a^{-n} = \frac{1}{a^n}$

Kan du forklare hvorfor $\boldsymbol{a^0 = 1}$

Et tal ganget med 0 vil altid blive 1 fordi man divedere tallet med sig selv og vil derfor altid blive 1.

Kontrolgruppe elev 4

Prætest			Posttest 1			Posttest 2		
Regnehierarki	Potens	Total	Regnehierarki	Potens	Total	Regnehierarki	Potens	Total
5/7	1/9	6/16	5/7	7/9	12/16	6/7	4/9	10/16

Dybdelæring posttest 1

Hvorfor har vi regneregler?

Vi skal følge regnehierarkiet for at vi alle får samme resultat.

Prøv at begrunde regnereglen $\frac{a^n}{a^m} = a^{n-m}$

$\frac{2^7}{2^5} = 2^{7-5} = 2^2$

Prøv at give et eksempel på et regnestykke, der ville give et andet resultat hvis vi brugte et andet regnehierarki. (udregn stykket både med det normale regnehierarki, og det regnehierarki som det giver et andet resultat med).

Rigtigt 7·4-2=26

Forkert 7·4-2=14

Vores regnehierarki er noget vi mennesker er blevet enige om. Dvs. at det kunne have set anderledes ud. Kunne regnereglerne også have set anderledes ud?

Nej regneregler er fastlagte. Eks en mand har syv æbler. Får dobbelt så mange, 7·2=14. Tages der 3 æbler 14-3=11æbler. Deles ud til 11 mennesker alle får et æble 11/1=11 æbler

Hvordan vil du forklarer over for en anden, at vi har brug for et regnehierarki?

For at forstå at vi skal udregne tal i parenteser før vi udregner +/- den universelle rækkefølge, som vi er blevet enige om, for at vi gør det ens.

Dybdelæring posttest 2

Hvorfor har vi regneregler?

For at se hvad der skal regnes først i et matematik regnestykke

Prøv at begrunde regnereglen $\frac{a^n}{a^m} = a^{n-m}$

Brøkerne N og M minus hinanden giver resultatet af den slutgivende brøk. Tallet ændres ikke eks: $\frac{5^6}{5^2} = 5^{6-2} = 5^4$

Prøv at give et eksempel på et regnestykke, der ville give et andet resultat hvis vi brugte et andet regnehierarki. (udregn stykket både med det normale regnehierarki, og det regnehierarki som det giver et andet resultat med).

5·7+5= 60 dette er forkert

5·7+5= 40 dette er korrekt

Vores regnehierarki er noget vi mennesker er blevet enige om. Dvs. at det kunne have set anderledes ud. Kunne regnereglerne også have set anderledes ud?

Nej regneregler går hånd i hånd med regnehierarkiet

Hvordan vil du forklarer over for en anden, at vi har brug for et regnehierarki?

Vi har brug for at vide hvad vi skal regne først ud i et regne stykke. Derfor har vi brug for regnehierarkiet.

Svar fra logbøger

Logbog 1

Hvorfor har vi brug for et regne hierarki?

Potens og kvadratrod placeres øverst i regnehiarkiet, dernæst gange og divider, så plus og minus. Denne regel gælder for at regnestykket udregnes på korrekt vis.

Udregn: $\mathbf{2^2 \cdot 2 + \frac{\sqrt{4}}{2} - 3 \cdot (6-3)}$

$$\begin{aligned} 2^2 \cdot 2 + \frac{\sqrt{4}}{2} - 3 \cdot (6-3) = \ & 4 \cdot 2 + \frac{\sqrt{4}}{2} - 3 \cdot (6-3) = 8 + \frac{\sqrt{4}}{2} - 3 \cdot (6-3) \\ & = 8 + \frac{2}{2} - 3 \cdot (6-3) = 8 + 1 - 3 \cdot (6-3) = 9 - 3 \cdot (6-3) = 6 \cdot (6-3) \\ & = 6 \cdot 3 = 18 \end{aligned}$$

Hvorfor er det ikke et problem at nogle regne operationer ligger på samme niveau i regne hierarkiet?

f.eks. ligger gange og divider på samme niveau og det spiller ingen rolle for resultatet af regnestykket at dividere før man ganger eller omvendt så længe det foregår på niveauet under potens og kvadratrod og niveauet over plus og minus.

Logbog 2

Opskriv hvilken potensregneregel vi skal bruge til at udregne følgende stykker: $\mathbf{\frac{2^5}{2^3}}$, $\mathbf{5^0}$ og $\mathbf{3^{-2}}$

$\frac{2^5}{2^3} = 2^{5-3}$

$5^0 = 1$

$3^{-2} = \frac{1}{3^{-2}}$

Kan du forklare hvorfor $\boldsymbol{a^0 = 1}$

Fordi alt opløftet i 0 er 1

Kontrolgruppe elev 5

Prætest			Posttest 1			Posttest 2		
Regnehierarki	Potens	Total	Regnehierarki	Potens	Total	Regnehierarki	Potens	Total
6/7	4/9	10/16	6/7	8/9	14/16	6/7	6/9	12/16

Dybdelæring posttest 1

Hvorfor har vi regneregler?

Folk har prøvet sig frem og fundet genveje

Prøv at begrunde regnereglen $\frac{a^n}{a^m} = a^{n-m}$

Ikke svaret

Prøv at give et eksempel på et regnestykke, der ville give et andet resultat hvis vi brugte et andet regnehierarki. (udregn stykket både med det normale regnehierarki, og det regnehierarki som det giver et andet resultat med).

2+2·3=4·3=12

2+2·3=2+6=8

Vores regnehierarki er noget vi mennesker er blevet enige om. Dvs. at det kunne have set anderledes ud. Kunne regnereglerne også have set anderledes ud?

nej, det er faste regler frem for en række følge at gøre tingene i som hierarkiet

Hvordan vil du forklarer over for en anden, at vi har brug for et regnehierarki?

Vi har brug for regnehierarki for at have en fælles måde at gøre tingene på

Dybdelæring posttest 2

Hvorfor har vi regneregler?

For nemmere at regne stykker korrekt ud

Prøv at begrunde regnereglen $\frac{a^n}{a^m} = a^{n-m}$

$$1 = \frac{3 \cdot 3 \cdot 3}{3 \cdot 3 \cdot 3} = \frac{3^3}{3^3} = \frac{9}{9} = 1$$

Prøv at give et eksempel på et regnestykke, der ville give et andet resultat hvis vi brugte et andet regnehierarki. (udregn stykket både med det normale regnehierarki, og det regnehierarki som det giver et andet resultat med).

3·3+5=14

3·3+5=24

Vores regnehierarki er noget vi mennesker er blevet enige om. Dvs. at det kunne have set anderledes ud. Kunne regnereglerne også have set anderledes ud?

Nej det kræver bevis at lave regneregler

Hvordan vil du forklarer over for en anden, at vi har brug for et regnehierarki?

Vi har brug for et hierarki for at være enige om rækkefølgen vi regner tingene på.

Svar fra logbøger

Logbog 1

Hvorfor har vi brug for et regne hierarki?

Så alle er enige om hvilken rækkefølge man regner stykker ud på.

Udregn: $\mathbf{2^2 \cdot 2 + \frac{\sqrt{4}}{2} - 3 \cdot (6-3)}$

$$2^2 \cdot 2 + \frac{\sqrt{4}}{2} - 3 \cdot (6-3) = 4 \cdot 2 + \frac{2}{2} - 3 \cdot 3 = 8 + 1 - 9 = 0$$

Hvorfor er det ikke et problem at nogle regne operationer ligger på samme niveau i regne hierarkiet?

Fordi regneoperationer i samme niveau har samme værdier bar modsat hinanden.

Logbog 2

Opskriv hvilken potensregneregel vi skal bruge til at udregne følgende stykker: $\mathbf{\frac{2^5}{2^3}}$, $\mathbf{5^0}$ og $\mathbf{3^{-2}}$

$a^m \div a^n$=a^{m-n}???

5^0 ville reglen være a^0=1

3^{-2} ville reglen være a^{-n}=$\frac{1}{a^n}$

Kan du forklare hvorfor $\boldsymbol{a^0 = 1}$

Regner vi $a^n \cdot \frac{1}{a^n}$ vil det altid give 1

Kontrolgruppe elev 6

Prætest			Posttest 1			Posttest 2		
Regnehierarki	Potens	Total	Regnehierarki	Potens	Total	Regnehierarki	Potens	Total
5/7	5/9	10/16	4/7	8/9	12/16	3/7	5/9	8/16

Dybdelæring posttest 1

Hvorfor har vi regneregler?

