

# **Rapport om udvikling af værktøj til at forstå studerendes holdninger til fysik og det at lære fysik**

**Anne Marie Nielsen**

**Center for Naturfagernes Didaktik**

## Indholdsfortegnelse:

Rapport om udvikling af værktøj til at forstå studerendes holdninger til fysik og det at lære fysik ...	1
Anne Marie Nielsen .....	1
Center for Naturfagernes DidaktikIndholdsfortegnelse: .....	1
Indholdsfortegnelse:.....	2
1. Kursusudvikling og erfaringsopsamling .....	3
1.1 Introducerende fysikkursus og ny blokstruktur .....	3
1.2 Opsamling af kursuserfaringer.....	3
1.3 En metode til at undersøge begrebsforståelse - FCI-testen.....	4
1.4 En metode til at undersøge studerendes forventninger til fysik - Marylandundersøgelsen (MPEX).....	4
1.5 Vores undersøgelse .....	5
1.6 Om spørgeskemaet.....	6
1.7 Hvem er de studerende.....	6
2. Sammenligning af resultater fra FCI og MPEX.....	8
3. Gennemgang af resultaterne fra MPEX undersøgelsen .....	12
3.1 Independence – læringsprocessen som konstruktion.....	12
3.2 Coherence – fysikvidens sammenhæng .....	16
3.3 Concepts – om indholdet af fysikviden.....	19
3.4 Relationen mellem fysik og virkeligheden. ....	22
3.5 Relationen mellem fysik og matematik .....	26
3.6 Effort – den hensigtsmæssige studie indsats.....	29
3.7 Gruppearbejde og øvelser .....	33
4. Forslag til forbedring af de eksisterende spørgsmål .....	39
<b>Spørgsmål til en sociale dimension</b> .....	42
5. Samlet konklusion.....	43
Litteraturhenvisninger .....	46
Bilag 1: Deltagere .....	47
Bilag 2: Plan over fysik kurset.....	48
Bilag 3: Spørgeskemaet .....	50

# 1. Kursusudvikling og erfaringsopsamling

## 1.1 Introducerende fysikkursus og ny blokstruktur

Den nye blokstruktur på de naturvidenskabelige fag på Københavns Universitet har været anledningen til en omstrukturering af det introducerende kursus i mekanik på fysikstudiet. Den nye blokstruktur indebærer, at de studerende har færre kurser pr. blok. Til gengæld har kurset flere ugentlige timer end kurserne havde i den gamle semesterstruktur (kurserne fylder de samme ECTS points). I blokstrukturen har hvert kursus en hel og en halv dags undervisning, hvilket inviterer til nytækning af undervisningsformer, da det "ikke er muligt at forelæse i otte timer i træk", som det populært hedder.

Det nye fysikkursus (7,5 ECTS) skulle tilfredsstille flere forskellige krav: tilpasses blokstrukturen, imødekomme stort frafald blandt førsteårsstuderende, og søge at give de studerende større forståelse af stoffet. Foruden de kendte forelæsninger og regneøvelser blev kurset bygget op med et nyt element, illustrationsforsøg, der med "hands on" øvelser skulle give de studerende mulighed for at eksperimentere sig frem til de Newtonske love og begreber. Til disse øvelser blev de studerende ikke, som sædvanligt, udstyret med en kokebog, der beskrev fremgangsmåden. En af pointerne i læringsprocessen var netop, at de selv skulle finde ud af, hvordan forsøget skulle opbygges. Et andet nyt element i undervisningen var de såkaldte fredagsøvelser. De studerende blev her udfordret med kontekstrige problemstillinger. Idéen var, at de i mindre grupper skulle diskutere løsningsmuligheder. Disse opgaver afskilte sig fra opgaverne i den anden ugentlige regneøvelsestid, der indeholdt mere traditionelle "rugbrøds-opgaver" fra lærebogen. Et formålene med dette samlede undervisningstilbud var at forsøge at møde de studerende med krav til arbejdsmåder, der mere var i overensstemmelse med, hvad fysikere selv ser som en fysikers kompetence: at kunne eksperimentere og at kunne "oversætte" kontekstrige problemer, udover at kende teorien og kunne beregne. Undervisningen var designet på en måde, der skulle udfordre de studerendes selvstændighed i problemløsning og arbejdsgange. Evalueringen bestod i at de studerende skulle aflevere og få godkendt 7 ud af 8 mulige hjemmeopgaver og få godkendt 8 ud af 9 rapporter over deres illustrationsforsøg. Opgaver og rapporter blev bedømt bestået/ikke bestået med intern censur.

## 1.2 Opsamling af kursuserfaringer

I forbindelse med dette nye kursus opstod interesse for at opsamle erfaringer og evaluere forløbet. Kurset er blevet fuldt nært af flere medarbejdere fra Center for Naturfagernes Didaktik (CDN). De har fungeret som sparringspartnere for læregruppen før kurset og ved ugentlige møder i hele forløbet. Undervisningen er blevet observeret løbende gennem blokkens 9 uger. Derudover har de studerende deltaget i forskellige former for evalueringsundersøgelser. Omkring nye tiltag i undervisningen er der interesse for at dels at finde ud af hvad de studerende "synes om" kurset og dets elementer. Der er imidlertid ligeså stor interesse for at finde ud af hvad de studerende "fik ud af" kurset. Eksamensresultater giver en slags billede af de studerendes udbytte. Men det er efterhånden velkendt at studerende kan opnå udmærkede eksamensresultater uden at opnå stor forståelse af det faglige stof, en forståelse, der er grundlaget for at de på fornuftig vis kan sætte deres viden på spil i nye faglige sammenhæng.<sup>1</sup> Det har været CND's interesse at udvikle et evalueringsredskab, der kunne trænge lidt dybere ind i de studerendes udbytte af kurset end

---

<sup>1</sup> Denne problemstilling er blandt andet behandlet i 'Kvalitetsudviklingsprojektet "Faglig Sammenhæng". Hovedrapport' - No.1, 1, Arne Jakobsen, Camilla Rump, Torkil Clemmensen og Michael May, 1998, [http://www.llab.dtu.dk/publications/index\\_d.htm](http://www.llab.dtu.dk/publications/index_d.htm)

eksamensresultater kan. Der har været benyttet 3 evalueringsformer: 1) En undersøgelse af de studerendes begrebsforståelse, Force Concept Inventory testen (FCI beskrives kort nedenfor), 2) en almindelig evaluering af de studerendes holdninger til kursets form og indhold (Evalueringen) og 3) en undersøgelse af de studerendes opfattelser af fysik og det at lære fysik. Det er sidstnævnte undersøgelse nærværende rapport især vil behandle.

### 1.3 En metode til at undersøge begrebsforståelse - FCI-testen

Force Concept Inventory testen (FCI) er en multiple-choice test, der er konstrueret til at teste de studerendes forståelse af de mest basale begreber indenfor newtonsk fysik. Den bliver ofte anvendt på introduktionskurser i fysik, men kan også anvendes senere i studiet. Testen kan anvendes med forskelligt formål, f.eks. til at afklare studerendes "common sense" opfattelser, når de starter på fysikstudiet, til at tjekke deres forståelse af enkelte områder undervejs i studiet og som feedback instrument til underviseren om, hvor de studerende har begrebsmæssige huller, der eventuelt skal følges op (se f.eks. artiklen Kammeratskabslæring<sup>2</sup>). I dette kursus har undervisningsansvarlige, Peter Ditlevsen, testet de studerende i starten og slutningen af kurset, og det er resultaterne fra dette materiale, vi har fået lov til at bruge i denne rapport.

### 1.4 En metode til at undersøge studerendes forventninger til fysik - Marylandundersøgelsen (MPEX)

Studerendes forudforståelse om og forventninger til de fag de læser har været genstand for flere undersøgelser de senere år. Udgangspunktet er kognitive- og konstruktions-teorier om at den viden og de forventninger studerende har, kan have afgørende indflydelse på deres ageren i undervisningen og på udbyttet af deres studieanstrengelser. Nogle af de begreber, der anvendes i litteraturen om disse problemstillinger, er knyttet til læringsstrategier og syn på videnopbygning. Således tales der om en "dynamisk" eller "statisk"<sup>3</sup> opfattelse af viden samt om en "binær" eller "konstruktiv"<sup>4</sup> tilgang til videnopbygning. Begrebsparrene dækker ikke helt over de samme ting, men fokuserer på processer de studerende er direkte involveret i, både med hensyn til "hvad der foregår i hovedet på dem", hvad de tænker om viden og hvordan de agerer for at udvikle deres viden, det der også kunne kaldes ansvarlighed for egen læringsproces. I andre fagmiljøer taler man om en "dyb" eller "overfladisk" læringsstil<sup>5</sup>, der på mange måder minder om de ovennævnte begreber.

---

<sup>2</sup> Kammeratlæring på førsteårskursus i mekanik, 2003, <http://www.cnd.ku.dk/side22515.htm>

<sup>3</sup> "...they could already categorize students as having beliefs about science that were either *dynamic* (science is understandable, interpretive, and integrated) or *static* (science knowledge is memorization-intensive, fixed, and not relevant to their everyday lives)." (<http://www.physics.umd.edu/perg/papers/redish/expect/expect1.htm>)

<sup>4</sup> "...young adult subjects starting in a "binary" or "received knowledge" stage in which they expected everything to be true or false, good or evil, etc., and in which they expected to learn "the truth" from authorities. Both studies observed their subjects moving through a "relativist" or "subjective" stage (nothing is true or good, every view has equal value) to a "consciously constructivist" stage. In this last, most sophisticated stage, the subjects accepted that nothing can be perfectly known, and accepted their own personal role in deciding what views were most likely to be productive and useful for them", (<http://www.physics.umd.edu/perg/papers/redish/expect/expect1.htm>)

<sup>5</sup> Se f.eks. "deep learning involves the critical analysis of new ideas, linking them to already known concepts and principles, and leads to understanding and long-term retention of concepts so that they can be used for problem solving in unfamiliar contexts. Deep learning promotes understanding and application for life. In contrast, surface learning is the tacit acceptance of information and memorization as isolated and unlinked facts. It leads to superficial retention of material for examinations and does not promote understanding or long-term retention of knowledge and information". (<http://www.ltsneng.ac.uk/er/theory/learning.asp>)

University of Maryland har en årrække arbejdet med uddannelsesforskning i fysik. I deres projekt har de blandt andet fokuseret på at undersøge hvad de studerende tænker om fysik i starten af et kursus og i slutningen af kurset, for at følge eventuelle forandringer. Med dette formål for øje har de udarbejdet The Maryland Physics Expectation (MPEX) survey. Den er bygget op med en række udsagn, som de studerende kan erklære sig mere eller mindre enige i. Disse udsagn er blevet vurderet af en række undervisere i fysik fra forskellige universiteter og andre læreanstalter. Denne gruppe undervisere bliver betegnet som eksperter og deres holdninger repræsenterer de holdninger man ønsker at studerende har eller får gennem deres studieforb. MPEX er blevet anvendt på adskillige amerikanske fysik kurser. Det samlede materiale benyttes til sammenlignende undersøgelser på tværs af flere forskellige uddannelsesinstitutioners tilbud i fysik undervisning med sigte på at undersøge om visse typer undervisning i højere grad end andre typer fremmer en god læringsstrategi (læs eksperternes læringsstrategi).

Vi fandt MPEX relevant at afprøve til opfølgen på det nye fysik kursus i efterårssemesteret 2004. Vi har tillempet spørgeskemaet til danske forhold ved at udelade nogle spørgsmål, forandret nogle og skabt nogle nye, med fokus på særlige lokale forhold. I denne rapport vil vi i det følgende sammenfatte erfaringerne med brugen af dette spørgeskema. Vi vil altså se på hvad vi har lært af de data vi har fået, hvad vi kunne gøre bedre en anden gang og vurdere hvordan MPEX suppleret af andre informationskilder kan bidrage til ny viden, der på sigt kan forandre undervisningen i positiv retning.

## **1.5 Vores undersøgelse**

Vores udgave af MPEX blev udleveret i starten af kurset (2. kursusuge) efter en introduktionsuge. Det vil sige de studerende havde stort set ikke haft fysik på universitetet, da de besvarede skemaet første gang. Formålet med dette var at indsamle data, der kunne skabe mulighed for at tegne et billede af de studerende holdninger inden de mødte fysik på universitetsniveau. Det samme spørgeskema blev udleveret til de studerende i sidste kursusuge (efter 9 ugers undervisning). I denne "anden runde" bad vi herudover de studerende om at besvare en række spørgsmål, som evaluerede kurset. I anden runde besvarede de altså rigtig mange spørgsmål. Planen er at gentage spørgeskemaet i slutningen af blok 4, efter et års studie.

I begge runder blev spørgeskemaet udleveret og udfyldt af de studerende under en forelæsningslektion. Derfor var deltagelsen stor blandt de tilstedeværende (se antallet af deltagere i bilag 1). De ikke tilstedeværende fik derimod ikke mulighed for at besvare spørgeskemaet i første runde. Da vi tilstræbte så stort et materiale som muligt af personer, der havde deltaget i begge runder, blev de, der havde deltaget i første runde, men ikke havde deltaget i anden runde, tilbudt at deltage pr. e-mail. Det gav yderligere seks svar.

Vi var til stede og til rådighed under besvarelsen i forelæsningsstimerne, hvilket ganske få benyttede sig af. Der var ikke tendens til at de studerende diskuterede svarene undervejs, de udfyldte skemaerne koncentreret og hver for sig. Besvarelsen af spørgeskemaet tog 10-15 minutter. Det var tydeligt at de studerende brugte tid på at læse grundigt og overveje mange af spørgsmålene. I anden runde, hvor spørgeskemaet var suppleret af et evalueringsskema, tog besvarelsen 20-25 minutter og det var for lang tid. Undersøgelsen blev præsenteret som en del af en proces med at udvikle og forbedre undervisningen og de studerende har generelt været positive overfor at bruge deres tid på at deltage.

## 1.6 Om spørgeskemaet

Skemaet (omtales herefter MPEX) indeholder en gruppe spørgsmål om personen (navn, alder, køn og studieretning), et åbent spørgsmål om fremtidsdrømme, og 34 lukkede spørgsmål, der indeholdt hver sit udsagn om fysik og det at studere fysik (se bilag 3). De faktuelle spørgsmål om de studerendes person ønskede vi, dels for at kunne identificere dem og sammenligne deres svar i de to runder og dels for at kunne sammenholde besvarelser med køn, alder og studieretning samt sammenligne resultaterne med FCI testen. De 34 udsagn kunne besvares ved at krydse af ved fastsatte svarmuligheder (Lickert-scala med 5 valgmuligheder: Meget enig, enig, hverken enig eller uenig, uenig, meget uenig).

Vi har bestræbt os på at følge en række krav til formuleringen. For det første skal spørgsmålene være formuleret, så det kun er én ting man svarer på. Dernæst skal de formuleres i et sprog, der tilnærmer sig de studerendes sprog, en form for tale sprog, frem for et mere teknisk eller akademisk sprog, der kan skabe distance. Derudover har vi tilstræbt at formulere udsagnene neutralt uden markører af forventninger til svarene. Da de fleste spørgsmål er formuleret som udsagn, har det ikke været helt let. Vi har tilstræbt at formulere et passende antal negativt eller positivt. Nogle af temaerne er formuleret i udsagn med lidt forskelligt ordvalg i både negativ og positiv udgave, for at skabe mulighed for at kunne krydstjekke svarene. I næste kapitel vil enkelte udsagn blive gennemgået mere udførligt.

## 1.7 Hvem er de studerende

Langt de fleste studerende har haft fysik i gymnasiet, enkelte kommer fra HTX og HF eller har taget fysik på suppleringskursus. De fleste (ca. 60%) er 18-21 år, de har afsluttet deres gymnasieuddannelse et par måneder eller højst et par år inden studiestart. Der er enkelte ældre studerende med studieerfaring, der enten tager suppleringsfag, efteruddanner sig eller har valgt at starte studiet efter nogle års pause.<sup>6</sup> Det er de unge, der har vores interesse.

Vi har spurgt de studerende hvad de kunne tænke sig at arbejde med, når de bliver kandidater. Der er mange, der stiller sig åbne for livets muligheder. Lidt over halvdelen af de mandlige fysikere, der svarer på det spørgsmål (78 mænd), går efter forskning og 11% efter meteorologi. Blandt de kvindelige fysikere (22 kvinder) går halvdelen efter meteorologi og 2 (ca. 10%) efter forskning.

### Studerende fra nanoteknologi

En gruppe af de studerende (se bilag 1), der har besvaret spørgeskemaet læser nanoteknologi. Uddannelsen i nanoteknologi på Københavns Universitet er en tværfaglig uddannelse med sigte på beskæftigelse indenfor nanoteknologiens muligheder. Det gælder for denne gruppe studerende, at de i uddannelsen har en række nanoteknologiske fag, og derudover grundfag (matematik, fysik, kemi og biologi). De læser mindst et grundfag pr. blok sammen med grundfagsstuderende, men ikke nødvendigvis hele grundfagskurset. I det aktuelle tilfælde har de nanostuderende fysik hvad der svarer til 2,5 ECTS (de kalder kurset ”mekanik”). De følger fysikforelæserne sammen med de fysikstuderende og laver regneøvelserne for sig selv på to hold sammen med to lærere fra nanoteknologi. De besvarede spørgeskemaet to uger efter deres undervisning i Mekanik var afsluttet og dagen før de skulle aflevere deres første projekt i nanoteknologi. De var meget optaget af dette projekt og fysikken var formentlig allerede forsvundet et stykke i baggrunden af deres bevidsthed.

---

<sup>6</sup> Af de 154 personer der har opgivet deres alder er 29 stk under 20 år, 80 er 20-22 år, 45 er over 22 heraf 8 over 30 (en tresårig og tre midt i fyrrerne).

Hvorvidt det har spillet ind på resultatet er svært at sige. Vi har medtaget gruppen af nano-studerende for at have en gruppe at sammenligne med.

## 2. Sammenligning af resultater fra FCI og MPEX

I dette afsnit vil vi sammenligne de studerendes besvarelser i dels MPEX, dels FCI testen og dels Evalueringen (se bilag 1). Formålet er at se om der er nogle sammenhæng i de 3 undersøgelser, der kan understøtte gyldigheden af resultaterne i de tre undersøgelser.

Vi starter med at se på gennemsnitscoren i de to MPEX undersøgelser.

	Alle	Fysik kvinder	Fysik mænd	nanoer
MPEX 1	2,49	2,48	2,39	2,63
MPEX 2	2,59	2,61	2,49	2,73

Figur 1: Gennemsnitscore i MPEX undersøgelserne.

I begge undersøgelser er de mandlige fysikere i gennemsnit tættest på eksperternes svar, og i alle tre grupper er de studerende mest enige med eksperterne i første runde.

Vi har i de næste afsnit valgt at se på et udvalg af besvarelserne. De udvalgte har deltaget i begge runder af både MPEX undersøgelsen og FCI testen. Antallet er således reduceret til 53 personer, 18 kvinder og 35 mænd. Denne gruppe tæller altså ikke nanoer, der ikke deltog i anden FCI test.

	Alle (%)	Kvinder (% af kvinder)	Mænd (% af mænd)	MPEX gruppe gennemsnit <sup>7</sup>	MPEX tal Spredning (personligt gennemsnit)	Egen vurdering i Evalueringen
<b>27-30 point i anden FCI test</b>	21	1 (6%)	20 (57%)	2,45	12 prs. > 2,45 9 prs. < 2,45	Let: 5 Nogen lunde: 9 Svært: 2
<b>22-26 point i anden FCI test</b>	17	7 (39%)	10 (29%)	2,53	7 prs. > 2,5 2 prs. = 2,5 8 prs. < 2,5	Let: 1 Nogen lunde: 9 Svært: 4
<b>Under 22 points i anden FCI test</b>	15	10 (56%)	5 (14%)	2,66	8 prs. > 2,66 7 prs. < 2,66	Let: 0 Nogen lunde: 9 Svært: 5

Figur 2: Resultaterne af anden FCI test fordelt på kvinder og mænd samt MPEX gennemsnit og egen vurdering fra Evalueringen.

