

Hvordan fandt Galileo frem til faldloven?



Jesper Bruun, Institut for Naturfagernes Didaktik, Københavns Universitet

Anmeldelse

Aksel Bertelsen: *Tre dage hos Galileo*

Forlag: Systime, 2008, 112 sider

ISBN: 978-87-616-2310-2

Det sværmer i år med udgivelser og projekter af forskellig art som på den ene eller den anden måde relaterer til Galileos første brug af en kikkert i 1609. Det virker som om lærebogen *Tre dage hos Galileo* er en del af denne bølge, og så alligevel ikke helt. Forfatteren Aksel Bertelsen ønsker snarere at indvie læseren i bevægelseslæren som er bogens omdrejningspunkt. Mere specifikt er målet med bogen at behandle hvordan Galileo kom frem til bevægelseslæren og hvilken slags matematik han brugte.

Bogens opbygning

Læseren får først en biografisk gennemgang af Galileos liv som dog er afbrudt af en matematisk behandling af ligevægt. Efterfølgende kan eleven i afsnittet om bevægelseslæren læse om penduler, faldloven og frit fald med vandret start. Her-



næst følger et kapitel om renæssancens matematik, altså den værktøjskasse Galileo havde til rådighed. Bogstavregning som vi kender den i dag, var i udviklingsfasen og ikke blevet spredt tilstrækkeligt til at Galileo brugte det. Derfor brugte

han geometriske konstruktioner til at løse opgaver som skoleelever skal bruge bogstavregning til. Bertelsen forklarer her forholdsregning, mellemproportionaler og parabler som fx keglesnit.

Efter de indledende runder skulle læseren være rustet til at angribe den første dag hos Galileo. Idéen til at navngive kapitlerne med dage kommer sig af at Galileos egne værker *Dialogen om de to store verdenssystemer* og *To Nye Videnskaber* udfolder sig som diskussioner mellem de tre personligheder Sagredo, Salviati og Simplicio over nogle dage.

Kapitlet "Første dag" i Bertelsens bog handler om nogle af de tanker Galileo har gjort sig om behandling af måledata og usikkerhed. Dette kapitel tager udgangspunkt i *Dialogens* tredje dag, og udgangspunktet er astronomiske målinger af afstanden til Stella Nova, den supernova som Tycho Brahe opdagede i 1572.

I "Anden dag" og "Tredje dag" går Bertelsen i dybden med bevægelseslæren, og det svarer til tredje og fjerde dag i *To Nye Videnskaber*. De sidste to dage i *Tre dage hos Galileo* behandler nogle af de klassiske problemer mange fysik- og matematiklærere har udsat elever for i bevægelseslære gennem tiderne. I "Anden Dag" løser Bertelsen problemerne geometrisk og algebraisk, mens han i kapitel tre behandler sammenlægning af bevægelser og det skrå kast med nutidige metoder.

I kapitlet "Galileos Blæk" tager Bertelsen udgangspunkt i en af de tekniske analysemetoder forskere anvender når de skal hitte rede i kronologien af Galileos notater.

Diskussionen om Stella Nova

En af fordelene ved at skrive om hvordan en historisk personlighed som Galileo kom frem til sine resultater, er at eleverne kan få indblik i det kulturhistoriske landskab som Galileos arbejde lå indlejret i. På den måde kan eleverne få en forståelse for at udviklingen af videnskabelige teorier er påvirket af en lang række forskellige faktorer. Mange af disse faktorer ligger uden for den naturvidenskabelige metode, og det er muligt at trække linjer op til vor tid.

I "Første Dag" præsenteres Galileos behandling af mange målinger på Stella Nova, og den sammenlignes med den samtidige naturfilosof Chiaramontis behandling af data. Chiaramonti plukkede de værdier som passede bedst med det geocentriske verdensbillede han støttede, i stedet for at se på dataenes samlede budskab.

Det kunne være interessant at diskutere hvorfor Chiaramonti gjorde som han gjorde, og hvad der fik Galileo til at opponere kraftigt imod det. Set med en nutidig videnskabsmands øjne er der ingen tvivl om at Chiaramontis metode er uacceptabel. Men mange fysiklærere vil nok kunne nikke genkendende til at elever i laboratoriearbejde ser bort fra de resultater de får, som ikke stemmer overens med teorien.

Galileos problemer

En anden fordel ved at skrive om udviklingen af bevægelseslæren er at det giver mulighed for at menneskeliggøre Galileo. I forhold til fysik og matematik kan ele-

verne få et indblik i de erkendelsesmæssige og praktiske problemer som Galileo stod over for.

I bogens sidste kapitel nævner Bertelsen at Galileo i et stykke tid arbejdede med en forkert faldlov. Taget i betragtning at de fleste elever formentlig forlader gymnasiet med en forståelse af fysik som noget de bare ikke kan finde ud af, kunne det måske være motiverende for dem at vide at selv de største igennem længere tid har taget fejl.

På side 27 og 28 beskriver Bertelsen hvordan Galileo lavede en opstilling der illustrerede faldloven, og brugte et vandur til at måle tid ved at opsamle vand og veje det. Det ville være et oplagt fysikforsøg at lave en lignende opstilling inspireret af Galileos egne skrifter. Her ville jeg lægge fokus på at eleverne skulle dechifrere Galileos originale tekster – det vil sige uden en traditionel kogebovsvejledning.

Der er i det hele taget mange gode idéer i bogen, men det virker som om fokus ligger meget på det matematiske, så de fysikfaglige og ikke mindst de historiefaglige elementer får en mindre grundig behandling. De inddrages mest som en slags reference for det matematiske indhold, og især historiedelen virker meget refererende.

En idé til et forløb om renæssancen
Bogen fremstår som en klassisk matematiklærebog om et emne der indeholder

en masse historiefagligt og fysikfagligt stof. Et forløb i gymnasiet om videnskab i renæssancen kunne med fordel bruge mange af Bertelsens informationer og idéer. For at vække elevernes interesse kunne lærerne sætte scenen med et problem der opleves som relevant for eleverne. Bevægelseslæren, renæssancens geometriske matematik og det kulturhistoriske og naturfilosofiske (fysikfaglige) indhold burde her hentes ind når det skulle bruges – som en nødvendighed for at eleverne kan komme videre med et problem de kan se relevansen af.

En vinkel kunne være, at eleverne skulle deltage i løsningen af gåden om hvordan Galileo egentlig fandt frem til faldloven. Her kan Bertelsens researcharbejde og idéer fungere som en rettesnor. Som han skriver på side 19:

“Det er svært at vide, hvordan Galileo fandt frem til faldloven. Hans papirer fra 1600-1609 ... er udaterede, og den endelige fremstilling i bogen *To Nye Videnskaber* fra 1638 gengiver ikke, hvordan han selv kom frem til bevægelseslæren i første omgang. Nogle af de faser, han var igennem, ligger dog fast ...”.

Hvis eleverne i et forløb kan guides til selv at finde disse faser og kan ansføres til selvstændigt at gå i kødet på det videnskabshistoriske problem “Hvordan fandt Galileo faldloven?”, så tror jeg at emnet kan fungere som en god ledetråd for at arbejde med videnskabelig tankegang.