For at gøre et regnestykke mere simpelt

Prøv at begrunde regnereglen $\frac{a^n}{a^m} = a^{n-m}$

Når divisionsstykket har samme grundtal, kan man minus eksponenterne

Prøv at give et eksempel på et regnestykke, der ville give et andet resultat hvis vi brugte et andet regnehierarki. (udregn stykket både med det normale regnehierarki, og det regnehierarki som det giver et andet resultat med).

Med regnehierarki: 20-6·5+3=-7

Uden regnehierarki: 20-6·5+3=14·5+3=73

Vores regnehierarki er noget vi mennesker er blevet enige om. Dvs. at det kunne have set anderledes ud. Kunne regnereglerne også have set anderledes ud?

Det kunne de men så ville vi ikke få samme resultater

Hvordan vil du forklarer over for en anden, at vi har brug for et regnehierarki?

Man skal følge hierarkiet ellers vil man få forskellige resultater

Dybdelæring posttest 2

Hvorfor har vi regneregler?

For at vide hvilken metode der er korrekt at anvende når vi regner. Hvis vi f.eks. har 5·8-2 så skal vi gange før vi kan trække fra ifølge hierarkiet

Prøv at begrunde regnereglen $\frac{a^n}{a^m} = a^{n-m}$

Når vi har samme grundtal trækker vi blot den opløftede værdi fra hinanden

Prøv at give et eksempel på et regnestykke, der ville give et andet resultat hvis vi brugte et andet regnehierarki. (udregn stykket både med det normale regnehierarki, og det regnehierarki som det giver et andet resultat med).

2-4·5=10 her er ikke anvendt regnehierarki

2-4·5=-18 her er eksemplet udregnet efter regnehierarkiet

Vores regnehierarki er noget vi mennesker er blevet enige om. Dvs. at det kunne have set anderledes ud. Kunne regnereglerne også have set anderledes ud?

De ville have set anderledes ud hvis vi byttede tegnene for plus og minus ud med hinanden

Hvordan vil du forklarer over for en anden, at vi har brug for et regnehierarki?

Jeg ville forklarer vigtigheden af et regnehierarki for uden den, ville vi kunne få forskellige resultater.

Svar fra logbøger

Logbog 1

Hvorfor har vi brug for et regne hierarki?

Vi bruger et regne hierarki til at udregne forskellige delelementer af avanceret regnestykker – så som ligninger. Vi har brug for et regne hieraki for ellers ville man lave matematik på forskellige måder, og derfra få forskellige resultater.

Udregn: $\mathbf{2^2 \cdot 2 + \frac{\sqrt{4}}{2} - 3 \cdot (6 - 3)}$

$2^2 \cdot 2 + \frac{\sqrt{4}}{2} - 3 \cdot (6 - 3) = 8 + \frac{2}{2} - 3 \cdot 3 = 9 - 9 = 0$

Hvorfor er det ikke et problem at nogle regne operationer ligger på samme niveau i regne hierarkiet?

Det vil give det samme resultat, lige meget hvordan man vender og drejer regnestykket. Eks. Plus og minus.

Logbog 2

Opskriv hvilken potensregneregel vi skal bruge til at udregne følgende stykker: $\mathbf{\frac{2^5}{2^3}}$, $\mathbf{5^0}$ og $\mathbf{3^{-2}}$

$\frac{2^5}{2^3}$ a^{m-n}

5^0 - Hvis eksponenten er 0 vil svaret altid være 1. $\frac{5*5*5*5*5}{5*5*5*5*5}$ = 1

3^{-2} = Til dette regnestykke vil jeg bruge regnereglen; a^{-n} = $\frac{1}{a^n}$

Kan du forklare hvorfor $\boldsymbol{a^0 = 1}$

Ikke besvaret

Kontrolgruppe elev 7

Prætest			Posttest 1			Posttest 2		
Regnehierarki	Potens	Total	Regnehierarki	Potens	Total	Regnehierarki	Potens	Total
3/7	2/9	5/16	6/7	7/9	13/16	4/7	3/9	7/16

Dybdelæring posttest 1

Hvorfor har vi regneregler?

For at vi alle regner ens

(gud fuckede op med forskellige sprog, og tænkte, det kan jeg gøre bedre)

Prøv at begrunde regnereglen $\frac{a^n}{a^m} = a^{n-m}$

Ikke besvaret

Prøv at give et eksempel på et regnestykke, der ville give et andet resultat hvis vi brugte et andet regnehierarki. (udregn stykket både med det normale regnehierarki, og det regnehierarki som det giver et andet resultat med).

Ikke besvaret

Vores regnehierarki er noget vi mennesker er blevet enige om. Dvs. at det kunne have set anderledes ud. Kunne regnereglerne også have set anderledes ud?

Ikke besvaret

Hvordan vil du forklarer over for en anden, at vi har brug for et regnehierarki?

Ikke besvaret

Dybdelæring posttest 2

Hvorfor har vi regneregler?

Har skrevet noget men streget det over og skrevet kommentaren at han havde læst det som hvorfor har vi et regnehierarki.

Prøv at begrunde regnereglen $\frac{a^n}{a^m} = a^{n-m}$

Ikke besvaret

Prøv at give et eksempel på et regnestykke, der ville give et andet resultat hvis vi brugte et andet regnehierarki. (udregn stykket både med det normale regnehierarki, og det regnehierarki som det giver et andet resultat med).

9+5·4-2=27 med

9+5·4-2=54 uden

Vores regnehierarki er noget vi mennesker er blevet enige om. Dvs. at det kunne have set anderledes ud. Kunne regnereglerne også have set anderledes ud?

Ikke besvaret

Hvordan vil du forklarer over for en anden, at vi har brug for et regnehierarki?

Ikke besvaret

Svar fra logbøger

Logbog 1

Hvorfor har vi brug for et regne hierarki?

Vi har brug for et regnehieraki for at vi alle kommer til det samme resultat

Udregn: $\mathbf{2^2 \cdot 2 + \frac{\sqrt{4}}{2} - 3 \cdot (6-3)}$

$2^2 \cdot 2 + \frac{\sqrt{4}}{2} - 3 \cdot (6-3)$ = $2^2 \cdot 2 + \frac{\sqrt{4}}{2} - 3 \cdot 3$ = $4 \cdot 2 + \frac{2}{2} - 3 \cdot 3$ = $8 + 1 - 6$ = $9 - 6$ = 3

Hvorfor er det ikke et problem at nogle regne operationer ligger på samme niveau i regne hierarkiet?

Ikke besvaret

Logbog 2

Opskriv hvilken potensregneregel vi skal bruge til at udregne følgende stykker: $\mathbf{\frac{2^5}{2^3}}$**,** $\mathbf{5^0}$ **og** $\mathbf{3^{-2}}$

$\frac{2^5}{2^3}$ til at regne dette stykke vil jeg bruge formlen $\frac{a^m}{a^n} = a^{m-n}$

5^0 til at regne dette stykke vil jeg bruge formlen $a^0 = 1$

3^{-2} til ar regne dette stykke vil jeg bruge formlen $a^{-n} = \frac{1}{a^n}$

Kan du forklare hvorfor $\mathbf{a^0 = 1}$

Ikke besvaret

Kontrolgruppe elev 8

Prætest			Posttest 1			Posttest 2		
Regnehierarki	Potens	Total	Regnehierarki	Potens	Total	Regnehierarki	Potens	Total
5/7	6/9	11/16	7/7	5/9	12/16	5/7	2/9	7/16

Dybdelæring posttest 1

Hvorfor har vi regneregler?

Uden regneregler ville mat ikke give nogen mening der bliver nødt til at være en rækkefølge før det det kan give mening.

Prøv at begrunde regnereglen $\frac{a^n}{a^m} = a^{n-m}$

Grund tallet er det samme, så derfor beholder man først og fremmes dette i resultatet

Prøv at give et eksempel på et regnestykke, der ville give et andet resultat hvis vi brugte et andet regnehierarki. (udregn stykket både med det normale regnehierarki, og det regnehierarki som det giver et andet resultat med).

Venstre højre 3·4+2-20/2=12+2-20/2=14-20/2=-6/2=-3

Regnehierarki 3·4+2-20/2=12+2-10=4

Vores regnehierarki er noget vi mennesker er blevet enige om. Dvs. at det kunne have set anderledes ud. Kunne regnereglerne også have set anderledes ud?

NEJ

Hvordan vil du forklarer over for en anden, at vi har brug for et regnehierarki?

Mat ville ikke give mening uden regnehierarki der bliver nødt til at være en rækkefølge før det det kan give mening.

Dybdelæring posttest 2

Hvorfor har vi regneregler?

