



GÖTEBORGS UNIVERSITET

# Epistemiska resurser och ramar i fysikläroböcker för gymnasiet

Jens Michelsen

Examensarbete för KPU, kurs LKXA5A

Författare: Jens Michelsen

Handledare: Olof Reichenberg

Examinator: Johan Boman

Maj 2014



## Abstract

I arbetet genomförs en kvantitativ innehållsanalys av fysikläroböcker anpassade för kurs 1 i gymnasiet, med utgångspunkt ur det teoretiska resursperspektivet (Redish, 2004). I detta perspektiv utgår man ifrån att elever innehar distinkta, men med varandra associerade kunskapselement som, vid problemlösning och resonemang, aktiveras och kombineras i stunden. Aktivering av kunskapselementen styrs av elevens *epistemiska inramning*, dvs elevens svar på frågorna: *Hur skall jag lära mig här?*, *Vad räknas här som kunskap?* och *Vad förväntas jag göra?*. Enligt resursperspektivet ses olämpliga inramningar som en dominerande orsak till elevers svårigheter att följa resonemang och lösa problem. Upprepat användande av särskilda *epistemiska resurser* (kognitiva resurser om vad kunskap är, och hur den skapas) kan stabilisera särskilda mönster av epistemisk inramning hos elever. Då läroböcker har en betydande roll i undervisningen, är det sannolikt att dessa i hög grad kan påverka elevernas tendenser till inramning.

I studien jämförs, och analyseras läroböckernas användning av epistemiska resurser och deras tendenser till epistemisk inramning. Studien är omfattande och unik i sitt slag. Innehållsanalysens data analyseras genom korrespondensanalys och presenteras i form av korrespondenskartor. Undersökningen påvisar relativt svaga, men statistiskt säkerställda tendenser av epistemisk inramning läroböckerna emellan, men även gemensamma tendenser vad gäller den epistemiska inramningen i olika delar av läroböckerna. Bland annat kan en skiktning i epistemisk inramning mellan ämnesområden som klassificeras som *traditionell gymnasiefysik* och *nyare gymnasiefysik* urskiljas.

**Nyckelord:** Epistemiska ramar, ramteori, fysik, naturvetenskap, pedagogik, didaktik, innehållsanalys.



# Innehåll

<b>1</b>	<b>Inledning</b>	<b>1</b>
1.1	Syfte och frågeställning . . . . .	2
1.2	Bakgrund . . . . .	3
1.2.1	Tidigare studier om läroböcker i fysik . . . . .	4
1.2.2	Förförståelseperspektivet . . . . .	6
1.2.3	Resursperspektivet . . . . .	7
1.2.4	Epistemiska ramar . . . . .	8
1.3	Disposition . . . . .	8
<b>2</b>	<b>Teoretiskt perspektiv</b>	<b>9</b>
2.1	Resursperspektivet . . . . .	10
2.2	Epistemiska resurser, ramar och meddelanden . . . . .	11
2.3	Applicering på läroböcker i fysik . . . . .	14
<b>3</b>	<b>Metod</b>	<b>17</b>
3.1	Urval . . . . .	18
3.2	Operationalisering . . . . .	18
3.2.1	Indikatorer för epistemiska resurser . . . . .	20
<b>4</b>	<b>Resultat och analys</b>	<b>27</b>
<b>5</b>	<b>Sammanfattande slutdiskussion</b>	<b>35</b>



# 1 | Inledning

*Men, du kan ju det här.* De flesta ämneslärare i naturvetenskapliga ämnen har säkerligen flera gånger upplevt förvåning över att en elev inte lyckas besvara en till synes enkel fråga relaterad till begrepp som eleven nyligen visat kunskaper om. Eller när en elev uppgivet ber om hjälp med en problemuppgift som, för läraren, är av samma natur som en uppgift eleven just klarat av.

*Det är enklare än så.* Många lärare kan vittna om elever som försöker förklara ett fenomen, eller lösa en uppgift, med hjälp av överdrivet komplicerade begrepp och fysikaliska relationer, när lärarens eller lärobokens intention snarare var att få en förklaring utifrån sunt förnuft eller vardagserfarenheter.

*Men varför är det så?* Ofta hör man elever som med säkerhet i rösten citerar läroboken eller lektionsanteckningar som svar på en fråga. Eller elever vars första lösningsstrategi är att genomsöka läroboken efter relevanta relationer, formler eller citat.

Att kunna aktivera och använda lämplig (form av) kunskap vid rätt tillfälle är en viktig färdighet när man ställs inför problem eller skall följa resonemang. Detta gäller särskilt inom de naturvetenskapliga ämnena som, trots deras till synes väldigt ordnade, strukturerade och tematiska uppbyggnad, innehåller mängder av olika begrepp<sup>1</sup>, relationer och faktakunskap som alla är mer eller mindre sammanvävda och som alla kan komma att spela en roll vid nästa genomgång eller vid lösningen av olika problemuppgifter. Till detta kommer dessutom att kunskaperna ofta är av olika slag. Ibland argumenterar lärare och läroböcker utifrån våra vardagserfarenheter och sunt förnuft, samtidigt framhålls

---

<sup>1</sup>En undersökning visade att naturvetenskapliga läroböcker ofta introducerar fler nya ord än det rekommenderade maximala antalet glosor i språkböcker (Nelson, 2006).

vikten av att eleverna skall lära sig att använda ett naturvetenskapligt språkbruk och de förväntas presentera förklaringar eller lösningar genom argumentation och resonemang baserat på den naturvetenskapliga metoden. Viss kunskap presenteras av läraren, eller läroboken, utan vidare förklaring och eleven förväntas memorera den. Att kunna aktivera en lämplig kunskapsresurs för att angripa ett problem eller för att följa ett resonemang i en lektionsgenomgång är ingen lätt uppgift. Ändå vet vi att erfarna naturvetare snabbt och med stor säkerhet kan identifiera vilka (former av) kunskaper som är lämpliga i en given situation. "Övning ger färdighet" säger man. Men hur vet vi att eleverna över sig i just denna färdighet?

## 1.1 Syfte och frågeställning

Inom sociologin använder man ibland begreppet *inramning* (Goffman, 1997) som har sina rötter i psykologin och kognitionsvetenskapen (Bateson, 1972). För att illustrera begreppet kan man fundera över beteendemönster när man går in i en okänd restaurang. Efter bara några få intryck har man etablerat vad det är för typ av restaurang, vilket ger oss en ram för vilket händelseförlopp man har att förvänta sig och vad restaurangarbetarna förväntar sig att man skall göra. Om du går in i en snabbmatsrestaurang letar du förmodligen först efter menyn över disken, du beställer och betalar direkt, letar efter servetter, sätter dig och äter med händerna. Helt andra förväntningar hade väckts om du identifierat restaurangen att vara av en annan typ. Ramar hjälper oss att på ett effektivt sätt förstå och interagera med vår omvärld, men det kan också leda till förvirring när ramar bryts, eller när man ramat in situationen på fel sätt. Tänk dig att du går in i en snabbmatsrestaurang och blir ombedd att sätta dig ner och vänta på kyparen. En rutin som på en annan typ av restaurang hade varit självklar blir nu svårförståelig och du känner dig osäker på hur du skall tolka situationen, vad du har att förvänta dig och vad som förväntas av dig. Även om inramning kan ses som en inre process *hos individiden*, påverkas denna ändå av signaler från vår omvärld. Detta används bl.a. inom media och politik där man med väl valda ord, meningar och bilder försöker rama in frågor på ett fördelaktigt sätt.



De tre exemplen i inledningen syftar till att illustrera hur elever ofta kan ha svårt att aktivera lämpliga kunskapsresurser därför att de ramat in frågeställningen på ett olämpligt sätt. I likhet med exemplet om restaurangbesök baserar eleverna sin inramning på ett fåtal intryck och till varje ram hör särskilda förväntningar, tanke- och handlingsmönster. En olämplig inramning leder till förvirring och osäkerhet som gör det svårt för eleven att följa resonemang eller att lösa problem. Elevers inramning beror delvis på de intryck (signaler) som eleven inhämtar från läraren vid genomgångar, men även på signaler från läroböcker och problemformuleringar av uppgifter. Genom upprepning skapas erfarenheter och associationer som bidrar till elevernas tendenser att inrama situationer på olika sätt.

Inom den naturvetenskapliga didaktikforskningen har ett liknande inramningsperspektiv utarbetats av Redish (2004). Ramarna kallas här för *epistemiska ramar* och kommer att behandlas ingående i uppsatsens olika kapitel. De kan ses som svar på frågor om *hur eleven skall lära sig, vad som räknas som kunskap* och *vad eleven förväntas göra*. Syftet med detta arbete är att jämföra läroböcker i fysik på gymnasienivå utifrån deras inramning. Följande frågor sammanfattar arbetets utgångspunkt:

1. Vilka epistemiska ramar främjas i olika läroböcker i fysik?
2. Kan man urskilja olika inramningar i böckernas olika delar, t.ex. huvudtext och övningsuppgifter, eller ett beroende av vilket ämnesområde som behandlas?

## 1.2 Bakgrund

För att sätta arbetets syfte i kontext presenteras i detta avsnitt den bakgrund mot vilken arbetet bör ställas. Först ges en kort överblick över tidigare forskning om läromedel i fysik, sedan ges en motivering till valet av det teoretiska perspektiv som underbygger studien, samt en beskrivning av arbetets bidrag till fältet.

## 1.2.1 Tidigare studier om läroböcker i fysik

Forskningen om läromedel är omfattande och behandlar dels *användningen av* och *innehållet i* dessa. Denna översikt begränsar sig dock till forskningen om *innehållet i* läroböcker. Angående *användningen av* läroböcker nöjer vi oss med att konstatera att forskningen visar att lärare i stor utsträckning förlitar sig på läroböckerna för sin kursplanering (Wennberg, 1990), lektionsplanering och undervisning, samt läxor (Svensson, 1995). Vidare kan man konstatera att det är inom de naturvetenskapliga ämnena som lärare i störst utsträckning använder sig av läroböcker för sin undervisning (Bachmann, 2005), vilket därmed ger en god motivering för forskningen om just *innehållet i* läroböckerna inom dessa ämnen. Denna behandlar allt ifrån disposition, struktur, språkliga aspekter, användning av typografiska hjälpmedel och självklart böckernas kunskapsinnehåll.