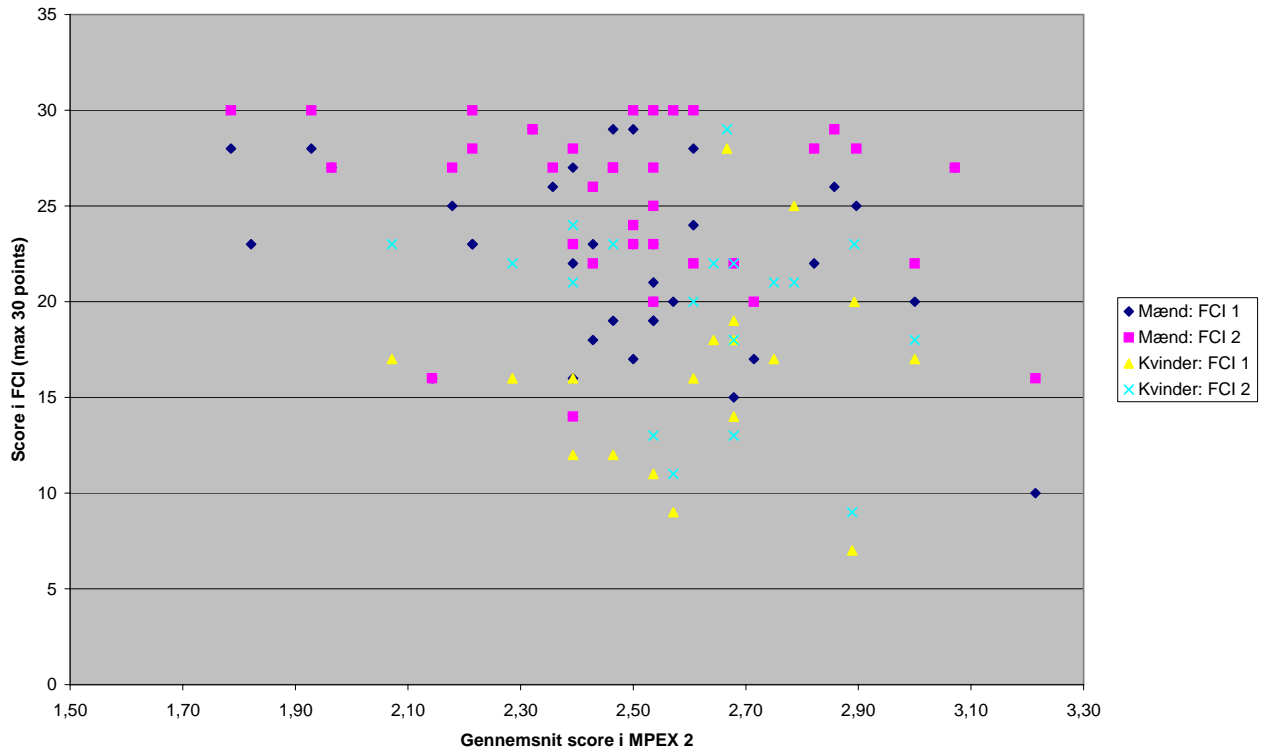
Når vi ser på MPEX scoren i forhold til begge FCI test, er der tendens til en sammenhæng mellem høj score i FCI test og lav score i MPEX (dvs. tættest på enighed med eksperterne) og vice versa. Vi ser også at MPEX scoren spreder sig med næsten lige mange over og under gennemsnitscoren (kolonne 6 fra venstre). Tendensen til sammenhæng mellem score i de to testformer ses tydeligst blandt en lille gruppe (6 personer) af mandlige fysikere, der scorer højt i FCI testen som er forholdsvis enige med eksperterne i MPEX<sup>8</sup>. Det må være udtryk for, at de har en høj begrebsforståelse. Det svarer meget godt til det billede vi har af, at en mindre gruppe af de studerende har rimelig let ved stoffet, har rimelig styr på og overblik over fysikken, har forstået

<sup>7</sup> MPEX gennemsnittet: der opereres med to typer gennemsnit. 1. enkeltpersons gennemsnit: Hver studerende har en score beregnet som et gennemsnit af de svar den enkelte studerende har givet i undersøgelsen. 2. Gruppe gennemsnit: der er beregnet et gennemsnit for hele holdet eller grupper f.eks. køn eller faggrupper.

<sup>8</sup> Der henvises til grundmaterialet af data, der ikke lægges i bilag i denne rapport (personerne 139, 18, 40, 113, 98, 76, ).



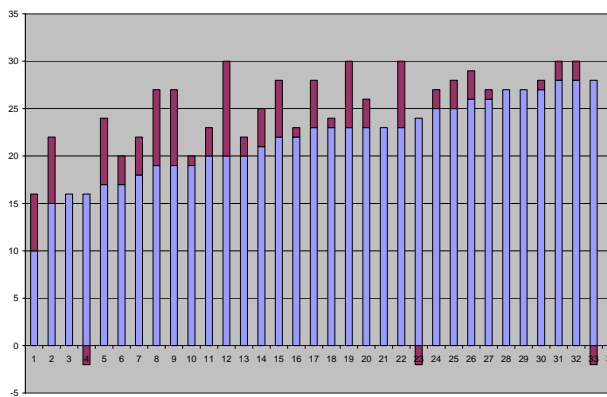
”hvad det drejer sig om” og hvad fysikken er for en størrelse. Men de er ikke mange i antal, og der er også mænd, der scorer højt i testen, men som ikke viser høj enighed med eksperterne<sup>9</sup>. Der er en stor midtergruppe, som vi ikke rigtig kan se følger noget mønster.



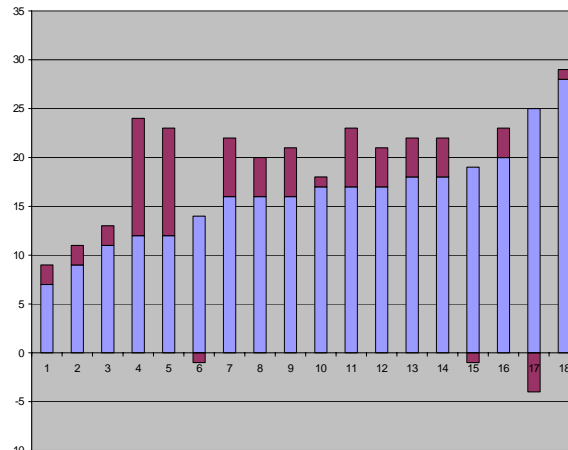
Figur 3: Figuren viser forholdet mellem score i MPEX 2 og FCI 1 og 2 fordelt på køn.

En af de mest markante pointer materialet viser er, at der er tydelig forskel på mænds og kvinders resultater. Kvinderne klarer sig generelt ikke lige så godt som mændene i FCI testen, hverken i den første eller den anden. På samme måde så vi at kvinderne generelt ikke er lige så enige med eksperterne som mændene er (figur 1). Selvom de fleste mænd og kvinder har højere score i anden FCI test, er både mænd og kvinder generelt mindre enige med eksperterne i anden runde af MPEX.

<sup>9</sup> Der henvises til grundmaterialet af data, der ikke lægges i bilag i denne rapport (se personerne med nr. 65, 72, 6, 38 kvinde, 62).



Figur 4: De mandlige fysikers resultater i FCI 1 (blåt) og i forhold hertil deres tilvækst i FCI 2 (rødt), (max 30 points).



Figur 5: De kvindelige fysikers resultater i FCI 1 (blåt) og i forhold hertil deres tilvækst i FCI 2 (rødt), (max 30 points).

Af figur 4 og 5 fremgår det, at det er flest mænd, der scorer højt i FCI. Langt de fleste både kvinder og mænd har tilvækst i deres score i anden FCI test. Til forskel herfra blive både mænd og kvinder mindre enige med eksperterne i anden MPEX runde (figur 1).

I Evalueringen har vi spurgt hvordan de studerende betegner sig selv, ud fra en række udsagn (se kolonne til højre i figur 2). De tre udsagn der omtales her er følgende A) Jeg har grundlæggende let ved stoffet og forstår stort set det hele, B) Jeg har nogenlunde tjek på stoffet, og de huller jeg har regner jeg med at følge op på i næste blok og C) Jeg har svært ved stoffet.

Der er rigtig mange der har valgt at svare B, både af dem der har scoret højt og lavt i FCI testen. Dette udsagn kan med rette dække en stor gruppe, også med nogen forskel i top og bund. Der er en lille tendens til at de, der har svaret de synes stoffet er svært, også reelt har svært ved det i FCI testen, og en lille tendens til at de der har svaret de har let ved stoffet, har scoret højt. Konklusionen må være, at vi ikke skal stole blindt på de studerendes egne udsagn om deres formåen. Vi må betragte de studerendes udsagn i Evalueringen som subjektive tilkendegivelser, og vi kan ikke fuldstændig regne med, at de der siger de har let ved stoffet, også scorer højt i FIC testen og vice versa. Af yderligere materiale i evalueringen fremgår det, at rigtig mange studerende mener de arbejder lidt for lidt med stoffet. Dette valgte udsagn stemmer ganske godt overens med flere svar i MPEX undersøgelsen, som det vil fremgå længere fremme.

### Konklusion

FCI testen og MPEX undersøgelsen fokuserer begge på begrebsforståelse men på to forskellige måder. FCI testen må anses for at være den mest troværdige af de to måleredskaber, dels er den velafprøvet internationalt, dels kan resultaterne vurderes rimelig objektivt. MPEX tegner et billede af de studerende, der kun i nogen grad kan bekræftes, når de studerende testes med FCI testen. Som det vil fremgå længere fremme i rapporten er der flere fortolkningsmuligheder i besvarelserne af MPEX undersøgelsen.

Den mest markante forskel som de to opgørelser viser, er, at mange kvinder scorer lavt i FCI testen, flere af dem synes stoffet er svært (Evalueringen), hvorimod flest mænd scorer højt point i FCI testen. Der er klart en tendens til at kvinderne har sværere ved stoffet i denne fysikblok end mændene.

Det er tendenser der peger i retningen af, at der er en sammenhæng mellem de to testmåder. Når man ser på gennemsnits tallene, er det tendens til at de, der scorer højt i FCI testen har et gennemsnit i MPEX undersøgelsen, der ligger tættere på eksperternes svar end de, der scorer lavt i FCI testen. Men ser man lidt nøjere på tallene, er der stor spredning både blandt de højtscorende og de lavtscorende. Frem for alt er der den store gruppe, hvis besvarelser ikke følger noget mønster. Det viser sig også at mens lang de fleste scorer flere points i FCI 2, bliver færre mere enige med eksperterne i MPEX 2. På dette punkt følges de to undersøgelser ikke ad. Der vil i et senere forskningsprojekt blive arbejdet videre på at afklare retningslinjer for tolkning af materialet.

### 3. Gennemgang af resultaterne fra MPEX undersøgelsen

I det følgende afsnit vil besvarelsen til MPEX undersøgelsens spørgsmål blive gennemgået. Spørgsmålene bliver behandlet i grupper. Hver gruppe af spørgsmål udgør en kategori, og her følger vi de kategorier som de amerikanske undervisningsforskere har arbejdet med.<sup>10</sup> Kategorierne er ikke indbyrdes eksklusive, da flere spørgsmål overlapper hinanden i indhold. Spørgeskemaet er at finde i sin helhed i bilag 3.

#### 3.1 Independence – læringsprocessen som konstruktion

Denne gruppe af spørgsmål er kategoriseret som "Independence" i MPEX undersøgelsen. Hovedidéen bag denne gruppe spørgsmål var at spørge ind til de studerendes holdning til det at lære fysik – er det f.eks. et spørgsmål om "bare" at kunne huske det, der bliver gennemgået i timerne, eller kræver læringsprocessen at den studerende tager stoffet ind og selv "reproducerer" det, for at det bliver til hans eller hendes egen viden. Andre undersøgelser viser at de studerende har forskellige opfattelser af deres læringsproces. Der skelnes f.eks. mellem en konstruktiv eller en binær opfattelse. Den binære opfattelse har studerende, der tror der er sande og falske svar, og som forventer at de kan lære sandheden af en autoritet (læreren). Dette stadie kaldes også "received knowledge" Den konstruktive opfattelse har de studerende, der tror at viden fortolkes og konstrueres af den enkelte og at viden opnås ved egen aktive deltagelse. Mange studerende starter studieforløbet med en binær opfattelse og forandrer opfattelsen gennem studiet<sup>11</sup>.

**3. At løse fysikopgaver kræver intuition og kreativitet.** (Oprindeligt: "Min karakter i dette kursus bliver mest bestemt af hvor godt jeg er vant til materialet. Indsigt og kreativitet har ikke meget at gøre med det") (Eksperterne er enige i udsagnet)

	Fysik mænd	Fysik kvinder	Alle nanoer
Første runde	89/11/0	90/10/0	84/11/5
Anden runde	88/11/2	85/15/0	76/18/7

Figur 6: Resultatet af besvarelse af spørgsmål 3.

Tal i tabellens anden række kommer fra første spørgeskemarunde og tallene i tabellens i tredje række kommer fra anden spørgeskemarunde. De tre tal i et sæt refererer til antallet af svarpersoner, der er henholdsvis enige/neutrale/uenige med eksperterne. **Rød markering: Tallet er højere i anden runde.** **Grøn markering: Tallet er lavere i anden runde**

#### Kommentar:

Stor enighed i udsagnet. Måske i kraft af illustrationsøvelsernes rolle, hvor en form for kreativitet var påkrævet. Det forklarer måske at færre nanoer er enige i anden runde. Når vi ser på hvordan de studerende har beskrevet begrebet intuition og kreativitet under interviews, giver det anledning til at revurdere udsagnet. Intuitionen opfatter de studerende som noget man opnår, efter at have stiftet bekendtskab med stoffet mange gange, efter at have regnet opgaver og fået rutine, efter at have mødt en problemstilling så mange gange eller have baggrundsviden, så man ved mødet med en ny problemstilling kan gennemskue, hvad det er der sker. Kreativitet opfattes mere som "hittepåsomhed". Ud fra en kognitiv forklaringsramme er kreativitet dybest set forankret i

<sup>10</sup> (<http://www.physics.umd.edu/perg/papers/redish/expects/expects2.htm>).

<sup>11</sup> <http://www.physics.umd.edu/perg/papers/redish/expects/expects1.htm#12>.

intuitionen, men det er ikke den opfattelse af kreativitet de studerende giver udtryk for. Spørgsmålet er formuleret så det inviterer til enighed. Spørgsmålet kunne blive forbedret af at blive formuleret klarere og eventuelt formuleret negativt.

**8. I dette kursus regner jeg ikke med at forstå ligningerne på en intuitiv måde. De skal bare tages for givet.** (Eksperterne er uenige i udsagnet)

	Fysik mænd	Fysik kvinder	Alle nanoer
Første runde	72/26/5	55/45/2	61/25/14
Anden runde	88/11/2	50/50/0	56/24/20

Figur 7: Resultatet af besvarelse af spørgsmål 8. Tabelforklaring, se figur 6.

**Kommentar:**

Spørgsmålet er godt og svarene interessante. Tendensen til, at de fleste er enige med eksperterne, gælder alle tre grupper, men der er kønsforskel på hvor stor en del af de tre grupper, der svarer henholdsvis neutralt og uenige. Flere mandlige fysikere, men færre nanoer og fysik kvinder, er enige med eksperterne i anden runde, og en større del af kvinderne svarer neutralt.

En kvinde i interview svarer: ”Jeg håber på at jeg kommer til at forstå det på en intuitiv måde, men det er ikke altid det lykkes, men man skal i hvert fald ikke bare tage det for givet” (svaret ”hverken enig eller uenig” i MPEX)

Når man spørger de studerende om udsagn der henviser til intuition, er det vigtigt at gøre sig klart, og de studerende og spørgeren (vi) har den samme opfattelse af intuition. De studerende der er interviewet har ret godt fat i forskellen på at arbejde logisk ræsonnerende og arbejde mere ”intuitivt”, og har ret godt fat i hvilken læringsproces, de mener, der ligger bag at komme frem til, de betragter som intuitiv viden (ekspertise i at løse de for kurset relevante opgaver). Dreyfus-brødrene har arbejdet med hvordan man udvikler sig til at få ekspert viden, og har forsøgt at karakteriserer en sådan intuitiv ekspertise: ”I vores model handler en ekspert intuitivt, i modsætning til det traditionelle syn, hvor eksperten tænker, løser problemer, ræsonnerer og foretager bevidste og ubevidste overvejelser. I vores model tager eksperten situationen på sig og handler i overensstemmelse med sine erfaringer og får det normalt til at virke. Det er intuitiv ekspertise”<sup>12</sup>, Man kan ikke forventet at de studerende opnår intuitiv ekspertise i første blok, Men det er spørgsmålet, om det, de taler om som intuition, i grunden ikke er problemløsningskompetence eller en oparbejdet viden, forstået som en kompleks færdighed i at analysere og forstå problemstillingen, finde løsningsmuligheder have kendskab til formlernes indhold og anvendelse og beregne men stadigvæk logisk ræsonnerende. Det er stadier på vejen til at opnå intuitiv viden.

Nanoerne og de kvindelige fysikers svar adskiller sig fra de mandlige fysikers. Vi har en hypotese om, at hvis man betragter fysik som redskab til opnåelse af og arbejde med andre fag, så er man mindre interesseret i at opnå en intuitiv fornemmelse for fysik. Det kunne forklare svar fra de nanostuderende og de studerende, der ikke går efter hard-core fysik. I spørgeskemaet har vi spurgt hvad de studerende drømmer om at arbejde med efter deres kandidatgrad. Hvis man sammenkæder svaret på det spørgsmål og bevarelsen af spørgsmål 8, bliver vores hypotese så understøttet? 16 personer svarer neutralt i spørgsmål 8, af dem svarer 12 (75 %) at de vil være meteorologer. 50

<sup>12</sup> Mesterlære - eksperter og intuition, Interview med Hubert og Stuart Dreyfus v/ Steen Wackerhausen, <http://www.psy.au.dk/ckm/newsletter/nb16/16-dreyfuss.htm>.

personer er enige i spørgsmål 8, heraf vil 6 (10 %) være meteorologer. Det kunne antyde et mønster, men der kunne også være andre forklaringer.

**14. At lære fysik er et spørgsmål om at kunne huske de love, principper og ligninger der fremlægges i timerne eller i bogen.** (Eksperterne er uenige i udsagnet).

	Fysik mænd	Fysik kvinder	Alle nanoer
Første runde	32/35/33	25/50/25	25/27/48
Anden runde	27/32/41	15/55/30	27/24/49

Figur 8: Resultatet af besvarelse af spørgsmål 14. Tabelforklaring, se figur 6.