Uden regler ville vi ikke komme til samme resultat. hele regnehierarkiet er lavet/bestemt på en måde så matematikken giver mening. Uden regler ville der ikke være nogen sammenhæng

Prøv at begrunde regnereglen $\frac{a^n}{a^m} = a^{n-m}$

Når noget er opløftet er det det samme som at gange noget. Og det ” modsatte” af at gange er at dividere. Så derfor minusser man de to opløftede tal når de skal divideres. Og modsat kam man plusse dem hvis de ganges og nævneren er den samme ($a^n \cdot a^m = a^{n+m}$)

Prøv at give et eksempel på et regnestykke, der ville give et andet resultat hvis vi brugte et andet regnehierarki. (udregn stykket både med det normale regnehierarki, og det regnehierarki som det giver et andet resultat med).

3+4·(-2)/2-3=(-14)/2-3=(-7-3)=-10

3+4·(-2)/2-3=3-8/2-3=-3-4-3=-4

Vores regnehierarki er noget vi mennesker er blevet enige om. Dvs. at det kunne have set anderledes ud. Kunne regnereglerne også have set anderledes ud?

Dunno…

Hvordan vil du forklarer over for en anden, at vi har brug for et regnehierarki?

Det er bestemt at der skal være regnehierarki, for uden det, ville det som vist tidligere, give et andet resultat.

Svar fra logbøger

Logbog 1

Hvorfor har vi brug for et regne hierarki?

Hvorfor har vi brug for et regne hierarki. - Uden regne hierarki ville der komme mange forskellige resultater, i tilfælde af at man udelukkende regnede fra højre til venstre. Derfor er der et regne hierarki, for at sørge for at man udregner i rette rækkefølge.

Udregn: $\mathbf{2^2 \cdot 2 + \frac{\sqrt{4}}{2} - 3 \cdot (6 - 3)}$

$$2^2 \cdot 2 + \frac{\sqrt{4}}{2} - 3 \cdot (6 - 3) = 4 \cdot 2 + \frac{2}{2} - 3 \cdot 3 = 8 + 1 - 9 = 0$$

Hvorfor er det ikke et problem at nogle regne operationer ligger på samme niveau i regne hierarkiet?

Hvorfor er det ikke et problem at nogle regne operationer ligger på samme niveau i regne hierarkiet. - Det giver samme resultat, uanset hvilken rækkefølge man tager regne operationer der er på samme niveau i regne hierarkiet.

Logbog 2

Opskriv hvilken potensregneregel vi skal bruge til at udregne følgende stykker: $\mathbf{\frac{2^5}{2^3}, 5^0}$ **og** $\mathbf{3^{-2}}$

Ikke besvaret

Kan du forklare hvorfor $\boldsymbol{a^0 = 1}$

Ikke besvaret

Kontrolgruppe elev 9

Prætest			Posttest 1			Posttest 2		
Regnehierarki	Potens	Total	Regnehierarki	Potens	Total	Regnehierarki	Potens	Total
4/7	1/9	5/16	2/7	6/9	8/16	3/7	3/9	6/16

Dybdelæring posttest 1

Hvorfor har vi regneregler?

Vi har regnehierarkiet for at kunne se hvilken rækkefølge vi skal tage plus, minus, gange og dividerer i.

Prøv at begrunde regnereglen $\frac{a^n}{a^m} = a^{n-m}$

Så længe grundtallet er det samme vil man bare skulle trække eksponenterne fra hinanden

Prøv at give et eksempel på et regnestykke, der ville give et andet resultat hvis vi brugte et andet regnehierarki. (udregn stykket både med det normale regnehierarki, og det regnehierarki som det giver et andet resultat med).

Et eksempel er hvis man regner +/- før gange og dividerer.

+/- først: 12+4·3-6/2=15

Normale regnehierarki: 12+4·3-6/2=21

Vores regnehierarki er noget vi mennesker er blevet enige om. Dvs. at det kunne have set anderledes ud. Kunne regnereglerne også have set anderledes ud?

Ville man godt kunne men det ville give nogle andre resultater.

Hvordan vil du forklarer over for en anden, at vi har brug for et regnehierarki?

Ellers ville vi ikke få samme resultat og hvis vi ikke bruger det regnehierarki som vi har nu ville udregningerne være mere komplicerede

Dybdelæring posttest 2

Hvorfor har vi regneregler?

For at kunne sammensætte regnestykker rigtigt sammen i korrekt rækkefølge

Prøv at begrunde regnereglen $\frac{a^n}{a^m} = a^{n-m}$

Grundet vi har det samme grundtal, vil det forblive uændret. Og vi kan nøjes med at trække potenserne fra hinanden

Prøv at give et eksempel på et regnestykke, der ville give et andet resultat hvis vi brugte et andet regnehierarki. (udregn stykket både med det normale regnehierarki, og det regnehierarki som det giver et andet resultat med).

Rigtige regnehierarki: $\sqrt{25} + 9 - 2 \cdot 8 = 5 + 9 - 16 = 14 - 16 = -2$

Forkert regnehierarki: $\sqrt{25} + 9 - 2 \cdot 8 = 5 + 9 - 2 \cdot 8 = 14 - 2 \cdot 8 = 12 \cdot 8 = 96$

Vores regnehierarki er noget vi mennesker er blevet enige om. Dvs. at det kunne have set anderledes ud. Kunne regnereglerne også have set anderledes ud?

Hvis vi havde lavet om på regnereglerne, for mange år siden, havde været muligvis mere besværlige måder at regne på, da vi i matematik helst gerne vil finde resultatet på den mest simple måde.

Derfor er vores regneregler muligvis bygget op den dag i dag, for at gøre det så simpel som muligt

Hvordan vil du forklarer over for en anden, at vi har brug for et regnehierarki?

Eftersom at vi får forskellige resultater hvis vi ikke følger hierarkiet..

Svar fra logbøger

Logbog 1

Hvorfor har vi brug for et regne hierarki?

Så alle følger den samme rækkefølge i udregning af tal og ligninger m.m i matematik.

Udregn: $\mathbf{2^2 \cdot 2 + \frac{\sqrt{4}}{2} - 3 \cdot (6-3)}$

$2^2 \cdot 2 + \frac{\sqrt{4}}{2} - 3 \cdot (6-3) = 4 \cdot 2 + \frac{\sqrt{4}}{2} - 3 \cdot 3 = 8 + 1 - 9 = 0$

Hvorfor er det ikke et problem at nogle regne operationer ligger på samme niveau i regne hierarkiet?

Ikke besvaret

Logbog 2

Opskriv hvilken potensregneregel vi skal bruge til at udregne følgende stykker: $\mathbf{\frac{2^5}{2^3}}$**,** $\mathbf{5^0}$ **og** $\mathbf{3^{-2}}$

$\frac{2^5}{2^3} = \frac{a^n}{a^m} = a^{m-n} = 2^{5-3} = 2^2$

$5^0 = a^0 = 1$

$3^{-2} = \frac{1}{a^{-n}} = \frac{1}{3^{-2}}$

Kan du forklare hvorfor $\mathbf{a^0 = 1}$

$\frac{2^3}{2^3} = \frac{2 \cdot 2 \cdot 2}{2 \cdot 2 \cdot 2} = \frac{8}{8} = 1$ = Grundtallet skal ganges med grundtallet og exponenten skal ganges så man kan se hvor mange gange dette skal gøres, men ganges den med 0, vil den stå alene som 1.

Kontrolgruppe elev 10

Prætest			Posttest 1			Posttest 2		
Regnehierarki	Potens	Total	Regnehierarki	Potens	Total	Regnehierarki	Potens	Total
7/7	2/9	9/16	7/7	7/9	14/16	7/7	4/9	11/16

Dybdelæring posttest 1

Hvorfor har vi regneregler?

For at gøre udregning simplere, det er ligesom at få en skabelon/et regelsæt for hvordan det skal regnes ud

Prøv at begrunde regnereglen $\frac{a^n}{a^m} = a^{n-m}$

Eks: $\frac{4^4}{4^2} = \frac{4 \cdot 4 \cdot \cancel{4 \cdot 4}}{\cancel{4 \cdot 4}}$=4·4=$4^2$ i stedet for at skulle lave denne udregning hver gang så er det lettere at bruge regnereglen.

Prøv at give et eksempel på et regnestykke, der ville give et andet resultat hvis vi brugte et andet regnehierarki. (udregn stykket både med det normale regnehierarki, og det regnehierarki som det giver et andet resultat med).

4+3·5=7·5=35 forkert regnehierarki

4+3·5=4+15=19 rigtigt regnehierarki

Vores regnehierarki er noget vi mennesker er blevet enige om. Dvs. at det kunne have set anderledes ud. Kunne regnereglerne også have set anderledes ud?

Det kunne de vel godt hvis hele det matematiske system så anderledes ud f.eks hvis vi brugte et andet regnehierarki end det vi bruger

Hvordan vil du forklarer over for en anden, at vi har brug for et regnehierarki?