Ornstein (1994) framhäver i en studie, om läroböcker i allmänhet, vikten av ett innehåll som är identifierbart för alla, oavsett kön och kulturell/etnisk bakgrund, samt ett innehåll som stimulerar eleverna genom att vara både förståelig och utmanande. Den senare aspekten framhävs även i (Sundblad och Allard, 1988). Ornstein's studie visar även att kontinuerliga signaler om strukturen på innehållet i läroböcker hjälper läsaren att se det viktiga i innehållet och koppla samman innehållets olika delar, att skapa en helhetsbild. Chambliss och Calfee (1998) visar även att information om vad texten syftar till, t.ex. genom frågeställningar i början av varje kapitel, samt sammanfattningar, diskussions- och testfrågor i slutet av varje kapitel kan hjälpa läsaren att lättare förstå innehållet. Andra studier har påvisat en pedagogisk effekt av att eleven själv sammanfattar texten (Nelson, 2006) och när det gäller disponeringen av testfrågor och övningsuppgifter visar en undersökning (Cummings et al., 2002) att fler elever föredrar att uppgifterna är utspridda över kapitlet (över 35%) jämfört med att de är samlade i slutet av kapitlet (15%). I denna studie var det dock 45% av eleverna som upplevde att de inte använt boken i tillräckligt stor utsträckning för att kunna yttra sig.

Typografiska hjälpmedel så som kursivering, understrykning, svärtning, minnesrutor etc, används på olika sätt för att lyfta fram det centrala innehållet i läroböcker i fysik. Det

har dock påpekats att detta inte bara förmedlar till eleven vad som är viktigt utan även ger eleven signaler om strategier för hur eleven skall lära sig, vilket har kritiserats av Ekvall (2001) då det ger indikationer för en ytlig inläring där eleven lär sig imitera lärobokens strategi. Resultat från undersökningar visar att svärtade och understrykna ord i huvudsak leder till att elever i större utsträckning använder sig av memorering medan det i mindre utsträckning gynnade lärandet av essentiell kunskap (Timpmann, 2001).

Skolan styrs formellt utifrån läroplanen och skollagen. Sedan skolreformen under 1990-talet upphörde den statliga läromedelsgranskningen. Samtidigt visar studier (Wennberg, 1990) att många lärare förlitar sig på att läroböckerna följer kurs- och läroplanerna. En undersökning i uppdrag av skolinspektionen från 2010<sup>2</sup> konstaterade dock uppenbara brister när det gällde läroböcker för de senare åren i grundskolan (Hedré och Jidesjö, 2010).

“

Resultaten visar att många av de perspektiv, som diskuteras i forskningen som väsentliga för elevers lärande, finns framskrivna i skolans uppdrag, men är inte närvarande i läromedlen. I likhet med vad internationell forskning visar porträtteras fysikämnet i de tre läromedlen, som om det främst handlar om att lära sig en uppsättning historiskt kända fakta och samband, som kan demonstreras i en uppsättning experiment. Kopplingar till samhällsutveckling, kunskapens användning med etiska dilemman, arbetssätt, hållbarhetsperspektiv, miljöfrågor, etnicitetsfrågor, karriärmöjligheter och framtidsfrågor är svagt representerade och ibland helt obefintliga.

(Hedré och Jidesjö, 2010)

”

Studien var en del av skolinspektionens kvalitetsgranskning av fysikämnet i grundskolan (Skolinspektionen, 2010). I denna rapport framkommer även att många elever uppfattar undervisningen som knuten till auktoriteter och att det bara finns begränsad plats för dem att föra fram funderingar, erfarenheter eller åsikter. De upplever även svårigheter att finna mening med naturvetenskapen som ämne.

---

<sup>2</sup>Observera att undersökningen gällde huruvida läroböckerna följde den gamla läroplanen LGR94

Två perspektiv som använts för att utveckla en hantering av elevers svårigheter med att skapa mening i naturvetenskap kallas *Science, Technology and Society* (STS) och *History and Philosophy of Science* (HPOS). Den första innebär att koppla naturvetenskap till teknik och samhällsutveckling, den andra om att hjälpa elever att lära sig om hur vetenskapen har utvecklats under historien. En av tankarna är att man, genom koppling till teknik och samhällsutveckling, kan göra naturvetenskapen mer relevant och lättillgänglig, och därmed förbättra elevernas attityd till ämnet, medan det historiska perspektivet genom diskussioner om dagens och morgondagens frågor och utmaningar kan förse eleverna med en kontext där människan har en betydande roll. Studier (Rodríguez och Niaz, 2004) visar dock att det senare perspektivet är dåligt företrätt. De flesta läromedlen presenterar ett ensidigt perspektiv med experiment som naturvetenskapens viktigaste byggsten och drivkraft, medan det mer deduktiva perspektivet med fokus på människor och deras idéer får avsevärt mindre utrymme. I studien undersöker författarna läroböckers presentation av framväxten av den rådande atommodellen. Ett stycke vetenskapshistoria som involverar många historiska sammanhang, alternativa tolkningar och modeller, samt debatter och grupperingar. I den större delen av de undersökta läroböckerna (från många olika länder) visades många av dessa berättelser vara frånvarande.

### 1.2.2 Förförståelseperspektivet

En stor del av forskningen inom fysikdidaktiken är fokuserad kring elevernas förförståelse, dvs hypotesen att elever ofta konstruerat egna mentala modeller, *vardagsföreställningar*, som anses "inkorrekta" i den mening att de inte stämmer överens med de vedertagna naturvetenskapliga modellerna. Undersökningar som utgår ifrån detta perspektiv har visat att dessa föreställningar ofta är resistent mot förändringar, dvs elever håller fast vid dessa mentala modeller trots undervisning i, och skenbar kunskap om, de vetenskapliga modellerna. Problemet anses vara att eleverna inte har tillräcklig medvetenhet om sina felaktiga föreställningar och saknar alternativ (Chi och Roscoe, 2002). Inom detta perspektiv antas elevernas svårigheter främst härstamma från en omedvetenhet om den hypotetiska karaktären av sina egna uppfattningar. De betraktar dessa som fakta som inte kan falsifieras och har svårt att skilja dem från de vetenskapliga modeller

som behandlas i undervisningen.

För läroboksförfattare innebär detta perspektiv att kännedom om hur elever i en viss åldersgrupp i allmänhet utvecklar både vardagliga och vetenskapliga begrepp anses vara en betydande tillgång. De vardagliga uppfattningarna kan användas som länkar i de processer som för elevens tänkande mot de tolkningar som är företrädade inom vetenskapen. Wikman anser att det i läroböcker krävs en synliggjord struktur och att man höjer elevens medvetenhet om risker att missförstå centrala begrepp (Wikman, 2004). Metakognitiva metoder är alltså viktiga för att komma åt uppfattningarna, men undersökningar visar att metakognitiva aktiviteter som appliceras externt har mindre effekt än elevernas egna, och att studenter som inte är vana vid att använda metakognitivt tänkande ofta motsätter sig dessa (Gourgey, 1998).

### 1.2.3 Resursperspektivet

De senaste 20 åren har perspektivet om elevers vardagsföreställningar ifrågasatts av flera forskare som istället förespråkar ett alternativt perspektiv som utgår ifrån att elever innehåller distinkta kunskapselement (kunskapsresurser) som hos individen sammankopplas till varandra *in-the-moment*. Till skillnad från förförståelse-perspektivet anses eleverna här inte ha konstruerat en *enhetlig* och sammanhängande världsbild (vardagsföreställning) utan man tänker sig snarare att eleven, när den ställs inför en fråga, försöker söka upp lämpliga kunskapselement bland en *mångfald* av kunskapsresurser. Dessa kunskapsresurser är i sig själva inte felaktiga, men kan kombineras på ett felaktigt sätt, eller vara olämpliga för en given situation eller givet problem.

Det är detta perspektiv som ligger till grund för det teoretiska perspektiv som kommer att användas i detta arbete. Perspektivet har inget allmänt vedertaget namn. Redish kallar det för *Resource approach* (Redish, 2004), medan Bing istället kallar det för *Manifold approach* (Bing, 2008). Båda utgår dock ifrån tidigare arbeten, varibland kan nämnas diSessa som kallar det för *Knowledge in pieces* (diSessa, 1988). Då detta arbete främst utgår ifrån Redish's forskning kommer detta perspektiv härnäst hänvisas till under namnet *Resursperspektivet*, vilket är den svenska översättning av Redish's

benämning.

### 1.2.4 Epistemiska ramar

Inom resursperspektivet har, vad Redish kallar *epistemiska resurser* (Redish, 2004), en särskild roll. Dessa är särskilda kunskapsresurser som handlar om *vad kunskap är* och om *hur kunskap skapas*. Vilka epistemiska resurser som aktiveras är beroende av hur elever ramar in en given situation. Redish kallar dessa ramar för *epistemiska ramar*. De kan ses som elevens svar på följande frågor:

- Hur skall jag lära mig här?
- Vad räknas här som kunskap?
- Vad förväntas jag göra?

Hur elever ramar in situationer, och därmed vilka epistemiska resurser som aktiveras, är till viss del dynamiskt men vissa mönster kan stabiliseras. För elever som upprepat använder vissa epistemiska resurser blir det vanligare att dessa väljer motsvarande inramning. Detta kan ske t.ex. genom lektionsgenomgångar, läroböcker och övningsuppgifter. Hittills finns det dock väldigt lite forskning om hur, och i vilken utsträckning läroböcker främjar vissa epistemiska inramningar. Det är denna kunskapslucka som detta arbete delvis skall försöka fylla.

## 1.3 Disposition

I nästa kapitel ges en mer detaljerad beskrivning av resursperspektivet som det underliggande teoretiska perspektivet för detta arbete. Kapitlet syftar att återge resursperspektivets grunder, så som det presenteras i Redish (2004), så autentiskt som möjligt, varför benämningarna på de olika epistemiska resurserna och ramarna lämnas översatta från det engelska originalspråket. I Kapitel 3 diskuteras sedan metodvalet för denna undersökning samt operationaliseringen som leder till den kategorisering av epistemiska ramar och resurser som används i undersökningen. I kapitel 4 presenteras resultaten och arbetet avslutas med en sammanfattande slutdiskussion i kapitel 5.

## 2 | Teoretiskt perspektiv

I förra kapitlet fastställdes arbetets syfte att jämföra läroböcker i fysik utifrån deras signaler till läsaren om *hur eleven skall lära sig, vad som räknas som kunskap och vad eleven förväntas göra*. För att kunna urskilja sådana signaler används i detta arbete begreppen *epistemiska resurser* och *epistemiska ramar* från *resursperspektivet* som översiktligt presenterades i föregående kapitel.

Tidigare undersökningar, med detta perspektiv som utgångspunkt, har till största delen utförts genom kvalitativa intervjuer där elever förklarar sina tankegångar när de löser problem, eller genom fältarbete där elevernas inbördes kommunikation vid t.ex. grupp-arbeten eller elevernas kommunikation med lärare har dokumenterats. Vid analysen av dessa diskussioner användes indikatorer för att identifiera vilka inramningar eleverna gör (diSessa, 1988; Hammer, 1996; Mestre, 2002; Bao och Redish, 2004; Hammer et al., 2005; Rebello et al., 2007; Bing, 2008). I vissa av dessa studier (Hammer et al., 2005; Bing, 2008) lät man elever lösa samma problem, fast med olika problemformulering. Det visade sig att de olika problemformuleringarna var starkt korrelerade med olika inramningar. Det blev alltså tydligt att problemformuleringen gav eleverna signaler om hur de skulle rama in problemen. Fokus i dessa och efterföljande studier har dock hittills begränsats till de individuella tankeprocesserna hos eleverna, medan de signaler som problemformuleringarna ger, har lämnats outforskade. Att applicera resursperspektivet på den textanalys som utgör detta arbete innebär alltså en förskjutning, eller utvidgning, från de subjektiva tolkningarna hos eleverna till mer objektiva tolkningar av signaler i problemformulering och, mer allmänt, i läroböcker.