**Kommentar:**

Dette spørgsmål har stor spredning i besvarelsen, specielt blandt kvinderne er der mange der vælger at svare neutralt. I interviewene vise det sig at det er muligt at svare uhensigtsmæssigt men egentlig have en fornuftig holdning til spørgsmålet. De 6 interviewede studerende giver stort set udtryk for samme holdning, selvom de ikke besvarer spørgsmålet ens i spørgeskemaet. Deres holdning til det at huske er, at det ikke er et betydeligt problem at blive i stand til at huske. Man har altid muligheden for at slå op i bøgerne. De er dog også enige om, at det kan være meget rart at huske en del af de basale ting, for at man ikke hele tiden skal slå op. Flere af dem kommer ind på, at det er lettere at huske de ting de virkelig har forstået ”Det er lettere at huske stoffet, hvis jeg har set det brugt, set det virke, så man kan se at det er vigtigt at kunne denne sætning, fordi den bliver brugt til det og det ” (interview 5). Det er uklart om de studerende svarer på de finere nuancer i spørgsmålet, der egentlig er spørgsmålet hensigt: Det er fornuftigt nok, at være enig i at det er en god idé at kunne huske en del af de love, principper og ligninger der bliver brugt i timerne, det letter arbejdsprocessen. Men om de der er enige i udsagnet også mener at læringsprocessen er reduceret til være ”et spørgsmål om at huske....af det der fremlægges i bogen og i timerne” fremgår ikke, tværtimod virker det som om de studerende i interviewene godt er klar over, at det ikke forholder sig sådan. Spørgsmålet er ikke klart nok formuleret, og ville have glæde af at blive gjort skarpere. Interviewsvarene virker som om de danske studerende har en pragmatisk holdning til det at huske stof, der ikke tyder på at de går efter at huske stof for at bestå en eksamen, men ønsker at forstå.

**17. Kun få meget begavede mennesker er i stand til virkelig at forstå fysikken.** (Eksperterne er uenige i udsagnet).

	Fysik mænd	Fysik kvinder	Alle nanoer
Første runde	58/26/16	60/20/20	43/41/16
Anden runde	52/34/14	65/15/20	44/40/16

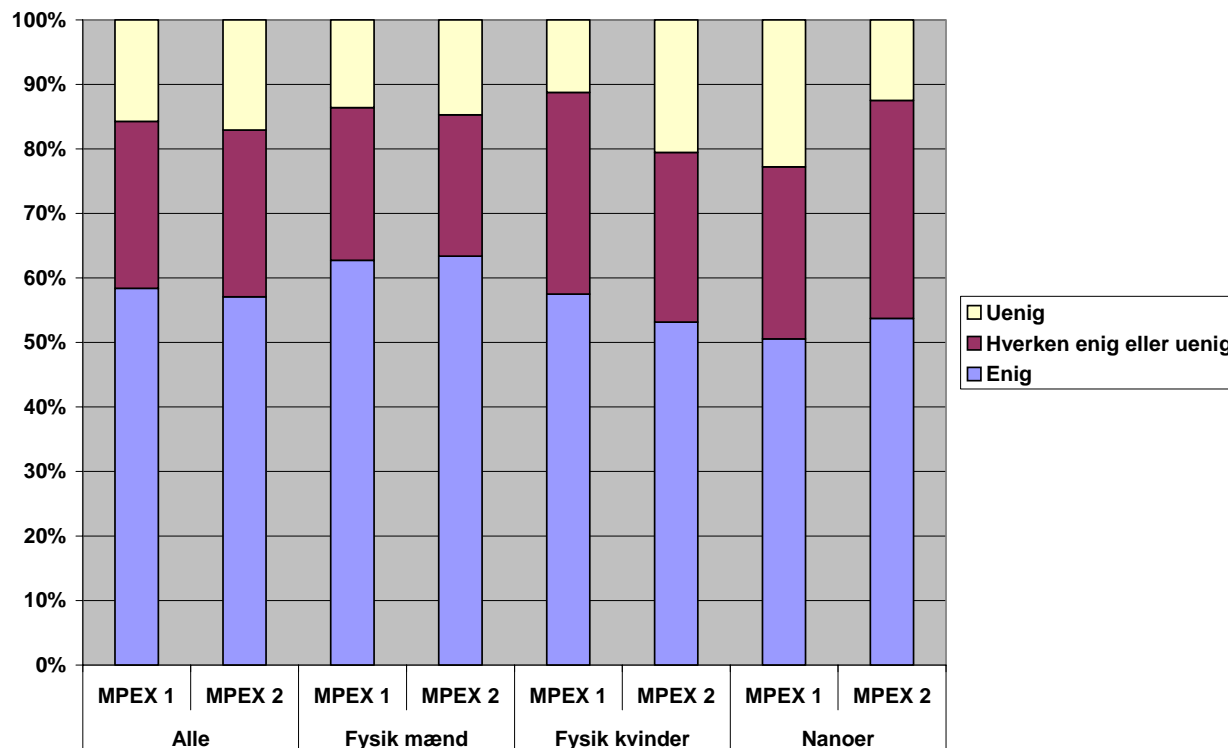
Figur 9: Resultatet af besvarelse af spørgsmål 17. Tabelforklaring, se figur 6.

**Kommentar:**

Mere end halvdelen er enige med eksperterne, og en større andel af kvinderne end af mændene. Der er ikke umiddelbart noget entydigt mønster i hvordan man svarer på dette spørgsmål og hvor høj score man har i FCI testen. Vi synes ikke spørgsmålet skal med i skemaet en anden gang fordi

der er for mange værdimæssige undertoner i udsagnet, der både kan gøre det dilemmafuldt at svare på og svært at skabe mening i besvarelserne.

## Opsamling



Figur 10: Samlet resultat for kategorien Independence, fordelt på køn og fag.

I denne gruppe af spørgsmål har vi undladt to af de oprindelige spørgsmål og lavet et spørgsmål om. Det kan diskuteres i hvilken udstrækning materialet herved er sammenligneligt med MPEX undersøgelsen. (De 2 spørgsmål der er udeladt refererer direkte til om den studerende udelukkende fokuserer på at lære det, der bliver lagt frem i undervisningen). Alt i alt er over halvdelen af de studerende enige med eksperterne i spørgsmålene. Af de spørgsmål vi har udvalgt, handler 2 om intuition, 1 om hukommelse og det sidste ønsker vi at udelade. De studerende er overvejende enige i at fysik kræver kreativitet og intuition, at de gerne vil opnå en intuitiv forståelse af ligningerne. Spørgsmålene afdækker imidlertid ikke hvilken læringsstil der skal til at opnå dette. Der er blandede holdninger, men rimelig fornuftige argumenter til i hvilken grad fysik drejer sig om at huske det, der fremstiles i timerne. Temaer om hukommelse og intuition kan naturligvis ikke ses løsrevet fra det undervisningstilbud, der bliver givet. Det vil vi diskutere mere i næste afsnit. Undersøgelsen viser at de holdninger til intuitiv viden og hukommelse, der kommer frem, ikke entydigt fortælle om en binær eller konstruktiv videnopfattelse, som blandt andet var hensigten med spørgsmålene. Gruppen af spørgsmål burde udvides med et par spørgsmål, der kunne afspejle om de studerende er konstruktive i deres læringstilgang eller om de forholder sig mere ukritisk gentager af det lærerdistribuerede stof. Enkelte af de eksisterende spørgsmål skal derudover formuleres klarere, så der ikke opstår usikkerhed om, hvad det er, de studerende egentlig svarer på.

### 3.2 Coherence – fysikvidens sammenhæng

Spørgsmålene udfordrer de studerendes overblik over sammenhængen i mellem delområder af fysik, og deres syn på om fysik er en samling af isolerede enheder eller et samlet sammenhængende system. Hvis de studerende ikke er i stand til at se sammenhæng kan de få problemer med at få øje på fejl i deres problemløsning og de har ikke så stor mulighed for at krydstjekke deres arbejde<sup>13</sup>.

**12. Viden i fysik består af mange små bidder af information, som hver især mest anvendes til en bestemt situation.** (Eksperterne er uenige i udsagnet).

	Fysik mænd	Fysik kvinder	Alle nanoer
Første runde	51/26/23	40/25/35	36/36/27
Anden runde	39/32/29	20/40/40	42/24/33

Figur 11: Resultatet af besvarelse af spørgsmål 12. Tabelforklaring, se figur 6.

#### Kommentar:

Besvarelserne antyder overvejende uenighed med eksperterne: blandt fysikerne er flere uenige med eksperterne i anden runde. Der er mange neutrale besvarelser. Hvis man ser på fysikernes besvarelser sammenholdt med FCI testen er der en lille tendens til at en større del af de, der er enige med eksperterne, scorer højt i testen og en mindre del af dem, der er uenige med eksperterne, scorer lavt i testen, men tendensen er ikke så klar, så man entydigt kan sige, at de dygtige (scorer højt i FCI testen) svarer hensigtsmæssigt og vice versa! (NB – vi taler om en lille gruppe besvarelser!). Spørgsmålet er umiddelbart ikke svært at forstå. 2 af de interviewede, der erklærer sig enige i udsagnet, argumenterer på en måde, der viser at de kun er enige i den første del af udsagnet. Den anden del af udsagnet overser de: ”Jeg er enig i at fysik består af mange små bidder, som man så selv kan sætte sammen til de situationer, man nu skal bruge”. Det er umiddelbart et godt spørgsmål med nogle foruroligende svar.

**15. Hvis resultatet af mine beregninger når jeg løser et fysisk problem viser sig at adskille sig betydeligt fra det jeg forestillede mig, vælger jeg at stole på beregningerne.** (Eksperterne er uenige i udsagnet).

	Fysik mænd	Fysik kvinder	Alle nanoer
Første runde	56/32/12	45/55/0	39/50/11
Anden runde	54/41/5	55/40/5	44/42/13

Figur 12: Resultatet af besvarelse af spørgsmål 15. Tabelforklaring, se figur 6.

#### Kommentar:

Spørgsmålet skulle ikke være svært at tage stilling til. Godt halvdelen af de studerende er enige med eksperterne, og specielt en større del af kvinderne er enige i anden runde. Der er en stor gruppe der besvarer neutralt. Det kunne være udtryk for, at en væsentlig gruppe af de studerende ikke har en

<sup>13</sup> [Http://www.physics.umd.edu/perg/papers/redish/expects/expects3.htm](http://www.physics.umd.edu/perg/papers/redish/expects/expects3.htm)



stor tiltro til deres egne fornemmelser for at vurdere deres egen problemløsning, eller at denne tiltro endnu ikke er udviklet. Man kunne spørge sig i hvilken grad undervisningen lægger op til at udvikle denne fornemmelse, hvilket ikke er det samme som at kopiere måder at løse opgaver på fra lærebogen ved at indsætte nye tal.

**16. Udledningen eller bevisførelsen for ligninger i timerne eller i bogen har ikke meget at gøre med de færdigheder til problemløsning, som jeg skal opnå i dette kursus.** (Eksperterne er uenige i udsagnet).

	Fysik mænd	Fysik kvinder	Alle nanoer
Første runde	65/27/7	63/32/5	77/11/11
Anden runde	66/21/13	65/10/25	71/18/11

Figur 13: Resultatet af besvarelse af spørgsmål 16. Tabelforklaring, se figur 6.

**Kommentar:**

Fysikerne svarer nogenlunde ens, og over 2/3 er enige med eksperterne. Flere kvinder er uenige med eksperterne i anden runde end i første runde.

**19. Et betydeligt problem i dette kursus er at blive i stand til at huske al den information jeg behøver at vide.** (Eksperterne er uenige i udsagnet).

	Fysik mænd	Fysik kvinder	Alle nanoer
Første runde	40/30/30	20/30/50	36/32/32
Anden runde	47/20/33	10/40/50	36/22/42

Figur 14: Resultatet af besvarelse af spørgsmål 19. Tabelforklaring, se figur 6.

**Kommentar:**

Formålet med spørgsmålet er at finde ud i hvilken grad de studerende kan se de sammenhæng og har opnået den forståelse, som gør at de ikke føler, at de behøver at huske alting uden ad. Der er det forhold på dette kursus, at kurset evalueres løbende gennem forskellige afleverede opgaver, og de studerende derfor ikke skal til traditionel eksamen med eller uden hjælpemidler. Specielt sidstnævnte eksamensform sætter ofte fokus på at kunne huske og lære uden ad. Det kan derfor diskuteres hvor relevant formuleringen af udsagnet er til dette kursus. Temaet om de studerendes holdning til det at huske uden ad er behandlet i forrige afsnit. Halvdelen af kvinderne er enige i udsagnet. Det er tankevækkende Måske svarer de ud fra en følelse af generelt ikke at kunne nå og overskue alt stoffet godt nok, eller at de ikke føler de har denne paratviden, der er rar at have med sig. Det kunne også tolkes på andre måder.

**21. Hvis jeg finder frem til to forskellige mulige løsninger på et problem og de giver forskelligt svar, er jeg ikke bekymret: jeg vælger bare den løsning der virker mest fornuftig.** (Eksperterne er uenige i udsagnet).

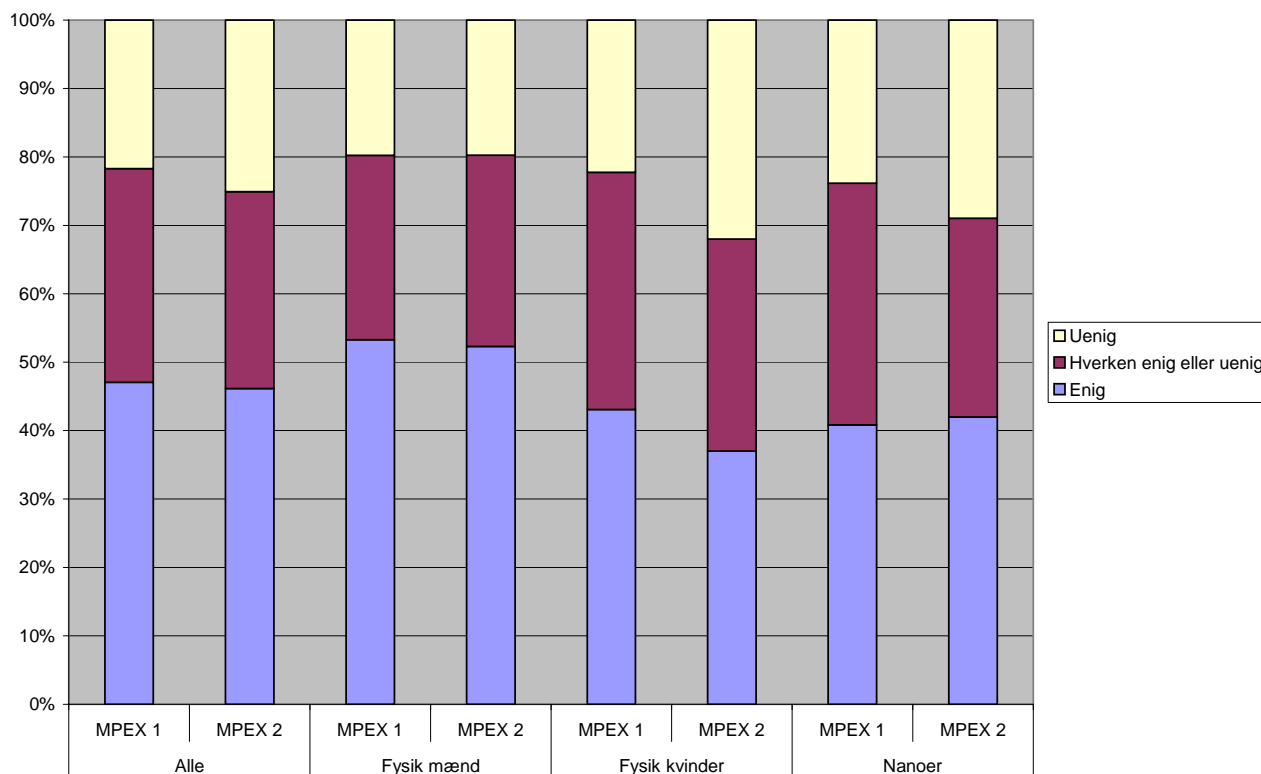
	Fysik mænd	Fysik kvinder	Alle nanoer
Første runde	54/19/26	47/32/21	47/28/26
Anden runde	55/25/20	35/25/40	43/39/18

Figur 15: Resultatet af besvarelse af spørgsmål 21. Tabelforklaring, se figur 6.

### Kommentar:

Generelt svarer de studerende ikke særlig hensigtsmæssigt på dette spørgsmål. Flere af de studerende i to af kategorierne er uenige med eksperterne i anden runde, specielt er flere kvinder altså enige med udsagnet. At være enig med udsagnet kan aldrig være gyldigt, men må være udtryk for at vælge den ”lette” løsning eller et udtryk for manglende overblik om fysiks sammenhæng. Som spørgsmålet er formuleret må det betyde at de to mulige løsninger man har fundet, kunne give det rette resultat, og at man skal vide at hvis man får to forskellige resultater, har man regnet forkert et sted. På den måde er spørgsmålet udmærket. Imidlertid svarer en af de interviewede på en måde der viser at han opfatter spørgsmålet anderledes: ”Hvis man laver to måder at løse et problem på og den ene måde viser noget forkert, så må man erkende at man har tænkt denne løsning forkert, at denne løsning ikke kan bruges”. Han har ret i sit udsagn, men svarer ikke på spørgsmålet, som det er konstrueret.

### Opsamling



Figur 16: Samlet resultat for kategorien Coherence, fordelt på køn og fag.

Lærer vi noget af spørgsmålene i denne kategori. Godt halvdelen af de studerende er enige med eksperterne og der er forholdsvis mange der har valgt at svare neutralt i en del af spørgsmålene. Det efterlader os med en bunke data, der kan pege i flere retninger. Ved at eftertjekke de studerendes opfattelser af spørgsmålene gennem interviews, viser det sig, at selvom de er uenige med eksperterne kan de benytte en argumentation, der giver udtryk for samme holdning som eksperterne. Det viser sig også at de studerende ikke altid forholder sig lige meget til alle dele af spørgsmålet. Spørgsmål 15 og 21 omhandler sammenlignelige problemstillinger. De spejler de studerendes fornemmelse for hvordan opgaver skal løses og hvilke svar de skal give og det kan være en indikator på om de har forståelse for fysikken og kan sammenkoble problemløsning fra forskellige temaer. Men besvarelsene korresponderer ikke særlig godt. Det er svært at sige hvorfor, måske viser det, at mange af de studerende ikke har særlig stor tillid til deres egen dømmekraft.

Man kan måske forsigtigt konkludere at for at de studerende skal komme til at blive mere entydigt enige med eksperterne, kunne man godt opdyrke de studerendes egen intuition og dømmekraft ved løsning af fysikopgaver i større grad end hvad der sker nu. Ifølge Lars Ulriksen er begynderundervisning i fysik på universitetet ofte præget af at være grundlæggende kurser som introducerer de studerende til begrebsapparater og teoribygninger. ”Det er etablerede fakta, som de studerende skal tilegne sig. Der er derfor kun meget begrænsede muligheder for at de studerende bliver involverede i sammenhænge hvor de skal aktivere en intuitiv forståelse, hvor de skal forsøge at tænke kreativt i forhold til det, de præsenteres for”<sup>14</sup>. På samme måder er det vigtigt at de studerende bliver præsenteret for lignende fysik principper i forskellige sammenhæng, så de bliver trænet til at genkende problemstillinger. De kan ifølge Lars Ulriksen også nogle gange være et problem i introducerende fysik undervisning, fordi der hersker en opfattelse af at de studerende ikke kan arbejde med rigtige komplicerede fysikopgaver, før de mestrer de grundlæggende løsningsprincipper, på den måde bliver de grundlæggende kurser en form for ”støttefag” og at de studerende ikke møder fagets ’egentlige’ indhold, før et godt stykke inde i studiet (ibid. p. 122). Der giver risiko for at de studerende ikke ser de store sammenhæng og derfor vælger en mere overfladisk lærings strategi (ibid. p. 131).

Spørgsmålene i kategorien er udmærkede. Det, at de er lange og indeholder sammenhængende statements, diskvalificere dem ikke umiddelbart.

### 3.3 Concepts – om indholdet af fysikviden

Spørgsmålene i denne gruppe omhandler følgende problemstilling: Opfatter de studerende fysik som matematiske beregninger eller er de klar over den mere fundamentale rolle som fysiske begreber spiller i kompleks problemløsning.