Det er essentielt for matematikken at have et regnehierarki så vi kan have en fælles forståelse af stykkerne

Dybdelæring posttest 2

Hvorfor har vi regneregler?

For at vide hvordan vi skal udregne brøk og potensstykker

Prøv at begrunde regnereglen $\frac{a^n}{a^m} = a^{n-m}$

Da vores ”a” er den samme, må vores facit være den sammea-værdi når vi dividerer, hvis man trækker nævnerens potens fra tællerens ditto

Prøv at give et eksempel på et regnestykke, der ville give et andet resultat hvis vi brugte et andet regnehierarki. (udregn stykket både med det normale regnehierarki, og det regnehierarki som det giver et andet resultat med).

4+2·3=10 dette er regnehierarkiet hvor vi ganger før vi addere

4+2·3=18 i dette regnehierarki addere vi før vi ganger, hvilket er den forkerte fremgangsmåde.

Vores regnehierarki er noget vi mennesker er blevet enige om. Dvs. at det kunne have set anderledes ud. Kunne regnereglerne også have set anderledes ud?

Ja men kun hvis vi havde et andet regnehierarki

Hvordan vil du forklarer over for en anden, at vi har brug for et regnehierarki?

Fordi det er nødvendigt for den globale forståelse for matematik, at der er enighed om, hvorledes fremgangsmåden skal være, når vi udregner.

Svar fra logbøger

Logbog 1

Hvorfor har vi brug for et regne hierarki?

Det har vi, fordi ellers ville man komme frem til forskellige resultater alt efter, hvem der regnede stykket. Med regnehierarkiet er man sikker på at komme frem til samme resultat.

Udregn: $\mathbf{2^2 \cdot 2 + \frac{\sqrt{4}}{2} - 3 \cdot (6-3)}$

$2^2 \cdot 2 + \frac{\sqrt{4}}{2} - 3 \cdot (6-3) = 2^2 \cdot 2 + \frac{\sqrt{4}}{2} - 3 \cdot 3 = 4 \cdot 2 + \frac{2}{2} - 3 \cdot 3 = 8 + 1 - 9 = 0$

Hvorfor er det ikke et problem at nogle regne operationer ligger på samme niveau i regne hierarkiet?

Fordi så længe man følger regnehierarkiet kan man ikke undgå at komme frem til samme resultat – uanset om man addere eller trække fra først, eksempelvis.

Logbog 2

Opskriv hvilken potensregneregel vi skal bruge til at udregne følgende stykker: $\mathbf{\frac{2^5}{2^3}}$**,** $\mathbf{5^0}$ **og** $\mathbf{3^{-2}}$

$\frac{2^5}{2^3}$ for at regne dette stykke ud ville vi bruge regne reglen $\frac{a^m}{a^n} = a^{m-n}$

5^0 for at regne dette stykke ud ville vi bruge regne reglen $a^0 = 1$

3^{-2} for at regne dette stykke ud ville vi bruge regne reglen $a^{-n} = \frac{1}{a^n}$

Kan du forklare hvorfor $\mathbf{a^0 = 1}$

Resultatet bliver 1, fordi eks: $\frac{2^3}{2^3} = \frac{2*2*2}{2*2*2} = 2^0 = 1$. a^0 bliver 1, fordi grundtallet (a) skal ganges med sig selv, og eksponenten viser hvor mange gange, dette skal gøres (0). Da eksponenten i dette tilfælde er 0, skal a derfor ganges 0 gange og kommer derfor til at stå alene altså som a én gang (1).

Kontrolgruppe elev 11

Prætest			Posttest 1		
Regnehierarki	Potens	Total	Regnehierarki	Potens	Total
3/7	4/9	7/16	4/7	5/9	9/16

Dybdelæring posttest 1

Hvorfor har vi regneregler?

Hvis vi ikke havde nogle regneregler ville hver enkelt person, regne et regnestyk forskelligt. Så det er for at vi kan danne os et overblik

Prøv at begrunde regnereglen $\boldsymbol{\frac{a^n}{a^m} = a^{n-m}}$

$$\frac{8^2}{6^1} = 14^{2-1}$$

Prøv at give et eksempel på et regnestykke, der ville give et andet resultat hvis vi brugte et andet regnehierarki. (udregn stykket både med det normale regnehierarki, og det regnehierarki som det giver et andet resultat med).

Ikke svaret

Vores regnehierarki er noget vi mennesker er blevet enige om. Dvs. at det kunne have set anderledes ud. Kunne regnereglerne også have set anderledes ud?

Sagtens hvis det var noget vi blev enige om

Hvordan vil du forklarer over for en anden, at vi har brug for et regnehierarki?

Hvis vi ikke havde et regnehierarki ville alle regne regnestykker forskelligt

Svar fra logbøger

Logbog 1

Hvorfor har vi brug for et regnehierarki?
Hvis vi ikke havde et regnehiarki, ville der ikke være nogle struktur over, hvordan vi regnede regnestykker ud på. Det vil sige at folk ville tolke et regnestykke forskelligt, og hermed opnå forskellige resultater.

Udregn: $\mathbf{2^2 \cdot 2 + \frac{\sqrt{4}}{2} - 3 \cdot (6-3)}$

$$(6-3) = 3, \qquad \frac{\sqrt{4}}{2} = 1, \qquad 2^2 + 2 = 6, \qquad -3 \cdot 3 = 9$$

Hvorfor er det ikke et problem at nogle regneoperationer ligger på samme niveau i regne hierarkiet.
Resultatet af regnestykket vil blive det samme. Det kan fx være + og – i et regnestykke. Lige meget hvilken måde du regner det ud på, vil resultet blive det samme.

Logbog 2

Opskriv hvilken potensregneregel vi skal bruge til at udregne følgende stykker: $\mathbf{\frac{2^5}{2^3}}$, $\mathbf{5^0}$ og $\mathbf{3^{-2}}$

$\frac{2^5}{2^3}$, her bruger vi regnereglen: $= 2^{5-3}$

5^0, her bruger vi regnereglen: $5^0 = 1$

3^{-2}, her bruger vi regnereglen:

Kan du forklare hvorfor $\boldsymbol{a^0 = 1}$

Ikke besvaret

Kontrolgruppe elev 12

Prætest			Posttest 1		
Regnehierarki	Potens	Total	Regnehierarki	Potens	Total
3/7	5/9	8/16	6/7	4/9	10/16

Dybdelæring posttest 1

Hvorfor har vi regneregler?

Fordi de gør det nemmere at regne ting ud

Prøv at begrunde regnereglen $\frac{a^n}{a^m} = a^{n-m}$

Fordi der er a vil det automatisk blive a. n og m skal minuses med hinanden fordi fordi at vi flytter dem sammen med division

Prøv at give et eksempel på et regnestykke, der ville give et andet resultat hvis vi brugte et andet regnehierarki. (udregn stykket både med det normale regnehierarki, og det regnehierarki som det giver et andet resultat med).

Hvis vi plusser før vi ganger: $5+2\cdot4=7\cdot4=28$

Hvi man ganger før man plusser: $5+2\cdot4=5+8=13$

Vores regnehierarki er noget vi mennesker er blevet enige om. Dvs. at det kunne have set anderledes ud. Kunne regnereglerne også have set anderledes ud?

nix

Hvordan vil du forklarer over for en anden, at vi har brug for et regnehierarki?

Ikke besvaret.

Svar fra logbøger

Logbog 1

Hvorfor har vi brug for et regnehierarki?

Fordi det bliver lettere for os regne og få det rigtige resultat, selvom det ikke virker sådan.

Udregn: $\mathbf{2^2 \cdot 2 + \frac{\sqrt{4}}{2} - 3 \cdot (6-3)}$

$$2^2 \cdot 2 + \frac{\sqrt{4}}{2} - 3 \cdot (6-3)$$

Forklaring og mellemregning af ovenstående regnestykke:

Først regner jeg parentesen ud først så der kommer til at stå:

$$2^2 \cdot 2 + \frac{\sqrt{4}}{2} - 3 \cdot 3$$

Derefter regner jeg de tal der er ganget sammen og kvadratrod så der kommer til at stå:

$$4 \cdot 2 + \frac{\sqrt{2}}{2} - 3 \cdot 3$$

Derefter regner jeg gange stykkerne sammen så der kommer til at stå:

$$8 + 1 - 9$$

Så regner man tallene sammen som de står, så man får det endelige resultat som er:

$$\underline{= 0}$$

Hvorfor er det ikke et problem at nogle regneoperationer ligger på samme niveau i regne hierarkiet.