I detta kapitel presenteras resursperspektivet och begreppet epistemiska ramar mer ingå-

ende, följt av en översiktlig beskrivning av dess applicering på läroböcker i fysik.

## 2.1 Resursperspektivet

Redish (2004) utgår ifrån vad han kallar en finkornig konstruktivism, dvs han antar att ny kunskap konstrueras från befintlig kunskap. Detta sker genom en process där befintliga kunskapsresurser aktiveras från långtidsminnet och utökas, elaboreras, transformeras och kombineras. Att resonera innebär ett urval av en samling resurser. Resurser är här ett svårdefinierat begrepp och Redish avstår från att förse läsaren med en sådan definition. Viktigt är dock att det inte nödvändigtvis är rena kunskapsresurser, utan även kan vara mer implicita, eller dolda resurser (omedvetna processer om hur man behandlar befintliga resurser för att skapa nya resurser).

En typ av resurs kallas för *phenomenological primitives*, eller kort: *p-prims* (diSessa, 1988). Dessa är särskilda mentala scheman om hur saker är relaterade eller hur något fungerar. De betecknas som fenomenologiska eftersom de inte härstammar från någon "mikroskopisk förklaring" utan har skapats därför att de stämmer överens med en samling observationer. Ordet *primitives* används därför att dessa scheman, för eleven, är självklara och irreducibla (individen kan inte bryta ner kunskapen i mindre beståndsdelar och förklara var den kommer ifrån, utan "det bara är så"). Dessa utgör byggstenar för vardagsförklaringar.

Redish presenterar ett exempel på hur elever kan använda *p-prims* när de resonerar. När elever blir tillfrågade varför det är varmare på sommaren svarar många att det är för att jorden då är närmare solen. Detta trots att de flesta tidigare har hört den vetenskapligt vedertagna förklaringen. Redish förklarar detta med att eleverna kombinerar deras kunskap om jordens elliptiska bana runt solen med relationen "closer is stronger" - som han kallar för en *reasoning primitive*. När man alltså mappar denna abstrakta relation på det givna problemet konstruerar man den konkreta "kunskapen" att jordens temperatur är relaterad till dess avstånd från solen. Redish påpekar dock att denna kunskapskonstruktion sker *in-the-moment*, och inte är en enhetlig *mental modell*. Det är detta som skiljer resursperspektivet från förförståelseperspektivet och begreppet *vardagsföreställning* (på



engelska *misconception*, *naive conception* eller *alternate conception*). Med mental modell menas här koherent kunskapsstruktur som används i sin helhet. Redish föreslår att definiera vardagsföreställningar som mentala modeller som aktiveras i många olika situationer och kontexter, är stabila och resistent mot förändring, samt skiljer sig från vedertagna vetenskapliga modeller.

diSessa introducerar även begreppet *koordinationsklass* (diSessa, 1988) som består av en *utläsningsstrategi* - att uttolka sinnesintryck till meningsfulla termer som sedan kan användas för processer - och ett *kausalt nät* - en samling av relevanta kopplingar *om* och *mellan* den relevanta informationen och dess kontextbundna associationer. För att illustrera detta kan man betrakta en elev som läser ett problem och tittar på en tillhörande figur (input/sinnesintryck). För att hantera informationen kanske eleven börjar tänka i termer av krafter (*utläsningsstrategi*) och vilken information eller vilka relationer involverande krafter (t.ex. newtons lagar eller intuitiva p-prims) som eleven är bekant med och som den kan tänkas använda för att lösa problemet (*kausalt nät*).

För att beskriva hur elever väljer olika koordinationsklasser introducerar Redish begreppen *epistemiska resurser*, *epistemiska ramar* och *meddelanden*.

## 2.2 Epistemiska resurser, ramar och meddelanden

Redish skiljer på deklarativ epistemologi - kunskapsstrukturer som är påståenden om kunskapens natur - och funktionell epistemologi - kontrollstrukturer som styr hur eleven "väljer" att konstruera sin kunskap. Om tillfrågad, kan eleven göra ett påstående om vad kunskap är och hur den bör konstrueras, men det är inte säkert att de processer som (omedvetet) styr elevens kunskapskonstruktion faktiskt överensstämmer med denna syn. Det är alltså viktigt att skilja på epistemologiska processer som styr vår kunskapskonstruktion från vår deklarativa epistemologiska tro, eller ideologi.

## Epistemiska resurser

Resurser vi använder för att avgöra vad kunskap är, och för att konstruera ny kunskap, kallas *epistemiska resurser*.

Exempel på resurser för *vad kunskap är* kan vara (här presenterade med engelsk originalbenämning):

Epistemisk resurs	Exempel
<i>Knowledge as propagated</i>	“Jag vet att jorden är rund för att det stod i en bok.”
<i>Knowledge as constructed</i>	“Jag vet var mamma gömt julklapparna för att jag ’listade ut det’.”
<i>Knowledge by p-prim</i>	“Jag vet att jag hör bättre framme vid scenen för då är jag närmare.”

Det är viktigt att skilja på de två sista typerna av epistemiska resurser, även om de kan verka snarlika. I *knowledge as constructed* har kunskapen konstruerats genom en bearbetning och/eller kombination av tydligt identifierbar, tidigare befintlig, kunskap. I Redish's bemärkelse ses den sista varianten istället som en *reasoning primitive* (“closer is stronger”) som mappats på en situation för att få en mer konkret form. Att använda sig av *knowledge by p-prim* är lite av vad vi kallar sunt förnuft, eller på engelska *common sense*. Vi anser inte att den kunskapen behöver valideras genom efterkonstruktioner<sup>1</sup> (även om det i detta fallet vore fullt möjligt).

För att beskriva epistemiska resurser för att *konstruera ny kunskap* introducerar Redish två nya begrepp (inte nödvändigtvis uttömmande):

*Epistemiska spel* är en koherent aktivitet som aktiverar vissa typer av kunskap och processer som är kopplade till sådan kunskap som kan användas för att införskaffa ny kunskap, eller lösa problem (ett mentalt schema av epistemiska resurser).

*Epistemiska former* är externa strukturer eller representationer, och de kognitiva redskap som kan användas för att manipulera och tolka dessa (ordet syftar egentligen på de kognitiva strukturer som är relaterade till dessa, även detta ett mentalt schema). Exempel på sådana är *kraftdiagram, linjal, grafer, figurer*, etc.

<sup>1</sup>Här menas att vi inte känner att vi behöver förklara varifrån vi har denna kunskap, t.ex. genom att bryta ner den i delar och förklara hur dessa hänger ihop.

## Epistemiska ramar

När en elev befinner sig i en given kontext (man bör påpeka att Redish använder ordet som ett internt tillstånd hos individen) så väljer den ut vilka sorters epistemiska resurser som är lämpliga för att resonera och/eller lösa problem. Denna process sker delvis undermedvetet och kallas av Redish för *epistemisk inramning*, på engelska *epistemic framing*. Begreppet inramning är taget från socialvetenskapen (Goffman, 1997) och beskriver hur en individ *ramar in* en viss situation. En *epistemisk ram*, förkortat *e-ram*, kan ses som svaret på frågorna:

“Hur kommer jag lära mig i den här situationen?”

“Vad räknas här som kunskap?”

“Vad förväntas jag göra?”

Exempel på epistemiska ramar ges nedan:

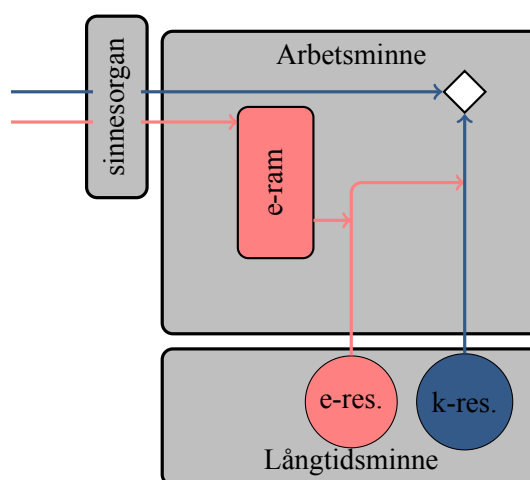
Epistemisk ram	Exempel
<i>by authority</i>	“Jag skall svara på frågan genom att söka svar i läroboken.”
<i>from common sense</i>	“Jag skall använda mina vardagserfarenheter och min intuition.”
<i>from formal knowledge</i>	“Jag skall använda mig av begrepp som vi tidigare lärt oss” (t.ex. använda kraftdiagram, Newtons lagar, etc.)

## Meddelanden

Inom Redish's nomenklatur är det individens kontextuella tillstånd som avgör inramningen, men denna påverkas såklart av yttre faktorer såsom social situation, samspel och sociala ledtrådar. När olika individer har gjort olika inramning kan detta ha en väldigt negativ inverkan på kommunikationen mellan dessa. En lärare som vid en demonstration frågar eleverna vad de tror kommer att hända har förmodligen ramat in situationen som *from common sense*, dvs att eleverna skall göra förutsägningar baserade på deras tidigare erfarenheter och intuition. Det kan dock hända att eleverna ramar in problemet annorlunda och börjar leta efter svar i läroboken, eller börjar ställa upp ekvationer för att svara på frågan.

Läraren kan ge instruktioner till eleverna, t.ex. “Jag vill att ni skall använda er av er intuition.” Bara för att läraren ger eleven detta meddelande behöver det inte betyda att eleven själv faktiskt ramar in problemet på detta sätt. När eleven väl har gjort en inramning blir denna väldigt svår att växla.

En lärare kan dessutom (medvetet eller undermedvetet) ge eleven *dolda* meddelanden. Om en lärare säger “Det är viktigt att ni verkligen förstår vad ni håller på med.” men sedan konstruerar rena fakta- och proceduruppgifter i övningar och examination så ger läraren eleven ett dolt meddelande att det egentligen är detta som är det viktiga.



Figur 2.1: Schematisk bild av hur epistemisk inramning påverkar hur resonemang och problemlösning genomförs. Individens får instruktioner och dolda meddelanden från lärare/lärobok. Individens ramar in situationen, dels baserat på sitt inre tillstånd och dels på öppna och dolda meddelanden som förmedlats. Denna inramning påverkar vilka epistemiska resurser eleven aktiverar för att resonera eller lösa problem. Beroende på vilka epistemiska resurser som är aktiverade kommer också olika kunskapsresurser att aktiveras.