#### 4. Problemløsning i fysik betyder grundlæggende at matche problemer med facts eller ligninger og så indsætte værdier for at få et resultat. (Eksperterne er enige i udsagnet).

	Fysik mænd	Fysik kvinder	Alle nanoer
Første runde	33/35/32	55/25/20	48/30/23
Anden runde	32/34/34	20/50/30	40/42/18

Figur 17: Resultatet af besvarelse af spørgsmål 4. Tabelforklaring, se figur 6.

<sup>14</sup> Lars Ulriksen, Hvad skal de studerende lære i et fysikstudium – et lærer perspektiv, i Studieforløbsundersøgelser i naturvidenskab - en antologi, Nr.5/2003, CND's skriftserie.

**Kommentar:**

Til dette spørgsmål fordeler de mandlige fysikere sig med ca. 1/3 på hver svarmulighed. Blandt de kvindelige fysikere er over halvdelen er enige med eksperterne i første runde mens 20% er enige og halvdelen er neutrale i anden runde. I gruppen af nanoer bliver der også færre enige og flere neutrale. Det virker som om at spørgsmålet er svært at svare på. Der er næsten lige mange i hver gruppe af mandlige fysikere (henholdsvis enig/neutral/uenig), der har scoret højt i FCI testen, der er ikke noget mønster i den sammenhæng.

**23. At forstå fysik betyder grundlæggende at være i stand til at genkalde mig noget jeg har læst eller er blevet vist.** (Eksperterne er uenige i udsagnet).

	Fysik mænd	Fysik kvinder	Alle nanoer
Første runde	51/23/26	50/40/10	41/32/17
Anden runde	50/29/21	40/50/10	42/29/29

Figur 18: Resultatet af besvarelse af spørgsmål. Tabelforklaring, se figur 6.

**Kommentar:**

Godt og vel halvdelen af fysikerne er enige med eksperterne. I anden runde er færre af kvinderne enige med eksperterne. Halvdelen af kvinderne er neutrale i anden runde mod 29 % af mændene. Hvis man tolker det at genkalde sig noget man har fået læst eller er blevet vist, som et udtryk for overflade strategi, så kan besvarelserne tolkes som at omkring halvdelen af de studerende ikke har en særlig selvstændig, men en noget overfladisk tilgang til at lære fysik. Dog kan man samtidig med rette sige at som nybegynder (studiestarter) er meget af det man lærer noget man læser eller får forklaret i undervisningen.

**26. Når jeg løser afleverings- eller hjemmeopgaver, tænker jeg eksplicit på de begreber der ligger bagved problemerne.** (Eksperterne er enige i udsagnet).

	Fysik mænd	Fysik kvinder	Alle nanoer
Første runde	59/32/9	50/40/10	66/32/2
Anden runde	66/27/7	47/42/11	55/39/7

Figur 19: Resultatet af besvarelse af spørgsmål 26. Tabelforklaring, se figur 6.

**Kommentar:**

Specielt i anden runde er der en del forskel på hvordan kvinder og mænd besvarer spørgsmålet. Den ønskværdige tendens ville være at flere var enige i udsagnet i anden runde, hvilket kun gælder de mandlige fysikere. Spørgsmålet skulle ikke være svært at forstå, dog spurgte flere til interview hvad "eksplicit" betød. Spørgsmålet er udmærket til at afdække de mere dybe strategier ved læringsprocessen. Det er typisk et spørgsmål man ville svare "nogen gange gør jeg", hvilket kunne være begrundelsen for de neutrale besvarelser. Men der kunne også være andre tolkninger. Gruppe løsninger på afleveringsopgaver kunne muligvis være med til at flere ville svare bekræftende på spørgsmålet.

**29. Det sværeste ved at løse et fysisk problem er at finde den rette ligning der skal bruges.**  
(Eksperterne er uenige i udsagnet)

	Fysik mænd	Fysik kvinder	Alle nanoer
Første runde	54/26/19	45/25/30	36/25/39
Anden runde	45/36/20	45/25/30	36/24/40

Figur 20: Resultatet af besvarelse af spørgsmål 29. Tabelforklaring, se figur 6.

**Kommentar:**

Omkring halvdelen er enige med eksperterne. Der er forskel på kvindernes og mændenes svar – flere kvinder er uenige med eksperterne. At over halvdelen i anden runde ikke er direkte uenige i udsagnet kunne afspejle at der er mange, der mener det med at finde den rette ligning er meget svært. I interviewene nævnes det med at finde den rette ligning som tæt forbundet med det at afklare hvad det er for et problem man står med, og hvordan problemet kan beskrives. Det at finde en passende ligning opfattes som væsentlig i problemløsningen. Hvis spørgsmålet vil skille dem ud, der går direkte til formelsamlingen for at finde en løsning på et fysik problem, er spørgsmålet ikke skarpt nok formuleret. (En af de interviewede. ”Det kommer an på hvordan man forstår spørgsmålet, at finde den rette ligning er rent matematisk, når man ser på et fysisk problem, det første er at få overblik, hvilke ting har påvirkning, hvordan kan vi begrænse variable, osv. ...det er mere det at anvende ligningen til det, jeg skal bruge, der er det svære.”) Det anbefales at gøre spørgsmålet mere skarpt.

**32. For at kunne bruge en ligning i en problemløsning (specielt i et problem jeg ikke har set før), har jeg behov for at vide mere, end hvad hver enkel komponent i ligningen repræsenterer.** (Eksperterne er enige i udsagnet).

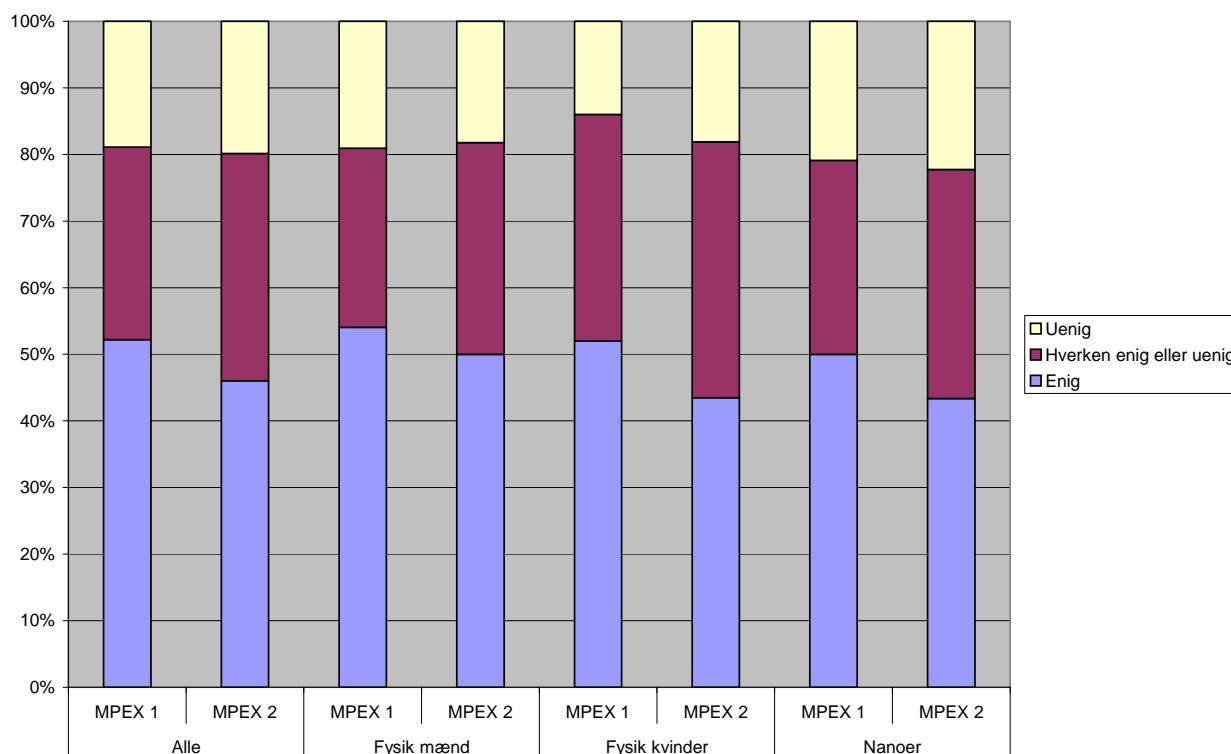
	Fysik mænd	Fysik kvinder	Alle nanoer
Første runde	73/18/9	60/40/0	59/27/14
Anden runde	57/34/9	65/25/10	44/38/18

Figur 21: Resultatet af besvarelse af spørgsmål 32. Tabelforklaring, se figur 6.

**Kommentar:**

Over halvdelen svarer hensigtsmæssigt på dette spørgsmål og kun en lille del svarer direkte uhensigtsmæssigt. Flere fysik mænd og nanoer svarer mindre hensigtsmæssigt i anden runde, hvor flere kvinder svarer hensigtsmæssigt. Det kunne være et udtryk for, at der er forskel på hvad de studerende forestiller sig de vil gøre ved starten af kurset og hvad de reelt kommer til at gøre. Der er stadig næsten en tredjedel der er neutrale. Spørgsmålet er rimelig klart og let at svare på. Hvis svaret afspejler i hvilken grad de studerende vægter at mestre matematikken ift.. at forstå de fysiske begreber, er det trist at der er tilbagegang i nogle af grupperne. Det ville være et udtryk for en overfladisk læringsstrategi.

**Opsamling**



Figur 22: Samlet resultat for kategorien Concepts, fordelt på køn og fag.

Kan besvarelse af denne gruppe spørgsmål give os information om i hvilken grad de studerende har fornemmelse for at fysik ikke kun handler om matematiske beregninger? Der er tendens til at en stor del (omkring halvdelen i flere spørgsmål) af de studerende svarer hensigtsmæssigt på de fleste af spørgsmålene. Det vil sige den anden halvdel ikke er enige med eksperterne. Generelt er der dalende enighed med eksperterne i 2. runde. I spørgsmål 4 og 29 er der tendens til uenighed med eksperterne. Der er også en relativ stor gruppe der vælger at svare neutralt i flere af spørgsmålene. Denne gruppe af spørgsmål er rimelig klart formuleret og er der ikke så mange muligheder for at glippe det halve udsagn, som i nogle af de andre kategorier. Alt i alt tegner besvarelserne et billede af de studerende, der godt kan blive meget pænere. Nogle af de studerende ved godt ved, at fysikken ikke bare er et spørgsmål om matematiske beregninger, men svarene kunne tyde på, at for mange, fylder matematikken - med rette - som noget af det der er det svære ved fysikken. En gruppe af de studerende "forfalder" til en overfladestrategi, når det bliver for svært. Denne tolkning svarer meget godt til det billede vi har af de studerende fra andre undersøgelser.

### 3.4 Relationen mellem fysik og virkeligheden.

I denne kategori spørges ind til de studerendes opfattelser af sammenhængen mellem fysikken og virkeligheden. Spørgsmålene er formuleret så de referer til svarpersonernes egne erfaringer.

**Spørgsmål 5. At lære fysik får mig til at ændre nogle af mine opfattelser af hvordan den fysiske verden fungerer.** (Eksperterne er uenige i udsagnet).

	Fysik mænd	Fysik kvinder	Alle nanoer
Første runde	88/8/4	90/5/5	78/7/16

Anden runde	84/12/4	90/10/0	78/13/9
-------------	---------	---------	---------

Figur 23: Resultatet af besvarelse af spørgsmål 5. Tabelforklaring, se figur 6.

**Kommentar:**

Generelt stort set overensstemmelse med eksperternes svar.

**10. Fysiske love har ikke meget at gøre med det, jeg oplever i den virkelige verden.**

(Eksperterne er uenige i udsagnet).

	Fysik mænd	Fysik kvinder	Alle nanoer
Første runde	89/7/4	100/0/0/	77/18/5
Anden runde	84/9/7	100/0/0	82/13/4

Figur 24: Resultatet af besvarelse af spørgsmål 10. Tabelforklaring, se figur 6.

**Kommentar:**

Generelt stort set overensstemmelse med eksperternes svar.

**18. Jeg kan nogle gange bedre forstå fysik ved at forsøge at bruge mine egne erfaringer i relation til det emne, der bliver behandlet.** (Eksperterne er enige i udsagnet).

	Fysik mænd	Fysik kvinder	Alle nanoer
Første runde	51/33/16	50/35/15	32/55/14
Anden runde	59/32/9	55/40/5	42/36/22

Figur 25: Resultatet af besvarelse af spørgsmål 18. Tabelforklaring, se figur 6.

**Kommentar:**

I besvarelse af dette spørgsmål er omkring halvdelen enige i med eksperterne og godt en tredjedel besvarer neutralt. Der er ikke nævneværdig forskel på kvinder og mænds opfattelser blandt fysikerne, mens tendensen igen er, at færre nanoer er enige med eksperterne, hvilket kunne skyldes at de ikke har haft illustrationsforsøg. Udsagnet spørger mere direkte til brug af egne erfaringer, og appellerer i mindre grad til at man gætter sig til det rette svar. Vi ved ikke hvilken holdning, der ligger bag de mange neutrale besvarelse. Hvis man ser hvordan de, der svarer neutralt i spørgsmål 18, har besvaret FCI, ser vi, at 3 scorer mere end 27, 7 scorer mindre end 23 og 7 scorer mellem 23 og 27 point. De har scoret 2,6 i snit i MPEX, (14 scorer under 2,5 og 26 scorer over 2,5). Det er altså tendens til at dem der svarer neutralt i spørgsmål 18, ikke overvejende er dem der scorer højt i FCI eller er meget enige med eksperterne i MPEX. De fleste kommer fra den store midtergruppe.

**22. Selvom fysikken er relateret til den virkelige verden og det nogen gange hjælper at tænke på den sammenhæng, er det sjældent relevant for det jeg skal arbejde med i dette kursus.**

(Eksperterne er uenige i udsagnet).

	Fysik mænd	Fysik kvinder	Alle nanoer
Første runde	11/14/75	10/20/70	51/35/14
Anden runde	9/16/75	0/25/75	24/18/58

Figur 26: Resultatet af besvarelse af spørgsmål 22. Tabelforklaring, se figur 6.

### Kommentar:

Dette spørgsmål er fysikerne enige om hvordan de skal besvare, men de er ikke enige med eksperterne. Godt halvdelen af nanoerne er derimod enige med eksperterne. Det er bemærkelsesværdigt fordi kurset omhandler mekanik, der ofte kan relateres til gode eksempler fra virkeligheden, til forskel fra mere abstrakt fysik, – og fordi fysikerne i de andre spørgsmål netop erklærer sig enige i synspunkter om en positiv relation mellem fysik og virkeligheden. Det er også bemærkelsesværdigt at nanoerne i højere grad er enige med synspunktet, selvom nanoerne kun har fulgt den del af undervisningen, der har været mindst konkret, forelæsninger og regneøvelser, og altså ikke illustrationsforsøg. Spørgsmålet er lidt kryptisk formuleret, det indeholder faktisk flere udsagn man kunne forholde sig til. Det kunne være årsagen til besvarelserne. Kunne det også være et udtryk for, at undervisningen ikke har relateret sig til virkeligheden i særlig høj grad? I Evalueringen spørgsmål 25 har vi spurgt: ”hvor enig er du i følgende udsagn: Illustrationsforsøgene hjælper mig til at få en forståelse af sammenhængen mellem virkeligheden og den fysiske beskrivelse”. Her svarer 81 % af de mandlige fysikere og 77 % af de kvindelige fysikere at de er enige i udsagnet. Det tyder på at i hvert fald elementer i undervisningen har relateret sig til virkeligheden. Det anbefales at formulere spørgsmålet mere klart.

**25. At lære fysik hjælper mig til at forstå situationer i mit hverdagsliv.** (Eksperterne er enige i udsagnet).

	Fysik mænd	Fysik kvinder	Alle nanoer
Første runde	68/26/6	68/25/7	42/44/14
Anden runde	74/21/5	71/23/5	53/31/16

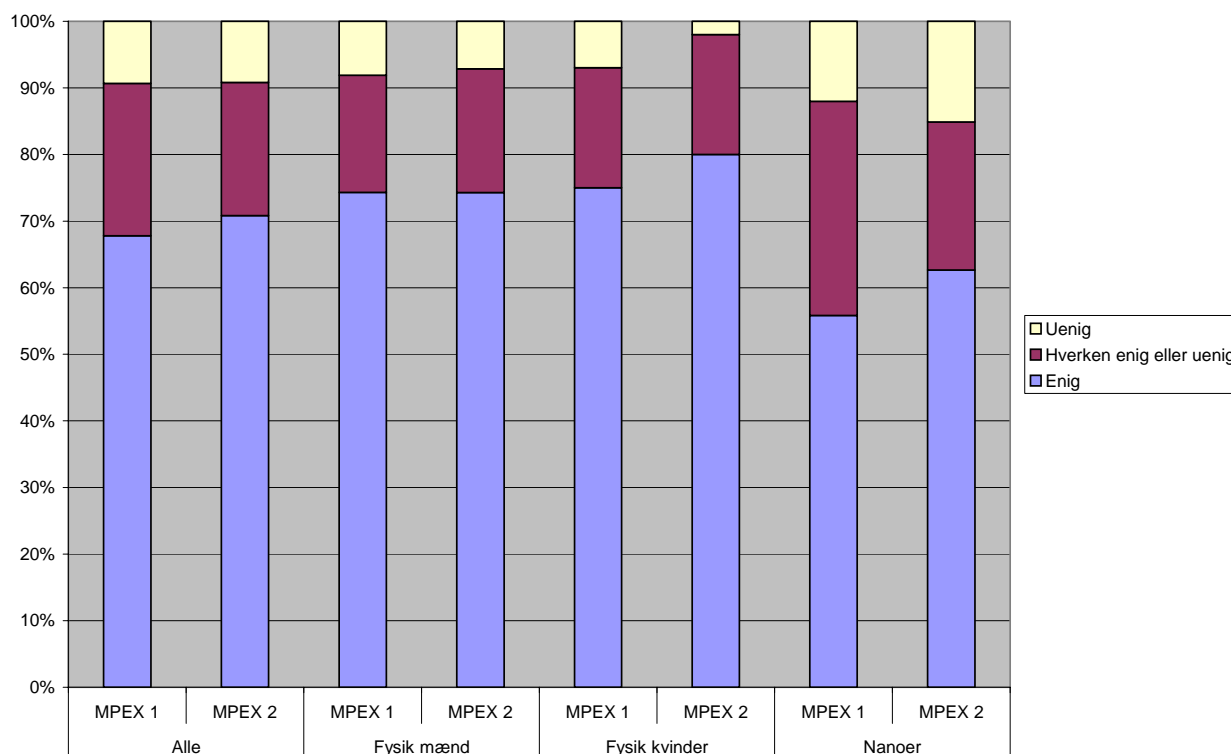
Figur 27: Resultatet af besvarelse af spørgsmål 25. Tabelforklaring, se figur 6.

### Kommentar:

Forholdsvis stor enighed med eksperterne, igen mindre begejstring blandt nanoerne.

### Opsamling





Figur 28: Samlet resultat for kategorien fysiks relation til virkeligheden, fordelt på køn og fag.

Hvad er vi blevet klogere på med hensyn til hvor gode denne række spørgsmål er?