Ikke besvaret

Logbog 2

Opskriv hvilken potensregneregel vi skal bruge til at udregne følgende stykker: $\mathbf{\frac{2^5}{2^3}}$, $\mathbf{5^0}$ og $\mathbf{3^{-2}}$

Ikke besvaret

Kan du forklare hvorfor $\boldsymbol{a^0 = 1}$

Ikke besvaret

Kontrolgruppe elev 13

Prætest			Posttest 1		
Regnehierarki	Potens	Total	Regnehierarki	Potens	Total
2/7	4/9	6/16	1/7	5/9	6/16

Dybdelæring posttest 1

Hvorfor har vi regneregler?

Således at vi alle følger de samme normer og rækkefølger og ikke ender med forskellige resultater

Prøv at begrunde regnereglen $\frac{a^n}{a^m} = a^{n-m}$

a op i n divideret med a op i m giver a opløftet i n-m

Prøv at give et eksempel på et regnestykke, der ville give et andet resultat hvis vi brugte et andet regnehierarki. (udregn stykket både med det normale regnehierarki, og det regnehierarki som det giver et andet resultat med).

2+5·9-2=7·9-2=63-2=61

2+5·9-2= 2+45-2=45

Vores regnehierarki er noget vi mennesker er blevet enige om. Dvs. at det kunne have set anderledes ud. Kunne regnereglerne også have set anderledes ud?

Nej de er faste

Hvordan vil du forklarer over for en anden, at vi har brug for et regnehierarki?

Jeg ville forklare dem at hvis alle ikke fuldte samme regler, ville vi ende med forskellige resultater. Man kan sammenligne det med læsning uden regler ville nogle læse fra højre og andre fra venstre og derved ville få foskellige betydninger

Svar fra logbøger

Logbog 1

Hvorfor har vi brug for et regnehierarki?
Så at alle følger den samme rækkefølge når man udregner ting i matematik.

Udregn: $\mathbf{2^2 \cdot 2 + \frac{\sqrt{4}}{2} - 3 \cdot (6-3)}$

$2^2 \cdot 2 + \frac{\sqrt{4}}{2} - 3 \cdot (6-3) = 4 \cdot 2 + 1 - 3 \cdot 3 = 8 + 1 - 9 = 0$

Hvorfor er det ikke et problem at nogle regne operationer ligger på samme niveau i regne hierarkiet?
Ikke besvaret

Logbog 2

Opskriv hvilken potensregneregel vi skal bruge til at udregne følgende stykker: $\mathbf{\frac{2^5}{2^3}}$, $\mathbf{5^0}$ og $\mathbf{3^{-2}}$

1: $\frac{a^m}{a^n} = a^{m-n}$

2: a^m

3: a^m

Kan du forklare hvorfor $\boldsymbol{a^0 = 1}$

Ikke besvaret

Kontrolgruppe elev 14

Prætest			Posttest 1		
Regnehierarki	Potens	Total	Regnehierarki	Potens	Total
1/7	2/9	3/16	3/7	4/9	7/16

Dybdelæring posttest 1

Hvorfor har vi regneregler?

Ikke svaret

Prøv at begrunde regnereglen $\frac{a^n}{a^m} = a^{n-m}$

Ikke svaret

Prøv at give et eksempel på et regnestykke, der ville give et andet resultat hvis vi brugte et andet regnehierarki. (udregn stykket både med det normale regnehierarki, og det regnehierarki som det giver et andet resultat med).

Ikke svaret

Vores regnehierarki er noget vi mennesker er blevet enige om. Dvs. at det kunne have set anderledes ud. Kunne regnereglerne også have set anderledes ud?

Ikke svaret

Hvordan vil du forklarer over for en anden, at vi har brug for et regnehierarki?

Ikke svaret

Svar fra logbøger

Logbog 1

Hvorfor har vi brug for et regnehierarki?

Ikke besvaret

Udregn: $\mathbf{2^2 \cdot 2 + \frac{\sqrt{4}}{2} - 3 \cdot (6-3)}$

$$2^2 \cdot 2 = 8 + \frac{\sqrt{4}}{2} - 3 = 9, \qquad (6-3) = 18$$

Hvorfor er det ikke et problem at nogle regneoperationer ligger på niveau i regnehierarkiet?

Ikke besvaret

Logbog 2

Opskriv hvilken potensregneregel vi skal bruge til at udregne følgende stykker: $\mathbf{\frac{2^5}{2^3}}$**,** $\mathbf{5^0}$ **og** $\mathbf{3^{-2}}$

Der vi jeg bruge regnereglen $\frac{a^n}{b^n} = \left(\frac{a}{b}\right)^n$

Kan du forklare hvorfor $\boldsymbol{a^0 = 1}$

Ikke besvaret

Kontrolgruppe elev 15

Prætest			Posttest 1		
Regnehierarki	Potens	Total	Regnehierarki	Potens	Total
5/7	2/9	7/16	4/7	6/9	10/16

Dybdelæring posttest 1

Hvorfor har vi regneregler?

Det er et sæt spilleregler som skal følges så vi får det samme resultat hver gang. Hvis flere personer skal bage en kage der smager nøjagtig ens skal de bruge samme opskrift.

Prøv at begrunde regnereglen $\frac{a^n}{a^m} = a^{n-m}$

Ikke svaret

Prøv at give et eksempel på et regnestykke, der ville give et andet resultat hvis vi brugte et andet regnehierarki. (udregn stykket både med det normale regnehierarki, og det regnehierarki som det giver et andet resultat med).

2+4·8=6·8=48

2+4·8=2+32=34

Vores regnehierarki er noget vi mennesker er blevet enige om. Dvs. at det kunne have set anderledes ud. Kunne regnereglerne også have set anderledes ud?

Matematik er et sprog, så ja hvorfor ikke?

Hvordan vil du forklarer over for en anden, at vi har brug for et regnehierarki?

Tilbage til min kageteori

Svar fra logbøger

Logbog 1

Hvorfor har vi brug for et regne hierarki ?

For at vi alle arbejder efter de samme spilleregler, (opskriften er ens for at nå samme resultat hver gang)

Udregn: $\mathbf{2^2 \cdot 2 + \frac{\sqrt{4}}{2} - 3 \cdot (6-3)}$

$2^2 \cdot 2 + \frac{\sqrt{4}}{2} - 3 \cdot (6-3)$ = $4 \cdot 2 + \frac{2}{2} - 3 \cdot 3 = 8 + 1 - 9 = 0$

Hvorfor er det ikke et problem at nogle regneoperationer ligger på samme niveau i regne hierarkiet?

Nogle operationer gør ingen forskel om du ganger eller dividere først

Logbog 2

Opskriv hvilken potensregneregel vi skal bruge til at udregne følgende stykker: $\mathbf{\frac{2^5}{2^3}}$**,** $\mathbf{5^0}$ **og** $\mathbf{3^{-2}}$

$\frac{2^5}{2^3}$ til dette stykke skal jeg bruge regnereglen: $\frac{a^m}{a^n}$ = a^{m-n}

5^0 til dette villle bruge regnereglen: a^0 = 1

3^{-2} til dette vil jeg bruge regnereglen: a^{-n} = $\frac{1}{a^n}$

Kan du forklare hvorfor $\mathbf{a^0 = 1}$

Ikke besvaret

Kontrolgruppe elev 16

Prætest			Posttest 1		
Regnehierarki	Potens	Total	Regnehierarki	Potens	Total
5/7	1/9	6/16	5/7	6/9	11/16

Dybdelæring posttest 1

Hvorfor har vi regneregler?

Regnehierarkiet hjælper os med at finde frem til det rigtige resultat.

Prøv at begrunde regnereglen $\frac{a^n}{a^m} = a^{n-m}$

$$\frac{2^3}{2^2} = 2^{3-2} = 2^1$$

Prøv at give et eksempel på et regnestykke, der ville give et andet resultat hvis vi brugte et andet regnehierarki. (udregn stykket både med det normale regnehierarki, og det regnehierarki som det giver et andet resultat med).

(2·3)+5=11

2·(3+5)=16

Vores regnehierarki er noget vi mennesker er blevet enige om. Dvs. at det kunne have set anderledes ud. Kunne regnereglerne også have set anderledes ud?

Ikke besvaret

Hvordan vil du forklarer over for en anden, at vi har brug for et regnehierarki?

Henfører til svar i spørgsmål hvorfor har vi regneregler.

Svar fra logbøger

Logbog 1

Hvorfor har vi brug for et regne hierarki?

Regne hierarkiet bruger vi når vi skal regne et udtryk ud. Regne hierarkiet fortæller os hvilke faktorer vi først skal regne ud og hjælper os derved med at få det rigtige resultat. Den grundlæggende regel er at vi tager/regner prikker ud før streger.

Udregn: $\mathbf{2^2 \cdot 2 + \frac{\sqrt{4}}{2} - 3 \cdot (6-3)}$

$$= 4 \cdot 2 + \frac{\sqrt{4}}{2} - 3 \cdot (6-3) = \ 4 \cdot 2 + \frac{2}{2} - 3 \cdot (6-3) = 4 \cdot 2 + \frac{2}{2} - 3 \cdot 3 = 8 + 1 - 9 = 9 - 9 = \ 0$$

Hvorfor er det ikke et problem at nogle regne operationer ligger på samme niveau i regne hierarkiet?