## 2.3 Applicering på läroböcker i fysik

Hur elever väljer att rama in situationer och därmed vilka epistemiska resurser som aktiveras är till viss del dynamiskt men vissa mönster kan stabiliseras. Hammer identifierar tre olika mekanismer genom vilka mönster för inramning över tid kan bli stabila (Hammer et al., 2005):

*Avsiktlig* - En individ kan försöka avsiktligt styra hur denna väljer inramning. En elev kan t.ex. försöka omformulera vad som står i en bok med egna ord, eller ställa in sig på att tänka i banor av "Hur skulle jag förklara detta för ett barn?" för att öka sin förståelse. Detta kräver förstås starka metakognitiva kunskaper hos eleven.

*Kontextuell* (omgivning) - En individ väljer systematiskt en viss inramning vid givna situationer. T.ex. kan en elev välja en *by authority* inramning när läraren har genomgång och skriver bara ner anteckningar utan att tänka efter. Samtidigt kanske samma elev väljer en *from common sense* inramning när de gör laborationer och en *from formal knowledge* inramning när de löser uppgifter.

*Strukturellt* - När en elev upprepat använder vissa epistemiska resurser så blir det vanligare för eleven att välja motsvarande inramning. Detta kan ske t.ex. genom övningsuppgifter som är konstruerade för att eleven skall använda givna epistemiska spel och epistemiska former.

Den sistnämnda är särskilt intressant för applicerandet av resursperspektivet på läroböcker, då det innebär att om dessa övervägande använder sig av en viss typ av epistemiska resurser är det sannolikt att eleven i större utsträckning kommer att rama in de flesta fysikproblem med motsvarande e-ram. Det blir då väldigt svårt för denna elev att byta ram när den ställs inför uppgifter som kräver andra resurser. Trots att eleven kanske innehar lämpliga kunskapsresurser får eleven alltså svårt att aktivera dem vid lämpliga tillfällen.

För att återknyta till arbetets syfte och frågeställningar kan det konstateras att läroböckernas signaler till (eller påverkan på) elevers inramning, inom resursperspektivet, kan analyseras genom att identifiera läroböckernas användning av *epistemiska resurser*, *epistemiska spel* och *epistemiska former*. Hur denna kunskap appliceras i detta arbete kommer närmare beskrivas i nästa kapitel.



## 3 | Metod

Arbetets syfte är att jämföra läroböcker i fysik utifrån de signaler som ges för *hur eleven skall lära sig, vad som räknas som kunskap* och *vad eleven förväntas göra*. Syftet motiverades i inledningen av det sociologiska/kognitiva begreppet *inramning*, vilket indikerar behovet av att först definiera vad, i detta arbete, som skall menas med *inramning* och vilka olika *ramar* som kan tänkas vara tillämpbara. Det teoretiska *resursperspektivet*, beskrivet i det föregående kapitlet, förser oss med ett verktyg för detta. I tidigare forskning (se föregående kapitel) har olika ramar redan identifierats, och ett möjligt tillvägagångssätt vore att utgå ifrån dessa. Textanalysen skulle då få en *deduktiv* karaktär, dvs man utgår ifrån en hypotes, eller ett perspektiv, för att analysera texten. En invändning mot denna metod är vikten av att minimera inflytande från befintliga teorier och forskares förutfattade meningar. Alternativet skulle då kunna vara att göra en *induktiv* textanalys genom att använda öppen kodning, att jämföra nya och gamla koder, ställa frågor och urskilja likheter och skillnader (så kallad *grounded theory*), för att slutligen utvinna nya kategorier för ramar och resurser. En variant av denna metod användes i denna studie, men kategoriseringen som fort utkristalliserades visade sig stämma väl överens med den som tidigare använts inom resursteorin (se avsnitt 3.2).

Inom den teoretiska resursteorin och Hammer's (2005) mekanismer för stabilisering av inramningsmönster är det, för den strukturella mekanismen (se avsnitt 2.3), just frekvensen av användandet av epistemiska resurser som är det intressanta. Detta förespråkar en kvantitativ analys snarare än kvalitativ. Metodvalet föll alltså på en *kvantitativ innehållsanalys*.

### 3.1 Urval

Arbetets syfte och frågeställningar riktar sig mot fysikläroböcker på gymnasienivå. Att just gymnasienivån, för detta arbete, ansetts mer intressant beror på ett lägre fokus på problemlösning i grundskolan. Den dimensionen av frågeställningarna som riktar sig mot samklangen av huvudtext och övningsuppgifter antas därmed bli mer nyancerad när det gäller fysikläroböcker på gymnasienivå.

Då ett av arbetets huvudsyften bestod i att *jämföra* fysikläroböcker, bestämdes att enbart inkludera böcker från en och samma tidsperiod, den mest naturliga och relevanta av vilka ansågs vara nutid. Urvalet begränsades därför till läroböcker anpassade för gymnasiekurserna i den nya läroplanen LGY11. Av de två kurserna, *Fysik 1* och *Fysik 2*, för vilka flertalet läroböcker fanns tillgängliga, valdes *Fysik 1* med motiveringen att denna, i egenskap av att kronologiskt föregå den andra, hade störst potential att påverka elevers inramningsmönster. En sökning på internetbokhandeln adlibris ([www.adlibris.com/se](http://www.adlibris.com/se)) på orden *Fysik 1* resulterade i tre läroböcker för kursen. Dessa kom att utgöra underlaget för studien.

- Impuls Fysik 1 (Fraenkel et al., 2012)
- Ergo Fysik 1 (Kvist et al., 2012)
- Heureka Fysik 1 (Alphonse et al., 2013)

### 3.2 Operationalisering

Studien påbörjades med öppen kodning. Då läroböckerna är anpassade för den första fysikkursen på gymnasiet behandlades i början av böckerna teman som motivering av ämnet fysik, beskrivning av vetenskap i allmänhet och fysik i synnerhet. De första kodningarna föll naturligt i kategorier om vilken syn på fysik som förmedlades. Exempel på kategorier var *fysik som kulturhistoria*, *fysik som beskrivning av världen* och *fysik som redskap*. Kodningen gjordes sedan om, varvid nya aspekter uppenbarades. De historiska beskrivningarna kunde t.ex. indelas i två typer - som historiska berättelser med

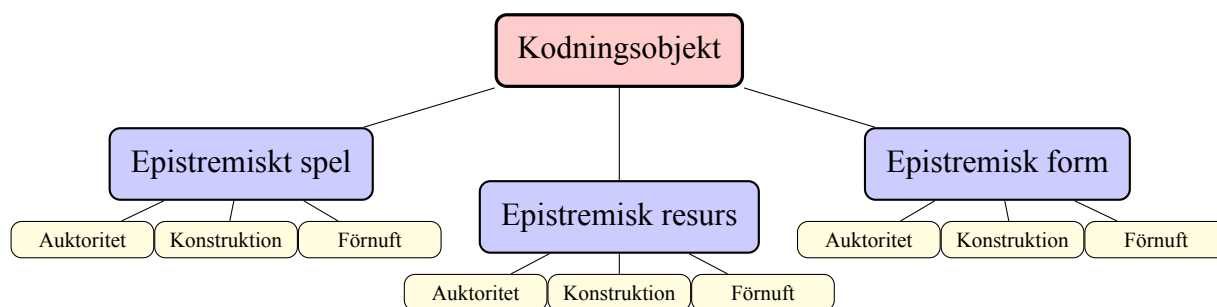


fokus på årtal och namn, eller som förklaringar till hur fysiken utvecklats. Så småningom utkristalliserades en kategorisering som i hög grad kunde anses vara kompatibel med resursperspektivets epistemiska resurser. Längre in i läroböckerna blev det än mer tydligt att en kategorisering baserad på epistemiska resurser var mest naturlig och den öppna kodningen övergavs till förmån för den hypotesbundna kodningen baserad på resursteorin. I det följande stycket beskrivs närmare den utkristalliserade kategoriseringen som användes i undersökningen (jämför avsnitt 2.2)..

I ett första steg identifierades vilken typ av epistemisk resurs kodningsobjektet representerade. I resursperspektivet ses *epistemiska spel* och *epistemiska former* som särskilda typer av epistemiska resurser. Kodningsobjekt som kunde kategoriseras som en koherent aktivitet, t.ex. en härledning av en fysikalisk relation, eller en övningsuppgift som går ut på problemlösning, kategoriserades som epistemiska spel. Kodningsobjekt som bestod av bilder, figurer, diagram eller andra grafiska hjälpmedel kategoriserades som epistemiska former. Allt annat kategoriserades under (den enligt resursperspektivet egentligen bredare) kategorin epistemiska resurser. Därefter delades de in i en av underkategorierna (typerna):

- *Auktoritet* - Kunskap erhålls från auktoriteter.
- *Konstruktion* - Kunskap skapas genom konstruktion.
- *Förnuft* - Kunskap är inneboende (sunt förnuft).

En övningsuppgift kunde exempelvis bli kategoriserad som *epistemiskt spel av typen auktoritet*.



Figur 3.1: Kodningsschema

Som beskrivits i avsnitt 2.3 kan en elev som upprepat utsätts för en viss epistemisk resurs stabilisera ett motsvarande inramningsmönster. För att göra kategoriseringen så enkel som möjligt inför vi ett 1-till-1 förhållande mellan epistemiska resurser och epistemiska ramar. De epistemiska ramarna benämns därför i resten utav detta arbete även de med orden *auktoritet*, *konstruktion* och *förnuft*.

Samtliga läroböcker är indelade i kapitel som i sin tur består av *huvudtext*, *färdiglösta exempel* och *övningsuppgifter*. I läroböckerna Heureka och Ergo återfanns även *kontrollfrågor*. Insprängt i huvudtexten förekom även olika typer av typografiska hjälpmedel så som faktarutor, inramade formler och relationer, inramade uppmaningar till eftertänksamhet osv. Då ingen, för de olika läroböckerna gemensam, klassificering för dessa hjälpmedel kunde skapas behandlades dessa som del av huvudtexten.

För att kunna undersöka samklangen mellan olika delar av kapitlen delades de in i:

- Huvudtext
- Kontrollfrågor
- Färdiglösta exempel
- Övningsuppgifter

Därefter kodades varje stycke i huvudtexterna, varje kontrollfråga, varje färdiglöst exempel och varje övningsuppgift enligt beskrivningen i nästa stycke. Varje kapitel behandlades separat, men vid kodningen av kontrollfrågorna beaktades vad som förmedlats i den föregående huvudtexten, och vid kodningen av övningsuppgifterna beaktades både vad som förmedlats i den föregående huvudtexten, samt vilka färdiglösta exempel som tidigare presenterats. De olika delarna av kapitlen behandlades alltså inte självständigt utan var kontextbundna.