Generelt svarer fysikerne (mænd og kvinder) meget ens på de 5 spørgsmål, og i 4 ud af de 5 spørgsmål er de overvejende enige med eksperterne. Der er en markant forskel på hvordan nanoerne svarer i forhold til fysikerne, på den måde at de i mindre grad ser en sammenhæng mellem virkeligheden og fysikken (de ligger ca. 10-20 procent point under fysikerne). I et af spørgsmålene adskiller svarene sig i forhold til eksperternes svar. Det kunne give anledning til at tro at de studerende svarer normativt på en del af spørgsmålene. Det fremgår af interviews med studerende, at en del har valgt at studere fysik ud fra en interesse for at kunne komme til at forklare virkeligheden og at de også interesserer sig for filosofi. Måske skal besvarelsen ses i relation til denne interesse. Når det derimod kommer til en mere konkret sammenblanding af egne erfaringer og arbejde med fysikken, i processen med at forstå fysik, så er det ikke lige så let for de studerende at opleve sammenhængen. Dette ligner de fortolkninger, som forskerne på Maryland University har lavet. "In our interviews, we observed that many students show what we would call, following Hammer, an "apparent reality link." That is, they believe that the laws of physics govern the behavior of the real world in principle, but that they do not need to consider that fact in their physics class."<sup>15</sup>

Det er bemærkelsesværdigt at der ikke er den store forskel på kvinder og mænds besvarelser i denne gruppe af spørgsmål, fordi der er tydelige kønsforskelle i andre grupper af spørgsmål. Der spores kønsforskelle i holdningerne til illustrationsforsøgene (Evalueringen), hvor evnen til at forbinde teori med virkelighed bliver udfordret. De interviewpersoner der har talt om relationen mellem fysik og virkeligheden svarer, at de ser en stor sammenhæng mellem virkeligheden og fysik, og det hjælper dem til at dels at fornemme om en opgave er rigtig behandlet og dels forstå fysikken. Derudover er

<sup>15</sup> <http://www.physics.umd.edu/perg/papers/redish/expect/expect1.htm#12>.

der mange der nævner de kontekstrige problemstillinger blandt deres favoritter, netop fordi det er virkelighedsnære opgaver.

Spørgsmålene i kategorien er udmærkede og giver information. Det er et godt tegn at de studerende ikke udelukker det at forholde fysik til virkeligheden, men bruger det aktivt for at fornemme rette problemløsningsmåder og resultatets gyldighed. Det udelukker ikke, at de studerende ind imellem kan se sig overvældede af de sider af fysikken der er på et abstraktionsniveau, hvor virkeligheden kan synes lidt langt væk, eller hvor egne erfaringer ikke længere er en hjælp. Det udelukker heller ikke at de studerende ikke alle oplever at undervisningstilbudene får fysikken og virkeligheden til at hænge sammen. Det bør man overveje i kurset.

### 3.5 Relationen mellem fysik og matematik

Denne gruppe spørgsmål omhandler sammenhængen mellem fysik og matematik. Der er en forestilling om, at nogle fysikstuderende fokuserer mest på matematikken og beregning af denne, og selvom de kan være skrappe til denne disciplin, hænger det ikke nødvendigvis sammen med, at de har stor forståelse af fysikken. Det kan hænge sammen med at undervisningen prioriterer træning i beregningskompetence på en måde, der gør at ikke alle studerende får blik for, at det er forståelsen af fysik, der er det væsentlige. Det er ønskeligt at få de studerende til at arbejde på en måde, hvor de kommer til at forstå forholdet mellem fysik og matematik.

**1. Jeg bruger meget tid på at regne ud og forstå den fysiske betydning af i det mindste nogle af de matematiske udledninger eller beviser der fremføres i bogen eller i undervisningen.** (Eksperterne er enige i udsagnet).

	Fysik mænd	Fysik kvinder	Alle nanoer
Første runde	63/30/7	65/35/0	50/36/14
Anden runde	52/41/7	65/25/10	47/38/16

Figur 29: Resultatet af besvarelse af spørgsmål 1. Tabelforklaring, se figur 6.

#### Kommentar:

Ved besvarelse af dette spørgsmål er der en lille tendens til at flere af de mandlige fysik studerende vælger at svare neutralt og færre er enige med eksperterne i anden runde. Blandt kvinderne svarer færre neutralt og flere er uenige med eksperterne. Det kunne skyldes, at de i første runde har svaret ud fra deres positive forventninger om at gøre en stor studieindsats, og besvarelsen i slutningen af kurset bygger på mere realistiske betragtninger baseret på deres erfaringer. Over halvdelen er enige med udsagnet. I interviewene virker det som om de studerende godt ved hvad de burde svare, men at de også ved, at de i virkeligheden ikke altid handler mest hensigtsmæssigt, det kan være p.g.a. mangel på tid, eller en form for "belejlighed". "Hvis det er en nem opgave så tænker man måske færdigt.. [underforstået til man har opnået forståelse, red.], ...men hvis det er sådan en ordentlig opgave, og man så endelig får et resultat ud, så tænker man, nåh, så færdig med den opgave" (interview 1, svarpersonen har svaret "hverken enig eller uenig").

**6. Det svære ved fysikken er at oversætte til matematikken.** (Dette er vores eget spørgsmål og vi mener man bør være enig i udsagnet med tryk på ”oversætte”).

	Fysik mænd	Fysik kvinder	Alle nanoer
Første runde	26/44/30*	35/20/45	14/50/36
Anden runde	38/34/29	45/35/20	18/36/45

Figur 30: Resultatet af besvarelse af spørgsmål 6. Tabelforklaring, se figur 6.

\* (I denne tabel fortæller tallene i hvor høj grad der er enighed med udsagnet, det er et af vores egne spørgsmål).

**Kommentar:**

Det er et af de spørgsmål, hvor der er forholdsvis stor spredning på besvarelsene. Tendens blandt fysikerne er at flere er enige i runde 2, og tendensen er modsat blandt nanoerne. Blandt interviewpersonerne er det flere forskellige holdninger til spørgsmålet og der er fornuftige begrundelse for deres besvarelse. Eksempler på udtalelser i interviews: ((Svaret uenig) ”når man har gennemskuet hvordan den skal løses, så kan man ofte begynde at regne på den”. (Svarer meget enig) ”...det er meget svært at oversætte fra fysik til matematik, det kræver at man har en utrolig stor forståelse for fysikken og en stor forståelse for matematikken” . (Svaret hverken enig eller uenig) ”forståelse er lige så vigtigt som beregningerne”). Svarene viser at de studerende er klar over, at det at identificere det fysiske problem er den første udfordring, og at finde en matematisk ligning der passer til er det næste og ikke for alle et lige så stort problem. De studerende, der er usikre på spørgsmålet, virker som om de ikke er helt klar over, om der egentlig bliver spurgt om det er matematikken, der er det svære. En positiv udlægning af de spredte svar kunne være at der er mange måder at udtrykke, at man har forstået hvad det er fysikken går ud på, selvom det er svært og at det svære kan forekomme i flere faser af problemløsningen. Spørgsmålet bør omformuleres eller udelades.

**8. I dette kursus regner jeg ikke med at forstå ligningerne på en intuitiv måde. De skal bare tages for givet.** (Eksperterne er uenige i udsagnet).

	Fysik mænd	Fysik kvinder	Alle nanoer
Første runde	72/26/5	55/45/2	61/25/14
Anden runde	88/11/2	50/50/0	56/24/20

Figur 31: Resultatet af besvarelse af spørgsmål 8. Tabelforklaring, se figur 6.

**Kommentar:**

(Dette spørgsmål blev behandlet i afsnit ”Independence...”, side 10).

**16. Udledningen eller bevisførelsen for ligninger i timerne eller i bogen har ikke meget at gøre med de færdigheder til problemløsning, som jeg skal opnå i dette kursus.** (Eksperterne er uenige i udsagnet).

	Fysik mænd	Fysik kvinder	Alle nanoer
Første runde	65/27/7	63/32/5	77/11/11
Anden runde	66/21/13	65/10/25	71/18/11

Figur 32: Resultatet af besvarelse af spørgsmål 16. Tabelforklaring, se figur 6.

**Kommentar:**

(Se behandlingen af dette spørgsmål under afsnittet om ”Coherence”, side 15).

**20. Hvis jeg ikke kan finde en bestemt ligning der skal bruges til at løse en bestemt opgave, er der ikke meget jeg kan gøre.** (Eksperterne er uenige i udsagnet).

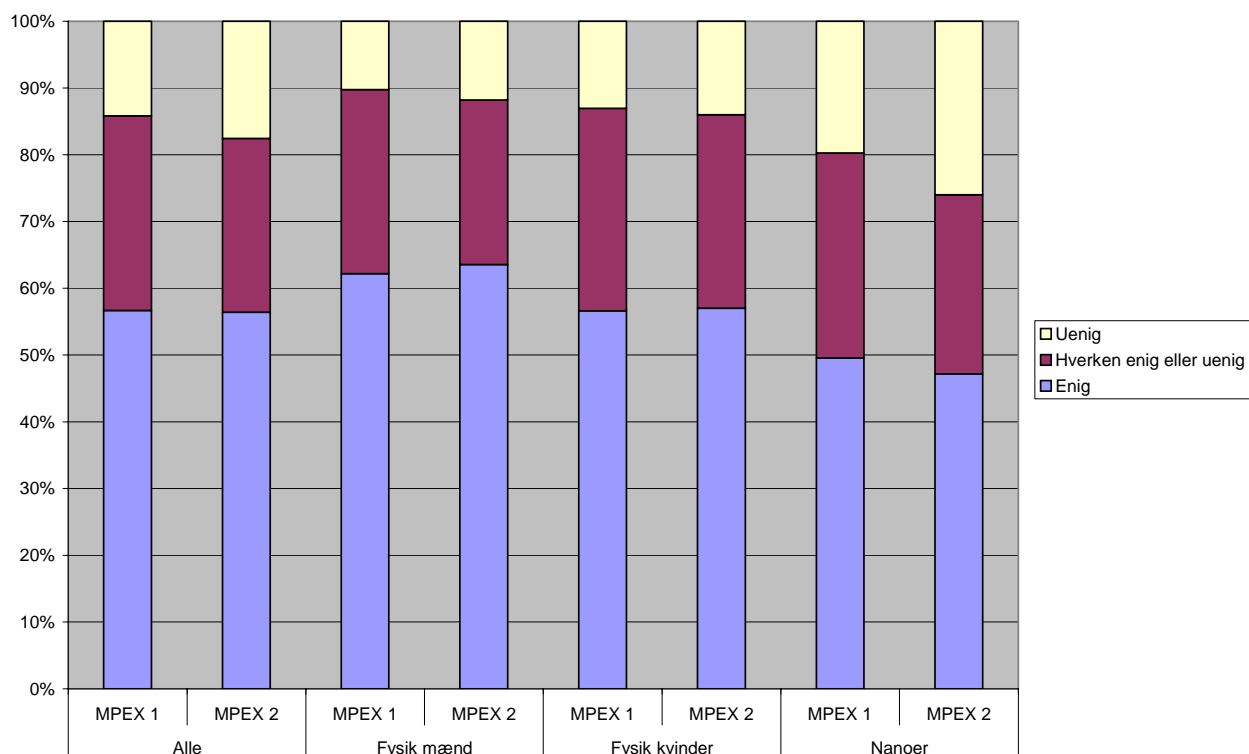
	Fysik mænd	Fysik kvinder	Alle nanoer
Første runde	84/14/2	65/20/15	77/11/11
Anden runde	75/16/9	60/25/15	71/18/11

Figur 33: Resultatet af besvarelse af spørgsmål 20. Tabelforklaring, se figur 6.

**Kommentar:**

Tendens er at omkring 2/3 er enige med eksperterne, en lidt mindre andel af kvinderne end af mændene. Men der er lidt færre enige i anden runde, hvilket er foruroligende. Måske har det noget at gøre med at de studerende har positive forventninger til deres indsats i starten af kurset. Når de studerende bliver interviewet om, hvordan de griber problemløsningen an, fortæller de om flere forskellige tilgange til at løse et fysik problem. De fortæller også om eksempler på at de ikke har kunnet finde ud af, hvordan de skulle løse en opgave. I sådanne tilfælde vælger de at spørge andre om hjælp, diskutere løsningsmulighederne med andre eller få lærerens hjælp i timerne. Alle disse muligheder kan være hensigtsmæssige i en læringsproces om end med forskellige grad af succesfølelse eller følelse af nederlag. Spørgsmålet er udmærket.

**Opsamling**



Figur 34: Samlet resultat for kategorien Relation til matematikken, fordelt på køn og fag.

I de fleste spørgsmål i denne gruppe er de studerende enige med eksperterne. Der er lidt kønsforskel på besvarelsene i flere af spørgsmålene og forskel mellem nanoerne og fysikernes svar. Der er lidt uklarhed i spørgsmål 6 (et af dem vi selv har formuleret). Hvis man tager spørgsmålene som udtryk for om de studerende går efter en mere overfladisk beregningskompetence, eller om de søger efter en dybere forståelse af stoffet kan man sige, at få har svaret på en måde, der kunne spejle at de arbejder overfladisk med stoffet. Til gengæld bliver nogle af spørgsmålene besvaret neutralt, hvilket gør at vi egentlig ikke ved hvad de studerende mener – om de ikke har forstået spørgsmålet eller om det er udtryk for en usikkerhed om hvad det drejer sig om.

### 3.6 Effort – den hensigtsmæssige studie indsats

Spørgsmålene i denne gruppe handler om de studerendes måder at studere på og deres holdninger til hvilken arbejdsindsats, der er hensigtsmæssigt for at forstå stoffet. Der kan ofte være uoverensstemmelse mellem underviserens forestillinger om, hvad de studerende bør gøre for at lære sig stoffet og hvad de studerende vælger – eller måske magter – at gøre.

### 7. Jeg læser teksten grundigt og arbejder mig gennem mange af de eksempler der bliver givet der. (De fleste eksperter er enige i dette udsagn).

	Fysik mænd	Fysik kvinder	Alle nanoer
Første runde	54/35/11	60/25/15	43/45/11
Anden runde	36/46/18	45/40/15	22/56/22

Figur 35: Resultatet af besvarelse af spørgsmål 7. Tabelforklaring, se figur 6.

### Kommentar:

Der er langt færre enige i anden runde i alle tre grupper og flere neutrale. Det kunne tyde på, at de studerende har nogle forestillinger om at gøre deres bedste i starten af kurset, men ikke handler helt på den måde i løbet af kurset. Besvarelsen svarer godt til Evalueringen, hvor rigtig mange studerende svarer at de arbejder lidt for lidt med stoffet. Spørgsmålet er klart.

### 9. Den bedste måde at lære fysik for mig er ved at løse mange problemer frem for at analysere få problemer i dybe detaljer. (De fleste eksperter er uenige i dette udsagn).

	Fysik mænd	Fysik kvinder	Alle nanoer
Første runde	35/39/26	20/60/20	25/39/26
Anden runde	23/46/30	20/20/60	22/53/24

Figur 36: Resultatet af besvarelse af spørgsmål 9. Tabelforklaring, se figur 6.

### Kommentar:

Besvarelsene til dette spørgsmål ligger meget spredt. Spørgsmålet er ikke formuleret præcist nok, baggrunden for spørgsmålet er at finde frem til i hvilken grad de studerende vælger at løse mange opgaver lidt mere overfladisk eller at løse få opgaver i dybe detaljer. Ved interviews i starten af kurset viser det sig, at der er gode argumenter for at være enig i udsagnet, selvom det umiddelbart er det uhensigtsmæssige svar. Interview svar: ”Jeg synes det var en dum en. Hvis man løser flere problemer, er det jo godt, jo mere forstår man, men spørgsmålet kommer til at lyde at man bare vil løse en masse problemer ved at proppe ligninger ind uden at forstå det. Man skal kunne forstå det [...] så kan man lige pludselig se mange forskellige anvendelser af den samme ligning, [...] så begynder man at kunne koble det ene emne til det andet emne. Se sammenhæng, at hvis man bruger de samme ligninger på mange sammenhæng kan man få et meget bredere billede oppe i hovedet” (interview 2).

De studerende argumenterer med, at når man løser mange opgaver får man forståelse gennem at arbejde med variationer over temaet og ved at se mønstre i mangfoldigheden. Samtidig får man en vis rutine, der giver tryghed og sikkerhed. I Evalueringen har vi benyttet os af følgende formulering: ”Jeg lærer mest af at arbejde med få af opgaverne i dybe detaljer frem for at regne dem alle sammen mere overfladisk, så det første vælger jeg næsten altid”. Det er en mere specifik formulering og her er svarene: Fysik mænd: 43/33/25, Fysik kvinder: 29/57/14 og nanoer: 37/42/21. Det giver en lidt større afklaring blandt svarene fra de mandlige fysikere, men ikke fra de kvindelige fysikere. I virkelighedens verden er det en idealiseret forestilling, at man kan regne alle opgaverne i alle detaljer. Det er meget sandsynligt at en del studerende ind imellem benytter en overfladisk læringsstrategi, om alle omstændigheder er der rum for forbedringer. Hvis spørgsmålet bibeholdes, skal man være opmærksom på, at der kan være fornuftige argumenter bag ved ”uhensigtsmæssige” svar.

### 28. Hvis jeg bruger meget tid (en halv time eller mere) på at løse et problem, føler jeg det er spild af tid. Hvis jeg ikke hurtigt finder en løsning er det bedre at spørge én, der ved mere end mig. (Eksperterne er uenige i udsagnet).

	Fysik mænd	Fysik kvinder	Alle nanoer
Første runde	75/18/7	70/10/20	80/14/7
Anden runde	68/18/14	60/30/10	73/16/11

Figur 37: Resultatet af besvarelse af spørgsmål 28. Tabelforklaring, se figur 6.

#### **Kommentar:**

Tendens til at de studerende er uenige i udsagnet. En lidt større andel mandlige fysikere og nanoer vælger at være enige i anden runde, mens en større andel kvindelige fysikere vælger at være neutral. Men hvad er det hensigtsmæssige svar? Man kan ikke sige at det er en dårlig strategi at spørge andre, hvis man går i stå i problemløsningen. Man kan måske diskutere, hvornår i processen man skal bede om hjælp – er en halv times grubleri nok? Kan de mange uenige i udsagnet være et udtryk for at det er en grad tabubelagt at spørge om hjælp, diskutere eller samarbejde om problemløsning? Måske er den afgørende faktor hvordan man har arbejdet den halve time – grublende – eller mere overfladisk.

#### **31. Jeg bruger de fejl jeg laver ved hjemmeopgaverne til at få et hint om, hvad jeg skal arbejde mere med for at forstå stoffet bedre.** (Eksperterne er enige i udsagnet).

	Fysik mænd	Fysik kvinder	Alle nanoer
Første runde	84/9/7	85/10/5	81/16/2
Anden runde	77/13/11	79/16/5	56/33/11

Figur 38: Resultatet af besvarelse af spørgsmål 31. Tabelforklaring, se figur 6.

#### **Kommentar:**

Besvarelserne til dette spørgsmål viser stor enighed med eksperterne, dog lidt dalende i anden runde, nanoernes enighed daler mest. I interviewene var der flere udsagn der tydede på, at de studerende svarede ud fra, hvad de mente man burde gøre, men at de ikke i virkeligheden handlede så systematisk i virkeligheden. Da hjemmeopgaverne skulle godkendes og indgå som en del af evalueringen af de studerende, er det klart at fejl heri blev rettet og genafleveret for at de kunne godkendes. I interviewene fremgik det ligeledes at det er forskelligt hvilken form for feedback de studerende får på deres hjemmeopgaver (både fejlfyldte og gode besvarelser) og i hvilken grad de lærer noget af den feedback.

#### **34. At lære fysik kræver at jeg grundigt gennemtænker, restrukturerer og reorganisere den information jeg får i timerne og/eller i bogen.** (De fleste eksperter er enige i dette udsagn).