Ikke besvaret

Logbog 2

Opskriv hvilken potensregneregel vi skal bruge til at udregne følgende stykker: $\mathbf{\frac{2^5}{2^3}}$**,** $\mathbf{5^0}$ **og** $\mathbf{3^{-2}}$

Jeg ville bruge følgende regneregel: $\frac{a^m}{a^n} = a^{m-n}$

Jeg ville bruge følgende regneregel: $a^0 = 1$

Jeg ville bruge følgende regneregel: $a^{-n} \ = \ \frac{1}{a^n}$

Kan du forklare hvorfor $\mathbf{a^0 = 1}$

Ikke besvaret

Kontrolgruppe elev 17

Prætest			Posttest 1		
Regnehierarki	Potens	Total	Regnehierarki	Potens	Total
3/7	3/9	6/16	2/7	7/9	9/16

Dybdelæring posttest 1

Hvorfor har vi regneregler?

Det er for at gøre et regnestykke mindre. Altså ligesom reduktion. Så man ikke skal regne på lige så mange ting

Prøv at begrunde regnereglen $\frac{a^n}{a^m} = a^{n-m}$

Ikke besvaret

Prøv at give et eksempel på et regnestykke, der ville give et andet resultat hvis vi brugte et andet regnehierarki. (udregn stykket både med det normale regnehierarki, og det regnehierarki som det giver et andet resultat med).

Vores regne hierarki 6+4/2+3= 11

Andet regne hierarki 6+4/2+3=2

Vores regnehierarki er noget vi mennesker er blevet enige om. Dvs. at det kunne have set anderledes ud. Kunne regnereglerne også have set anderledes ud?

nej

Hvordan vil du forklarer over for en anden, at vi har brug for et regnehierarki?

Jeg ville forklarer, at hvis man ikke havde et regnehierarki så kunne man ikke være sikker på at få de samme resultater.

Svar fra logbøger

Logbog 1

Hvorfor har vi brug for et regne hierarki?

Fordi hvis vi ikke har et regnehieraki kan et regnestykke blive til to forskellige ting.

Udregn: $\mathbf{2^2 \cdot 2 + \frac{\sqrt{4}}{2} - 3 \cdot (6-3)}$

$(6-3) = 3, \quad \sqrt{4} = 2, \quad \frac{2}{2} = 1, \quad 2^2 = 4, \quad 4 \cdot 2 = 8, \quad -3 \cdot 3 = -9,$

$8 + 1 - 9 = 0$

Hvorfor er det ikke et problem at nogle regne operationer ligger på samme niveau i regne hierarkiet?

Ikke besvaret

Logbog 2

Opskriv hvilken potensregneregel vi skal bruge til at udregne følgende stykker: $\mathbf{\frac{2^5}{2^3}}$, $\mathbf{5^0}$ og $\mathbf{3^{-2}}$

$\frac{2^5}{2^3}$ = $2^{5 \cdot 3}$ Til dette regnestykke vil jeg bruge regneregel $\frac{a^m}{a^n} = a^{m \cdot n}$

3^{-2} = $\frac{1}{3^2}$ Regneregel $a^{-n} = \frac{1}{a^n}$

5^0 = 1 Regneregel $a^0 = 1$

Kan du forklare hvorfor $\boldsymbol{a^0 = 1}$

Ikke besvaret

Kontrolgruppe elev 18

Prætest			Posttest 1		
Regnehierarki	Potens	Total	Regnehierarki	Potens	Total
4/7	2/9	6/16	6/7	4/9	10/16

Dybdelæring posttest 1

Hvorfor har vi regneregler?

Så vi er sikker på altid at få det samme svar

Prøv at begrunde regnereglen $\frac{a^n}{a^m} = a^{n-m}$

Når du minusser eksponenterne med hinanden giver det samme svar som hvis du bare regnede stykket ud så det gør det nemmere for os

Prøv at give et eksempel på et regnestykke, der ville give et andet resultat hvis vi brugte et andet regnehierarki. (udregn stykket både med det normale regnehierarki, og det regnehierarki som det giver et andet resultat med).

Regner fra venstre 4·5+10/2-2=13

4·5+10/2-2=23

Vores regnehierarki er noget vi mennesker er blevet enige om. Dvs. at det kunne have set anderledes ud. Kunne regnereglerne også have set anderledes ud?

Ja det ville de godt kunne

Hvordan vil du forklarer over for en anden, at vi har brug for et regnehierarki?

Vi har brug for et regnehierarki for at vi alle sammen får samme svar.

Svar fra logbøger

Logbog 1

Hvorfor har vi brug for et regne hierarki?

Vi har brug for et regne hierarki for at kunne få de rigtige svar i opgaven.

Udregn: $\mathbf{2^2 \cdot 2 + \frac{\sqrt{4}}{2} - 3 \cdot (6-3)}$

jeg starter med at regne parentesen $4 \cdot 2 + \frac{2}{2} - 3 \cdot 3$

nu regner jeg brøken $4 \cdot 2 + 1 - 3 \cdot 3$

jeg laver gange stykkerne $8 + 1 - 9$

svaret på regnestykket er $=$0

Hvorfor er det ikke et problem at nogle regne operationer ligger på samme niveau i regne hierarkiet?

Hvis man eks tager gange og dividere vil svaret altid blive det samme ligegyldigt hvad vej du regner det.

Logbog 2

Opskriv hvilken potensregneregel vi skal bruge til at udregne følgende stykker: $\mathbf{\frac{2^5}{2^3}, 5^0}$ **og** $\mathbf{3^{-2}}$

$\frac{2^5}{2^3}$, i dette tilfælde må man bruge regne reglen $\frac{a^n}{a^p}$ = a^{n+p}

5^0, i dette tilfælde bruger man regne reglen $a^0 = 1$

3^{-2} i dette tilfælde bruger man regne reglen $a^{-n}\,\frac{1}{a^n}$

Kan du forklare hvorfor $\mathbf{a^0 = 1}$

Ikke besvaret

Kontrolgruppe elev 19

Prætest			Posttest 1		
Regnehierarki	Potens	Total	Regnehierarki	Potens	Total
3/7	2/9	5/16	7/7	4/9	11/16

Dybdelæring posttest 1

Hvorfor har vi regneregler?

For at regne ens, vi deler op i hierarki for ikke at blande tallene forkert sammen

Prøv at begrunde regnereglen $\frac{a^n}{a^m} = a^{n-m}$

Ikke besvaret

Prøv at give et eksempel på et regnestykke, der ville give et andet resultat hvis vi brugte et andet regnehierarki. (udregn stykket både med det normale regnehierarki, og det regnehierarki som det giver et andet resultat med).

$(3+2)\cdot5=25$

$3+(2\cdot5)=13$

Vores regnehierarki er noget vi mennesker er blevet enige om. Dvs. at det kunne have set anderledes ud. Kunne regnereglerne også have set anderledes ud?

nej

Hvordan vil du forklarer over for en anden, at vi har brug for et regnehierarki?

Se svaret i spørgsmålet hvorfor har vi regne regler

Svar fra logbøger

Logbog 1

Hvorfor har vi brug for et regne hierarki?

For ikke at blande sammen og regne forkert

Udregn: $\mathbf{2^2 \cdot 2 + \frac{\sqrt{4}}{2} - 3 \cdot (6-3)}$

$2^2 \cdot 2 + \frac{\sqrt{4}}{2} - 3 \cdot (6-3) = 8 + \frac{\sqrt{4}}{2} - 3 \cdot (6-3) = 9 - 3 \cdot (6-3) = 6 \cdot 3 = 18$

Hvorfor er det ikke et problem at nogle regne operationer ligger på samme niveau i regne hierarkiet?

Fordi nogle regnemetoder er omvendt hinanden som fx plus og minus, gange og dividere.

Logbog 2

Opskriv hvilken potensregneregel vi skal bruge til at udregne følgende stykker: $\mathbf{\frac{2^5}{2^3}}$, $\mathbf{5^0}$ og $\mathbf{3^{-2}}$

$\frac{a^n}{b^n} = (\frac{a}{b})^n$

???