### 3.2.1 Indikatorer för epistemiska resurser

Då kategoriseringen utgår ifrån resursteorin användes tidigare studier (diSessa, 1988; Hammer, 1996; Mestre, 2002; Bao och Redish, 2004; Hammer et al., 2005; Bing, 2008) för att skapa en uppsättning indikatorer som hjälp vid kodningen. I dessa undersökning-

ar, baserade på kvalitativa intervjuer där eleverna förklarat sina tankegångar när de löser problem, identifierades elevernas inramning genom att leta efter *epistemiska resurser* som eleven använder sig av vid deras resonemang. Om en elev t.ex. blir tillfrågad varför en bok som ligger på ett bord inte faller ner och denna då svarar “För att bordet är i vägen.” så kan man tolka detta som en användning av det fenomenologiskt-primitiva konceptet *blocking*, dvs eleven använder sig av *p-prims*, förbundet med inramningen *common sense (förnuft)*. När elever åberopar komplexa relationer eller andra faktakunskaper utan att reflektera över varifrån de kommer, kan detta vara en indikation på att eleven har gjort inramningen *by authority (auktoritet)*, osv.

På liknande sätt kan man urskilja läroböckernas inramningar genom att identifiera olika typer av *epistemiska resurser* som används. Indikatorerna för dessa epistemiska resurser kan i stort sett övertas direkt från tidigare forskning. För att tydliggöra det tillvägagångssätt som använts i detta arbete kommer dock följande delavsnitt mer utförligt beskriva vilka indikatorer som använts vid kodningen.

### Auktoritet

I tabell 3.1 presenteras en lista på indikatorer som användes för kodning av kategorin *auktoritet*. Typiskt för dessa är en avsaknad av motivering, procedurella uppgifter och hänvisning till kända experiment eller kända fysiker.

Del	Indikator
Huvudtext	Berättande textstil. Fenomen, begrepp och relationer motiveras genom hänvisning till auktoritet. Fenomen, begrepp och relationer motiveras genom hänvisning till data från experiment. Fenomen, begrepp och relationer motiveras inte alls. Bilder fyller funktionen att imponera på läsaren. Figurer, grafer och diagram är komplicerade, svårtolkade och avskräckande. Stor informationsmängd som gör det omöjligt att förstå allt i detalj.
Kontrollfrågor	I form av repetitionsfrågor för huvudtext. Se även övningsuppgifter.
Exempellösningar	Lösningar använder omotiverade formler och relationer. Se även övningsuppgifter.
Övningsuppgifter	Faktafrågor, repetitionsfrågor, eller av typen <i>plug-and-chug</i> (sätta siffror i formler). Kräver i stor utsträckning formelsamling och/eller miniräknare.

Tabell 3.1: Indikatorer för epistemiska resurser av typen auktoritet.

Följande exempel illustrerar kodningen av ett stycke från en huvudtext:

““

All erfarenhet visar att när en rörelse upphör, så beror det på att en eller flera krafter motverkar den. Men vad händer om det inte finns *några* krafter som motverkar rörelsen? Galilei och Newton gjorde det svindlande tanke-språnget att föreställa sig att rörelsen då skulle *fortsätta i all oändlighet*. Den hypotesen har bekräftats så grundligt att den betraktas som en naturlag.

Ergo Fysik 1, s. 79

””

Här används visserligen ordet erfarenhet, men det är inte läsarens erfarenhet som efterfrågas, utan snarare en samlad grupp människor som aktivt undersökt detta, dvs fysiker. I texten ingår även en fråga, men den verkar inte vara direkt riktad till eleven utan en fråga som författaren skriver till sig själv för att i direkt anslutning besvara den. (Inom retoriken kallas detta för *rogatio*). Textstycket avslutas med en hänvisning till experiment.

Nedan följer ett exempel på en övningsuppgift som kategoriserats som ett epistemiskt spel av typen *auktoritet*:

““

En gummiboll med massan 150 g och hastigheten 4 m/s frontalkrockar med en annan gummiboll som har massan 200 g och hastigheten 5 m/s i motsatt riktning. Stöten är fullständigt elastisk. Vilka hastigheter får bollarna efter stöten?

Impuls Fysik 1, s. 175, Uppgift 578

””

Uppgiften innehåller många siffror. Storheterna (massa och hastighet) nämns i en ordning som antyder att de skall användas för att beräkna rörelsemängd (massa  $\times$  hastighet). Ord som frontalkrock och framförallt “fullständigt elastisk” avslöjar vilka formler som skall användas för att lösa uppgiften. Dessutom är det viktigt att beakta att en uppgift (då med stålkulor) som var formulerad på nästan exakt samma sätt togs upp tidigare i

kapitlet som ett färdiglöst exempel. Övningsuppgiften reduceras därigenom till spelet “Identifiera rätt relation/formel och sätt i siffror” eller “Upprepa uträkningen från det färdiglösta exemplet.”

I det föregående exemplet blev det tydligt hur övningsuppgifternas kodning kan bero på vad som förmedlats i huvudtext och i de färdiglösta exemplen. Nedan visas ett exempel på en kontrollfråga som också bör kodas med huvudtexten i åtanke:

“

Nämn tre olika sätt som en kraft kan påverka ett föremål.

Ergo Fysik 1, s. 78

”

Detta kan verka som en begreppsfråga där eleven ombeds själv tänka ut tre olika sätt. Tyvärr gavs svaret redan ett par sidor tidigare

“

Av erfarenhet vet du att krafter kan verka på tre sätt. De kan förändra *farten* både till riktning och till storlek. De kan förändra *formen* på ett föremål och de kan ge föremålet *rotation*.

Ergo Fysik 1, s. 73

”

Frågan reduceras alltså till en ren repetitionsfråga. Man hade eventuellt kunnat kategorisera frågan annorlunda om det hade funnits ytterligare alternativ, men i detta skrivs det tydligt i texten att dessa är de tre enda möjligheterna. En sådan kontrollfråga ger tydliga signaler om att kunskap är något som erhålls från boken (*auktoritet*).

### *Konstruktion*

I tabell 3.2 presenteras en lista på indikatorer som användes för kodning av kategorin *konstruktion*. Typiskt för dessa är att utgångspunkten består av befintlig kunskap (och

även identifieras som sådan), samt motiverade beskrivningar av tillvägagångssätt genom vilka eleven själv kan skapa ny kunskap.

Del	Indikator
Huvudtext	Resonerande och argumenterande textstil. Uppmanar eleven att själv undersöka fenomen och därmed konstruera kunskap. Utgår ifrån tydligt identifierad befintlig kunskap. Förklarar och motiverar tydligt tillvägagångssätt vid experiment. Figurer är avskalade och abstrakta. Grafer och diagram fyller funktion av att illustrera begrepp eller relationer. Grafer och diagram fyller funktion av att illustrera tillvägagångssätt.
Kontrollfrågor	Aktiverar eleven att söka ny kunskap. Se även övningsuppgifter.
Exempellösningar	Lösningar motiverar tydligt formler och relationer. Exempel illustrerar tillvägagångssätt. Se även övningsuppgifter.
Övningsuppgifter	Indikerar tydligt befintlig kunskap som utgångspunkt och ny kunskap som slutpunkt. Konstruerade med progression, där t.ex. kunskap erhållen a) används i b). Uppgiften leder till nya relationer och djupare förståelse.

Tabell 3.2: Indikatorer för epistemiska resurser av typen konstruktion.

Följande citat från huvudtexten kategoriserades som epistemisk resurs av typen *konstruktion*.

“

I rörelseavsnittet introducerade vi tyngdaccelerationen  $g$ . Vi konstaterade att om vi kunde försumma luftmotståndet så kommer jordens dragningskraft, den så kallade *tyngdkraften*,  $g$  alla föremål, oavsett massa, accelerationen  $g = 9,82 \text{ m/s}^2$ . Enligt Newtons andra lag blir tyngdkraften  $F_R = m \cdot a = m \cdot g$ .

Impuls Fysik 1, s. 103

”

Tidigare har både tyngdaccelerationen och Newtons andra lag behandlats, vilket alltså kan anses vara befintlig kunskap. Den argumentativa texten identifierar tydligt denna befintliga kunskap och visar hur vi ur denna kan konstruera ny kunskap.

Nedanstående exempel illustrerar hur en övningsuppgift blir kategoriserad som epistemiskt spel av typen *konstruktion*.

““

Härled en formel för rörelseenergin hos vinden som under en sekund passerar ett vindkraftverk, som funktion av vindhastigheten ( $v$ ), propellerns radie ( $r$ ) och luftens densitet ( $\rho$ ).

Impuls Fysik 1, s. 176, Uppgift 582

””

Uppgiften uppmanar eleven att använda sig av tydligt identifierbar, befintlig kunskap, för att konstruera ny kunskap i form av en hittills okänd relation.

### Förnuft

I tabell 3.3 följer en lista på indikatorer som användes för kodning av kategorin *förnuft*. Kategoriseringen utgår i stort ifrån konceptet *p-prims*. Istället för att lista dessa hänvisar vi till diSessa (1988), där en sådan lista redan finns presenterad.

Del	Indikator
Huvudtext	Förenklad och vardagsnära textstil. Frågande textstil (Vad tror du? - Utgå ifrån intuition). Fenomen, begrepp och relationer formuleras och/eller motiveras genom <i>p-prims</i> / <i>förnuft</i> . Figurer är realistiska och vardagsnära.
Kontrollfrågor	Efterfrågar intuitiva förklaringar. Se även övningsuppgifter.
Exempellösningar	Exempel är realistiska och vardagsnära. Lösningar inkluderar motiveringar baserade på <i>p-prims</i> / <i>förnuft</i> Avslutas med vardagstolkningar baserade på <i>p-prims</i> / <i>förnuft</i> Se även övningsuppgifter.
Övningsuppgifter	Går ut på att resonera kring vardagserfarenheter. Uppgifter <i>kan</i> lösas med hjälp av resonemang runt <i>p-prims</i> / <i>förnuft</i> Kräver i stor utsträckning formelsamling och/eller miniräknare.

Tabell 3.3: Indikatorer för epistemiska resurser av typen *förnuft*.

Följande citat från en huvudtext kategoriserades som epistemisk resurs av typen *förnuft*:

““

Tänk dig att du barfota sparkar på en fotboll. Det är klart att bollen flyger längre bort desto hårdare du sparkar på den. En stor kraft ger bollen en stor acceleration enligt Newtons andra lag. Men du kan också känna att det gör allt mer ont i foten. Det finns ett direkt samband mellan den kraft du sparkar på bollen med och den kraft du känner i din fot. Krafter verkar alltid mellan två föremål (t.ex. bollen och foten). Newtons tredje lag säger att dessa krafter alltid är lika stora.

Impuls Fysik 1, s. 99

””

Texten är förenklad och vardagsnära. Motiveringen inleds med intuitiva förklaringar baserade på *p-prims* (i detta fall - “större kraft ger större effekt”. Newton’s lagar valideras genom att de stämmer överens med denna redan existerande kunskap som har sitt ursprung i *förnuft*.

Nedan följer ett exempel på en övningsuppgift som kategoriserats som epistemiskt spel av typen *förnuft*.