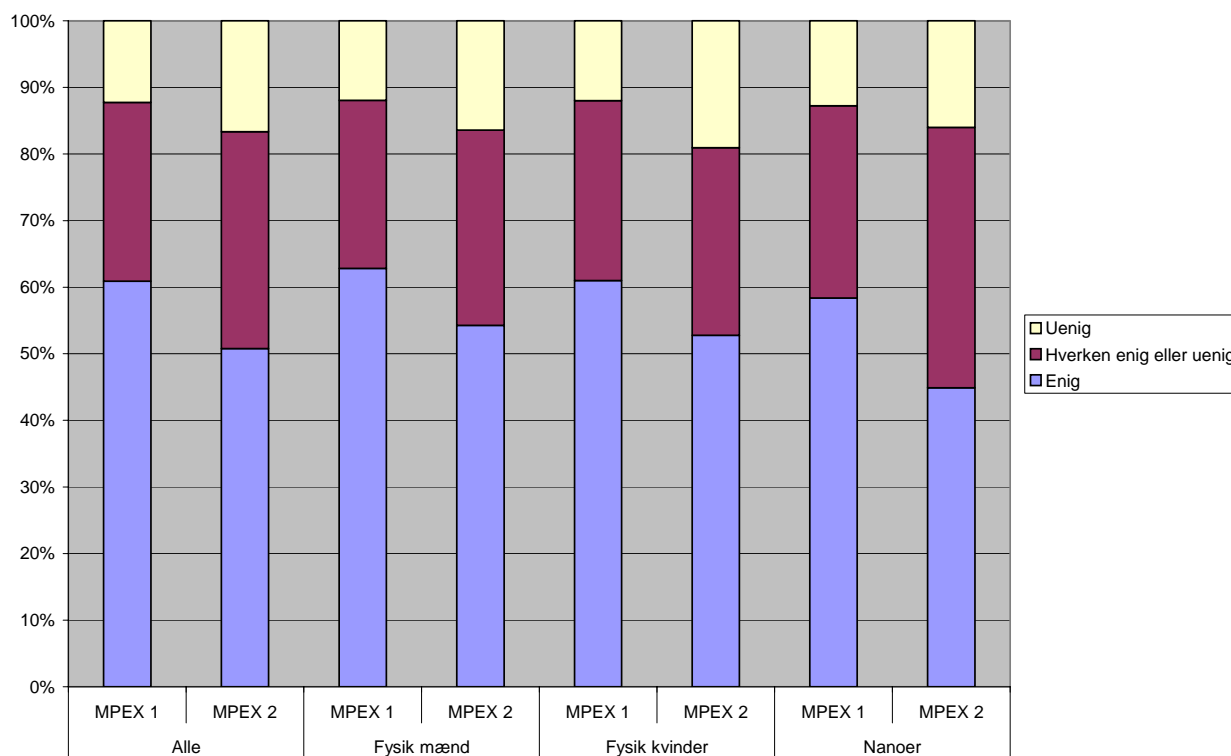
	Fysik mænd	Fysik kvinder	Alle nanoer
Første runde	65/26/9	70/30/0	63/30/7
Anden runde	68/23/9	60/35/5	51/38/11

Figur 39: Resultatet af besvarelse af spørgsmål 34. Tabelforklaring, se figur 6.

### Kommentar:

En stor del af de studerende erklærer sig enige i dette udsagn. Udsagnet lægger lige som det forrige op til enighed. Det bemærkelsesværdige er så måske den næsten tredjedel store gruppe, der svarer neutralt og at lidt færre kvinder er enige i anden runde.

### Opsamling



Figur 40: Samlet resultat for kategorien Effort, fordelt på køn og fag.

Hvad har vi lært af besvarelserne i denne gruppe spørgsmål? Udsagnene tager fat i emnet om studiestrategier på en udmærket måde. Man kunne kritisere nogle af spørgsmålene (7, 28, 31 og 34) for at inviterer til det rette svar (en slags ledende spørgsmål). Der er dog flere tegn på, at de studerende svarer ærligt. I spørgsmål 7 er en større del af de studerende ikke enige med eksperterne. Ud fra andre undersøgelser ved vi, at studerende har en forestilling om at de vil bruge mere tid på forberedelse i starten af semesteret, end det viser sig de i realiteten gør<sup>16</sup>. Den tilbagegang der viser sig i denne undersøgelse kan være udtryk for det samme. Og denne tilbagegang kunne også tyde på at de studerende svarer ærligt. Når mange studerende svarer hensigtsmæssigt på spørgsmålene i denne gruppe, kan man betragte det som udtryk for, at de har en udmærket læringsstil og arbejder efter en dyb indlæringsmetode. Man kunne sætte som mål, at endnu flere kommer til at arbejde på denne måde i fremtiden. Den studiestrategi, de studerende vælger, hænger sammen med de krav og de bliver mødt med, så gennem tilrettelæggelse af undervisningen kan man i nogen grad styrer de studerendes adfærd.

<sup>16</sup> Kammeratlæring på førsteårskursus i mekanik, 2003, <http://www.cnd.ku.dk/side22515.htm>



### 3.7 Gruppearbejde og øvelser

Vi har i denne undersøgelse formuleret nogle spørgsmål om samarbejde de studerende imellem og nogle spørgsmål specifikt om øvelser, da illustrationsøvelserne var nydesignede på dette kursus. Denne gruppe spørgsmål er altså ikke at finde i den oprindelige Maryland undersøgelse<sup>17</sup>. Nanoerne har ikke besvaret spørgsmål om øvelserne, da de ikke har deltaget i denne del af undervisningen. Og de fysikstuderende havde knapt prøvet at ha' øvelsestimer, da de besvarede første runde af undersøgelsen (og deltog i interviews), det vil sige deres besvarelser i første runde har bygget på anden erfaring og forestillinger om, hvordan det ville være.

#### Gruppe- og samarbejde mellem de studerende

**2. Jeg kan bedst li' at arbejde i grupper, når jeg skal løse fysikopgaver.** (Vores bedømmelse er at enighed med udsagnet er det mest hensigtsmæssige svar).

	Fysik mænd	Fysik kvinder	Alle nanoer
Første runde	37/39/25*	58/37/5	39/36/25
Anden runde	50/25/25	65/30/5	58/20/22

Figur 41: Resultatet af besvarelse af spørgsmål 2. Tabelforklaring, se figur 6. \* Tallene i denne tabel angiver i hvor høj grad de studerende er enige i udsagnet.

#### Kommentar:

I alle grupper er en god del flere studerende enige i udsagnet i anden runde. Gruppearbejde er populært blandt en større del af kvinderne end af mændene. Se diskussion nedenfor. Vi får ikke svar på hvorfor de studerende "bedst kan/ikke kan li' at arbejde i grupper" eller hvilket udbytte de får af det.

#### 13. At diskutere med mine medstuderende, hjælper mig til at få en bedre forståelse af fysik.

(Vores bedømmelse er at enighed med udsagnet er det mest hensigtsmæssige svar).

	Fysik mænd	Fysik kvinder	Alle nanoer
Første runde	89/11/0*	85/10/5	86/9/5
Anden runde	91/5/4	100/0/0	82/11/7

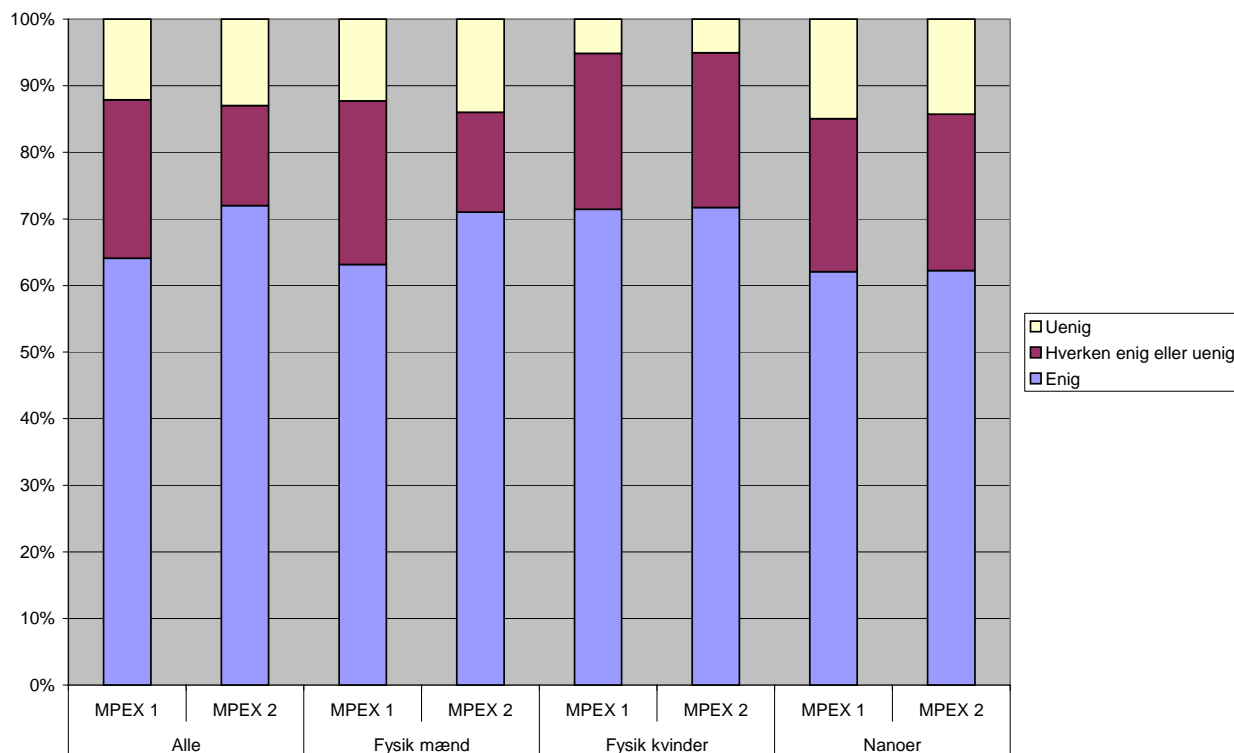
Figur 42: Resultatet af besvarelse af spørgsmål 13. Tabelforklaring, se figur 6. \* Tallene i denne tabel angiver i hvor høj grad de studerende er enige i udsagnet.

#### Kommentar:

Blandt fysikerne er næsten alle enige i udsagnet og der er flere enige i anden runde. Blandt nanoerne er enigheden også høj, men falder en anelse.

<sup>17</sup> Besvarelesscoren for denne gruppe spørgsmål er trukket ud af materialet, når vi har sammentalt samlet score af MPEX undersøgelsen, med henblik på sammenligninger med andre universiteter, der har benyttet undersøgelsen.

## Opsamling



Figur 43: Samlet resultat for kategorien gruppe, fordelt på køn og fag.

Ud fra en konstruktivistisk lærings-teori er det at foretrække at de studerende benytter sig af samarbejde med andre, i deres læringsproces. For de allerfleste øger det forståelsen af stoffet at skulle verbalisere det man skal lære, enten ved at forklare andre hvad man ikke kan eller hvad man kan. Derudover foregår der ofte idéudveksling og der bliver eksperimenteret når man arbejder sammen med andre (hvilket vi har set mange eksempler på ved illustrationsforsøgene).

Spørgsmål 2 er formuleret bredt. Undervisningen er tilrettelagt på en sådan måde, at alle skal arbejde i grupper i timerne med illustrationsforsøg. I regneøvelsetimerne har der ikke været et fast mønster for brug af denne arbejdsform – således har nogle hold benyttet sig af gruppearbejde nogle gange, andre slet ikke. Spørgsmålet kunne også besvares med reference til de studerendes forberedelsesarbejde. Det kan være usikkert hvad de studerende henviser til, når de svarer. At det er godt at arbejde i grupper er ikke ensbetydende med at de studerende kan li' det. Det anbefales at tage stilling til om man ønsker at vide om de studerende godt kan li gruppearbejde eller vide hvorfor de kan li' det eller hvilket udbytte de får af denne arbejdsform.

De 2 spørgsmål supplerer hinanden ganske udmærket. De studerende svarer næsten entydigt på, at forståelsen øges, når der er mulighed for at udveksle synspunkter med andre, men det behøver ikke nødvendigvis at foregår ved gruppearbejde. Det er tankevækkende at hvor det er 50 % af mændene der bedst kan li' at arbejde i grupper, svarer 91 % bekræftende på at diskussion med medstuderende hjælper dem til at forstå fysik bedre. Interviewene bekræfter denne tendens både hvad angår kønsforskelle og holdning til gruppearbejde overfor diskussion /udveksling med andre og herigennem muligheden for at formulere sig om fysikken. Her skelnes også mellem hvilke typer aktiviteter det er mest hensigtsmæssigt at arbejde henholdsvis i grupper og alene. I Evalueringen har vi spurgt om

de studerende arbejdede sammen med andre ved forberedelse til henholdsvis tirsdagsregneøvelserne og hjemmeopgaverne. Besvarelsen er opgjort i (fysik mænd/fysik kvinder/alle nanoer):  
 Tirsdagsregneøvelser: Ja: (11/25/15). Nej: (82/60/76). Nogen gange (7/15/9)  
 Hjemmeopgaver: Ja: (33/62/37). Nej: (50/29/34). Nogen gange (17/10/29)  
 Disse tal bekræfter, at en større del af kvinderne end af mændene søger samarbejde om opgaveløsning, men også at det kommer an på hvilke typer opgaver der skal løses. (Hjemmeopgaverne udgør en del af eksamen). Det tyder på, at det er en god idé at fremme arbejdsformer, der inviterer til eller måske kræver at de studerende diskuterer opgaverne med hinanden. Der findes mange af den slags arbejdsformer, der ikke nødvendigvis behøver at være så tunge og langvarige arbejdsprocesser, som det vi traditionelt forstår ved gruppearbejde.

### Øvelsestimer

**24. Jeg føler mig ofte fortabt i øvelsestimerne, fordi jeg ikke ved, hvordan jeg skal udføre øvelserne.** (Om bedømmelse af svaret se nedenfor).

	Fysik mænd	Fysik kvinder
Første runde	5/23/71*	22/33/44
Anden runde	11/29/61	10/35/55

Figur 44: Resultatet af besvarelse af spørgsmål 24. Tabelforklaring, se figur 6. \* Tallene i denne tabel angiver i hvor høj grad de studerende er enige i udsagnet.

### Kommentar:

Den store forskel på mænds og kvinders besvarelse i første runde, men det bliver noget udlignet i anden runde. Det er bemærkelsesværdigt at flere kvinder er uenige i udsagnet i anden runde. (Se kommentar om kønsforskelle ved laboratorieøvelser nedenfor).

**27. Under øvelserne føler jeg mig inspireret til at eksperimentere.** (Om bedømmelse af svaret se nedenfor).

	Fysik mænd	Fysik kvinder
Første runde	54/32/14	28/56/17
Anden runde	54/30/16	55/25/20

Figur 45: Resultatet af besvarelse af spørgsmål 27. Tabelforklaring, se figur 6. \* Tallene i denne tabel angiver i hvor høj grad de studerende er enige i udsagnet.

### Kommentar:

Lidt over halvdelen er enige i udsagnet. Det er ikke overvældende meget set i forhold til at der var lagt op til i undervisningen at de studerende skulle arbejde selvstændigt og eksperimentere. Der er ikke noget mønster i besvarelserne set i forhold til hvor meget de studerende scorer i FCI testen. At der er så stor forskel på kvinders og mænds besvarelse i første runde bekræfter tidligere undersøgelser af forskelle på mænds og kvinders måder at forholde sig i laboratoriet (f.eks. Katrine

Hasse, se længere fremme). Derfor er det glædeligt at en større del af kvinderne har en mere positiv holdning til at eksperimentere i anden runde. .

**30. Hvis jeg føler mig fortabt i øvelsetimerne, prøver jeg at finde svaret i bogen.** (Om bedømmelse af svaret se nedenfor).

	Fysik mænd	Fysik kvinder
Første runde	61/26/12*	55/45/0
Anden runde	59/30/11	60/30/10

Figur 46: Resultatet af besvarelse af spørgsmål 30. Tabelforklaring, se figur 6. \* Tallene i denne tabel angiver i hvor høj grad de studerende er enige i udsagnet.

**Kommentar:**

Omkring 60 % er enige i dette udsagn også efter erfaring med forsøgene. Da spørgsmålet blev stillet var der en forventning om, at det hensigtsmæssige svar ville være ”uenig”, fordi illustrationsforsøgene var skabt på en måde så man ikke kunne finde det rette svar, til f.eks. opstillingen af forsøget, i bogen. I interviewene fremgår det imidlertid at de studerende ”er i dialog med” lærebogen såvel som egen erfaring, de andres ideer og evt. input fra underviseren når de bakker med at opsætte forsøgene og få noget meningsfyldt ud af dem. Det anbefales at omformulere spørgsmålet for at præcisere hvad det er, vi gerne vil have svar på.

**35. Det er klart for mig hvad jeg skal lære af øvelserne.** (Om bedømmelse af svaret se nedenfor).

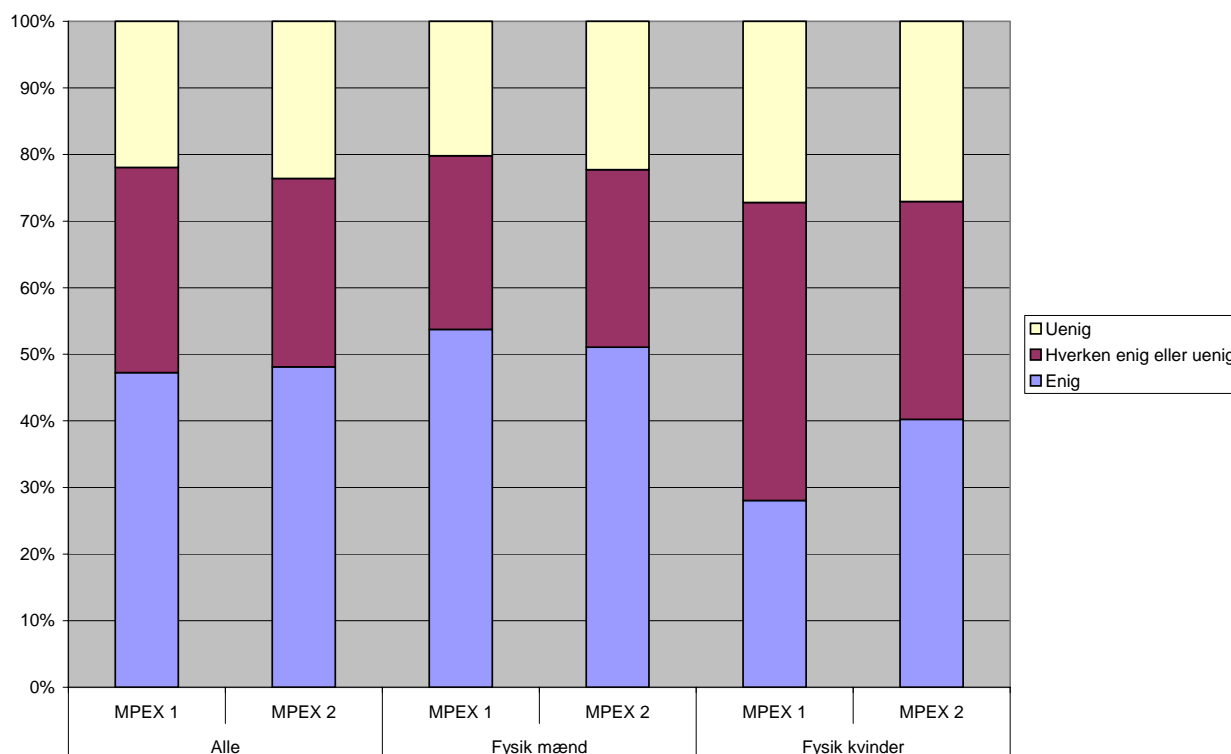
	Fysik mænd	Fysik kvinder
Første runde	77/23/0*	40/45/15
Anden runde	79/17/3	41/41/18

Figur 47: Resultatet af besvarelse af spørgsmål 35. Tabelforklaring, se figur 6. \* Tallene i denne tabel angiver i hvor høj grad de studerende er enige i udsagnet.