$a^{-n} = 1$

Kan du forklare hvorfor $\boldsymbol{a^0 = 1}$

Ikke besvaret

Bilag 11. Kodning

Stata do file. Jeg brugte stata til at sortere min data og lave faktor analysen

```
factor M_1 M_2 M_3 M_4 N_1 N_2 N_3 A_1 A_2 A_3 S_1 S_2 S_3 S_4

factor M_1 M_2 M_3 M_4 N_1 N_2 N_3 A_1 A_2 A_3 S_1 S_2 S_3 S_4, mineigen(0.7)

rotate,promax

pwcorr M_1 M_2 M_3 M_4, sig obs

alpha M_1 M_2 M_3 M_4, casewise item

pwcorr N_1 N_2 N_3, sig obs

alpha N_1 N_2 N_3, casewise item

pwcorr A_1 A_2 A_3, sig obs

alpha A_1 A_2 A_3, casewise item

pwcorr S_1 S_2 S_3 S_4, sig obs

alpha S_1 S_2 S_3 S_4, casewise item

gen
Motivation=((0.8008*M_1+0.7954*M_2+0.5757*M_3+0.6331*M_4+0.4136*N_1+0.0178*N_2-
0.1397*N_3-0.1211*A_1+0.0765*A_2+0.0093*A_3-
0.0749*S_1+0.1124*S_2+0.0323*S_3+0.1423*S_4)-
(0.8008*1+0.7954*1+0.5757*1+0.6331*1+0.4136*1+0.0178*1-0.1397*1-
0.1211*1+0.0765*1+0.0093*1-
0.0749*1+0.1124*1+0.0323*1+0.1423*1))/((0.8008*5+0.7954*5+0.5757*5+0.6331*5+0.4136*
5+0.0178*5-0.1397*5-0.1211*5+0.0765*5+0.0093*5-
0.0749*5+0.1124*5+0.0323*5+0.1423*5)-
(0.8008*1+0.7954*1+0.5757*1+0.6331*1+0.4136*1+0.0178*1-0.1397*1-
0.1211*1+0.0765*1+0.0093*1-0.0749*1+0.1124*1+0.0323*1+0.1423*1))

gen Niveau=((0.0609*M_1-0.0661*M_2-
0.2310*M_3+0.0131*M_4+0.5090*N_1+0.9993*N_2+0.8176*N_3-
0.0274*A_1+0.1062*A_2+0.0422*A_3-0.0943*S_1-0.0311*S_2+0.0099*S_3+0.0258*S_4)-
(0.0609*1-0.0661*1-0.2310*1+0.0131*1+0.5090*1+0.9993*1+0.8176*1-
0.0274*1+0.1062*1+0.0422*1-0.0943*1-0.0311*1+0.0099*1+0.0258*1))/((0.0609*5-0.0661*5-
0.2310*5+0.0131*5+0.5090*5+0.9993*5+0.8176*5-0.0274*5+0.1062*5+0.0422*5-0.0943*5-
0.0311*5+0.0099*5+0.0258*5)-(0.0609*1-0.0661*1-
0.2310*1+0.0131*1+0.5090*1+0.9993*1+0.8176*1-0.0274*1+0.1062*1+0.0422*1-0.0943*1-
0.0311*1+0.0099*1+0.0258*1))
```

gen Ansvar=((0.0463*M_1-0.1386*M_2+0.3936*M_3+0.0160*M_4-0.0757*N_1+0.0586*N_2+0.0468*N_3+0.8724*A_1+0.9924*A_2+0.7402*A_3+0.0540*S_1+0.1752*S_2-0.1058*S_3+0.3280*S_4)-(0.0463*1-0.1386*1+0.3936*1+0.0160*1-0.0757*1+0.0586*1+0.0468*1+0.8724*1+0.9924*1+0.7402*1+0.0540*1+0.1752*1-0.1058*1+0.3280*1))/((0.0463*5-0.1386*5+0.3936*5+0.0160*5-0.0757*5+0.0586*5+0.0468*5+0.8724*5+0.9924*5+0.7402*5+0.0540*5+0.1752*5-0.1058*5+0.3280*5)-(0.0463*1-0.1386*1+0.3936*1+0.0160*1-0.0757*1+0.0586*1+0.0468*1+0.8724*1+0.9924*1+0.7402*1+0.0540*1+0.1752*1-0.1058*1+0.3280*1))

gen Social=((0.0408*M_1-0.0188*M_2-0.0934*M_3+0.0765*M_4+0.1733*N_1-0.1468*N_2+0.1617*N_3+0.1138*A_1-0.1953*A_2+0.0742*A_3+0.6862*S_1+0.3955*S_2+0.9433*S_3+0.4357*S_4)-(0.0408*1-0.0188*1-0.0934*1+0.0765*1+0.1733*1-0.1468*1+0.1617*1+0.1138*1-0.1953*1+0.0742*1+0.6862*1+0.3955*1+0.9433*1+0.4357*1))/((0.0408*5-0.0188*5-0.0934*5+0.0765*5+0.1733*5-0.1468*5+0.1617*5+0.1138*5-0.1953*5+0.0742*5+0.6862*5+0.3955*5+0.9433*5+0.4357*5)-(0.0408*1-0.0188*1-0.0934*1+0.0765*1+0.1733*1-0.1468*1+0.1617*1+0.1138*1-0.1953*1+0.0742*1+0.6862*1+0.3955*1+0.9433*1+0.4357*1))

r kode :Jeg lavede resten af min analyse I r

rm(list = ls())

library(haven)

library(data.table)

setwd("C:/Users/BOB/Desktop/Speciale/Stata data")

data <- read_dta('spørgeskema_v-x.dta')

dt <- data.table(data)