““

En vindstilla dag åker du kälke nerför en backe och ut på en stor sjö med spegelblank is.

**a** Vad händer med hastigheten när kälken kommer ut på isen? Varför?

**b** Kan man tänka sig att kälken kunde ha fått konstant hastighet på isen?

Ergo Fysik 1, s. 97, Uppgift 4.02

””

Uppgiften tar avstamp från vardagserfarenheter. Syftet är att använda sig av fysikaliska begrepp för att beskriva situationen, men kunskapen i sig, dvs vad som kommer att hända, hämtas ifrån det vi skulle kalla *förnuft*.

Detta avslutar metodbeskrivningen av detta arbete och i nästa kapitel presenteras studiens resultat.



## 4 | Resultat och analys

I detta kapitel presenteras resultaten från innehållsanalysen på de tre böckerna Impuls Fysik 1, Ergo Fysik 1 och Heureka Fysik 1. Statistik samlades över de sammanlagt 38 kapitlen. Totalt kodades 6899 objekt.

Syftet med detta arbete var att jämföra läroböcker i fysik på gymnasienivå utifrån deras signaler till läsaren om *hur eleven skall lära sig, vad som räknas som kunskap och vad eleven förväntas göra*. I resursperspektivets termer kan detta uttryckas som en jämförelse av tendenser till olika epistemiska inramningar i de tre böckerna. Nedan återges arbetets inledande frågeställningar:

1. Vilka epistemiska ramar främjas i olika läroböcker i fysik?
2. Kan man urskilja olika inramningar i böckernas olika delar, t.ex. huvudtext och övningsuppgifter, eller ett beroende av vilket ämnesområde som behandlas?

För att undersöka den första frågan summeras frekvenserna av alla epistemiska resurser över alla kapitel för samtliga läroböcker. Resultatet presenteras i tabell 4.1.

Tabell 4.1: Frekvens (andel) av epistemiska resurser.

Statistisk data:  $\chi^2 = 93.3$ ,  $p < 0.0001$ ,  $V = 0.08$ .

Lärobok	Epistemiska resurser		
	Auktoritet	Konstruktion	Förnuft
Ergo Fysik 1	1187 (56%)	751 (35%)	187 (9%)
Impuls Fysik 1	1338 (49%)	1128 (41%)	283 (10%)
Heureka Fysik 1	828 (41%)	966 (48%)	231 (11%)

Tabell 4.1 visar den totala frekvensen av epistemiska resurser, dvs inklusive epistemiska spel och epistemiska former, sammanräknat över samtliga kapitel. I parenteser anges den procentuella andelen (dvs den relativa frekvensen). För läsare som är insatta i statistisk analys anges i tabelltexten de statistiska måtten<sup>1</sup> Pearson's  $\chi^2$ ,  $p$  och Cramér's  $V$ .

Tabell 4.1 visar att Ergo Fysik 1, i större utsträckning än de andra två böckerna, använder sig av epistemiska resurser av typen *auktoritet*, medan Heureka Fysik 1 i större utsträckning använder sig av epistemiska resurser av typen *konstruktion*. Läroboken Impuls Fysik 1 har i jämförelse en mer balanserad fördelning. När det gäller epistemiska resurser av typen *förnuft* kan en väldigt låg andel konstateras i samtliga läroböcker, dock bör man påpeka att detta ej betyder att böckerna inte använder vardagserfarenheter för att illustrera begrepp eller att exempel och övningsuppgifter inte är tagna från vardagssituationer. Det betyder istället att böckerna i liten utsträckning använder vardagserfarenheter eller *p-prims* som kunskapskälla. Dvs för att motivera eller härleda relationer, för att förklara fenomen, eller som lösningar till uppgifter.

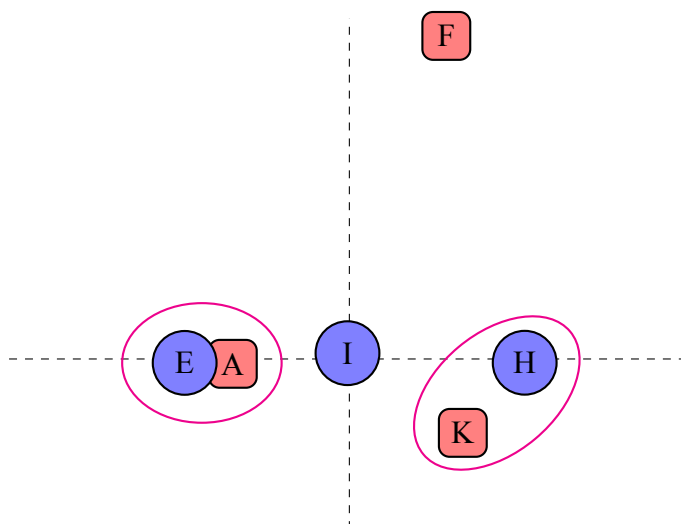
En grafisk representation av jämförelsen mellan böckernas tendenser kan erhållas genom att konstruera en korrespondenskartan (datan som ligger till grund för figuren beräknades enligt Yelland (2010)). Denna syftar att illustrera hur mycket läroböckerna skiljer sig från varandra, och i vilken utsträckning de använder sig av olika epistemiska resurser. Mittpunkten (skärningspunkten mellan de streckade linjerna) motsvarar en slags referensbok, vars frekvens av olika epistemiska resurser beräknats av medelvärdet utav de tre böckerna. Avstånden från mittpunkten indikerar alltså i vilken utsträckning en läroboks profil avviker från medelvärdet. Närhet till punkter motsvarande epistemiska resurser *auktoritet*, *konstruktion* och *förnuft* indikerar att läroböckerna har en hög relativ frekvens utav just dessa resurser.

I figur 4.1 ses att läroboken Impuls befinner sig förhållandevis nära mittpunkten och alltså har frekvenser av de olika resurserna som liknar medelvärdena för de tre böckerna. Läroböckerna Ergo och Heureka befinner sig däremot längre ifrån mittpunkten och

---

<sup>1</sup>För oinsatta läsare kan  $p$ -värdet förstås som sannolikheten att en minst lika extrem avvikelse från nollhypotesen (att rader och kolumner är oberoende) kan påstås vara slumpmässig.  $p$ -värdet anger alltså den statistiska signifikansen. Dock säger det inget om effektstorlek, dvs hur mycket läroböckerna skiljer sig ifrån varandra. Detta kvantifieras istället med Cramér's  $V$  (Cramér, 1946)

deras profiler avviker således mer från medelvärdena. Ergo befinner sig närmare punkten som svarar mot den epistemiska resursen *auktoriteten* och har alltså en högre frekvens än medelvärdet av denna resurs, medan Heureka befinner sig närmare punkten motsvarande *konstruktion* och alltså har en högre frekvens av denna resurs. Dessa observationer indikeras genom att ringa in de relevanta läroböckernas och epistemiska resursernas motsvarande punkter.



Figur 4.1: Korrespondenskartan över läroböcker och epistemiska resurser, beräknad ur tabell 4.1  
*E=Ergo Fysik 1, I=Impuls Fysik 1, H=Heureka Fysik 1, A=Auktoritet, K=Konstruktion, F=Förnuft.*

Den sammanvägda korstabellen 4.1 och korrespondenskartan 4.1 ger en god översikt över läroböckernas tendenser att använda sig av de olika epistemiska resurserna. En möjlig intressantare aspekt av undersökningen handlar om vid vilka tillfällen dessa används i högre utsträckning än andra, vilket återkopplar till forskningsfråga nr 2.

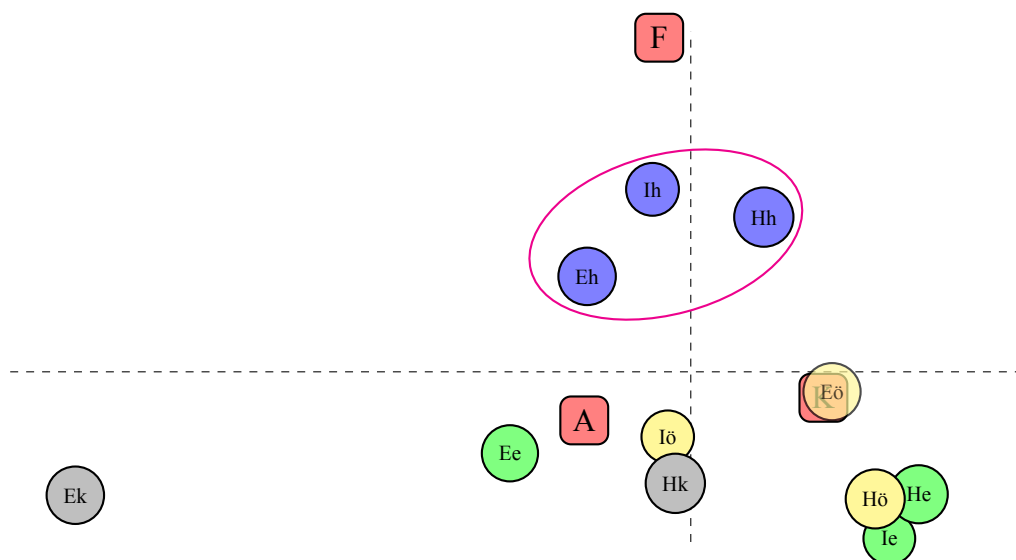
Huvudtext, kontrollfrågor, färdiglösta exempel och övningsuppgifter fyller alla olika funktioner i en lärobok. Frekvensen av de tre epistemiska resurserna i dessa olika delar skulle kunna antas påverka elevernas egna epistemiska inramningar i olika situationer. I tabell 4.2 ställs frekvensen (andelen) av epistemiska resurser mot dessa delar av kapitlen i de olika läroböckerna.

Tabell 4.2: Frekvenser (andel) av epistemiska resurser över huvudtext, kontrollfrågor, färdiglösta exempel och övningsuppgifter.

Statistisk data:  $\chi^2 = 512.7$ ,  $p < 0.0001$ ,  $V = 0.09$ .

Lärobok	Del	Epistemiska resurser		
		Auktoritet	Konstruktion	Förnuft
Ergo Fysik 1	Huvudtext	319 (54%)	194 (33%)	77 (13%)
	Kontrollfrågor	347 (88%)	44 (11%)	4 (1%)
	Exempel	93 (60%)	52 (34%)	9 (6%)
	Övningsuppgifter	286 (40%)	357 (50%)	76 (11%)
Impuls Fysik 1	Huvudtext	425 (49%)	293 (34%)	145 (17%)
	Exempel	109 (37%)	166 (57%)	16 (5%)
	Övningsuppgifter	804 (50%)	669 (42%)	122 (8%)
Heureka Fysik 1	Huvudtext	405 (43%)	389 (41%)	158 (17%)
	Kontrollfrågor	76 (50%)	66 (44%)	9 (6%)
	Exempel	43 (35%)	70 (57%)	9 (7%)
	Övningsuppgifter	304 (38%)	441 (55%)	55 (7%)

Ur tabell 4.2 kan det vara svårt att identifiera tydliga tendenser. Något tydligare blir det om man undersöker korrespondenskartan 4.2 som beräknats ur tabell 4.2.