**Kommentar:**

Her er stor forskel på kvinders og mænds besvarelser. Der er andre data der peger på, at kvinderne i højere grad føler, der er for lidt struktur ved øvelserne og for lidt instruktion til, hvordan de skal gribe forsøget an. De føler, de derved mister overblikket.

**Opsamling**



Figur 48: Samlet resultat for kategorien øvelser, fordelt på køn og fag

Denne gruppe spørgsmål er formuleret på en måde, hvor vi ret let kan tolke på svarene. Udsagnene er lette at forstå. De kønsforskelle der er, ses også observeret i andre undersøgelser og virker troværdige. I sin afhandling, *Kultur i bevægelse*<sup>18</sup> beskriver antropologen Cathrine Hasse eksempler på hvordan kvinder og mænd griber arbejdet i laboratoriet an. De unge kvinder følger kogebooks instruktionerne nøje og løser opgaverne som foreskrevet, hvor nogle af mændene med udgangspunkt i de foreskrevne øvelser begynder at lege og eksperimentere og stiller åbenlyse spørgsmål som hvad nu hvis... Enden på de beskrevne episoder er, at kvinderne til forskel fra mændene, får lavet øvelserne. Cathrine Hasse foreslår imidlertid at der er en skjult dagsorden tilstede i rummet: underviserne anerkender indirekte mændenes adfærd, hvilket efterlader kvinderne i et usikkert rum, fordi de mærker at anerkendelsen og opmærksomheden fra lærerne er rettet et andet sted hen end mod deres adfærd, skønt de gør som foreskrevet.

Der er lidt uklarhed i brugen af terminologi i denne gruppe spørgsmål. Ved forberedelse af undersøgelsen har vi tænkt at spørgsmålene skulle henvise til illustrationsforsøgene. Men vi har ikke formået at formulere spørgsmålene, så de utvetydigt henviste til denne del af undervisningen. Da der er andre undervisningstilbud, der kaldes noget med øvelser (tirsdagsregneøvelser og fredagsregneøvelser), kan det have været uklart for de studerende hvad de egentlig svarede på. Spørgsmålene er formuleret ud fra nogle forventninger til hvordan undervisningen ville foregå. Illustrationsøvelserne har været udført på 5 hold, med forskellige holdlærere. Disse lærere har haft forskellige måder at gribe undervisningen an på, hvilket kan spille ind på den måde de studerende

<sup>18</sup> Hasse, Cathrine, *Kultur i bevægelse : Fra deltagerobservation til kulturanalyse - i det fysiske rum*, Frederiksberg : Samfundslitteratur, 2002.

har opfattet undervisningstilbuddet. Spørgsmålet skal formuleres mere klart. Det ville være hensigtsmæssigt at kende de studerendes holdnummer, for at kunne se deres besvarelser ift. hvilket undervisningstilbud, de har deltaget i.

**33. Det er muligt at bestå dette kursus uden at forstå særlig meget fysik.** (Eksperterne er uenige i dette udsagn).

	Fysik mænd	Fysik kvinder	Alle nanoer
Første runde	54/26/19	75/10/15	36/36/27
Anden runde	50/20/30	25/25/50	25/20/55

Figur 49: Resultatet af besvarelse af spørgsmål 33. Tabelforklaring, se figur 6.

### Kommentar:

I alle tre grupper er en større andel uenige med eksperterne efter kurset end før kurset og det er tankevækkende at 50 % af kvinderne giver udsagnet opbakning i anden runde. Det viser sig i FCI testen at mange af kvinderne klarer sig dårligt. 11 af de 12 kvinder der er enige i udsagnet i anden runde har scoret under 23 (gennemsnit score) i FCI testen i den ene eller den anden af de 2 runder. Måske er deres holdning udtryk for at de ikke føler de har forstået stoffet godt nok, men ved at de qua godkendte afleveringsopgaver og rapporter har bestået kurset.

I Evalueringen har vi formuleret følgende udsagn: ” Det er ikke nødvendigt at forstå stoffet for at løse hjemmeopgaverne.” Her er svarene (enig/hverken enig eller uenig/uenig): Fysik mænd: (15/29/56), Fysik kvinder: (14/19/57), Alle nanoer: (18/37/44). Der er ikke helt overensstemmelse mellem besvarelserne i de to spørgsmål, specielt blandt de kvindelige fysikere.

Det anbefales at forventningerne til de studerendes indsats bliver gjort mere tydeligt hvilket kunne være en faktor der spiller ind på, i hvilken grad de studerende efterlader kurset med en følelse af at de har lært det, de mente man forventede af dem.

## 4. Forslag til forbedring af de eksisterende spørgsmål

Anvendelsen af MPEX i denne sammenhæng, har været et forsøg på at udvikle et værktøj til at måle de studerendes udbytte af undervisningen. Vi vil på baggrund af vores nuværende erfaringer udarbejde et revideret spørgeskema. Vores erfaringer fra interviewene og fra den samlede besvarelse vil indgå som guidelines i denne revidering.

Det har ikke været lige let at tolke besvarelserne ved en række af spørgsmålene. Det gælder f.eks. de spørgsmål, hvor en stor gruppe har besvaret ”hverken enig eller uenig” eller hvor ca. 1/3 af de studerende har svaret henholdsvis enig/uenig eller neutralt. MPEX har været suppleret af interviews med enkelte studerende. Disse interviews har haft til formål at få en uddybende forklaring på de studerendes besvarelse. Af disse interviews fremgår det, at det er muligt at have en fornuftig ”eksperteragtig” holdning og dog svare neutralt eller uenig med eksperterne.

At en stor gruppe besvarer neutralt diskvalificerer ikke nødvendigvis spørgsmålet. Men det anbefales også i fremtiden at lave en række interviews med enkelt studerende, for at få eksempler på hvilke overvejelser de studerende har gjort sig i da de valgte deres svar.

I interviewene har det vist sig at nogle af spørgsmålene har været svære at forstå. Det anbefales at disse spørgsmål gøres mere klare, for at imødekomme tvetydigheder. Det kan dog ikke undgås at nogle af spørgsmålene er lange, som ”Viden i fysik består af mange små bidder information som hver især mest anvendes til en bestemt situation” og at man risikerer at de studerende svarer på den del af udsagnet, der springer dem mest i øjnene.

En del af spørgsmålene inviterer til det rette svar: ”Jeg læser teksten grundigt og arbejder mig igennem mange af de eksempler der bliver givet der”, hvem vil ikke vær enig i det udsagn? I undersøgelsen har det vist sig at der var forskellige svar på netop dette spørgsmål. Vi skal ikke være så bange for at nogle studerende søger at svare hvad de tror, er rigtigt: det viser sig at nogle andre søger at svare ærligt! Det er vigtigt at fastholde at der er spørgsmål, der rummer nogenlunde det samme indhold, for at kunne krydstjekke svarene.

I et følgende er spørgsmålene samlet med kommentarer om spørgsmålets anvendelighed. Hvis materialet skal være internationalt sammenligneligt, må spørgeskemaet ikke forandre sig for meget. Det vil imidlertid være en god idé at tilføje et par spørgsmål for at dække nogle af emnerne bedre. Spørgeskemaet kunne derudover have glæde af en kritisk gennemgang med et punkt for øje for øje: en mere ligelig fordeling af negativt ladede og positivt ladede udsagn.

### 1:”Independence”

3	<b>At løse fysikopgaver kræver intuition og kreativitet.</b> Skelnen mellem kreativitet og intuition skal evt. gøres klart. Spørgsmålet skal evt. formuleres negativt.
8	<b>I dette kursus regner jeg ikke med at forstå ligningerne på en intuitiv måde.</b> <b>De skal bare tages for givet.</b> Spørgsmålet er ok.
14	<b>At lære fysik er et spørgsmål om at kunne huske de love, principper og</b>

	<b>ligninger der fremlægges i timerne eller i tekstbogen.</b> Spørgsmålet er ikke klart nok formuleret, og ville have glæde af at blive gjort skarpere.
17	<b>Kun få meget begavede mennesker er i stand til virkelig at forstå fysikken.</b> Spørgsmålet bør udgå
nye	<b>Tilføjelser:</b> Der burde tilføjes to spørgsmål, der kunne afspejle om de studerende er konstruktive i deres læringstilgang eller om de forholder sig mere ukritisk gentager af det lærerdistribuerede stof.

## 2: "Coherence"

12	<b>Viden i fysik består af mange små bidder af information som hver især mest anvendes til en bestemt situation.</b> Umiddelbart et godt spørgsmål og ikke svært at forstå.
15	<b>Hvis resultatet af mine beregninger når jeg løser et fysisk problem viser sig at adskille sig betydeligt fra det jeg forestillede mig, vælger jeg at stole på beregningerne</b> Spørgsmålet er ok
16	<b>Udledningen eller bevisførelsen for ligninger i undervisningen eller i tekstbogen har ikke meget at gøre med de færdigheder til problemløsning som jeg skal opnå i dette kursus.</b> Spørgsmålet er ok
19	<b>Et betydeligt problem i dette kursus er at blive i stand til at huske al den information jeg behøver at vide</b> Spørgsmålet er ok.
21	<b>Hvis jeg finder frem til to forskellige mulige løsninger på et problem og de giver forskelligt svar, er jeg ikke bekymret: jeg vælger bare den løsning der virker mest fornuftig.</b> Spørgsmålet er ok

## 3: "Concepts"

4	<b>Problemløsning i fysik betyder grundlæggende at matche problemer med facts eller ligninger og så indsætte værdier for få et resultat.</b> Mange neutrale svar, lidt tricky formulering, men spørgsmålets indhold er ok.
23	<b>At forstå fysik betyder grundlæggende at være i stand til at genkalde mig noget jeg har læst eller er blevet vist</b> Mange neutrale svar. Formuleringen er ikke helt klart.
26	<b>Når jeg løser afleverings- eller hjemmeopgaver tænker jeg eksplicit på de begreber der ligger bagved problemerne</b> Spørgsmålet er ok, dog havde nogle problemer med at forstå "eksplicit".
29	<b>Det sværeste ved at løse et fysisk problem er at finde den rette ligning der skal bruges</b> Hvis spørgsmålet vil skille dem ud, der går direkte til formelsamlingen for at finde en løsning på et fysik problem, er spørgsmålet ikke skarpt nok formuleret.
32	<b>For at kunne bruge en ligning i en problemløsning (specielt i et problem jeg ikke har set før) har jeg behov for at vide mere end hvad hver enkel</b>



	<b>komponent i ligningen repræsenterer.</b> Spørgsmålet er rimelig klart og let at svare på.
--	---

#### 4: "Reality Link"

5	<b>At lære fysik får mig til at ændre nogle af mine opfattelser af hvordan den fysiske verden fungerer.</b> Spørgsmålet er ok.
10	<b>Fysiske love har ikke meget at gøre med det jeg oplever i den virkelige verden.</b> Spørgsmålet er ok.
18	<b>Jeg kan nogle gange bedre forstå fysik ved at forsøge at bruge mine egne erfaringer i relation til det emne der bliver behandlet.</b> Spørgsmålet er ok.
22	<b>Selvom fysikken er relateret til den virkelige verden og det nogen gange hjælper at tænke på den sammenhæng, er det sjældent relevant for det jeg skal arbejde med i dette kursus.</b> Spørgsmålet er svært at overskue, bør formuleres om.
25	<b>At lære fysik hjælper mig til at forstå situationer i mit hverdagsliv.</b> Spørgsmålet er ok.

#### 5: "Math link"

1	<b>Jeg bruger meget tid på at regne ud og forstå den fysiske betydning af i det mindste nogle af de matematiske udledninger eller beviser der fremføres i bogen eller i undervisningen.</b> Spørgsmålet er ok.
6	<b>Det svære ved fysikken er at oversætte til matematikken.</b> Spørgsmålet er ikke præcist nok og bør omformuleres eller udelades.
8	<b>I dette kursus regner jeg ikke med at forstå ligningerne på en intuitiv måde. De skal bare tages for givet.</b> Spørgsmålet er ok
16	<b>Udledningen eller bevisførelsen for ligninger i undervisningen eller i tekstbogen har ikke meget at gøre med de færdigheder til problemløsning som jeg skal opnå i dette kursus.</b> Spørgsmålet er ok
20	<b>Hvis jeg ikke kan finde en bestemt ligning der skal bruges til at løse en bestemt opgave, er der ikke meget jeg kan gøre.</b> Spørgsmålet er ok

#### 6: "Effort"

7	<b>Jeg læser teksten grundigt og arbejder mig gennem mange af de eksempler der bliver givet der.</b> Spørgsmålet er ok
9	<b>Den bedste måde at lære fysik for mig er ved at løse mange problemer frem for at analysere få problemer i dybe detaljer.</b>

	Hvis spørgsmålet bibeholdes skal man være opmærksom på, at der kan være fornuftige argumenter bag ved ”uhensigtsmæssige” svar.
28	<b>Hvis jeg bruger meget tid (en halv time eller mere) på at løse et problem, føler jeg det er spild af tid. Hvis jeg ikke hurtigt finder en løsning er det bedre at spørge een der ved mere end mig.</b> Spørgsmålet indeholder flere pointer.
31	<b>Jeg bruger de fejl jeg laver ved hjemmeopgaverne til at få et hint om hvad jeg skal arbejde mere med for at forstå stoffet bedre.</b> Spørgsmålet er ok.
34.	<b>At lære fysik kræver at jeg grundigt gennemtænker, restrukturerer og reorganisere den information jeg får i timerne og/eller i bogen.</b> Spørgsmålet er ok

### Udenfor kategori

33	<b>Det er muligt at bestå dette kursus uden at forstå særlig meget fysik.</b> Spørgsmålet er udmærket.
----	---

### Spørgsmål til øvelser

40	<b>Under øvelserne føler jeg mig inspireret til at eksperimentere.</b>
41	<b>Det er klart for mig hvad jeg skal lære af øvelserne.</b>
42	<b>Jeg føler mig ofte fortabt i øvelsestimerne fordi jeg ikke ved hvordan jeg skal udføre øvelserne.</b>
43	<b>Hvis jeg føler mig fortabt i øvelsestimerne prøver jeg at finde svaret i tekstbogen.</b> Det anbefales at omformulere spørgsmålet for at præcisere hvad det er, vi gerne vil have svar på.
	<b>GENERELT:</b> Det er uhensigtsmæssigt at bruge ordet øvelser, hvis man mener illustrationsforsøg, da der er flere elementer i undervisningen der hedder noget med øvelser.

### Spørgsmål til en sociale dimension

44	<b>Jeg kan bedst li´ at arbejde i grupper når jeg skal løse fysikopgaver.</b> Det anbefales at tage stilling til om man ønsker at vide om de studerende ”godt kan li´ gruppearbejde eller vide ”hvorfor de kan li´ det” eller hvilket udbytte de får af denne arbejdsform.
45	<b>At diskutere med mine medstuderende hjælper mig til at få en bedre forståelse af fysik.</b> Spørgsmålet er ok.

## 5. Samlet konklusion

Denne rapport har kredset om værktøj til at give information om de studerende og undervisningen med henblik på at udvikle undervisningen hensigtsmæssigt. I forbindelse med opsamling af erfaringer med et nyt fysikkursus tilpasset naturfagernes nye blokstruktur, har Center for Naturfagernes Didaktik arbejdet med en undersøgelsesmetode udviklet på University of Maryland, den såkaldte Maryland Physics Expectation (MPEX) survey. Testen fokuserer på de studerendes forestillinger om fysik og det at lære fysik. Vi har tilpasset materialet vores lokale forhold og afprøvet undersøgelsen i starten og slutningen kurset (i anden og sidste uge af en ni ugers blok). MPEX-scoren er et udtryk for i hvilken grad de studerende svarer hensigtsmæssigt på spørgsmålene, hvor det hensigtsmæssige svar er så tæt som muligt på de svar en gruppe erfarne fysikere og undervisere har svaret (se første kapitel). Den aktuelle gruppe studerende har i samme periode gennemført Force Concept Inventory testen (FCI), der fokuserer på forståelse af basale begreber indenfor newtonsk fysik. FCI scoren er et udtryk for hvor mange gange de studerende har svaret rigtigt blandt "multiple choices". I denne rapport har vi blandt andet kigget på hvordan de studerende har svaret i MPEX og sammenlignet deres svar med resultaterne af FCI.

MPEX undersøgelsen er i det aktuelle tilfælde blevet suppleret med interviews med enkelt studerende og grupper af studerende, og derudover har konsulenter fra CND fulgt og observeret undervisningen. Vi sidder derfor med et stort datamateriale af forskellig karakter, der samlet tegner billeder af undervisningens konsekvenser og af de studerende. Dette materiale sammenlignes og suppleres løbende af viden fra andre undersøgelser i ind og udland.

### Sammenligning mellem de to undersøgelser

Det er nogle sammenhæng mellem resultaterne af de to undersøgelser. Vi bliver bekræftet i vor viden om, at en lille gruppe af de studerende har godt styr på stoffet og har en stor begrebsforståelse. De er tændte på fysik og virker målrettede. Der er også en mindre gruppe der ikke klarer sig særlig godt i FCI testen, som knokler hårdt for at hænge med, og som har mange spørgsmål til hele projektet om at lære fysik. I mellem er der en stor gruppe, der klarer sig nogenlunde, har progression i FCI testen og som godt selv er klar over, at de nok burde arbejde lidt mere med stoffet. Det er ikke sikkert de alle har ordentlig forståelse for begreberne, styr på matematikken eller overblik over stoffet. De svarer lidt i øst og lidt i vest. Endelig ser vi i begge undersøgelser at der er forskel på kvinder og mænds resultater: Der er en større andel af kvinderne der klarer sig dårligt i FCI, og færre af kvinderne er enige med eksperterne. Til gengæld klarer stort set alle kvinder (og også de fleste mænd) sig bedre i anden FCI test, dvs. de forbedrer sig fagligt.

I MPEX undersøgelsen får vi få nogle andre typer svar end vi får fra FCI. FCI viser i hvilken grad de studerende har forstået og kan anvende de newtonske begreber. MPEX fokuserer på holdninger til fysik: Der spørges til relationen mellem fysik og matematik, fysik og virkeligheden, til fysikvidens sammenhæng og til studiestrategier m.v. MPEX undersøgelsen giver nogle resultater der ikke er lige så lette at tillægge betydning som FCI testen, idet der er tale om holdninger og fortolkninger både mellem undersøgelsens udsagn og de studerende og mellem de studerendes besvarelserne og vores analyser. MPEX har stor glæde af at blive suppleret af FCI.

### Hvad gør vi ved den række af spørgsmål, der giver mange neutrale svar?

At de studerende ikke erklærer sig entydigt enige eller uenige med eksperterne giver information. De studerende, der lige er startet på deres første uddannelse er i gang med en læringsproces, der både handler om deres fag og om det at studere. Der kan opstå tvivl og desorientering om begge

dele, og det kan de neutrale svar være udtryk for. De neutrale svar kan være et hint om i hvilke områder de studerende har brug for at få ekstra guidelines eller støtte i processen til at opnå bedre forståelse af stoffet samt en bedre læringsstil: det kunne f.eks. være at træne dem i at få mere overblik og se sammenhæng i fysikken.

### **Får vi noget at vide om hvordan de rykker sig og hvorfor de rykker sig?**

Vi ser af de to MPEX undersøgelser af de studerende forandrer holdninger i løbet af kurset. Umiddelbart er gennemsnit scoren dårligere i anden runde. De studerende svarer mindre hensigtsmæssigt i flere emneområder, f.eks. i emnet om deres studieindsats. Det kunne skyldes at de har en positiv forventning om deres arbejdsindsats i starten af kurset, som de må revidere i slutningen. Andre undersøgelser ser samme resultat. Men også i emner om fysik videns karakter og indre sammenhæng, svarer de studerende generelt dårligere i anden runde. Man kan konkludere at de fleste studerende kan blive bedre til at få overblik over fysikken og til at opbygge intuition og erfaring, der giver dem mere sikkerhed og tryghed ved egne dømmekraft.