M1 <- dt[Gruppe==1]$Motivation

M2 <- dt[Gruppe==2]$Motivation

N1 <- dt[Gruppe==1]$Niveau

N2 <- dt[Gruppe==2]$Niveau

A1 <- dt[Gruppe==1]$Ansvar

```
A2 <- dt[Gruppe==2]$Ansvar
S1 <- dt[Gruppe==1]$Social
S2 <- dt[Gruppe==2]$Social
hist(M1)
hist(M2)
hist(N1)
hist(N2)
hist(A1)
hist(A2)
hist(S1)
hist(S2)
shapiro.test(M1)
shapiro.test(M2)
shapiro.test(N1)
shapiro.test(N2)
qqnorm(N1)
qqline(N1)
qqnorm(N2)
qqline(N2)
var.test(N1,N2)
t.test(N1,N2)
sd(N1)
sd(N2)
shapiro.test(A1)
shapiro.test(A2)
shapiro.test(S1)
shapiro.test(S2)
```

```
wilcox.test(A1, A2, paired=FALSE)
mean(A1)
mean(A2)
sd(A1)
sd(A2)
wilcox.test(M1, M2, paired=FALSE)
mean(M1)
mean(M2)
sd(M1)
sd(M2)
wilcox.test(S1, S2, paired=FALSE)
mean(S1)
mean(S2)
sd(S1)
sd(S2)
LM1 <- (M1+N1+A1+S1)/4
LM2 <- (M2+N2+A2+S2)/4
hist(LM1)
hist(LM2)
shapiro.test(LM1)
shapiro.test(LM2)
qqnorm(LM1)
qqline(LM1)
qqnorm(LM2)
qqline(LM2)
var.test(LM1,LM2)
t.test(LM1,LM2)
```

```
sd(LM1)
sd(LM2)
MC1R <- dt$MC1R
MC1RG1 <- dt[Gruppe==1]$MC1R
MC1RG2 <- dt[Gruppe==2]$MC1R
MC1P <- dt$MC1P
MC1PG1 <- dt[Gruppe==1]$MC1P
MC1PG2 <- dt[Gruppe==2]$MC1P
MC1 <- dt$MC1
MC1G1 <- dt[Gruppe==1]$MC1
MC1G2 <- dt[Gruppe==2]$MC1
MC2R <- dt$MC2R
MC2RG1 <- dt[Gruppe==1]$MC2R
MC2RG2 <- dt[Gruppe==2]$MC2R
MC2P <- dt$MC2P
MC2PG1 <- dt[Gruppe==1]$MC2P
MC2PG2 <- dt[Gruppe==2]$MC2P
MC2 <- dt$MC2
MC2G1 <- dt[Gruppe==1]$MC2
MC2G2 <- dt[Gruppe==2]$MC2
MC3R <- dt$MC3R
MC3RG1 <- dt[Gruppe==1]$MC3R
MC3RG2 <- dt[Gruppe==2]$MC3R
MC3P <- dt$MC3P
MC3PG1 <- dt[Gruppe==1]$MC3P
MC3PG2 <- dt[Gruppe==2]$MC3P
MC3 <- dt$MC3
```

```
MC3G1 <- dt[Gruppe==1]$MC3
MC3G2 <- dt[Gruppe==2]$MC3
MC2RK <- dt$MC2RK
MC2RKG1 <- dt[Gruppe==1]$MC2RK
MC2RKG2 <- dt[Gruppe==2]$MC2RK
MC2PK <- dt$MC2PK
MC2PKG1 <- dt[Gruppe==1]$MC2PK
MC2PKG2 <- dt[Gruppe==2]$MC2PK
MC2K <- dt$MC2K
MC2KG1 <- dt[Gruppe==1]$MC2K
MC2KG2 <- dt[Gruppe==2]$MC2K
hist (MC1R)
hist (MC1RG1)
hist (MC1RG2)
hist (MC1P)
hist (MC1PG1)
hist (MC1PG2)
hist (MC1)
hist (MC1G1)
hist (MC1G2)
hist (MC2R)
hist (MC2RG1)
hist (MC2RG2)
hist (MC2P)
hist (MC2PG1)
hist (MC2PG2)
hist (MC2)
```

```
hist (MC2G1)
hist (MC2G2)
hist (MC3R)
hist (MC3RG1)
hist (MC3RG2)
hist (MC3P)
hist (MC3PG1)
hist (MC3PG2)
hist (MC3)
hist (MC3G1)
hist (MC3G2)
hist (MC2RK)
hist (MC2RKG1)
hist (MC2RKG2)
hist (MC2PK)
hist (MC2PKG1)
hist (MC2PKG2)
hist (MC2K)
hist (MC2KG1)
hist (MC2KG2)
shapiro.test (MC1R)
shapiro.test (MC1RG1)
shapiro.test (MC1RG2)
qqnorm(MC1RG1)
qqline(MC1RG1)
qqnorm(MC1RG2)
qqline(MC1RG2)
```

```
shapiro.test (MC1P)
shapiro.test (MC1PG1)
shapiro.test (MC1PG2)
qqnorm(MC1PG1)
qqline(MC1PG1)
qqnorm(MC1PG2)
qqline(MC1PG2)
shapiro.test (MC1)
shapiro.test (MC1G1)
shapiro.test (MC1G2)
qqnorm(MC1G1)
qqline(MC1G1)
qqnorm(MC1G2)
qqline(MC1G2)
shapiro.test (MC2R)
shapiro.test (MC2RG1)
shapiro.test (MC2RG2)
qqnorm(MC2RG1)
qqline(MC2RG1)
qqnorm(MC2RG2)
qqline(MC2RG2)
shapiro.test (MC2P)
shapiro.test (MC2PG1)
shapiro.test (MC2PG2)
qqnorm(MC2PG1)
qqline(MC2PG1)
qqnorm(MC2PG2)
```

```
qqline(MC2PG2)
shapiro.test (MC2)
shapiro.test (MC2G1)
shapiro.test (MC2G2)
qqnorm(MC2G1)
qqline(MC2G1)
qqnorm(MC2G2)
qqline(MC2G2)
shapiro.test (MC3R)
shapiro.test (MC3RG1)
shapiro.test (MC3RG2)
qqnorm(MC3RG1)
qqline(MC3RG1)
qqnorm(MC3RG2)
qqline(MC3RG2)
shapiro.test (MC3P)
shapiro.test (MC3PG1)
shapiro.test (MC3PG2)
qqnorm(MC3PG1)
qqline(MC3PG1)
qqnorm(MC3PG2)
qqline(MC3PG2)
shapiro.test (MC3)
shapiro.test (MC3G1)
shapiro.test (MC3G2)
qqnorm(MC3G1)
qqline(MC3G1)
```

```
qqnorm(MC3G2)
qqline(MC3G2)
shapiro.test (MC2RK)
shapiro.test (MC2RKG1)
shapiro.test (MC2RKG2)
qqnorm(MC2RKG1)
qqline(MC2RKG1)
qqnorm(MC2RKG2)
qqline(MC2RKG2)
shapiro.test (MC2PK)
shapiro.test (MC2PKG1)
shapiro.test (MC2PKG2)
qqnorm(MC2PKG1)
qqline(MC2PKG1)
qqnorm(MC2PKG2)
qqline(MC2PKG2)
shapiro.test (MC2K)
shapiro.test (MC2KG1)
shapiro.test (MC2KG2)
var.test(MC1RG1,MC2RG1)
t.test(MC1RG1,MC2RG1)
sd(MC1RG1,na.rm=TRUE)
sd(MC2RG1,na.rm=TRUE)
var.test(MC1PG1,MC2PG1)
t.test(MC1PG1,MC2PG1)
sd(MC1PG1,na.rm=TRUE)
sd(MC2PG1,na.rm=TRUE)
```

```
var.test(MC1G1,MC2G1)
t.test(MC1G1,MC2G1)
sd(MC1G1,na.rm=TRUE)
sd(MC2G1,na.rm=TRUE)
var.test(MC1RG2,MC2RG2)
t.test(MC1RG2,MC2RG2)
sd(MC1RG2,na.rm=TRUE)
sd(MC2RG2,na.rm=TRUE)
var.test(MC1PG2,MC2PG2)
t.test(MC1PG2,MC2PG2)
sd(MC1PG2,na.rm=TRUE)
sd(MC2PG2,na.rm=TRUE)
var.test(MC1G2,MC2G2)
t.test(MC1G2,MC2G2)
sd(MC1G2,na.rm=TRUE)
sd(MC2G2,na.rm=TRUE)
var.test(MC1RG1,MC1RG2)
t.test(MC1RG1,MC1RG2)
sd(MC1RG1,na.rm=TRUE)
sd(MC1RG2,na.rm=TRUE)
var.test(MC1PG1,MC1PG2)
t.test(MC1PG1,MC1PG2)
sd(MC1PG1,na.rm=TRUE)
sd(MC1PG2,na.rm=TRUE)
var.test(MC1G1,MC1G2)
t.test(MC1G1,MC1G2)
sd(MC1G1,na.rm=TRUE)
```

```
sd(MC1G2,na.rm=TRUE)

var.test(MC2RG1,MC2RG2)

t.test(MC2RG1,MC2RG2)

sd(MC2RG1,na.rm=TRUE)

sd(MC2RG2,na.rm=TRUE)

var.test(MC2PG1,MC2PG2)

t.test(MC2PG1,MC2PG2)

sd(MC2PG1,na.rm=TRUE)

sd(MC2PG2,na.rm=TRUE)

var.test(MC2G1,MC2G2)

t.test(MC2G1,MC2G2)

sd(MC2G1,na.rm=TRUE)

sd(MC2G2,na.rm=TRUE)

var.test(MC2RKG1,MC3RG1)

t.test(MC2RKG1,MC3RG1)

sd(MC2RKG1,na.rm=TRUE)

sd(MC3RG1,na.rm=TRUE)

var.test(MC2PKG1,MC3PG1)

t.test(MC2PKG1,MC3PG1)

sd(MC2PKG1,na.rm=TRUE)

sd(MC3PG1,na.rm=TRUE)

var.test(MC2KG1,MC3G1)

t.test(MC2KG1,MC3G1)

sd(MC2KG1,na.rm=TRUE)

sd(MC3G1,na.rm=TRUE)

var.test(MC2RKG2, MC3RG2)

t.test(MC2RKG2, MC3RG2)
```

```
sd(MC2RKG2,na.rm=TRUE)
sd(MC3RG2,na.rm=TRUE)
var.test(MC2PKG2,MC3PG2)
t.test(MC2PKG2,MC3PG2)
sd(MC2PKG2,na.rm=TRUE)
sd(MC3PG2,na.rm=TRUE)
wilcox.test(MC2KG2, MC3G2, paired=FALSE)
mean(MC2KG2,na.rm=TRUE)
mean(MC3G2,na.rm=TRUE)
sd(MC2KG2,na.rm=TRUE)
sd(MC3G2,na.rm=TRUE)
var.test(MC2RKG1,MC2RKG2)
t.test(MC2RKG1,MC2RKG2)
sd(MC2RKG1,na.rm=TRUE)
sd(MC2RKG2,na.rm=TRUE)
var.test(MC2PKG1,MC2PKG2)
t.test(MC2PKG1,MC2PKG2)
sd(MC2PKG1,na.rm=TRUE)
sd(MC2PKG2,na.rm=TRUE)
wilcox.test(MC2KG1,MC2KG2, paired=FALSE)
mean(MC2KG1,na.rm=TRUE)
mean(MC2KG2,na.rm=TRUE)
sd(MC2KG1,na.rm=TRUE)
sd(MC2KG2,na.rm=TRUE)
var.test(MC3RG1,MC3RG2)
t.test(MC3RG1,MC3RG2)
sd(MC3RG1,na.rm=TRUE)
```

```
sd(MC3RG2,na.rm=TRUE)
var.test(MC3PG1,MC3PG2)
t.test(MC3PG1,MC3PG2)
sd(MC3PG1,na.rm=TRUE)
sd(MC3PG2,na.rm=TRUE)
var.test(MC3G1,MC3G2)
t.test(MC3G1,MC3G2)
sd(MC3G1,na.rm=TRUE)
sd(MC3G2,na.rm=TRUE)
```