Figur 4.2: Korrespondenskartan över epistemiska resursers frekvenser i olika delar av läroböckernas kapitel, beräknad ur tabell 4.2.  $Xy$ =Del  $y$  av kapitel i bok  $X$  och  $h$ =huvudtext,  $k$ =kontrollfrågor,  $e$ =exempel,  $ö$ =övningsuppgifter.

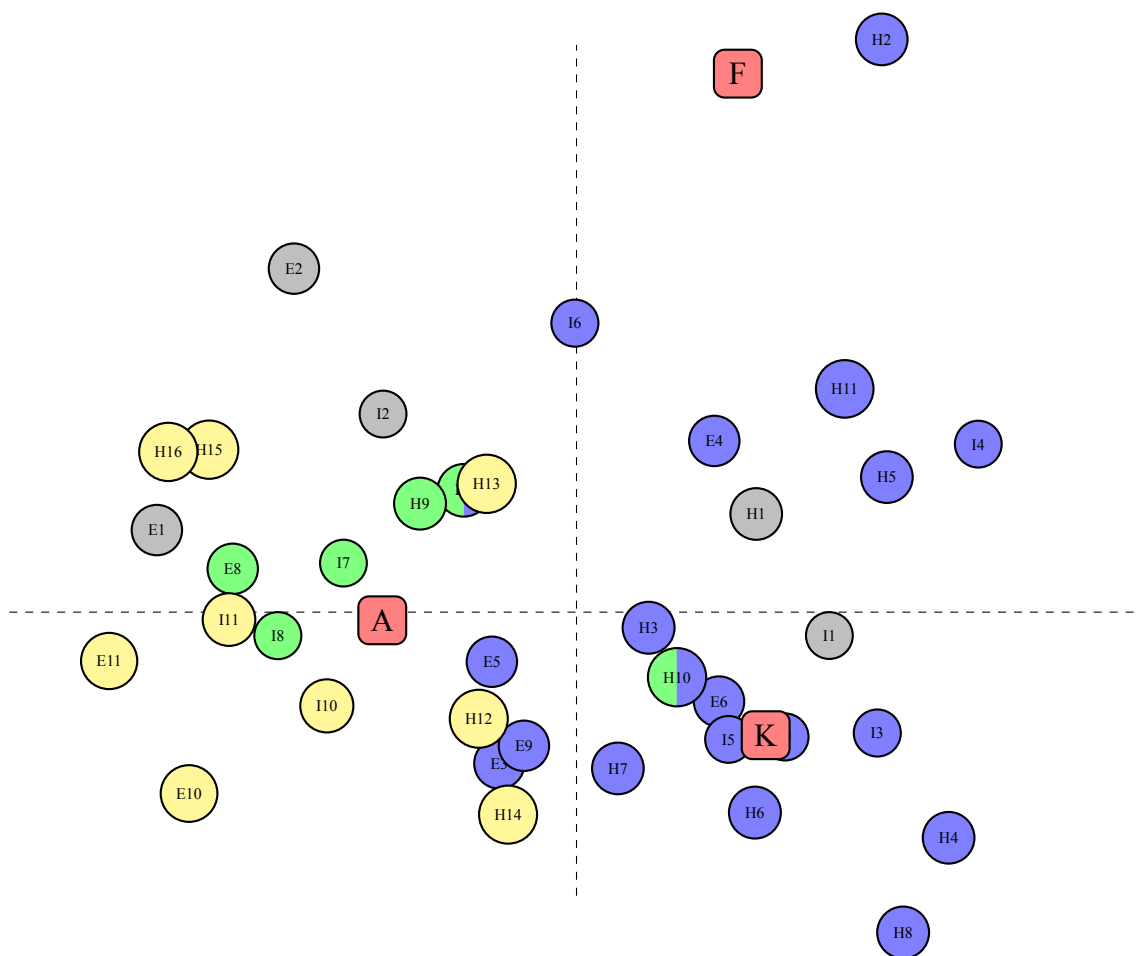
Den avlägsna punkten Ek i figur 4.2, som motsvarar kontrollfrågor i Ergo Fysik 1, kan förklaras av bokens användning av kontrollfrågor som repetition av huvudtexten. Punkten Hk, som motsvarar kontrollfrågor i Heureka Fysik 1 är också något förskjuten mot riktningen av den epistemiska resursen av typ *auktoritet*, men har även en närhet till typen *konstruktion*. I läroboken Impuls Fysik 1 återfanns inga kontrollfrågor, varför en motsvarande punkt för denna lärobok är frånvarande. Vidare kan man i Ergo Fysik 1 identifiera en gradvis förskjutning från auktoritets-riktningen mot konstruktionsriktningen när man kommer till övningsuppgifterna. Ytterligare en observation är att huvudtexterna i större utsträckning använder sig av epistemiska resurser av typen förnuft än resten av kapitlen (indikeras i figur 4.2 genom inringning av punkter motsvarande huvudtexterna i de tre böckerna).

En annan intressant analys kan göras över vilka epistemiska resurser som dominerar i olika ämnesområden. I figur 4.3 återfinns en korrespondenskarta över frekvensen av de epistemiska resurserna över läroböckernas olika kapitel. Då en tabell skulle vara för platskrävande avstår här ifrån att presentera en sådan. Dock anges i figurtexten de statistiska måtten  $\chi^2$ ,  $p$  och  $V$ .

För att hitta ett mönster i figur 4.3 testades olika indelningar av kapitlen enligt vad som behandlades i dem. Färgkodningen i figuren representerar följande kategorisering:

- Grå - *Introduktion* (Fysikens värld, Fysikens sätt att se, Fysikens grunder)
- Blå - *Traditionell gymnasiefysik* (Kraft, Tryck, Rörelse, Energi, Elektricitet, Värme)
- Grön - *Klimat och väder, hållbar utveckling*
- Gul - *Modern fysik* (Relativitetsteori, Partikelfysik, Kärnfysik)

Indelningen komplicerades något av att vissa kapitel i läroböckerna behandlade flera ämnesområden som kan anses mer eller mindre kopplade till varandra. I Ergo Fysik 1 behandlades t.ex. i kapitel 7 både värme och hållbar utveckling, och i Heureka Fysik 1 behandlades i kapitel 10 både värme och klimat och väder. Båda dessa kapitel fick därför dubbel färgkodning (grön och blå). Kapitel som kategoriserats som *introduktion* (grå färgkodning) innehåller både deskriptiva element så som beskrivning och motivering av ämnet fysik, men även preskriptiva element så som nomenklatur, enheter och



Figur 4.3: Korrespondenskartan över frekvensen av epistemiska resurser i läroböckernas olika kapitel.  $XN$ =Kapitel  $N$  i lärobok  $X$ .  
 Statistisk data:  $\chi^2 = 734.5$ ,  $p < 0.0001$ ,  $V = 0.05$ .

storheter, prefix, regler för värdesiffror, osv. De mer preskriptiva elementen är till sin natur ofta förknippade med epistemiska resurser av typen auktoritet, vilket skulle kunna förklara de gråmarkerade punkterna som befinner sig mer åt den vänstra sidan av korrespondenskartan, då sådana element förekommer främst i motsvarande kapitel (kapitel 1 i Ergo, kapitel 2 i Impuls och kapitel 2 i Heureka).

Korrespondenskartan 4.3 antyder en trend för användningen av epistemiska resurser där typen *auktoritet* är vanligare i de “nyare” ämnesområdena *modern fysik* och *klimat och väder, hållbar utveckling*, medan typen *konstruktion* är vanligare för de traditionella

ämnesområdena. Att kapitel 10 i Heureka Fysik 1 innehåller både traditionell gymnasiefysik (värme) och klimat och väder skulle kunna vara en möjlig förklaring till dess, från de andra grönmarkerade punkterna, något avlägsna placering.

I nästa kapitel kommer dessa resultat diskuteras mer djupgående, och en sammanfattning av arbetets vetenskapliga och didaktiska bidrag presenteras..





## 5 | Sammanfattande slutdiskussion

Arbetets syfte var att undersöka och jämföra läroböcker i fysik på gymnasienivå utifrån det teoretiska resursperspektivet (Redish, 2004). För detta ändamål gjordes en kvantitativ innehållsanalys baserat på indikatorer för de tre epistemiska resurserna *auktoritet*, *konstruktion* och *förnuft*. Tidigare forskning inom resursperspektivet har varit begränsad till elevers subjektiva epistemiska inramningar och användande av epistemiska resurser, vilket därför gör denna studie unik. Jag är inte medveten om en lika omfattande kvantitativ innehållsanalys vad gäller läroböcker i fysik på gymnasienivå, vilket återigen gör studien ensam i sitt slag. Studien omfattade de tre vanligaste fysikläroböckerna i kurs 1 för gymnasiet. Dessa delades in i kapitel, och delar av kapitel (huvudtext, kontrollfrågor, färdiglösta exempel samt övningsuppgifter). Detta möjliggjorde inte bara en jämförelse mellan böckerna (forskningsfråga 1) utan även en analys av läroböckernas olika delar (forskningsfråga 2).

Resultaten från innehållsanalysen presenterades i form av korstabeller, analyserades med hjälp av korrespondensanalys och illustrerades m.h.a. korrespondenskartor. Analysen indikerade en relativt liten, men statistiskt säkerställd, skillnad i de olika läroböckernas användande av epistemiska resurser. Ergo Fysik 1 visade sig använda epistemiska resurser av typen *auktoritet* i större utsträckning än de andra läroböckerna, medan Heureka Fysik 1 i något större utsträckning använde sig av typen *konstruktion*. Läroboken Impuls Fysik 1 hade emellertid den mest balanserade användningen av de olika epistemiska resurserna.

Vad gäller användandet av epistemiska resurser i de olika delarna av böckernas kapitel (huvudtext, kontrollfrågor, exempel och övningar) så kunde man urskilja en mer fre-

kvent användning av epistemiska resurser av typen *förnuft* i huvudtexterna än i de andra delarna. Detta kan möjligen förklaras som en strategi för att först göra materialet tillgängligt för eleverna genom att appellera till deras intuition och vardagserfarenheter, för att sedan leda dem, genom exempel och övningar, till ett mer vetenskapligt tänkande, i enlighet med rekommendationer utifrån förförståelseperspektivet (Chi och Roscoe, 2002; Wikman, 2004). Man skulle, enligt detta perspektiv, kunna argumentera för en större användning av epistemiska resurser av typen *förnuft* i de inledande övningsuppgifterna för varje kapitel. I läroboken Ergo Fysik 1 kan emellertid även en annan trend observeras. Huvudtext, kontrollfrågor och färdiglösta exempel använder sig i högre grad av epistemiska resurser av typen *auktoritet*, medan övningsuppgifterna har en hög frekvens av typen *konstruktion*. Detta kan också ses som en strategi, där eleverna förses med grundläggande kunskapsresurser och sedan uppmanas att själva konstruera stora delar av kunskapen. Boken kan då ses som en förespråkare för det deduktiva perspektiv som efterfrågades i Hedrén och Jidesjö (2010). Det bör dock påpekas att det, enligt resursperspektivet, kan vara problematiskt för eleverna att byta epistemisk ram. Att huvudtext, kontrollfrågor och exempel är inramade på ett sätt och övningsuppgifterna på ett annat kan leda till förvirring hos eleven och en oförmåga att angripa problemen på rätt sätt. En möjlig konsekvens av detta är att eleverna i mindre utsträckning läser huvudtexten i läroböckerna och enbart fokuserar på övningsuppgifterna. En sådan tendens är väldokumenterad inom forskningen (Tamir, 1995; Newton, 1984; Guzzetti et al., 1995).