Der er en række af spørgsmålene der undersøger de studerendes studievaner. Her fra får vi en fornemmelse af hvordan de studerende arbejder med stoffet og hvad de mener om de valgte arbejdsmåder. Det giver indblik i hvor selvstændige de studerende arbejder med deres læringsproces. Man kunne tolke nogle af de studerendes svar som at de har en god dyb læringsstrategi og nogle af svarene kunne give det modsatte billede. Der er ingen tvivl om, at de studerende har arbejdet jævnt fordelt over alle kursusugerne i denne blok i kraft af at de ugentlige afleveringsopgaver har talt som eksamen. Normalt ses for en del studerende næsten udelukkende en intensiv arbejdsindsats lige op til eksamen. MPEX giver et billede af, at det ville være ønskværdigt at flere bliver ledt i retningen af en mere selvstændig læringsstrategi. De studerendes studievaner afspejler til dels de krav og fordringer de møder i undervisningen. Det er muligt til en vis grad at styre de studerendes arbejde gennem tilrettelæggelse af undervisningen.

### **Kan vi forandre vores handlinger på baggrund af den viden vi får fra testen?**

Undersøgelsen er et udmærket pejlingsværktøj til at fornemme hvor de studerende har det svært og hvor mange af dem, der famler. I den sammenhæng viser MPEX nogle andre og flere ting end FCI. Vi får desuden billede af eventuelle kønsforskelle i forhold til de behandlede emner. Men undersøgelsen viser som sådan ingen løsninger. Men på den måde undersøgelsen er opbygget, hvor vi foretrækker visse holdninger frem for nogle andre, der siger indirekte noget om hvilke værdier vi ønsker. (Eksperternes måde at agere på).

### **Flere og dybere detaljer fra materialet**

Til denne undersøgelse var afsat 3 måneders arbejdstid plus sparring fra fast medarbejder. Der var tale om et udviklingsarbejde, så en del af den metode vi har fundet frem til, skal der ikke bruges tid på at genskabe. Det tager tid at indføre data i regneark og hente resultaterne ud af regnearket afhængig af hvilken detaljeringsgrad man ønsker sig. Man kunne gå mere i dybden med analyse af besvarelserne – se sammenhæng i enkelte personers besvarelse af en række spørgsmål, eller se mønstre i grupperes besvarelser i den udstrækning man har tid og ressourcer til det. F.eks. kan vi se efter mønstre blandt den gruppe af studerende, der ikke score højt i FCI og svarer lidt i øst og lidt i vest. Man kunne gå den anden vej rundt, vælge 5-10 af dem der klarer sig godt i FCI og se hvordan de svarer på udvalgte spørgsmål. På den måde indeholder MPEX værktøjet meget data. I denne undersøgelse har der været sat tid af til interviews. Det anbefales at forsætte med at supplere undersøgelsen med disse mere kvalitative data, selvom det er tidskrævende.

### **Forbedring af spørgeskemaet**

Som det fremgår forrige kapitel vil det være hensigtsmæssigt at rette enkelte af spørgsmålene til, så de fremstår utvetydige for de studerende. Der skal suppleres med nogle spørgsmål, så emner dækkes bedre ind og enkelte spørgsmål skal udelades. Forandringer i spørgeskemaet skal ses i forhold til i hvilken udstrækning man ønsker at kunne sammenligne materialet med tilsvarende internationale undersøgelser.

### **Supplerende interviews**

Denne undersøgelsesmetode fokuserer på opfattelser. Opfattelser er ofte forskellige fra handlinger. For at pejle sig ind på hvordan de studerende opfatter spørgsmålene er det vigtigt at supplere med interviews. I første omgang kan der være forskel på amerikanske og danske studerendes opfattelser qua forskellige skoletraditioner. Temaet om at huske stof udenad, er eksempelvis præget af hvilken form for eksamen de studerende bliver tilbudt – skal de huske udenad eller må de medbringe hjælpemidler. Det er gennem interviews at vi har fundet ud af, at der kan gemme sig fornuftig argumentation bag et neutralt svar, og at der kan være samme holdning bag 3 forskellige svar. Det er vigtigt også fremover at supplere MPEX med interviews, for at få uddybet hvordan de studerende opfatter spørgsmålene og hvilken begrundelse de har for at svare som de gør.

## Litteraturhenvisninger

Andersen, Anja C., Mette Machholm og Lisbeth Fogh Olsen 2003: *Kammeratlæring på førsteårskursus i mekanik*, CND-KU skriftserie 2003-06, <http://www.cnd.ku.dk/side22515.htm>

Hasse, Cathrine 2002: *Kultur i bevægelse: Fra deltagerobservation til kulturanalyse - i det fysiske rum*, Frederiksberg : Samfundslitteratur.

Jakobsen, Arne, Camilla Rump, Torkil Clemmensen og Michael May 1998: *'Kvalitetsudviklingsprojektet "Faglig Sammenhæng". Hovedrapport' - No.1, 1*, [http://www.llab.dtu.dk/publications/index\\_d.htm](http://www.llab.dtu.dk/publications/index_d.htm)

Redish, Edward F. et al.1997: *Student Expectations in Introductory Physics: Part 1-3*, (<http://www.physics.umd.edu/perg/papers/redish/expectations/expectations1.htm>)

Ulriksen, Lars 2003: *Hvad skal de studerende lære i et fysikstudium – et lærer perspektiv*, i *Studieforløbsundersøgelser i naturvidenskab - en antologi*, CND-KU skriftserie 2003-05, <http://www.cnd.ku.dk/side22515.htm>

Wackerhausen, Steen: *Mesterlære - eksperter og intuition, Interview med Hubert og Stuart Dreyfus*, <http://www.psy.au.dk/ckm/newsletter/nb16/16-dreyfuss.htm>.

Deep and Surface Approaches to Learning, (<http://www.ltsneng.ac.uk/er/theory/learning.asp>)

## Bilag 1: Deltagere

Vi (og andre) har lavet flere undersøgelser i forbindelse med Fysik 1, blok i, efterår 2004. I denne rapport er det hovedsagligt én af undersøgelserne, der bliver behandlet, nemlig MPEX undersøgelsen. Vi har et par steder inddraget materiale fra nogle af de andre undersøgelser, for at vurdere datasættene op mod hinanden.

### Undersøgelserne er følgende:

**MPEX-undersøgelsen** (se afsnit 1) i vores tilpassede udgave. Spørgeskemaet er udleveret 2 gange i 2. og 9. blokuge. Begge gange fik vi et kvarters tid til en forelæsning. I første runde sad der både fysikstuderende og nanostuderende til forelæsningen, og i anden runde har vi besøgt en forelæsning for fysikstuderende og en anden forelæsning for nanostuderende.

**Evalueringen:** Et sæt af spørgsmål, der evaluerede kursusforløbet. De nanostuderende fik et evalueringsskema, der var tilpasset deres undervisningsforløb og derved en anelse anderledes end de fysikstuderendes spørgeskema.

**FCI-testen:** Opgavesættet "Nogle opgaver om fart og kraft" er oversat af Center for naturfagernes Didaktik, Århus Universitet, fra original-versionen "Force Concept Inventory".

### Hvor mange deltog i undersøgelserne?

#### Figur XX: Antal svarpersoner

Undersøgelse/runde	Fysik mænd	Fysik kvinder	Alle nanoer(nanokvinder)
MPEX 1. runde	83	25	53(10)
MPEX 2. runde (korrigeret)	56*	20*	44(6)
Evalueringen	62	23	44(6)
FCI 1. test **	78	24	50(10)
FCI 2. test **	54	20	ikke deltaget
Deltaget i 2 runder af MPEX og FCI's 1. el. 2. runde	53	20	37
Deltaget i 2 runder af MPEX og FCI's 1. runde	48	20	37

\* Korrektionen: Her er medtaget personer der både har svaret 1. og 2. runde. Tallet afviger fra Evalueringen selvom de to undersøgelser foregik på samme tid, fordi de der kun svarede i 2. runde af MPEX ikke er talt med her, men er talt med i Evalueringen.

\*\* Udført og sammentalt af Peter Ditlevsens og hans personale. Beregning og tolkning af resultaterne i denne rapport står for vores regning.

## Bilag 2: Plan over fysik kurset

**Lektionsplanen (Efterår 2004 NAT)**

**(B-skema) Fysik 1 - Klassisk mekanik 1**

[Kilde: <http://sis.ku.dk/lp/VisKursus.asp?Knr=52938&Sprog=DK&InFrame=0>]

**Udgave:** Lektionsplanen Efterår 2004 NAT

**Kursusnavn:** (B-skema) Fysik 1 - Klassisk mekanik 1

**ECTS-points:** 7,5

**Placering i blokstruktur:** 1. blok

**Skemagrube:** B

**Semester:** Efterår

**Varighed:** 9 uger

**Institutter:** NBI

**Kontaktpersoner:**

Peter Ditlevsen, mail: [pditlev@gfy.ku.dk](mailto:pditlev@gfy.ku.dk)

Mogens Dam, mail: [dam@nbi.dk](mailto:dam@nbi.dk)

**Andre undervisere:**

Gudrun Hagemann, Hans Bøggild, Ian Bearden, Bo Vinther, Kristoffer Hauskov Andersen.

**Skemaoplysninger:**

Forelæsning 1: Tirsdag fra 10:00 til 12:00 i Auditorium 1

Forelæsning 2: Fredag fra 10:00 til 12:00 i Auditorium 3

Stjerneforelæsning: Fredag fra 12:00 til 13:00 i Auditorium 1 (denne forelæsning er et tilbud til de studerende, hvor der kommer andre forelæsere og fortæller om et spændende emne. Det er således ikke obligatorisk undervisning.)

Laboratorieøvelser 1: Onsdag fra 8:00 til 11:00 i Laboratorie til fysik 1 på NBI

Laboratorieøvelser 2: Tirsdag fra 13:00 til 16:00 i Laboratorie til fysik 1 på NBI

Laboratorieøvelser 3: Onsdag fra 11:00 til 14:00 i Laboratorie til fysik 1 på NBI

Laboratorieøvelser 4: Onsdag fra 14:00 til 17:00 i Laboratorie til fysik 1 på NBI

Laboratorieøvelser 5: Torsdag fra 09:00 til 12:00 i Laboratorie til fysik 1 på NBI

Regneøvelser 1a: Tirsdag fra 8:00 til 10:00 i A101

Regneøvelser 1b: Fredag fra 8:00 til 10:00 i A101

Regneøvelser 2a: Tirsdag fra 8:00 til 10:00 i A106

Regneøvelser 2b: Fredag fra 8:00 til 10:00 i A106

Regneøvelser 3a: Tirsdag fra 8:00 til 10:00 i A109

Regneøvelser 3b: Fredag fra 8:00 til 10:00 i A109

Regneøvelser 4a: Tirsdag fra 8:00 til 10:00 i A110

Regneøvelser 4b: Fredag fra 8:00 til 10:00 i A110

Regneøvelser 5a: Tirsdag fra 8:00 til 10:00 i N004

Regneøvelser 5b: Fredag fra 8:00 til 10:00 i A102

Regneøvelser nano hold 1: Tirsdag fra 13:00 til 16:00 i A106

Regneøvelser nano hold 2: Torsdag fra 9:00 til 12:00 i A101

Regneøvelser nano hold 3: Tirsdag fra 13:00 til 16:00 i A105

**Undervisningsperiode:**

Undervisningen starter i uge 36 og slutter i uge 45 (Efterårsferie i uge 42).

**Undervisningsform:**

Forelæsninger, demonstrationsforsøg, regneøvelser og laboratorieøvelser. Der vil være et kort



'hands-on' introkursus til universitetets IT system, brug af linux og lignende.

**Formål:**

Ved forelæsninger, demonstrationsforsøg, regneøvelser og laboratorieøvelser fås fortrolighed med centrale begreber som vektorbeskrivelse, harmoniske svingninger, massemidtpointssætningen, rotation og impulsmomentsætningen.

**KompetenceBeskrivelse:**

Kendskab til IT og laboratoriesikkerhed. Ved laboratoriearbejdet og i forelæsninger opnås forståelse for fysiske eksperimenter, måleteknikker, databehandling og statistik.

**Indhold:**

I Fysik 1 beskrives den klassiske mekanik og tyngdeloven, Newtons bevægelseslove behandles og anvendes. Elementære begreber som masse, kraft, energi, impuls, inerti- og impulsmoment vil blive introduceret. Der vil blive lagt vægt på løsning af problemer til forståelse af hverdagsfænomener. Sideløbende diskuteres fysikkens historiske udvikling og den naturvidenskabelige metode.

**Lærebøger:**

Mansfield & O'Sullivan: 'Understanding Physics', Wiley/Praxis.

**Tilmelding:**

Sker automatisk for nye studerende, som er optaget på de fysiske fag.

For nuværende studerende er der tilmelding på selvbetjeningen i uge 33. Fordelingen på de enkelte hold foregår på kursushjemmesiden.

**Faglige forudsætninger:**

Matematik på A-niveau og fysik på B-niveau.

**Eksamensform:**

Der er løbende evaluering og de studerende skal have godkendt følgende: 7 hjemmeopgaver ud af 8 mulige – den sidste SKAL afleveres og 8 illustrationsforsøg ud af 9 mulige. Bedømmes bestået/ikke bestået med intern censur.

**Eksamen:** Løbende evaluering.

Reeksamen: 4 timers skriftlig prøve den 3. februar 2005.

**Kursushjemmeside:** <http://isis.ku.dk/kurser/index.aspx?kursusid=20899&xslt=default>

Kursushjemmesiden administreres af: Se liste

**Bemærkninger:**

Laboratoriehold 2 og 5 skal i MatIntro følge skemagrupper C.

Laboratoriehold 1, 3 og 4 skal i MatIntro følge skemagrupper A.

**Sidst redigeret:** 8/11-2004

## Bilag 3: Spørgeskemaet

[for at spare plads i dette dokument har vi ikke fastholdt spørgeskemaets layout]

### Spørgsmål til fysik på 1. år

Navn:	Mand eller Kvinde
Studieretning:	Fødselsdato:

Anonymitet: Alle besvarelser bliver behandlet fortroligt.

Om undersøgelsen: Med dette spørgeskema vil vi undersøge jeres opfattelse af hvad fysik er for et fag, og hvordan man lærer det. Vi bad jer udfylde skemaet i starten af blokken og beder jer om at udfylde det nu, for at vi kan se, om I har ændret jeres holdninger efter denne bloks undervisning. Spørgeskemaet er lavet med udgangspunkt i et tilsvarende spørgeskema, der er lavet på University of Maryland, og er brugt på adskillige amerikanske universiteter.

	Instruktion: Kryds af hvor enig du er i nedenstående udsagn. Udfyld spørgeskemaet så godt du formår.	1=meget enig	2=enig	3=hverken enig eller uenig	4=uenig	5=meget uenig
1	Jeg bruger meget tid på at regne ud og forstå den fysiske betydning af i det mindste nogle af de matematiske udledninger eller beviser der fremføres i bogen eller i undervisningen.					
2	Jeg kan bedst li' at arbejde i grupper når jeg skal løse fysikopgaver.					
3	At løse fysikopgaver kræver intuition og kreativitet.					
4	Problemløsning i fysik betyder grundlæggende at matche problemer med facts eller ligninger og så indsætte værdier for at få et resultat.					
5	At lære fysik får mig til at ændre nogle af mine opfattelser af hvordan den fysiske verden fungerer.					
6	Det svære ved fysikken er at oversætte til matematikken.					
7	Jeg læser teksten grundigt og arbejder mig gennem mange af de eksempler der bliver givet der.					
8	I dette kursus regner jeg ikke med at forstå ligningerne på en intuitiv måde. De skal bare tages for givet.					
9	Den bedste måde at lære fysik for mig er ved at løse mange problemer frem for at analysere få problemer i dybe detaljer.					
10	Fysiske love har ikke meget at gøre med det, jeg oplever i den virkelige verden.					
12	Viden i fysik består af mange små bidder af information som hver især mest anvendes til en bestemt situation.					
13	At diskutere med mine medstuderende hjælper mig til at få en bedre forståelse af fysik.					
14	At lære fysik er et spørgsmål om at kunne huske de love, principper og ligninger der fremlægges i timerne eller i bogen.					
15	Hvis resultatet af mine beregninger, når jeg løser et fysisk problem, viser sig at adskille sig betydeligt fra det jeg forestillede mig, vælger jeg at stole på beregningerne.					
16	Udledningen eller bevisførelsen for ligninger i timerne eller i bogen har ikke meget at gøre med de færdigheder til problemløsning som jeg skal opnå i dette kursus.					

17	Kun få meget begavede mennesker er i stand til virkelig at forstå fysikken.					
18	Jeg kan nogle gange bedre forstå fysik ved at forsøge at bruge mine egne erfaringer i relation til det emne der bliver behandlet.					
19	Et betydeligt problem i dette kursus er, at blive i stand til at huske al den information jeg behøver at vide.					
20	Hvis jeg ikke kan finde en bestemt ligning, der skal bruges til at løse en bestemt opgave, er der ikke meget jeg kan gøre.					
21	Hvis jeg finder frem til to forskellige mulige løsninger på et problem og de giver forskelligt svar, er jeg ikke bekymret: Jeg vælger bare den løsning der virker mest fornuftig.					
22	Selvom fysikken er relateret til den virkelige verden og det nogen gange hjælper at tænke på den sammenhæng, er det sjældent relevant for det jeg skal arbejde med i dette kursus.					
23	At forstå fysik betyder grundlæggende at være i stand til at genkalde mig noget jeg har læst eller er blevet vist.					
24	Jeg føler mig ofte fortabt i øvelsetimerne fordi jeg ikke ved hvordan jeg skal udføre øvelserne.					
25	At lære fysik hjælper mig til at forstå situationer i mit hverdagsliv.					
26	Når jeg løser afleverings- eller hjemmeopgaver tænker jeg eksplicit på de begreber der ligger bagved problemerne.					
27	Under øvelserne føler jeg mig inspireret til at eksperimentere					
28	Hvis jeg bruger meget tid (en halv time eller mere) på at løse et problem, føler jeg det er spild af tid. Hvis jeg ikke hurtigt finder en løsning er det bedre at spørge een der ved mere end mig.					
29	Det sværeste ved at løse et fysisk problem er at finde den rette ligning der skal bruges.					
30	Hvis jeg føler mig fortabt i øvelsetimerne prøver jeg at finde svaret i bogen.					
31	Jeg bruger de fejl jeg laver ved hjemmeopgaverne til at få et hint om hvad jeg skal arbejde mere med for at forstå stoffet bedre.					
32	For at kunne bruge en ligning i en problemløsning (specielt i et problem jeg ikke har set før) har jeg behov for at vide mere end hvad hver enkel komponent i ligningen repræsenterer.					
33	Det er muligt at bestå dette kursus uden at forstå særlig meget fysik.					
34	At lære fysik kræver at jeg grundigt gennemtænker, restrukturerer og reorganisere den information jeg får i timerne og/eller i bogen.					
35	Det er klart for mig hvad jeg skal lære af øvelserne.					

Jeg har deltaget i en læsegruppe uden for den planlagte undervisning: ja/nej

Hvilket arbejde håber du at få når du har afsluttet dit studie i fysikfag?

---

Mange tak for din hjælp!

Center for Naturfagenes Didaktik – [www.naturdidak.ku.dk](http://www.naturdidak.ku.dk)