Slutligen analyserades även frekvensen av epistemiska resurser för läroböckernas olika kapitel, vilka sedan delades in i kategorier om *introduktion*, *traditionell gymnasiefysik*, *klimat och väder*, *hållbar utveckling* och *modern fysik*. Ur denna analys framgick en stark förskjutning mellan ämnesområden inom *traditionell gymnasiefysik* och ämnesområden inom *modern fysik* och *klimat och väder*, *hållbar utveckling*, där den tidigare hade en högre frekvens av epistemiska resurser av typen *konstruktion* och de senare en högre frekvens av typen *auktoritet*. Denna förskjutning kan ha flera förklaringar. Den enklaste förklaringen är förmodligen att de "nyare" ämnesområdena är mer komplexa, abstrakta och svårtillgängliga för elever på gymnasienivå, och att därför många begrepp, fenomen, relationer och resultat i mindre utsträckning kan härledas, eller konstrueras, utifrån elevernas förkunskaper. Det är också möjligt att den traditionella gymnasiefysikens längre

historia bidragit till en pedagogisk kunskapsbas av förklaringar och härledningar, medan en sådan saknas i de nyare ämnesområdena. Detta skulle även förklara varför *klimat och väder, hållbar utveckling*, som i sig inte kan ses som abstrakta och svårtillgängliga (men möjligen komplexa) områden, har en hög frekvens av epistemiska resurser av typen *auktoritet*, med tanke på att dessa områden är nytillkomna i kursplanen för fysik 1 sedan införandet av LGY11, och därför kan ses som nya för många fysiklärare (och möjligen även författarna till läroböckerna).

Studien är som nämnts den första i sitt slag. Som sådan finns det givetvis frågetecken om dess validitet och överförbarhet. Vid innehållsanalysen baserades kodningen på indikatorer (se avsnitt 3.2.1) som till stor del utgick ifrån tidigare forskning om elevers tankeprocesser. Undersökningen utgår alltså ifrån egna premisser, medan elevernas subjektiva tolkningar och påverkan av läroböckerna inte behandlas i arbetet. En möjlig undersökning skulle kunna bestå i att framställa texter med liknande indikatorer och, genom kvalitativa intervjumetoder, undersöka hur dessa påverkar elevernas egna inramningar. En sådan undersökning kan dock vara problematisk och svår genomförbar, då man bör skilja mellan deklarativ epistemologi och funktionell epistemologi, dvs det kan vara svårt att skilja på hur eleven (undermedvetet) faktiskt ramar in situationen, från hur de påstår sig rama in situationen. Det skulle även vara svårt att utesluta andra faktorer, så som tidigare erfarenheter och personlighet, som kan påverka elevernas inramningar.

Studien begränsades i detta arbete till läroböcker i fysik för kurs 1 på gymnasiet. En självklar uppföljning till detta arbete skulle kunna behandla läroböcker i kurs 2 (och 3, även om det i nuläget enbart finns en), men även läroböcker i grundskolan. Ytterligare en uppföljning till detta arbete skulle kunna undersöka läroböcker från tidigare tidsperioder för att få en uppfattning om läroböckernas utveckling och trender ur det teoretiska resursperspektivet. Mot bakgrund av de senaste årens PISA och TIMSS mätningar skulle detta möjligen kunna bidra till en förklaring till Sveriges allt sämre resultat inom naturvetenskap.

Arbetet har ämnesdidaktiskt värde (och yrkesimplikationer) i den meningen att fysiklärare ges en överblick över läroböckernas tendenser. Kunskaper om resursperspektivet kan underlätta för lärare att förstå elevers svårigheter med att lösa problem och följa re-

sonemang som uppstår genom elevers olämpliga inramning. I denna mening ger arbetet lärare ett underlag för att identifiera läroböckernas bidrag till elevernas inramning, att kompensera i deras undervisning och att underlätta elevernas rambyten.

# Litteraturförteckning

- Alphonse, R., Bergström, L., Gunnvald, P., Ivarsson, J., Johansson, E., och Nilsson, R. (2013). *Heureka Fysik 1*. Natur och Kultur, Stockholm.
- Bachmann, K. (2005). *Laereplanens differens. Formidling av laereplanen till skolpraxis*. Doktorsavhandling, Trondheim: Pedagogisk institutt, Norges teknisk-naturvetenskaplige universitet.
- Bao, L. och Redish, E. F. (2004). Educational assessment and underlying models of cognition. I Becker, W. E. och Andrews, M. L., (Red.), *The Scholarship of teaching and learning in higher education: Contributions of research universities*, kapitel 11. Indiana University Press.
- Bateson, G. (1972). *Steps to an Ecology of Mind: Collected Essay in Anthropology, Psychiatry, Evolution, and Epistemology*. Chandler Publishing Co.
- Bing, T. J. (2008). *An Epistemic Framing Analysis of Upper Level Physics Students Use of Mathematics*. Doktorsavhandling, University of Maryland.
- Chambliss, M. J. och Calfee, R. C. (1998). *Textbooks for learning. Nurturing children's minds*. Blackwell Publishers, Oxford.
- Chi, T. H. M. och Roscoe, R. D. (2002). The process and challenges of conceptual change. I Limón, M. och Mason, L., (Red.), *Reconsidering Conceptual Change*. Kluwer.
- Cramér, H. (1946). *Mathematical Methods of Statistics*. Princeton University Press, Princeton.
- Cummings, K., French, T., och Cooney, P. (2002). Student textbook use in introductory physics. I Franklin, S., Cummings, K., och Marx, J., (Red.), *Physics Education Research Conference 2002*, PER Conference, Boise, Idaho.
- diSessa, A. A. (1988). Knowledge in pieces. I Forman, G. och Pufall, P., (Red.), *Constructivism in the Computer Age*, kapitel 4. Lawrence Erlbaum Publishers, New Jersey, USA.
- Ekvall, U. (2001). *Formativt, figurativt, operativt i läroböcker för barn, Del2. Utvecklingen under 1900-talet*. Institutionen för nordiska språk, Lund.
- Fraenkel, L., Gottfridsson, D., och Jonasson, U. (2012). *Impuls Fysik 1*. Gleerups Utbildning AB, Malmö.

- Goffman, I. (1997). *Frame Analysis: An Essay on the Organization of Experience*. Northeastern U. Press.
- Gourgey, A. F. (1998). Metacognition in basic skills instruction. *Instructional Science*, 26:81–96.
- Guzzetti, B. J., Hynd, C. R., Skeels, S. A., och Williams, W. O. (1995). Improving physics texts: Students speak out. *Journal of Reading*, 38(8):656–663.
- Hammer, D. (1996). Misconceptions or p-prims: How may alternative perspectives of cognitive structure influence instructional perceptions and intentions? *The Journal of the Learning Sciences*, 5(2):92–127.
- Hammer, D., Elby, A., Scherr, R. E., och Redish, E. F. (2005). Resources, framing and transfer. I Mestre, J. P., (Red.), *Transfer Of Learning: Research And Perspectives (Current Perspectives on Cognition, Learning, and Instruction)*. Information Age Publishing.
- Hedén, J. och Jidesjö, A. (2010). Kunskap utan kunskapens användning: En studie av fysikläromedel i grundskolans senare år (bilaga 6 i 2010:8). Technical report, Skolinspektionen.
- Kvist, G., Nilson, K., och Pålsgård, J. (2012). *Ergo Fysik 1*. Liber AB, Stockholm.
- Mestre, J. P. (2002). Probing adult's conceptual understanding and transfer of learning via problem posing. *Applied Developmental Psychology*, 23:9–50.
- Nelson, J. (2006). Hur används läroboken av lärare och elever? *NorDiNa*, 4:16–27.
- Newton, D. P. (1984). The use of textbooks for advanced-level gce courses in physics, chemistry and biology by sixth-form students. *British Journal of Educational Technology*, 1(15):43–51.
- Ornstein, A. C. (1994). The textbook-driven curriculum. *Peabody Journal of Education*, 69(3):70–85.
- Rebello, N. S., Cui, L., Bennet, A. G., Zollman, D. A., och Ozimek, D. J. (2007). Transfer of learning in problem solving in the context of mathematics and physics. I Jonassen, D., (Red.), *Learning to Solve Complex Scientific Problems*. Lawrence Earlbaum Associates, New York, USA.
- Redish, E. F. (2004). A theoretical framework for physics education research: Modeling student thinking. *The Proceedings of the Enrico Fermi Summer School in Physics, Course CLVI, Italian Physical Society*.
- Rodríguez, M. A. och Niaz, M. (2004). A reconstruction of structure of the atom and its implications for general physics textbooks: A history and philosophy of science perspective. *Journal of Science Education and Technology*, 13(3):409–424.
- Skolinspektionen (2010). Fysik utan dragningskraft: En kvalitetsgranskning om lusten att lära fysik i grundskolan (rapport nr. 2010:8). Rapport nr. 2010:8, Skolinspektionen, Stockholm.
- Sundblad, B. och Allard, B. (1988). Läroböcker, inläring och intellektuell utveckling. Rapport (1988:24) från läromedelsöversynen, Utbildningsdepartementet, Stockholm.

- Svensson, A. C. J. (1995). *Läromedelsanvändning i gymnasieskolan*. Pedagogisk forskning i Uppsala., Pedagogiska Institutionen, Uppsala Universitet.
- Tamir, P. (1995). Factors associated with ways high school students study from textbooks. *Research in Science and Technological Education*, 13(1):13–24.
- Timpmann, K. (2001). The impact of textual structuring of textbook on the selection of essential information by the learner. I *6th IARTEM international conference on learning and educational media*, Tartu, Finland. IARTEM & University of Tartu.
- Wennberg, G. (1990). *Geografi och skolgeografi; Ett ämnes förändringar*. Acta Universitatis, Uppsala studies in education.
- Wikman, T. (2004). *På spaning efter den goda läroboken*. Doktorsavhandling, Åbo Akademi, Åbo, Finland.
- Yelland, P. (2010). An introduction to correspondence analysis. *The Mathematica Journal*.